

BENEFICIAMENTO DO RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO

Petrúcia Duarte (1); Valtencir Lúcio de Lima (2).

(1) Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Av. Senador Salgado Filho, 1559, Tirol, Natal-RN, CEP 59015-000, Fone/Fax: + 55 (84) 4005-2600/ 4005-2694, e-mail: duartepetrucia@yahoo.com.br

(2) Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Av. Senador Salgado Filho, 1559, Tirol, Natal-RN, CEP 59015-000, Fone/Fax: + 55 (84) 4005-2600/ 4005-2694, e-mail: valtencir@cefetrn.br

RESUMO

Depois da redução da quantidade de resíduos gerados pela indústria da Construção Civil, a reutilização dos materiais refugados sem a necessidade de qualquer tipo de beneficiamento é o que pode ser considerado como a situação ideal. Como a solução ideal nem sempre é possível, e tendo em vista a necessidade de resolução do problema da enorme quantidade de resíduos gerados, da demanda crescente de matéria-prima, dos problemas no gerenciamento de resíduos e do alto impacto ambiental, entre outros, resta a reciclagem. Neste contexto, a presente pesquisa tem como objetivo mostrar que na adoção desta prática os materiais necessitam passar por algum tipo de beneficiamento para que possam ser utilizados e analisar os tipos de plantas de beneficiamento existentes. Na realidade, são conhecidos dois tipos de plantas para reciclagem de resíduos de construção e demolição, as unidades fixas e as unidades móveis. Estas plantas proporcionam versatilidade e flexibilidade tanto às empresas que comercializam os agregados reciclados, quanto aos envolvidos na sua utilização.

Palavras-chave: resíduos de construção, reciclagem, beneficiamento de resíduos.

1. INTRODUÇÃO

Depois da redução da quantidade de resíduos gerados, a reutilização dos materiais refugados sem a necessidade de qualquer tipo de beneficiamento é o que pode ser considerado como a situação ideal.

Como a solução ideal nem sempre é possível, e tendo em vista a necessidade de resolução do problema da enorme quantidade de resíduos gerados, da demanda crescente de matéria-prima, dos problemas no gerenciamento de resíduos e do alto impacto ambiental, entre outros, resta à reciclagem. Na adoção desta prática os materiais necessitam passar por algum tipo de beneficiamento para que possam ser utilizados.

O beneficiamento dos resíduos de construção e demolição envolve desde a sua coleta e transporte, passando por separação, britagem e peneiramento, até a sua estocagem para posterior utilização.

2. USINAS DE RECICLAGEM

Para a inserção de um programa de reciclagem de resíduos, a implantação da unidade recicladora é muito importante. Nesta fase, deve ser levada em consideração, entre outras coisas, a capacidade operacional do equipamento a ser escolhido para operar na usina, dentre uma infinidade de tipos disponíveis no mercado. De acordo com Brito Filho (1999), é fundamental o conhecimento de três pré-requisitos básicos:

- Volume de geração de resíduos de construção e demolição possível de ser reciclado;
- O tipo de material e a aplicação que se pretende para o mesmo;
- Local de instalação da unidade recicladora;

Cabe ressaltar que o terceiro pré-requisito será tratado em maior profundidade neste item.

O local de instalação de uma usina de reciclagem de resíduos de construção e demolição é de fundamental importância para o sucesso do programa de reciclagem. O ideal é que as usinas estejam o mais próximo possível das fontes geradoras e dos locais de uso, ou seja, inseridas no contexto urbano (Lima, 1999). Deve-se levar em conta, igualmente, se a usina passa por um pólo de atração de caminhões e se o resíduo recebido necessitará de muitos descartes de partidas contaminadas, o que toma o processo inviável operacional e economicamente (Brito Filho, 1999). O autor afirma que é interessante que as unidades recicladoras não se situem em áreas predominantemente residenciais, nem em áreas centrais, para não sobrecarregar o tráfego circunvizinho. Assim, o ideal é que estas unidades sejam instaladas mais próximas a aterros, onde toda infraestrutura necessária já existe. Deste modo, existiriam facilidades em termos de transporte, diminuindo custos, além de contribuir para que os coletores de resíduos atuassem de forma benéfica para o bom funcionamento do programa de reciclagem, pois não iriam percorrer grandes distâncias para descartar o resíduo.

Uma outra alternativa interessante é a distribuição de pontos de coleta deste resíduo, estrategicamente espalhados pela cidade, o que dará suporte ao sistema, facilitando a eliminação de grandes distâncias de transporte e de pontos de descarte clandestino.

Entretanto, uma vez implantada, a usina de reciclagem deve dispor de alguns itens que eliminem, ou minimizem a possível ocorrência de impacto ambiental causada pela emissão de poeira e ruídos. Deste modo, existem algumas medidas importantes que podem ser tomadas quando da instalação das usinas de reciclagem, inclusive tais medidas foram verificadas, e com sucesso, na implantação das recicladoras de Belo Horizonte/ MG, Ribeirão Preto/SP e São José dos Campos/SP (Lima, 1999). Foi adotada a plantação de cerca viva no entorno da usina, que ajuda a conter a poeira e o ruído e melhorar a imagem do local; foi realizado o cobrimento do piso da usina com material reciclado, que quando compactado ajuda a diminuir o pó com o tráfego dos caminhões; foi dado um revestimento ao britador com manta anti-acústica e aos locais de impacto com manta de borracha para reduzir o ruído. Foi feita a redução das alturas de descarga dos materiais nos pontos de transferência; foram instalados aspersores nos pontos de entrada e saída de materiais para redução da emissão de pó. Além disso, vale apenas mencionar a adoção de projetos de urbanização e paisagismo conferindo à unidade recicladora um aspecto mais agradável e sadio (Brito Filho, 1999).

Lima (1999) afirma que as medidas citadas anteriormente foram monitoradas na usina de Belo Horizonte e os resultados obtidos foram satisfatórios. Com isso, para implantação das outras duas usinas foram usados os

relatórios de monitoramento da usina de Belo Horizonte, para eliminar a necessidade do estudo de impacto ambiental e para obtenção da licença de funcionamento.

Em muitos países da Europa, nos Estados Unidos e no Japão as usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição já é uma realidade e o processo, em muitos deles, já está muito avançado. Na maioria dos casos, o processo destes resíduos é realizado pela iniciativa privada com o incentivo das administrações públicas, inclusive, em alguns casos, já há adoção de uma política de certificação dos processos e produtos. Na Holanda, por exemplo, os produtores de agregados reciclados, tanto de concreto, quanto de resíduos de construção e demolição misturados, vendem seu produto com certificado de qualidade e suas usinas de reciclagem passam por constantes auditorias dos institutos de certificação para garantir isso (Pietersen et al., 1998). Os autores ainda relatam que a melhor maneira de se obter agregados reciclados de qualidade é se trabalhar com um esquema de aceitação rigoroso dos resíduos nas usinas de reciclagem.

No Brasil, de acordo com John (1996), não há ainda um grande mercado para os reciclados e ele aponta como causa, a ausência de uma política ambiental que inclua mecanismos para o desenvolvimento deste mercado como, por exemplo, o uso do poder de compra do estado e a implantação de sistemas de certificação dos produtos e processos, entre outros.

Atualmente, no Brasil, existem usinas de reciclagem de resíduos de construção instaladas em Belo Horizonte/MG; São Paulo; São José dos Campos/ SP; Piracicaba/SP; Londrina/PR e Muriaé/RJ. Outras cidades encontram-se em fase de estudo para implantação da reciclagem dos resíduos de construção como é o caso de: Brasília/DF; Campo Grande/MS; Cuiabá/MT; Janduí/SP; Ribeirão Pires/SP; Santo André/SP; Salvador/BA; São Bernardo do Campo/SP e São José do Rio Preto/SP (Lima, 1999).

Todas as usinas instaladas e em fase de instalação no país são iniciativas do poder público, o que demonstra o alcance ainda incipiente da visão de reciclagem e do desenvolvimento sustentável, nacionalmente, especialmente no setor privado.

Além das preocupações com o local da implantação da usina de reciclagem, é importante salientar os tipos de plantas de beneficiamento existentes. Na realidade, são conhecidos dois tipos de plantas para reciclagem de resíduos de construção e demolição, as unidades fixas e as unidades móveis.

2.1. Plantas Fixas para o Beneficiamento de Resíduos de Construção e Demolição

As plantas fixas para beneficiamento de resíduos de construção e demolição constitui a grande maioria dos tipos existentes. De acordo com Cairns et al. (1998), as principais vantagens deste tipo de planta de reciclagem são:

- Possibilidade de obtenção de produtos reciclados mais diversificados e de melhor qualidade que os produzidos pelas plantas móveis;
- Possibilidade de utilização de equipamentos maiores e mais potentes que possibilitam melhor processo de britagem, retirada de impurezas e peneiramento que os equipamentos utilizados em plantas móveis.

Talvez a grande desvantagem deste tipo de planta resida na necessidade de altos investimentos e de disponibilização de altos investimentos e de disponibilização de grande área, para instalação da planta de processamento (Cairns et al., 1998).

2.2. Plantas Móveis para Beneficiamento de Resíduos de Construção e Demolição

A utilização de resíduos de construção e demolição já está bastante difundida dentro da pavimentação de rodovias, principalmente no exterior. De acordo com Banthia e Chan (2000), quando se deseja reciclar um pavimento, isso ocorre, na maioria das vezes, no mesmo local onde se quer construir o novo. Para diminuir gastos com extração e transporte de materiais realiza-se a reciclagem dos resíduos produzidos e utiliza-se este material no mesmo local de origem para construção do novo pavimento. Desta maneira, é mais interessante que o beneficiamento do material a ser utilizado ocorra o mais próximo possível da fonte consumidora. Neste sentido, surgiram, em muitos lugares, empresas de mineração interessadas em participar deste mercado, dando origem às plantas móveis de beneficiamento de resíduos de construção e demolição. Segundo Winkler e Müller (1998), apesar das plantas estacionárias produzirem agregados de melhor qualidade, as plantas móveis são mais flexíveis.

Estas plantas proporcionam versatilidade e flexibilidade tanto às empresas que comercializam os agregados reciclados, quanto aos envolvidos na sua utilização. Estão disponíveis em vários tamanhos e tipos de

sistemas de operação. A maioria dispõe de sistemas de britagem primário e secundário, com separadores magnéticos para as barras de aço presentes nos concretos estruturais, e sistemas de peneiramento acoplado. Britam peças com dimensões que vão desde 60x60x60 cm até 90x140x100 cm, aproximadamente. Necessitam de reduzida mão de obra e pouco tempo pra montagem e desmontagem das plantas. Em casos mais complexos pode-se necessitar de 9 dias para montagem, mas para os mais simples 4 horas são suficientes. Para estes últimos casos é necessária apenas 1 hora e meia para desmontagem (Drake, 2000)

De acordo com Cairns et al. (1998), as principais vantagens deste tipo de plantas são:

- Custos menores que os das plantas fixas, mais que 5%;
- Menor tempo de instalação;
- Redução dos custos de transporte do material de demolição para a planta de reciclagem.

3. TIPOS DE PROCESSOS DE BENEFICIAMENTO DO RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO

O processamento dos resíduos de construção e demolição não difere muito daqueles usados para os agregados naturais (Hansen, 1992; Quebaud, 1996; Pietersen et al., 1998). Segundo Pietersen et al. (1998), a separação do resíduo deve ocorrer o mais cedo possível dentro da cadeia de reciclagem de materiais, de preferência durante o processo de demolição.

Os procedimentos e equipamento utilizados no beneficiamento do resíduo de construção e demolição afetam as principais características do agregado reciclado como: classificação e composição; teor de impurezas; granulometria; forma e resistência (Lima, 1999).

De acordo com Hansen (1992), existem vários tipos de processos de beneficiamento para britagem e peneiramento de resíduos de construção e demolição. O tipo de processo escolhido para operar as usinas recicladoras será determinante nos custos do processo de reciclagem e na qualidade do produto final conseguido.

A seguir estão descritos alguns dos processos de beneficiamento utilizados em usinas de beneficiamento no exterior.

3.1. Primeira Geração de Plantas de Processamento de Resíduos

Nestas plantas não são utilizados dispositivos de remoção de impurezas, com exceção de imãs magnéticos para retirada de barras de aço, ou quaisquer outros elementos metálicos. O sistema pode ser aberto, como mostrado na Figura 1, ou fechado, como indicado na figura 2.

Em ambos os sistemas, os resíduos devem estar livres de impurezas como madeiras, plásticos, papeis, vidros, terra, entre outros, pois não existe a possibilidade de sua retirada no decorrer do processo. O sistema aberto apresenta uma granulometria do produto final menos contínua e com menor definição do diâmetro máximo, pois depois da britagem secundária o material é diretamente misturado aos produtos finais de diâmetro entre 0 e 40 mm, diferentemente do que acontece no sistema fechado onde o material volta a ser peneirado e britado (Quebaud, 1996). Porém, a autora menciona que o sistema aberto possui maior capacidade que o sistema fechado, e assim é mais vantajoso economicamente.

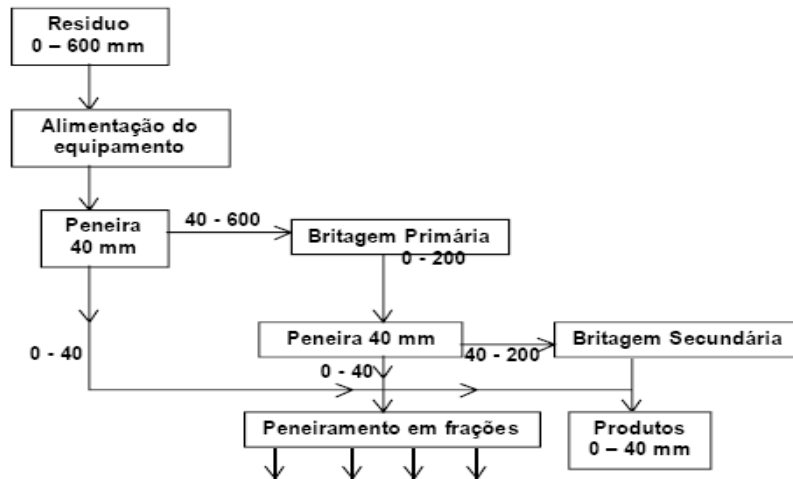


Figura 1 - Sistemas da produção de resíduos de construção e demolição da Primeira Geração de Plantas de Processamento com sistema aberto (Boesman, citado por Hansen, 1992).

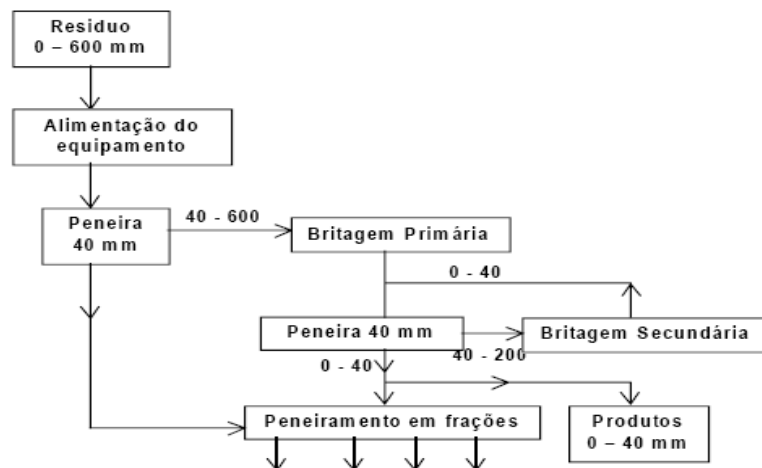


Figura 2 - Sistemas da produção de resíduos de construção e demolição da Primeira Geração de Plantas de Processamento com sistema fechado (Boesman, citado por Hansen, 1992).

3.2. Segunda Geração de Plantas de Processamento de Resíduos

Todas as plantas da segunda geração são similares no projeto básico. Nestas plantas as impurezas de maior dimensão, tais como madeiras, metais, plásticos e papeis, são retiradas manualmente ou mecanicamente antes da britagem. Depois de britados, os resíduos são limpos por classificação seca ou úmida. As peças grandes, vindas de demolição, são reduzidas a dimensões de 40 a 70 cm então passam pela britagem primária. O produto da britagem é peneirado e o material geralmente menor que 10 mm é descartado para que se elimine a possibilidade de uso de impurezas de tamanho reduzido, como gesso ou terra. Em seguida, procede-se a britagem secundária para algumas das faixas granulométricas existentes e posteriormente executa-se o peneiramento (Hansen, 1992). O esquema básico das plantas de segunda geração pode ser visualizado na Figura 3.

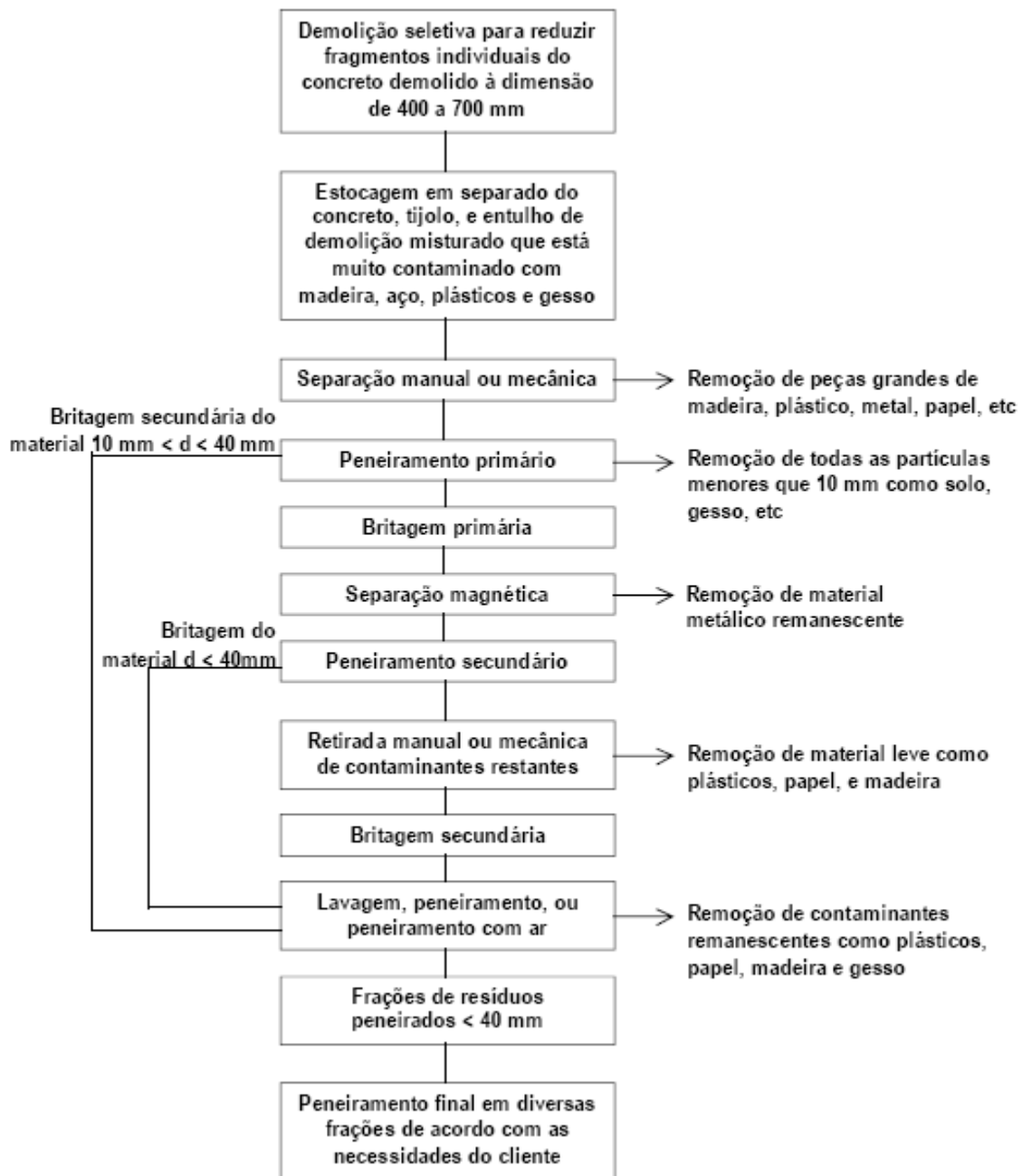


Figura 3 - Sistemas da produção de resíduos de construção e demolição da Segunda Geração de Plantas de Processamento (Hansen, 1992).

De acordo com Jungman e Quindt (1998), o processo de separação do resíduo via úmida tem maiores benefícios que o processo de separação via seca, devido à menor quantidade de pó gerada, melhor separação e classificação, e o agregado obtido fica praticamente livre de impurezas orgânicas.

3.3. Terceira Geração de Plantas de Processamento de Resíduos

De acordo com Hansen (1992), neste tipo de planta todo material reciclado deve ser fornecido, processado e vendido sem a necessidade de transporte de grandes quantidades de material residual, nem do ponto de geração do resíduo, nem do ponto de processamento. Conforme o autor, esta é uma situação econômica e ambientalmente ideal. A primeira planta deste tipo foi implantada na Holanda.

Quando os agregados produzidos são provenientes de resíduos de construção misturados, pode acontecer que ainda restem menos de 1% de impurezas na composição dos agregados obtidos. Este fato, segundo Hansen (1992), pode não afetar o uso do produto em rodovias, ou outros serviços nos quais esta característica pode não influenciar muito. Porém, não há certeza que esse teor não tenha nenhuma consequência danosa quando o agregado é usado em concreto. O autor afirma, entretanto, que se o resíduo a ser britado for constituído de mais de 95% de concreto antigo, o agregado produzido estará suficientemente limpo para ser usado no concreto.

4. CONCLUSÃO

Na análise econômica da implantação de programas de reciclagem de resíduos de construção e demolição devem ser levados em consideração custos com: instalação de usinas de beneficiamento, instalação de pontos intermediários de disposição de resíduos, gerenciamento dos resíduos, entre outros.

Os custos com a instalação de usinas de beneficiamento de resíduos de construção podem ser muito altos. O investimento deve ser de longo prazo, pois como salientam Peng et al. (1997) no período de adaptação do sistema pode haver baixa produtividade, assim como o mercado para os produtos reciclados pode estar apenas em desenvolvimento.

Quando se pensa na adoção de usinas de reciclagem pelo setor público, o caminho para amortização do investimento pode ser mais curto, pois na gestão dos resíduos de construção e demolição haverá a eliminação dos custos com limpeza urbana destes resíduos e com a aquisição de agregados convencionais. Brito Filho (1999) ressalta que o custo com a montagem da unidade recicladora se amortiza entre 1 e 2 anos.

REFERÊNCIAS

- BANTHIA, N.; CHAN, C. **Use of recycled aggregate in plain and fiber-reinforced shotcrete**. Concrete International, v. 22, n. 06, p. 41-45, 2000.
- BRITO FILHO, Jerson A. Cidades versus entulho. In: **SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL**, 2., 1999, São Paulo. Anais... São Paulo: Comitê Técnico do IBRACON; CT 206 – Meio Ambiente, 1999. p.56-67.
- CAIRNS, R.; DI NIRO, G.; DOLARA, E. **The use of RAC in prefabrication**. In: DHIR, R. K.; HENDERSON, N. A.; LIMBACHIYA, M. C. (Eds.). Sustainable Construction: Use of Recycled Concrete Aggregate. London: Thomas Telford Pub., 1998. p. 371-379.
- DRAKE, B. Crush'n run: Preparation, flexibility and mobility are key to successful contract crushing. Rock Products, v. 103, n. 02, p. 26-28, 2000.
- HANSEN, T.C. **Recycled of demolished concrete and masonry**. London: Chapman & Hall, 1992. 316p. Part One: Recycled aggregates and recycled aggregate concrete, p. 1-160. (RILEM TC Report 6).
- JOHN, V. M. Pesquisa e desenvolvimento de mercado para resíduos. In: **WORKSHOP SOBRE RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS COMO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO**, 1996, São Paulo. Anais... São Paulo: EPUSP/ANTAC, 1996. 170 p. p.21 – 30.
- JUNGSMANN, A.; QUINDT, J. Allgig® - **Technology for separation of building rubble**. In: DHIR, R. K.; HENDERSON, N. A.; LIMBACHIYA, M. C. (Eds.). Sustainable Construction: Use of Recycled Concrete Aggregate. London: Thomas Telford Pub., 1998. p. 45-53.
- LIMA, J. A. R. **Proposição de diretrizes para produção e normalização de resíduo de construção reciclado e de suas aplicações em argamassas e concretos**. São Carlos, 1999. 246p. Dissertação (mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- PENG, Chun-Li; SCORPIO, D. E.; KIBERT, C. J. **Strategies for successful construction and demolition waste recycling operations**. Construction Management and Economics, n.15, p.49-58, 1997.

PIETERSEN, H. S.; FRAAY, A. L. A.; HENDRIKS, C. F. **Application of recycled aggregates in concrete: experiences from the Netherlands**. Three-Day CANMET/ACI International Symposium on Sustainable Development of the Cement and Concrete Industry. Ottawa, Canada, 1998. [S.l.: s.n.], p.131-146.

QUEBAUD, M. **Caracterisation des granulats recycles etude de la composition et du comportement de betons incluant ces granulats**. França, 1996. 247p. Tese (Doutorado) – Universidade d'Artois.

WINKLER, A.; MÜELLER, H. A. Recycling of fine processed building rubble materials. In: DHIR, R. K.; HENDERSON, N. A.; LIMBACHIYA, M. C. (Eds.). Sustainable Construction: **Use of Recycled Concrete Aggregate**. London: Thomas Telford Pub., 1998. p. 157-168.