

# **GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E RECICLAGEM NA CADEIA PRODUTIVA DA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO FATORES DETERMINANTES PARA A REDUÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS**

***Ricardo Nissel Smirne***

Bacharel em Administração pela Escola Superior de Propaganda e Marketing – ESPM/SP

***Maria Tereza Saraiva de Souza***

Professora do Curso de Mestrado em Administração do Centro Universitário Nove de Julho – UNINOVE/SP e da Escola Superior de Propaganda e Marketing – ESPM/SP

## **SUMÁRIO**

- 1 - INTRODUÇÃO
- 2 - METODOLOGIA
- 3 - RESÍDUOS SÓLIDOS
- 4 - GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS NA CADEIA PRODUTIVA DA CONSTRUÇÃO CIVIL
- 5 - A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL
- 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

## **RESUMO**

O objetivo da pesquisa é descrever os principais impactos ambientais provocados pelos resíduos sólidos no setor da construção civil, buscando analisar a implementação de novas tecnologias e modelos de gestão que contribuem para a melhoria do meio ambiente.

A revisão bibliográfica contribuiu para identificar as principais práticas de gerenciamento de resíduos adotadas pelo setor da construção civil, entre as quais destacam-se: a redução de consumo, a reutilização de materiais, a reciclagem e as novas tecnologias. Realizou-se entrevista com especialistas da área, para verificar se as empresas brasileiras estão adotando procedimentos e tecnologias disponíveis no mercado para redução do impacto ambiental do setor.

Entre os principais resultados da pesquisa pode-se destacar que, as construtoras desenvolvem projetos buscando a redução de custos e desperdício e são poucas as empresas que adotam modelos de gestão para reduzir o impacto ambiental. Nas considerações finais recomendou-se a adoção de medidas pelas empresas e pelo setor público para reduzir o impacto ambiental, assim como, foram apresentadas sugestões para futuros trabalhos de pesquisas na área.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Gestão ambiental, desenvolvimento sustentável, resíduos sólidos, reciclagem, construção civil.

## 1 – INTRODUÇÃO

O objetivo principal deste trabalho é apresentar e descrever a dimensão dos impactos ambientais provocados pela cadeia produtiva da construção civil.

A crescente regulamentação ambiental, visando ao controle da poluição e às ações mais amplas de proteção da natureza, trouxe a preocupação com os resíduos industriais ou de pós-consumo, principalmente no desenvolvimento de técnicas de disposição adequadas. Trata-se de uma visão de melhoria da qualidade ambiental como resultado do controle. Praticamente todos os processos industriais são considerados aceitáveis, desde que os índices de poluição estejam dentro dos limites estabelecidos. Esses limites levaram ao surgimento da engenharia *end-of-pipe*, especializada no tratamento dos resíduos gerados no processo produtivo (John, 2000).

De maneira geral, o impacto ambiental da construção civil é proporcional à sua tarefa social, ou seja, quanto maior a demanda por esse tipo de atividade, maior a produção de resíduos. Por se tratar de uma atividade que envolve uma cadeia produtiva complexa e extensa, a análise deste setor é de grande importância para o desenvolvimento sustentável.

Cabe destacar que a cadeia da construção civil é superior a 14,5% do PIB brasileiro (FIESP, 1999). Este indicador reflete o papel do setor em proporcionar um ambiente construído de forma adequada para população e suas complexas atividades econômicas.

Todos os edifícios e suas conexões viárias, hidráulicas e elétricas são, em maior ou menor grau, um produto da construção civil. A construção civil está presente em todas as regiões do planeta ocupadas pelo homem, na cidade ou no campo e até mesmo entre povos da floresta.

## 2 – METODOLOGIA

O método comparativo é importante, segundo Lakatos (1994), por permitir comparações de dados coletados por meio das pesquisas bibliográficas e documentais. Na pesquisa, utilizou-se o método, comparando a reciclagem na cadeia produtiva da construção civil entre os diversos países que adotam esses processos, para apresentar proposta e soluções.

A pesquisa bibliográfica serviu como apoio fundamental de análise e obtenção de materiais referentes ao tema, principalmente para coleta de informações sobre o gerenciamento de resíduos sólidos, a cadeia produtiva da construção civil e os cenários históricos e atuais do setor. Além disso, foi importante para a obtenção de informações de vários países e regiões e como base teórica para realização da pesquisa de campo.

De acordo com Gil (1988), enquanto a pesquisa bibliográfica se utiliza fundamentalmente das contribuições dos diversos autores sobre um determinado assunto, a pesquisa documental vale-se de materiais que ainda não receberam um tratamento analítico, ou podem ser reelaborados de acordo com o objetivo da pesquisa. Assim como a pesquisa bibliográfica, a pesquisa documental serviu como ponto fundamental para realização do trabalho, principalmente por ser um assunto recente. Foram coletados materiais na internet, em departamentos de Universidade (Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola politécnica da Universidade de São Paulo), assim como documentos de órgãos e empresas públicas e privadas e em sites de construtoras e empresas relacionadas com o setor.

A pesquisa de campo foi imprescindível para obtenção de dados fornecidos por profissionais e pesquisadores envolvidos com a cadeia produtiva da construção civil. Para poder explorar mais amplamente a questão, utilizou-se a entrevista não estruturada com perguntas abertas e respondidas dentro de uma conversação informal. Os principais tópicos abordados foram os custos na construção civil, a reciclagem de materiais, os resultados obtidos com projetos visando à redução de desperdícios de materiais, entre outros.

### 3 – RESÍDUOS SÓLIDOS

#### 3.1 - Classificação de Resíduos Sólidos

Segundo dados da Prefeitura de São Paulo, PRODAM (2002), definem-se resíduos sólidos como o conjunto dos produtos não aproveitados das atividades humanas (doméstica, comerciais, industriais, de serviços de saúde). Também podemos definir lixo como os restos de atividades humanas, considerados pelos geradores, inúteis, indesejáveis ou descartáveis. Normalmente, apresentam-se sob estado sólido, semi-sólido ou semilíquido. Os resíduos sólidos podem ainda ser classificados:

- 1 – Por sua natureza física: seco e molhado;
- 2 – Por sua composição química: matéria orgânica e inorgânica;
- 3 – Pelos riscos potenciais ao meio ambiente: perigosos, não inertes (NBR 10004).

Normalmente, os resíduos são definidos como urbanos e especiais, segundo sua origem, e classificados de acordo com o risco para o homem e o meio ambiente. (PRODAM 2002). Os resíduos urbanos, também conhecidos como lixo doméstico, são aqueles gerados nas residências, no comércio ou em outras atividades desenvolvidas nas cidades. Incluem-se neles os resíduos dos logradouros públicos, como ruas e praças, denominados lixo de varrição.

Os resíduos especiais são aqueles gerados em indústrias ou em serviços de saúde, como hospitais, ambulatórios, farmácias e clínicas que, pelo perigo que representam à saúde pública e ao meio ambiente, exigem maiores cuidados no seu acondicionamento, transporte, tratamento e destino final.

De acordo com a norma NBR (Norma Brasileira de Resíduos) 10 004 da ABTN (Associação Brasileira de Normas Técnicas), estes resíduos são classificados em:

Classe I – Perigosos: os que apresentam riscos ao meio ambiente e exigem tratamento e disposição especiais, ou apresentam riscos à saúde pública.

Classe II – Não-Inertes: são basicamente os resíduos com as características do lixo doméstico.

Classe III – Inertes: resíduos que não se degradam ou não se decompõem quando dispostos no solo, são resíduos como restos de construção, entulhos de demolição, pedras e areias retirados de escavações, que serão tratados e analisados neste trabalho.

Ainda segundo dados da Prefeitura de São Paulo, PRODAM (2002), os resíduos compreendidos nas Classes II e III podem ser incinerados ou dispostos em aterros sanitários, desde que preparados para tal fim e submetidos aos controles e monitoramento ambientais. Os resíduos Classe I – Perigosos, somente podem ser dispostos em aterros construídos especialmente para tais resíduos, ou devem ser queimados em incineradores especiais.

Quadro 1 - A responsabilidade pelo gerenciamento de cada tipo de resíduo

TIPOS DE LIXO	RESPONSÁVEL
Domiciliar	Prefeitura
Comercial	Prefeitura
Público	Prefeitura*
Serviços de saúde	Gerador (hospitais etc.)
Industrial	Gerador (indústrias)
Portos, aeroportos, terminais rodo e ferroviários	Gerador (portos etc.)
Agrícola	Gerador (agricultor)
Entulho	Gerador *

Fonte: Prodam, 2002

Nota: (\*): a prefeitura é co-responsável por pequenas quantidades (geralmente menos que 50 Kg ou 100 l), e de acordo com a legislação municipal específica – art 3º da lei 10.315/87.

Segundo o quadro acima, cabe destacar que, no caso dos entulhos da construção civil, a responsabilidade pela geração e disposição é, na maior parte, dos geradores e, em pequenos casos, de reformas e pequenas ampliações à prefeitura.

Segundo dados da CETESB (1999), a limpeza pública, de responsabilidade das prefeituras municipais, é constituída das seguintes etapas: acondicionamento - de responsabilidade do agente gerador -, coleta, transferência e destino final. O acondicionamento é o ato simples de colocar o resíduo na embalagem adequada: plástico, latão ou qualquer outra forma aceita pelo órgão público responsável pela limpeza urbana. A embalagem deve garantir a estanquidade e a opacidade, para que o resíduo não vaze ou não seja visto pela população, garantindo maior conforto estético e qualidade ambiental.

Os resíduos da construção civil, por sua tipicidade, restos de materiais como tijolos, massas de cimento e pedra, vidros, metais, madeiras, louças, condutos, entre outros, não são embalados em saco plásticos. Normalmente o acondicionamento ocorre em caçambas, utilizadas na maioria das obras. Essas etapas para os resíduos da construção civil se dão de forma diversa. Assim, não se fala em coleta, a não ser por caminhões adequadamente equipados para removê-las.

### 3.2 - Alternativas de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

A necessidade de tratamento dos resíduos é mais intensa nas grandes metrópoles, e as administrações municipais têm se defrontado com:

- escassez de áreas para a destinação final do lixo;
- disputa pelo uso das áreas remanescentes com as populações da periferia;
- necessidade de ampliar a vida útil dos aterros em operação;
- disposição inadequada de resíduos sépticos.

Segundo dados da CETESB (1999), o **aterro sanitário** é definido como um processo utilizado para a disposição de resíduos sólidos, particularmente o lixo domiciliar que, fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permite uma confinação segura, em termos de controle da poluição ambiental e proteção ao meio ambiente. As principais vantagens desse processo são, além do baixo custo, a disposição do lixo de forma adequada, capacidade de absorção diária de grande quantidade de resíduos, condições especiais para a decomposição biológica da matéria orgânica presente no lixo. Entre as desvantagens cabe citar a falta de disponibilidade de grandes áreas próximas aos centros urbanos, que não comprometam a segurança e o conforto da população, a disponibilidade de material de cobertura diária e as condições climáticas. Os aterros sanitários são os principais pontos finais dos resíduos de construção civil, principalmente pela quantidade produzida, que necessita de um espaço muito grande para sua deposição.

Segundo Reinfelf (1994), os **aterros controlados** são uma variável da prática anterior em que o resíduo recebe uma cobertura diária de material inerte. Esta cobertura diária, entretanto, é realizada de forma aleatória, não resolvendo satisfatoriamente os problemas de poluição gerados pelos resíduos, uma vez que os mecanismos de formação de líquidos e gases não são levados a termo. Os entulhos da construção civil podem ser depositados nesses aterros sem agredir o meio ambiente, pois não apresentam características gasosas e líquidas que necessitam de um tratamento específico.

Enquanto os **aterros comuns** são caracterizados pela simples descarga de resíduos, sem qualquer tratamento, e também denominados lixões. Este método de disposição é o mais prejudicial ao homem e ao meio ambiente; todavia, ainda é o mais usado no Brasil e nos países em desenvolvimento e muito utilizado para disposição de resíduos de construção civil.

Souza (2000) aponta o gerenciamento dos resíduos sólidos como uma das formas de promover a conservação de recursos naturais por meio de:

- redução de resíduos enviados para disposição final;
- reutilização de resíduos;
- reciclagem de resíduos sólidos.

Na construção civil a **redução de resíduos** pode ser adotada, não para reduzir o número de edificações, mas para redução do consumo de matérias durante seus processos. Isso é possível devido ao desenvolvimento de novos projetos e tecnologias.

A **reutilização de materiais** é viável, pois existem várias técnicas desenvolvidas de reutilização de produtos, tais como o concreto, o aço e o cimento, e também pelo fato de muitos especialistas apontarem-na como um dos meios mais importantes e eficazes para se alcançar o desenvolvimento sustentável na construção civil. Atualmente existem algumas obras em que é adotada, como base de sustentação, a reutilização de materiais. Apesar de ainda pouco observado nos canteiros de obra, o reaproveitamento de resíduos é empregado na mistura de concreto e resto de borracha e madeira, na realização de reforços e pequenos acabamentos.

A **reciclagem** é um processo importante na redução da poluição, principalmente na cadeia produtiva da construção civil, pela quantidade considerável desses materiais que têm potencial para ser reciclados. Existe uma série de técnicas e recursos de diminuição e gerenciamentos de resíduos, que podem ser aplicados por toda a cadeia produtiva do setor, podendo contribuir consideravelmente para a redução do impacto ambiental e redução de custos. Vale ressaltar que, apesar de existir alguns produtos não recicláveis, podem ser dispostos sem agredir o meio ambiente, pois, em sua maioria, são inertes em razão de suas propriedades físicas.

## **4 – GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CADEIA PRODUTIVA DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

### **4.1 - Panorama da Cadeia Produtiva da Construção Civil**

Com o aumento da concorrência e da exigência dos consumidores, as empresas do setor da construção civil tiveram de se adaptar a uma corrida em torno de qualidade e redução de custos, principalmente pela necessidade de realizar projetos com redução de desperdício de materiais. Pesquisa encomendada pela Associação Brasileira de Cimento Portland revelou quanto se perde nos insumos durante a construção de um prédio. O cimento tem o maior destaque, com 56%, seguido pela areia, 44%; pedra, 38%; cal, 36%; gesso, 30%; cerâmica, 14%, e blocos de tijolo, 13 % (ABCP, 2002). Tais perdas aumentam os custos das obras e, conseqüentemente, o preço final dos imóveis.

A importância de todo o setor procurar qualidade multiplica-se devido ao grande peso da construção civil no cenário econômico brasileiro. De acordo com os dados de uma pesquisa realizada pela Fundação Getúlio Vargas, a cadeia produtiva da construção civil tem participação de 13,2% na formação do PIB e as estimativas são de que a cadeia completa tenha criado riquezas da ordem de R\$ 126,1 bilhões, em 1999. Essa cadeia é formada por construtoras (73,45%), fornecedores de matérias-primas e equipamentos (20,34%) e empresas prestadoras de serviços (6,21%). Outro dado importante é o da pesquisa realizada pelo Dieese. O setor da construção importa apenas 7,1% dos insumos que utiliza; em contrapartida, tem alta participação tributária, arcando com 26% dos impostos sobre produtos para consumo intermediário, além de empregar diretamente cerca de 5,4 milhões de pessoas, sendo 41,1 % trabalhadores autônomos; 30,9%, sem carteira assinada, e 20,2%, com registro (Gazeta Mercantil 2002).

#### 4.2 - Impactos Ambientais Causados pela Cadeia Produtiva

Entre os impactos ocasionados pela construção civil cabe mencionar o consumo de recursos naturais. Além de ser um dos maiores da economia esse setor é também o maior consumidor de recursos naturais. Estimativas precisas são difíceis de ser realizadas. De acordo com John (2000), a construção civil consome entre 14% e 50% dos recursos naturais extraídos no planeta. Pode-se estimar que, no Brasil, o consumo de recursos naturais é de 210 milhões de toneladas/ano de agregados se considerarmos apenas a produção de concreto e argamassas. A melhoria do ambiente, construído com o emprego de um volume proporcionalmente inferior de recursos naturais, é certamente o maior desafio da construção civil.

Outro aspecto a ser considerado é a geração de resíduos na produção de materiais e componentes, na atividade de canteiro, na manutenção, na modernização e, finalmente na demolição. Estudos realizados por Pinto (1999) estimaram que, nas grandes cidades brasileiras, as atividades de canteiro de obras são responsáveis por aproximadamente 50% dos resíduos de construção, enquanto as atividades de demolição e manutenção são responsáveis pela outra metade. Para se ter idéia da dimensão da produção de resíduos cabe, como exemplo, a cidade de São Paulo, onde a Prefeitura recolhe diariamente 15 mil toneladas de detritos, segundo dados do site [www.reciclaveis.com.br](http://www.reciclaveis.com.br).

As perdas de matérias durante o processo de construção aumentam o impacto ambiental pelo consumo de materiais além do necessário à produção (ou manutenção) de um bem (Levy, 2002). Uma das mais importantes pesquisas sobre perdas na construção civil foi realizada no Brasil, financiada pelo programa HABITARE (programa de fomento à pesquisa na área de habitação) coordenado pela FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), com recursos do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), Caixa Econômica Federal e SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas). A principal revelação observada talvez seja a grande variação nas perdas entre as diferentes empresas e canteiros de uma mesma empresa, durante a fase de execução da obra. Essa variação revela o potencial para a redução das perdas. Admitindo-se que 50% do cimento brasileiro é utilizado em atividades de construção de edificações e que estas atividades possuem perdas médias de 56%, pode-se estimar que, se essas perdas fossem reduzidas para 6%, seria possível aumentar em 25% a produção de edificações, mantendo-se constante a produção de cimento (John, 2000). Esse aspecto pode ser enquadrado na questão da redução do consumo, pois, ao se reduzir o desperdício, a demanda por matéria para a realização de uma obra será menor.

A atividade da construção civil também é geradora de outros tipos de poluição ambiental. Os processos de canteiro causam poluição sonora e material particulado respirável, o que representa uma fonte expressiva de poluição do ar em São Paulo (CETESB, 1999). Material particulado também é gerado no processo de extração de agregados e moagem de matérias-primas, como o cimento e o cal. A fabricação de cimento e cal, por exemplo, implica a calcinação do calcário ou dolomita, liberando grandes quantidades de CO<sub>2</sub>. Apesar de ser muito inferior ao volume de CO<sub>2</sub> gerado pelos automóveis e caminhões, a massa de CO<sub>2</sub> gerado pela indústria cimenteira é significativa, especialmente no Brasil, onde a produção de cimento gera de 6% a 8% do CO<sub>2</sub> emitido (CDIAC, 2000).

Dessa maneira, a cadeia produtiva da construção civil é provavelmente uma das maiores da economia e, conseqüentemente, a causadora de expressivo impacto ambiental. Além disso, é a principal consumidora de matéria-prima, uma das maiores geradoras de resíduos e colabora para o aumento da poluição atmosférica e o efeito estufa. (John, 2000).

## **5 – A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

### **5.1 - Histórico da Reciclagem na Construção Civil**

Segundo dados da CETESB (1999), reciclagem é qualquer técnica ou tecnologia que permite o reaproveitamento de um resíduo, depois de ele ter sido submetido a um tratamento que altere as suas características físico-químicas originais. Logo, nota-se que de uma certa forma o conceito de reciclagem se resume à utilização de resíduos de produção de bens, como matéria-prima para produção de novos bens, semelhantes ou distintos.

De acordo com Levy (2002), há notícias de obras executadas com agregados de tijolos britados já nas cidades do Império Romano. Por volta de 1860, na Alemanha, foram utilizadas na produção de artefatos, sobras de blocos de concreto de cimento Portland. Entretanto, só a partir de 1928, começaram a utilizar na construção civil de forma sistemática. Porém, a primeira aplicação significativa de entulho reciclado só foi registrada após o final da Segunda Guerra Mundial, na reconstrução de diversas cidades européias, que tiveram seus edifícios totalmente demolidos, e o escombros ou entulho resultante, foi britado para produção de agregados de construção. Assim, pode-se dizer que, a partir de 1946, teve início o desenvolvimento da tecnologia de reciclagem do entulho da construção civil.

Tendo sido iniciada a reconstrução das cidades européias no período pós-guerra, cresceu a demanda por materiais de construção, sem contar a necessidade premente de remover ruínas. Para suprir a demanda por materiais de construção e minimizar o custo decorrente das operações de limpeza, a opção das autoridades européias foi reciclar. Segundo Soares (1982), a Europa foi precursora da utilização de materiais reciclados na construção civil, mas não adota ainda políticas regionais capazes de coibir o uso indiscriminado de recursos minerais não renováveis para produção de agregados.

Para Levy (2002) A maioria das nações desenvolvidas, como o Japão, Dinamarca, Holanda e Bélgica, percebeu a necessidade de reciclar as sobras da construção civil e tem pesquisado intensamente o assunto, com o objetivo de atingir determinado grau de padronização dos procedimentos adotados para obtenção de agregados, atendendo aos limites que permitem alcançar um padrão mínimo de qualidade.

### **5.2 Reciclagem na Cadeia Produtiva**

A cadeia produtiva da construção civil apresenta muitas vantagens que a credenciam a ser uma grande recicladora. Por outro lado, enquanto setor, a oportunidade de reduzir o significativo impacto ambiental por meio da reciclagem é extremamente importante, até porque o setor é um dos principais geradores de resíduos da economia mundial. Dada a grande dimensão econômica e ambiental do problema dos RCD (Resíduos de Construção Civil e Demolição), é provável que, nos grandes centros urbanos brasileiros, as municipalidades, em breve, tomem medidas para incentivar a reciclagem na construção civil. Em cidades de grande e médio porte, como Belo Horizonte, Ribeirão Preto e Salvador, a municipalidade já está atuando em reciclagem de resíduos, criando programas de incentivos a pesquisas e elaborando projetos que estimulem o interesse privado pelo setor (Pinto, 1999).

Para John (2000), a indústria cimenteira no Brasil recicla aproximadamente 5 milhões de toneladas por ano de escória de alto-forno, cinzas volantes, pneus, entre outros. O setor siderúrgico nacional é também um grande reciclador, com pelo menos 6 milhões de toneladas de sucata reciclada anualmente. Grande parte do aço destinado a reforço de concreto armado produzido no País é proveniente do processo de arco elétrico, que utiliza como matéria-prima principal, a sucata do aço. A reciclagem dessa sucata permitiu economizar, em 1997, cerca de 6 milhões de toneladas de minério de ferro, evitando a geração de aproximadamente 2,3 milhões de toneladas de resíduo e de 11 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>.

Comparativamente a países do primeiro mundo, a reciclagem de resíduos no Brasil, como materiais de construção, é ainda tímida, com exceção da reciclagem praticada pelas indústrias de cimento e de aço. Este atraso tem vários componentes, entre eles os problemas econômicos e sociais que ocupam a agenda de discussões políticas.

No Estado de São Paulo, foi iniciada a discussão em torno de uma Política Estadual de Resíduos Sólidos, aprovada pelo Conselho Estadual do Meio Ambiente, que propõe a minimização e a reciclagem de resíduos. Existe ainda uma discussão no Conselho Nacional do Meio Ambiente e vários projetos de lei em tramitação no Congresso Nacional (John, 2000). A recente lei federal de crimes ambientais (nº 9605. 13/02/1998) revela um Estado preocupado em punir as transgressões à legislação ambiental vigente, em vez de articular os diferentes agentes sociais na redução do impacto ambiental das atividades econômicas. Um contraponto a essa ação predominantemente de controle foi a iniciativa do Governo do Estado de São Paulo de implantar, por meio da CETESB, 17 Câmaras Ambientais setoriais, inclusive referentes à construção civil. O Governo Federal criou, pela portaria nº 92 (06/08/1998) do antigo Ministério da Indústria, Comércio e Turismo, um grupo de trabalho interministerial com o objetivo de elaborar a proposta do Programa Brasileiro de Reciclagem. Este programa deverá desenvolver mecanismos que permitam valorizar a utilização de reciclados como matéria-prima de resíduos industriais, minerais e agropecuários (Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio, 1998).

No mercado brasileiro, não há entidades que emitem certificados ambientais para edificações. No caso de edifícios, programas de certificação como o inglês BRREAM (Baldwin, 1998) e o americano LEED (US Green Building Council) incluem requisitos de conteúdo mínimo de produtos reciclados. Para um edifício receber o selo americano, uma das exigências é que os materiais utilizados sejam constituídos de, no mínimo, 20% de resíduos pós-consumo ou de 40% de resíduos industriais. A ausência deste selo no mercado brasileiro é, ao mesmo tempo, um indicador do atraso e mais uma dificuldade na introdução de produtos reciclados.

As experiências de maior sucesso na reciclagem brasileira devem-se, em sua grande maioria, a benefícios econômicos, aliados a alguma influência de pressões dos serviços de coleta de lixo urbano. É o caso das latas de alumínio, cujo benefício da reciclagem, resultado do elevado preço da matéria-prima no mercado e do alto consumo de energia para a produção a partir da bauxita, fez com que os produtores de lata desenvolvessem estratégias originais de reciclagem. Papel, sucata de aço, escória de alto-forno, entre outros, apresentam também vantagens econômicas bastante evidentes, principalmente no que diz respeito à redução do custo de produção na matéria-prima.

### 5.3 Facilitadores e Barreiras da Reciclagem

Segundo John (2000), do ponto de vista da construção civil, a reciclagem de resíduos vai resultar no oferecimento de maior quantidade de produtos alternativos para uma mesma função e, possivelmente, de soluções específicas, com ganhos de eficiência geral no processo.

Do ponto de vista estratégico, é prioritário que o setor desenvolva capacidade de reciclar seus próprios resíduos, o resíduo de construção e demolição, cujo volume e forma de deposição atualmente apresentam grandes consequências ambientais. Não é por acaso que o relatório técnico que sustenta o Programa Brasileiro de Reciclagem estabelece esse resíduo como uma das suas prioridades (Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio, 1998).

Entretanto, existem várias barreiras a ser vencidas para a introdução de novos produtos reciclados – as legais, educacionais, tecnológicas, econômicas e as geográficas. Segundo Lauritzen (1998), a superação desse problema depende da existência de políticas de longo prazo, como no caso da Holanda e EUA, que exige uma continuidade da política entre vários governos. As Câmaras Ambientais Setoriais de São Paulo, o CONAMA (Conselho Nacional



do Meio Ambiente) e, possivelmente, o Programa Brasileiro de Reciclagem parecem ser bons embriões dessa articulação entre o Estado e a Sociedade (John, 2000).

Outra dificuldade é a introdução de novas tecnologias, várias razões têm sido apontadas tais como o baixo impacto da inovação tecnológica nos custos do empreendimento imobiliário, especialmente em razão do preço da terra, da existência de normas prescritivas, que especificam a adoção de uma determinada solução específica (Helene, 1993); e o histórico brasileiro recente de novas tecnologias que resultaram em desempenhos insatisfatórios (John, 1999).

Um dos problemas que precisam ser enfrentados é a eventual concepção de consumidores e até de técnicos da área de que um produto contendo resíduo possui qualidade inferior (Lauritzen, 1998). No entanto, pesquisa realizada na Inglaterra demonstrou que apenas 3% dos consumidores desistiriam de uma compra se soubessem que o produto é reciclado (DETR, 1999), enquanto 37% seriam afetados favoravelmente pelo conteúdo reciclado. Não existem pesquisas específicas sobre a demanda por produtos reciclados na construção civil. Para Moreno (1998), os dados revelam que, mantidos o preço e a qualidade, o consumidor prefere produtos com menor impacto ambiental. No restrito círculo de engenheiros e arquitetos brasileiros, são freqüentes os questionamentos sobre a baixa qualidade do cimento reciclado, embora não seja observada qualquer reação contra latas de alumínio e mesmo contra o aço. Talvez essa percepção tenha impedido os maiores recicladores nacionais - a indústria siderúrgica e a cimenteira - de divulgar os benefícios ambientais. (John, 2000).

#### 5.4 Reciclagem de Resíduos em Canteiros de Obra

Segundo Agopyan (1998), *"A construção civil é a única indústria capaz de absorver quase totalmente os resíduos que produz"* Enquanto vários setores industriais diminuem a utilização de suas matérias primas, a engenharia civil jamais poderá reduzir a quantidade dos materiais necessários em uma obra, sem comprometer a qualidade da construção. Por isso, é necessário encontrar soluções para o problema dos resíduos, com formas práticas e adequadas de reciclagem na própria obra ou em usinas montadas para esse fim.

Para John (1999), o conceito de desenvolvimento sustentável está criando profundas raízes na sociedade e, certamente, deverá atingir as atividades do setor da construção civil, da extração de matérias-primas, produção de materiais de construção, chegando ao canteiro de obras e às etapas de operação, manutenção e demolição.

Agopyan (1998) mostra o desperdício na construção civil em valores de 76%, para a areia; 95%, para o cimento; 75%, para a pedra; 97%, para a cal; 9%, para o concreto; 17%, para blocos e tijolos; 10%, para o aço, e 18%, para a argamassa, sendo 50% destes gerados na forma de desperdício incorporado à obra, e os outros 50%, na forma de entulho de obra.

Zordan (1999) afirma que "o estudo de soluções práticas que apontem para a reutilização do entulho na própria construção civil, contribui para amenizar o problema urbano dos depósitos clandestinos deste material, proporcionando melhorias do ponto de vista ambiental, e introduz no mercado um novo material com grande potencialidade de uso".

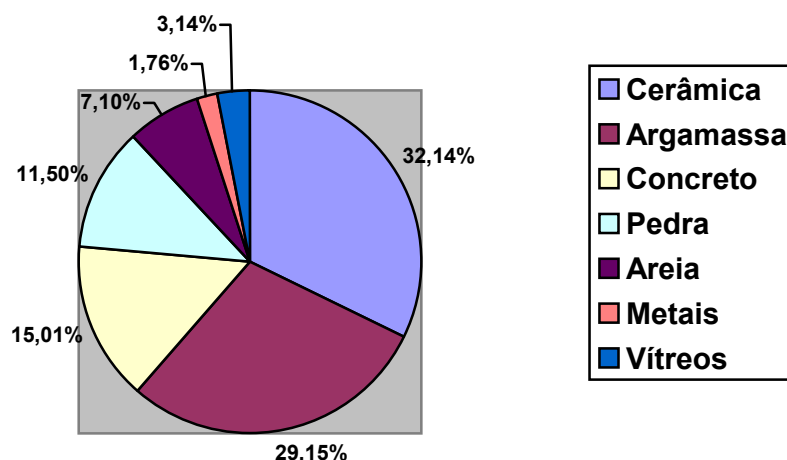
Pinto (1999) mostra usos de reciclagem de entulho de obra, tais como pavimentação e passeios públicos em Belo Horizonte; componentes do tipo blocos de vedação para alvenaria de paredes e muros divisórios, em São Paulo e Ribeirão Preto.

Para John (1999), em uma cidade como São Paulo, o esgotamento das reservas próximas da capital faz com que a areia natural seja transportada de distâncias superiores a 100 km, implicando em enormes consumos de combustível e geração de poluição.

O objetivo desta abordagem é mostrar que, dentro de um canteiro de obra, existem atividades que podem ser executadas com entulho de obra. Os entulhos recicláveis são compostos de

areia, pedras, concreto, cerâmicas, argamassas, vidros, cerâmica esmaltada, metais em porcentagens, como mostra o Gráfico 01.

Gráfico 1 - Entulhos Recicláveis



Fonte: Grigoli (2000).

Em todas as fases da obra, ocorre o aparecimento do entulho, constituído das mais variadas formas e particularidades intrínsecas a cada etapa da obra. O entulho é produto originado dentro de um canteiro de obra, oriundo de vários fatores:

- quebra de produtos, ou ruptura de embalagens durante a descarga, a armazenagem e o transporte;
- quebra de serviços executados em decorrência de erros de execução, de projetos ou de mudanças no projeto;
- quebra de produtos durante a execução dos serviços, por falta de planejamento durante a modulação da obra;
- perda de materiais por falta de profissionalismo da mão-de-obra empregada;
- perdas na forma de entulho de obra, por falta de gestão na operacionalização das atividades do canteiro de obra.

A minimização do entulho gerado em um canteiro de obra requer que os processos construtivos estejam de tal forma estabelecidos que conduzam à execução das diversas etapas do cronograma físico de forma sincronizada, sem provocar erros executivos na caracterização de desperdício incorporado ou desperdícios no manuseio e quebra de materiais, exigindo que se refaçam os serviços.

### 5.5 Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição (RCD)

A reciclagem de RCD como material de construção civil, iniciada na Europa após a segunda guerra mundial, encontra-se muito atrasada no Brasil, apesar da escassez de agregados e áreas de aterro nas grandes regiões metropolitanas, especialmente se comparada com países europeus, onde a fração reciclada pode atingir cerca de 90%, como é o caso da Holanda (Zwan, 1997; Dorsthorst; Hendriks, 2000, citados no IV Seminário- Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil – São Paulo 2001), que já discute a certificação do produto.

A variação da porcentagem da reciclagem dos RCD em diversos países é função da disponibilidade de recursos naturais, distância de transporte entre reciclados e materiais naturais, situação econômica e tecnológica do país e densidade populacional. Embora já se

observe no mercado a movimentação de empresas interessadas em explorar o negócio de reciclagem de RCD, as experiências brasileiras estão limitadas em ações das municipalidades.

Algumas municipalidades como 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 na produção de argamassas.

Atualmente, existem ações em desenvolvimento para regulamentar e facilitar a gestão urbana desses resíduos: grupo do Conama e grupo da Câmara Ambiental de São Paulo. A seguir, são destacados alguns itens que estão em discussão nestes grupos:

- 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. Além de viabilizar o processo de reciclagem com otimização das potencialidades do resíduo, esse processo prevê o licenciamento de Estação de transbordo e classificação.
- Desenvolvimento de mercado para reciclados de resíduo mineral: deve prever a existência de mercado privado para os componentes reciclados. A diversificação de produtos aumenta a possibilidade de consumo, além do que 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.

Segundo Agopyan (1998), Bodi (1997), Brito Filho (1999) e Grigoli (1980), numa edificação, em todas as suas fases executivas, em algum momento existem atividades que podem ser executadas com materiais recicláveis de um canteiro de obra:

- Assentamentos de Batentes;
- Assentamentos de Esquadrias ou Contramarco;
- Enchimentos de Rasgos de Paredes, Chumbamentos de Tubulações Elétricas e Hidráulicas;
- Assentamento de Blocos Cerâmicos;
- Chumbamentos de Caixas Elétricas;
- Execução de Embonecamento de Tubulações;
- Remendos e Emendas em Alvenarias;
- Enchimentos de Rebocos Internos;
- Enchimentos de Caixões Perdidos;
- Enchimento de Degraus de Escadaria;
- Estrado sobre o solo para lançamento de Contra-Piso e Passeio Público;
- Contrapiso e Interiores de Unidades Habitacionais;
- Concretos de Piso para Abrigos de Automóveis Leves;
- Drenos de Floreiras;
- Drenos de Visitas de Hidrantes e Drenos e Drenos de Fundo de Poço de Elevador;
- Drenos de Escoamento de Água de Chuvas e Drenos de Pastios de Estacionamento;
- Aterramento de Valetas junto ao Solo;
- Estanqueamento - Fundações de Muros com pequenas cargas;
- Vigas de Concreto com Baixa Solicitação;
- Pilares de Concretos com Baixa Solicitação;
- Reciclagem de sucata de aço e outros resíduos.

Ao analisarmos o cenário da construção de uma edificação, podemos concluir que os valores em termos de perdas e impactos ambientais são alarmantes, e todas as ações de redução podem contribuir muito, devido à grandeza que o setor da construção civil representa.

Apesar dos desperdícios, cabe ressaltar que a maioria dos entulhos pode ser reciclada, como: cerâmica, argamassa, concreto, pedra, areia, metais e vítreos. Apenas um pequeno percentual desses materiais é reciclado no Brasil, mas já apresenta resultados interessantes. A reciclagem

de sucata, por exemplo, proporcionou, em 1997, uma economia de 6 milhões de toneladas de ferro, evitando 2,3 milhões de toneladas de resíduos e 11 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>. A utilização de escórias de cimento e concreto como combustível, pelas indústrias de cimento, reduziu em 29% a emissão de CO<sub>2</sub>, e a economia de combustível não renovável, em 28%, em suas atividades.

O setor da construção civil apresenta grande potencial de contribuição para a redução dos impactos ambientais, principalmente pelo fato de ser possível atingir nível satisfatório de reaproveitamento de matérias, como é o caso da Holanda, onde a fração reciclada de entulho chega a 90%.

Segundo os especialistas entrevistados, a maioria das construtoras brasileiras, ao realizar uma obra, tem como principal foco a qualidade e o tempo, não havendo preocupação ambiental, mas, sim, interesse em reduzir custos.

Nesse mercado extremamente competitivo, a redução de custos esbarra em projetos de obras, cada vez mais complexos e detalhados, que buscam principalmente a redução de desperdícios, mas que, de uma forma indireta, acabam por contribuir para a redução dos impactos ambientais. Essas reduções, no entanto, não são significativas, pois apenas prolongam o tempo de saturação dos principais problemas ambientais, tais como superlotação dos aterros, geração de CO<sub>2</sub>, esgotamento de recursos naturais não renováveis.

Os consumidores também buscam qualidade e prazos de entrega ao comprarem um imóvel. Além disso, não existe, no Brasil, legislação específica para o tratamento dos resíduos gerados nem incentivos fiscais ou financeiros tanto para as empresas de reciclagem, quanto para as construtoras, assim como, não há selos de certificação ambiental, como o americano LEED, que obriga as construtoras a utilizar pelo menos 20% de material reciclado e também não existe

## **6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A proteção ao meio ambiente tornou-se um desafio da sociedade para reduzir o consumo de energia, matérias-primas naturais e produção de resíduos. A preocupação com a preservação ambiental cresce a cada dia e os movimentos sociais em conjunto com a população exigem que as políticas públicas dêem maior importância aos problemas ambientais. A grandeza do volume de resíduos produzidos diariamente torna-se um dos principais problemas das administrações municipais. As prefeituras precisam gerenciar estes resíduos adequadamente para que não acarretem problemas ambientais, sanitários, sociais e econômicos, afetando a população.

As vantagens obtidas com a reciclagem estão na esfera ambiental, econômica e social. O meio ambiente é o mais beneficiado, pois a melhoria na qualidade de vida e a preservação dos recursos naturais são enormes. Sem contar a diminuição da destinação dos resíduos em áreas inadequadas. Com relação a economia, as experiências demonstram ser bem mais vantajoso reciclar o entulho do que depositá-lo irregularmente. No âmbito social, as contribuições podem ser levadas aos programas de habitação popular por meio da redução dos custos de produção das unidades.

A reciclagem de materiais da construção civil deve ser subsidiada por um programa bem mais amplo, que envolva, além do processamento dos resíduos, a recuperação de áreas degradadas; a implantação de áreas destinadas à recepção de materiais oriundos da construção civil, reduzindo a necessidade de áreas públicas usadas como aterro de materiais que podem ser reaproveitados; a renovação da fiscalização permitindo o envolvimento dos agentes pertencentes a problemática dos resíduos de construção e demolição.

Para solucionar o problema do entulho por meio da reciclagem, devem ser considerados alguns fatores na avaliação: edificação do volume gerado de entulho ou de controle da administração municipal; identificação das características principais (composição e proporção dos componentes); estabelecimento das áreas disponíveis para recolhimento de entulho e suas aplicações; inventário do potencial de industrialização e de comercialização do refugo (madeira, metais, papel e plástico).

Assim, torna-se possível não só fazer um levantamento econômico do trabalho de reciclagem, dimensionando equipamentos e instalações necessárias à trituração e beneficiamento do material, mas também permitir a avaliação de dois cenários: agregado reciclado como produto final e seu uso na obra.

Assim, cabe adotar medidas que demonstrem às empresas e consumidores que o problema vem crescendo e que são necessárias medidas de regulamentação e fiscalização, além de incentivos fiscais e financeiros para que se inicie, no país, uma política de desenvolvimento sustentável. Podemos observar inúmeras técnicas e procedimentos que se encontram bastante desenvolvidas e à disposição para que sejam utilizadas sem causar impacto ao meio ambiente.

Percebe-se que, de uma maneira geral, ainda existem muitos aspectos a ser estudados, principalmente pesquisas de campo e análises quantitativas mais detalhadas e aprofundadas, além de uma análise política para o entendimento da legislação em vigor.

Cabe também destacar a importância de ações políticas que venham a contribuir, tais como linhas de financiamento subsidiadas, normatização e aprovação de projetos que tornem possível o controle e aplicação de novas técnicas que já existem, e que, em muitos casos, não estão regulamentadas ou não são economicamente viáveis por falta de recursos financeiros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland); *Manual de ensaios físicos de cimento: MT-3*. São Paulo, 2002. 85 p.

AGOPYAN, V. *Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obra*. Relatório Final. São Paulo: EP USP, 5v. 1998.

BALDWIN, R. *et al. BREEAM 98 for offices – an environmental assessment method for office buildings*. Garston Watford, BRE, 1998. 36p.

BODI, J. *Experiência Brasileira com Entulho Reciclado na Pavimentação*. Anais. Simpósio sobre Reciclagem na Construção Civil. Alternativa Econômica para Proteção Ambiental. IBRACON. Comitê 206. São Paulo, 1997.

BRITO FILHO, J. A. Cidade versus entulho. In: *2º Sem. Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil*. São Paulo: IBRACON, 1999. p. 56-57.

CAMPOS, H.K *Programa para correção das disposições e reciclagem de resíduos em Belo Horizonte*. Seminário Reciclagem de resíduos para a redução de custos na construção habitacional. Belo Horizonte, 1994.

CDIAC (Carbon Dioxide Information Analysis Center) *Trends on line – A compendium of data on global change*. Disponível na Internet [www.cdiac.esd.ornl.gov/trends/trends.htm](http://www.cdiac.esd.ornl.gov/trends/trends.htm). 23 de Março de 2002.

CETESB *Inventário das fontes geradoras de resíduos sólidos*. São Paulo, 1996.

CETESB *Inventário estadual de resíduos sólidos domiciliares*. Relatório Síntese. CETESB, São Paulo, 1999. 62p.

DETR (DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT, TRANSPORT AND THE REGIONS) *A summary of the responses to less waste more value: the waste strategy consultation paper for England and Wales*. Disponível na Internet: [www.environment.detr.gov.uk/wastestrategy/index.html](http://www.environment.detr.gov.uk/wastestrategy/index.html). 17 de Agosto de 1999. Acessado em 1 de Abril de 2002.

ELETOBRAS Procel. Disponível na Internet [www.eletobras.gov.br/procel](http://www.eletobras.gov.br/procel). 1998. Acessado em 25 de abril de 2002.

FIESP. *Construbusiness 1999 – Habitação, Infra-estrutura e emprego*. São Paulo: FIESP, 3º Sem. Brasileiro da Indústria da Construção, 1999. 26p.

GAZETA MERCANTIL. *Análise Setorial – Construção civil*. São Paulo, 2002.

GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 1988.

GRIGOLI, A. G. Entulho de obra – *Reciclagem e consumo na própria obra que o gerou*. In: Entac – 2000, Modernidade e Sustentabilidade, VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Meio Ambiente Construído. Anais. Salvador, Bahia: Abril, 2000.

HAMASSAKI, L. T. *Utilization of Construction waste in rendering mortar*. In: *Concrete in the service of mankind* – International Conference concrete for environment enhancement and protection, Dundee – Escócia, 1997.

HELENE, P. R. L. *Contribuição ao estudo da construção civil*. São Paulo: EP USP, 1993. 231p. (Tese de Livre Docência).

IV SEMINÁRIO “*Desenvolvimento Sustentável e Reciclagem na Construção Civil: Práticas Recomendadas*”. Ct 206 Meio Ambiente. São Paulo, Junho, 2001.

JOHN, V. M. *A reciclagem de resíduos na construção civil*. São Paulo: PCC USP, 2000. p. 12-37.

JOHN, V. M. *Panorama sobre a reciclagem de resíduos na construção civil*. In: II Sem. Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil, 1999, São Paulo: IBRACON, 1999. v.1 p.44-55.

LAKATOS, Eva Maria. *Fundamentos da metodologia científica*. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LAURITZEN, E. K. *The global challenge of recycled concrete*. In: Use of recycled concrete aggregate. Tomas Telford, 1998. p. 506-519.

LEVY, S.M; HELENE, P.R.L. *Propriedades mecânicas de argamassas produzidas em entulho de construção civil*. Workshop Reciclagem e reutilização de resíduos como materiais de construção civil. São Paulo, 1996. ANTAC, PCC USP.

LEVY, Salomom. *O histórico da reciclagem na construção civil* In: Artigo sobre a reciclagem na construção civil. São Paulo: PCC USP, 2002. p.1-4.

LIMPURB, DEPARTAMENTO DE LIMPEZA URBANA. Serviços e Legislação. Disponível na internet <http://www.prodiam.sp.gov.br/limpurb/fhist/pag4.html> e <http://www.prodiam.sp.gov.br/limpurb/index1.htm>. (Acessados, dia 15/12/2002).

MATOS, G; WAGNER, L, *Consumption of Materials in the United States 1900-1995*. US Geological Survey, [1999] 9p.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO Portaria nº92, de 6 de Agosto de 1998.(Disponível na Internet [www.mct.gov.br/conjur/portaria/por92\\_98.htm](http://www.mct.gov.br/conjur/portaria/por92_98.htm). Acessado em 14 de Maio de 2002).

- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO *Programa Brasileiro de Reciclagem. Relatório Técnico*. V1, 1998. 284p.
- MORENO, H. *Linha ecológica de Cabos Pirelli. O foco ambientalista da construção civil*. In: Seminário Materiais & Design – Interface no Desenvolvimento do Produto. São Carlos, 1998 FIESP, UFSCAR, SEBRAE. 1998. p. 174-182.
- PERA, J. *Desperdício de materiais de construção na Europa*. São Paulo: PCC-EPUSP, 1996.
- PINTO, T. P. *Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana*. São Paulo, 1999. Tese (doutorado) – Escola Politécnica, USP, 189p.
- PROCESSAMENTOS DE DADOS DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO (PRODAM). *Verde e do meio ambiente*. Disponível na internet [http://www2.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/meio\\_ambiente](http://www2.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/meio_ambiente) (Acessado em 20 de Janeiro de 2003).
- REINFELD, Nyles V. *Sistemas de reciclagem comunitária*. São Paulo: Makron Books, 1994.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO Governo do Estado institui Selo Verde para produtos que respeitam a natureza. Disponível na Internet [www.ambiente.sp.gov.br/not2105c.htm](http://www.ambiente.sp.gov.br/not2105c.htm) (acessado em 5 de maio de 2002).
- SOARES, A. K. *Caracterização de escórias siderúrgicas com propriedades de hidraulicidade*. São Paulo, ABCP, 1982 (Relatório final do Projeto FINEP 24/81).
- SOUZA, Maria Tereza Saraiva. *Organização Sustentável: indicadores setoriais dominantes para avaliação da sustentabilidade – análise de um segmento do setor de alimentação*. São Paulo: EAESP/FGV, 2000. 158p. Tese de Doutorado
- US GREEN BUILDING COUNCIL. *LEED Green Building Rating System 1.0 – Leadership in Energy and Environmental Design*. San Francisco, January 1999 (pilot version). 37p.
- ZORDAN, Sérgio Eduardo. *Entulho da indústria da Construção Civil*. Ficha técnica – textos disponível na internet <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/> (acessado em 14/11/2002).