

A FORMAÇÃO DE MERCADO DE AGREGADOS RECICLADOS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL



Gabriel Nocito Miquelino Cunha

Aluno de Graduação da Eng. de Produção, 8º período, UFRJ
Período PIBIC/CETEM : julho de 2010 a julho de 2011,
gabriel_nocito@poli.ufrj.br

Francisco Mariano da Rocha de Souza Lima

Orientador, Eng. Industrial, M.Sc.
flima@cetem.gov.br

1. INTRODUÇÃO

O descarte ilegal e o precário gerenciamento dos resíduos de construção e demolição (RCD) nas cidades brasileiras têm trazido inúmeros problemas para a sociedade, dentre os quais se destacam: a obstrução de encostas causadora de deslizamento em épocas de chuvas, a ocupação irregular de terrenos públicos pela população carente, com riscos de desabamento e a proliferação de vetores de doenças como a da dengue. No Brasil, considerando-se um índice médio de geração per capita de 500 kg/habitante por ano, estima-se uma geração na ordem de 68,5 milhões de toneladas/ano para uma população urbana de 137 milhões de pessoas, segundo censo do IBGE de 2002 (ANGULO et al., 2002). Sendo uma responsabilidade dos municípios, a reciclagem do RCD traz inúmeros benefícios como o aumento da vida útil dos aterros sanitários, a redução da extração de matérias-primas não renováveis como a brita e a areia, geração de novos postos de trabalho e a produção de material de construção a baixo custo.

2. OBJETIVOS

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é estudar a viabilidade econômica da implantação de usinas de reciclagem de RCD com base na diferença dos custos de transação entre o descarte do entulho em aterros e sua transformação em agregado reciclado. Conforme mencionado por Nunes (2004), a receita gerada somente pelas vendas dos agregados reciclados não é suficiente para cobrir os custos das centrais recicladoras. Por isso determinaremos a taxa de descarte mínima que deve ser fixada e cobrada para tornar a reciclagem um negócio viável.

3. METODOLOGIA

O RCD, de acordo com a resolução 307 do CONAMA, consiste em todos os materiais gerados a partir de construções, reformas e demolições de obras civis. É dividido em 4 classes: A, recicláveis para construção(tijolos, blocos, telhas, concretos, solos, rochas, pavimentos); B, recicláveis para outras utilizações(plásticos,papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros); C, resíduos sem tecnologia para reciclagem (produtos oriundos do gesso); e D, resíduos perigosos(tintas, óleos, solventes e outros).

A composição do RCD varia muito conforme a natureza da cidade, sua localização e os seus padrões construtivos. Essa variabilidade é estudada nas três áreas do conhecimento principais para o tratamento do entulho: a engenharia mineral, no tocante ao tratamento do minério através das operações unitárias para homogeneização do entulho, como catação, britagem, peneiramento e separação densitária; a engenharia civil, onde os agregados reciclados precisam ter qualidades específicas como porosidade para sua nova utilização; e a economia mineral, responsável por estudar a viabilidade da transformação de resíduos em recursos minerais.

Nesse contexto, a metodologia do custo de transação trata da estrutura produtiva das empresas que ofertam produtos complementares, no caso os agregados naturais e os reciclados. O mercado sempre adota o menor custo de transação. Vamos comparar o custo do descarte (transação 1) com custo da reciclagem (transação 2) para saber se cabem no mercado as empresas recicladoras ao lado das pedreiras e produtores de areia.

4. PRÁTICA INDUSTRIAL

Nas recicladoras no Brasil, o entulho, quando levado a centros de processamento da fração mineral de RCD, passa por uma inspeção visual, com o objetivo de rejeitar caçambas com muitos contaminantes ou materiais muito heterogêneos; sendo autorizada, esta caçamba é depositada em um estoque, onde será realizada uma catação manual, que separará a fração não mineral como plástico, vidro, madeira; a fração mineral é levada por retro escavadeiras ao alimentador, a partir do qual será realizada a etapa de britagem, onde haverá a redução do tamanho das partículas; logo depois há uma separação magnética dos metais ferrosos seguidas da separação granulométrica através das peneiras.

Nas recicladoras de países como Holanda e Alemanha, onde o agregado reciclado é encontrado normalmente nas lojas de material de construção, ainda há as etapas de separação densitária com jigues, espirais, classificadores em espiral e britadores VSI.

Os produtos reciclados no Brasil são em sua maioria o rachão e bica corrida, utilizados em aterros e pavimentação. Já nos países citados os agregados reciclados produzidos são de alta qualidade, servindo inclusive para concreto não estrutural e para argamassa.

5. ESTUDO DO CUSTO DE TRANSAÇÃO 1 E 2

Para fixar uma taxa de descarte que possibilite a viabilidade econômica de um empreendimento não só foram analisadas variáveis econômicas como a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), Taxa Interna de Retorno (TIR), o Valor Presente Líquido (VPL), payback, custos de produção, despesas indiretas, receitas operacionais e mas também estabelecidas algumas premissas baseadas nas condições reais em que o empreendimento se insere. Apesar de fundamentais, não foram considerados os custos de aprendizagem para a formação de mercado dos agregados reciclados. Apenas os custos de operação de uma usina de reciclagem de RCD foram estudados e os custos de transporte, tanto para o aterro como para a recicladora, considerados idênticos.

Com base nesses conceitos econômicos e nas condições de mercado, propuseram-se circuitos de operações unitárias distintas de modo a se produzir três categorias de produtos com aplicações diferentes:

1. Rachão – baixo valor agregado, utilizado principalmente para sub-base para pavimentação e aterros.
2. Bica corrida – médio valor agregado, utilizada principalmente como base para pavimentação e concretos não estruturais
3. Areia fina lavada e brita reciclada – alto valor agregado, utilizada principalmente na fabricação da argamassa e concretos estruturais, respectivamente, mas ainda com mercado em formação.

Para cada categoria foi simulado um circuito específico com tamanho de terreno diferenciado e número de funcionários e equipamentos específicos para cada caso. Foram feitas pesquisas de preços, valores de salários, custo de terreno, preço de venda desses agregados no mercado, estimativas de custos de água e energia elétrica, assim como percentual de rejeitos. Algumas premissas foram comuns para os 3 casos:

- Capacidade da usina: 50t/h. Preço do terreno: R\$50,00/m²
- Mão de obra: foi dividida em qualificada, não qualificada e gerente, com salários de R\$3.000,00, R\$1.200,00 e R\$5.000,00, respectivamente, incluindo encargos.
- Energia elétrica: R\$0,35/kWh, e água: R\$1,75/m³
- Gradiente de crescimento, devido à aceleração do volume de obras para atendimento da Copa, Olimpíadas e setor imobiliário: 10% a.a.
- Horizonte de planejamento: 10 anos
- Taxa mínima de atratividade, considerando a Selic em 12,25% a.a.: 14,00% a.a.
- Percentual de rejeito, que não é processado: 20%, a R\$15,00 de descarte final.
- Preço de venda do rachão bica corrida, areia lavada e brita reciclada: R\$17,00/m³, R\$20,00/m³, R\$40,00/m³ e R\$30,00/m³, respectivamente.

- Não há financiamento e as únicas fontes de receita são com a venda dos produtos e a taxa de descarte cobrada por cada caçamba que entra na planta.

Com base nessas premissas foi realizada uma análise de sensibilidade da TIR para verificar qual o preço de descarte mínimo que anula o valor presente líquido e torna o empreendimento viável economicamente.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O circuito 1 utilizado para a produção apenas de rachão é o mais simples, contando apenas com operações de alimentação e catação, o que exige menor espaço e menor número de funcionários. Para se obter a bica corrida é preciso acrescentar um britador de impacto e um conjunto de peneiras ao circuito anterior, demandando maiores espaços de terreno e funcionários. Já para a obtenção de areia fina lavada e brita reciclada há necessidade de operações unitárias ainda mais complexas, que envolve separação densitária através de Jigue, além de britador VSI, classificadores e espirais. O circuito 3 está representado a seguir na figura 1:

Figura 1. Circuito 3 simplificado, para obtenção de areia fina e brita reciclada.

Com base nas premissas e projeções para os 3 circuitos foi possível prever qual taxa mínima de descarte tornaria o negócio viável, ou seja, deixaria o valor presente líquido igual a zero. O resultado é mostrado na tabela a seguir:

Tabela 1. Quadro comparativo dos 3 circuitos analisados

Circ.	Terreno/ funcionários	Principais equipamentos e preços (mil reais)	Produtos gerados	Principal utilização	Custo unitário e payback	Preço de descarte (VPL=0)
1	15.000m ² 2 mdo q. 8 mdo ã.q. 1 gerente	1 Alimentador (200), 1 esteira de catação (150), 1 separador magnético (150)	Rachão (100%)	sub-base p/ pavimentação e aterro	R\$14,89/t 6.11 anos	R\$36,28/caç
2	20.000m ² 3 mdo q. 10 mdo ã.q. 1 gerente	1+ 1britador (380), peneira (150)	1(40%)+ Bica corrida (60%)	1+ base p/ pavimentação	R\$17,61/t 6 anos	R\$44,16/caç
3	20.000m ² 5 mdo q. 15 mdo ã.q. 1 gerente	1+2+ 1britador secundário (550), 1 jigue(350), 1 britador VSI (220), 1 classificador (200), 1 espiral (140), 2 peneiras	1(20%)+2 (30%)+ Areia fina lavada(20%), Brita reciclada (30%)	1+2+ Concretos e areia para argamassa	R\$22,70/t. 5.9 anos	R\$31,85/caç

Pela análise desta tabela podemos perceber que o circuito 3, apesar de seu o custo unitário de processamento de 1 tonelada de entulho ser maior, por envolver equipamentos mais caros, maior quantidade de empregados, com um investimento inicial maior, o valor da receita gerada areia fina lavada e brita reciclada é maior, o que possibilita fixar um preço de descarte, por caçamba, menor.

Em cidades como o Rio de Janeiro, onde o preço do descarte atualmente em aterros é de R\$15,00/caçamba, a implantação dessas usinas é inviável economicamente. Nesse sentido, para o estabelecimento de empresas recicladoras de RCD, ainda são necessárias medidas governamentais que aumentem o preço do descarte ao nível do custo de transformação dos resíduos do RCD em agregados reciclados.

7. AGRADECIMENTOS

Ao Mestre Francisco Mariano, meu orientador, por ter me aceitado como bolsista, pelo convívio e pela troca de idéias. Ao Dr. Salvador, pela ajuda na pesquisa de preços. Aos meus pais, pelo apoio. Ao CNPq, pela concessão da bolsa de iniciação científica.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGULO, S. C. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. 2000. 155p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo (Brasil).

NUNES, K.R.A **Avaliação de Investimentos e de Desempenho de Centrais de Reciclagem para Resíduos Sólidos de Construção e Demolição**. 2004. 276p Tese(Doutorado)- Departamento de Engenharia de Produção, COPPE/UFRJ,Rio de Janeiro(Brasil)