

## **Modelo de inclusão social utilizando a reciclagem de resíduos de construção civil**

**Autores:** Victor José dos Santos Baldan (CESET/UNICAMP)

### **Resumo**

*Este artigo apresenta uma investigação sobre todo o trabalho desenvolvido na Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e na Fábrica de Artefatos Reciclados de Cimento, localizadas na cidade de São Carlos/SP. Todos os processos que compreendem desde a chegada do resíduo bruto (entulho), passando pelo processo de reciclagem, confecção dos materiais, e suas posteriores aplicações, são realizados através da mão-de-obra de reeducandos (presidiários) da região de São Carlos, visto que, o destino dos materiais fabricados, tem como destino, a construção de habitações populares para a comunidade de baixa renda e outras obras de caráter social.*

*Palavras-chave: Empreendimentos sociais e solidários; Inclusão social; Habitações populares; Mão-de-obra de reeducandos.*

### **1. Introdução**

A construção civil no Brasil tem uma importante repercussão quer no consumo de recursos naturais, quer na geração de impactos ambientais. A reciclagem dos resíduos de construção e demolição (RCD) tem surgido como uma forma de amenizar a ação nociva dos resíduos, reutilizando os inertes reciclados de RCD em novos produtos.

A quantidade de entulho gerado nas construções que são realizadas nas cidades brasileiras demonstra um enorme desperdício de material. Os custos deste desperdício são distribuídos por toda a sociedade, não só pelo aumento do custo final das construções como também pelos custos de remoção e tratamento do entulho.

Os resíduos sólidos de construção e demolição, geralmente dispostos de maneira clandestina, em áreas públicas e até mesmo em terrenos baldios, são responsáveis por provocarem um enorme impacto ambiental, além de perderem sua potencialidade.

Para resolver o problema do entulho é preciso organizar um sistema de coleta eficiente, minimizando o problema da deposição clandestina. É necessário estimular, facilitando o acesso a locais de deposição regular estabelecidos pela prefeitura. A política de coleta do entulho deve ser integrada aos demais serviços de limpeza pública do município. Pode-se aproveitar programas já existentes ou, ao contrário, a partir do recolhimento de entulho implantar novos serviços como a coleta de “bagulhos” (por exemplo, móveis usados, descartáveis, podas de árvores), que normalmente têm o mesmo tipo de deposição irregular e tão danosa quanto o entulho.

Apesar de contribuir para o meio ambiente ser mais saudável, a reciclagem de resíduos de construção civil, além de gerar empregos e ressocializar pessoas marginalizadas, através de seus serviços prestados nas cooperativas ou nas Usinas de Reciclagem de RCD, pode fazer com que milhares de pessoas sem condições financeiras, consigam seu imóvel, através de programas de habitação popular.

### **2. Objetivo**

O principal objetivo deste artigo é mostrar o trabalho realizado na Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e na Fábrica de Artefatos de Cimento, localizada na cidade de São Carlos/SP, desde o trabalho desenvolvido com o material a ser reciclado, bem como o

trabalho de inclusão social, desenvolvido com presidiários das cidades da região de São Carlos e o destino destes produtos, que são utilizados na construção de moradias populares.

### **3. Metodologia**

A metodologia empregada caracteriza-se em revisão bibliográfica e subdivide-se em duas etapas: a primeira, que trata das visitas de campo feitas à Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil de São Carlos, onde se pode observar toda a operação desenvolvida, que envolve desde a recepção dos resíduos de construção civil, a fase de operação dos resíduos de construção e demolição, ou seja, as etapas que os resíduos de construção civil passam até sua posterior reciclagem, e por final, o processo de fabricação do material reciclado; a segunda etapa apresenta os materiais reciclados produzidos pela Fábrica de Artefatos de Cimento, anexa à Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil da cidade, bem como, algumas especificações relevantes e seu destino final, que é a construção de habitações populares para a comunidade mais carente.

### **4. A Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e a Fábrica de Artefatos Reciclados de Cimento de São Carlos/SP**

A cidade de São Carlos, que dista aproximadamente 230 quilômetros da capital (São Paulo), gera em média, 400 toneladas de resíduos sólidos por dia, originadas de materiais de construção civil, o que demonstra um desperdício irracional de material. Os custos desta irracionalidade são distribuídos por toda a sociedade, não só pelo aumento do custo final das construções como também pelos custos de remoção e tratamento do resíduo. A Progresso e Habitação de São Carlos (PROHAB), empresa mista da Prefeitura, desenvolve trabalhos relacionados à reciclagem desses resíduos de construção, na Usina de Reciclagem de Entulho e na Fábrica de Artefatos de Cimento.

São reciclados diariamente blocos de concreto e/ou cerâmicos, telhas, resíduos argamassados e outros semelhantes, provindos de demolições.

O material é entregue na Usina por caminhões, realiza-se a separação, dividindo e classificando em grupos (concreto, ferragem, madeira, cerâmica, etc.). Na sequência, os pertencentes aos grupos concreto e cerâmica, passam pelo processo de britagem e trituração, feitos por aparelhos instalados na própria Usina. Após essas etapas, o agregado é classificado de acordo com sua granulometria.

Dando prosseguimento, parte desses agregados são transferidos para a Fábrica de Artefatos Reciclados de Cimento, onde são produzidos blocos e bloquetes. Esta fábrica opera em anexo à Usina.

O grande diferencial desta Usina é a utilização da mão-de-obra de reeducandos (presidiários) em todo o processo executado, que vai desde a separação, britagem, trituração e confecção dos novos materiais. Esses recebem um auxílio mensal, que por fim, são enviados para suas respectivas famílias. Essas atividades, além de colaborarem financeiramente, garantem a satisfação pessoal.

A comercialização dos produtos atende uma demanda, que atende primeiramente a construção de habitações populares, objetivo prioritário da PROHAB. Após atender os interesses da PROHAB, os materiais são destinados para obras dos órgãos públicos, tais como escolas, fundações, igrejas e outros afins.

#### **4.1. Mão-de-obra utilizada na Usina de Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e na Fábrica de Artefatos Reciclados de Cimento**

A mão-de-obra operante na divisão industrial é composta por cerca de 13 reeducandos da penitenciária “Dr. Antonio de Queiroz Filho”, da cidade de Itirapina, distante aproximadamente 20 quilômetros de São Carlos. Esses reeducandos são presidiários que estão em regime semi-aberto e prestam serviços à Usina e à Fábrica durante o dia, no turno das 07h30min às 16h30min, de segunda a sexta, e logo após, retornam para a Penitenciária. Esta iniciativa é muito importante para a ressocialização destas pessoas, lembrando que, além do salário mínimo recebido mensalmente, pago pela PROHAB, para cada 3 dias de trabalho, 1 dia é descontado da pena total.

Muitos desses trabalhadores da Usina e da Fábrica de Artefatos afirmam ter a intenção de trabalhar com a reciclagem de resíduos de construção civil, assim que estiverem em liberdade total.

#### **4.2. Fases de Operação da Usina realizadas pelos reeducandos da Penitenciária “Dr. Antonio de Queiroz Filho”**

Os resíduos chegam à Usina de Reciclagem de Resíduos de São Carlos, por meio de uma parceria com empresas coletoras desses resíduos na cidade, instituindo assim, o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil e o Sistema para a Gestão destes Resíduos (Lei nº13. 867/06), (PROHAB, 2007).

Vários caminhões de empresas coletoras dos resíduos chegam diariamente à Usina, sempre com caçambas lotadas de restos de concreto, telhas, tijolos, blocos advindos de construções, demolições, reformas, etc.

Esse material é depositado no pátio da Usina, e logo após isto, é feito um processo de separação pelos reeducandos, onde há distinção de material misturado com ferragens e/ou apenas material formado por concreto, tijolos, blocos. Este é disposto em áreas para triagem, e encaminhado para trituração e britagem.

Na figura 01, que apresenta o conjunto formado pelo sistema triturador + britador, o material depositado passa pelos processos de britagem e trituração. Após estes processos, o material sofre uma nova separação, de acordo com sua granulometria. Os resíduos mais finos são separados dos mais grossos. Esse material mais fino, geralmente é utilizado para preenchimento de valas, nas operações de tapa buracos, pavimentação e na confecção dos artefatos de cimento (figura 02). Já os mais grossos, geralmente a areia e o pedrisco, são encaminhados para a peneira vibratória, resultando em materiais como pedra nº1, pedrisco e areia média, que podem ser utilizados na pavimentação (figura 03). Assim, os materiais estão preparados para serem encaminhados para a Fábrica de Artefatos Reciclados de Cimento, para a confecção das peças ou para finalidade de drenagem ou pavimentação.

A capacidade de produção no conjunto triagem + britagem é de 20ton/h – 8h/dia, totalizando 160ton/dia, uma quantidade bem próxima da geração do município (250 a 450 ton/dia), levando em conta que somente os RCD serão transbordados no pátio de triagem da Usina.



Figura 01 – Conjunto triturador + britador  
Fonte: PROHAB, 2007



Figura 02 – Material utilizado para confecção dos artefatos de cimento  
Fonte: PROHAB, 2007



Figura 03 – Material utilizado para pavimentação  
Fonte: PROHAB, 2007

#### **4.3. Processo de fabricação dos materiais reciclados**

Os resíduos reciclados apresentam diferentes aplicações, desde a produção de artefatos de concreto, produção de argamassas e concretos não estruturais, pavimentação e recuperação de estradas rurais, controle de erosão e enchimento de fundações de construção e aterro de vias de acesso.

No caso da fabricação dos elementos estruturais (blocos, bloquetes, canaletas, meio bloco), o material que chega da Usina de Reciclagem é primeiramente separado e disposto em montes. Logo após, é imediatamente, levado para dentro da Fábrica de Artefatos Reciclados de Cimento. Esse material é pesado e encaminhado para a máquina de fabricação de artefatos de cimento, também conhecida vibro-prensa-hidráulica, que por sua vez, é formada pelo conjunto betoneira – esteira – vibrador – prensa.

Após a mistura de 70% de material não-reciclado + 30% de material reciclado + aditivos, dentro da vibro-prensa-hidráulica, a argamassa está pronta para ser levada às suas respectivas formas de blocos, bloquetes, canaletas, meio bloco, etc.

Depois de colocada na forma, a argamassa passa pela cura durante três dias, e já no sétimo dia, o material está pronto para utilização (figura 04).

Com um traço padrão, são produzidos em média, 120 bloquetes e 50 blocos.



Figura 04 – Blocos prontos sendo transportados para a cura no pátio da Fábrica  
Fonte: PROHAB, 2007

### **5. Materiais produzidos pela Fábrica de Artefatos Reciclados de Cimento**

Os materiais produzidos pela Fábrica de Artefatos Reciclados de Cimento (figura 05), anexa à Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil de São Carlos, são destinados às construções habitacionais da PROHAB, e, além disso, esses materiais podem ser comercializados externamente.

Os produtos da Fábrica de Artefatos Reciclados de Cimento são fabricados com uma porcentagem de material reciclado oriundo da Usina de Reciclagem da Construção Civil (70% de material comum e 30% material reciclado + aditivos), reduzindo o impacto ambiental e proporcionando a produção de artefatos de cimento com preços atrativos no mercado. São realizados, periodicamente, controles tecnológicos laboratoriais para garantir a qualidade dos produtos. A tabela 3 apresenta os materiais produzidos através da reciclagem dos resíduos de construção e demolição, na Fábrica de Artefatos Reciclados de Cimento, bem como suas respectivas descrições.



Figura 05 – Vista geral do pátio da Fábrica de Artefatos de Cimento  
Fonte: PROHAB, 2007

<b>Material</b>	<b>Descrição</b>
Bloco (figura 06)	Utilizado na construção de residências, muros, etc.
Bloquete	Utilizado para calçamentos e pavimentação de ruas.
Meio-bloco Areia grossa	Utilizado na construção de pilares Ótima opção para pequenos serviços e argamassa de assentamento.
Pedrisco	Usado na fabricação de blocos de vedação, piso intertravado e artefatos de cimento em geral.
Bica-corrida	Utilizado na recuperação de vias rurais e nas operações de “tapa buracos”.

Fonte: PROHAB (2007)

Tabela 1 – Materiais produzidos pela Fábrica de Artefatos de Cimento e suas descrições



Figura 06 – Bloco de concreto produzido através de resíduo reciclado

## 7. Conclusões

Os principais resultados produzidos pela reciclagem do resíduos de construção e demolição, além dos benefícios ambientais são os benefícios sociais.

A tecnologia de reciclagem é apontada como uma das alternativas para a geração de emprego e renda. Além da economia de matéria-prima e energia na produção de novos agregados, o uso e a reciclagem de resíduos da construção e demolição proporcionam novas oportunidades de emprego para uma parcela da população que frequentemente é excluída, que passa a se organizar em grupos e efetivamente a gerar renda, tanto na coleta (catadores) quanto em cooperativas de reciclagem (na produção de novos materiais e componentes) (Projeto Entulho Bom, 2001).

De qualquer forma, na grande maioria dos casos, a reciclagem de RCD possibilita o barateamento das atividades de construção. Como o exemplo apresentado pela PROHAB, na cidade de São Carlos, o emprego do material reciclado em programas de habitações populares proporciona bons resultados, devido a esses materiais apresentarem grande potencial de oferta, os custos de produção de infra-estrutura podem ser reduzidos, tornando-se acessíveis às comunidades mais carentes.

A equação da qualidade de vida e da utilização não predatória dos recursos naturais é de longe, mais importante que a equação econômica. Os benefícios são conseguidos não só pela redução de extração de matéria-prima em jazidas, o que nem sempre é adequadamente fiscalizado. Reduz-se, ainda, a necessidade de destinação de áreas públicas para a deposição dos resíduos (ZORDAN, 1997; PINTO, 1999; JOHN, 2000).

Atualmente, o volume gerado pelos resíduos é considerado grande, ocupando, portanto muito espaço nos aterros; seu transporte, em função não só do volume, mas do peso, torna-se caro. A reciclagem e o reaproveitamento do resíduo são, portanto, de fundamental importância para o controle e minimização dos problemas ambientais causados pela geração de resíduos, e para seu reaproveitamento na criação de diversos produtos com valor agregado.

## **8. Referências**

JOHN, V.M. Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. Tese apresentada para obtenção do título de Livre Docente. EDUSP, São Paulo, 2000.

PINTO, T.P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP. Tese de doutorado, São Paulo – SP, 1999. 189 p.

PROHAB – Pró Habitação de São Carlos – Material de Divulgação. São Carlos, 2007.

Reciclagem de Entulho para a produção de materiais de Construção – Projeto Entulho Bom, EDUFBA, 2001.

ZORDAN, S.E. A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto. 1997. Dissertação de mestrado – FEC/UNICAMP, Campinas – SP, 1997. 140 p.

## **9. Agradecimentos**

Os autores deste artigo gostariam de agradecer aos funcionários da PROHAB, da Usina de Reciclagem de Resíduos e da Fábrica de Artefatos de Cimento da cidade de São Carlos/SP, pelas importantes colaborações com este artigo e pela calorosa recepção, além dos Srs. Samir Fagury (Engenheiro responsável da PROHAB) e Dirceu Ferreira da Silva (Encarregado de Serviços da Usina de Reciclagem e da Fábrica de Artefatos de Cimento). Os autores agradecem também ao Centro Superior de Educação Tecnológica (CESET/UNICAMP) pelo apoio ao desenvolvimento deste artigo.