

Gestão de Resíduos da Construção Civil

Prof. Dr. Pedro Carlos Schenini ¹
Eng. Antônio Marius Zuccarelli Bagnati ²
Acad. André Coimbra Felix Cardoso ³

¹ UFSC – Curso de Pós-Graduação em Administração
88040-900 Florianópolis SC
schenini@cse.ufsc.br

² UFSC – Curso de Pós-Graduação em Administração
88040-900 Florianópolis SC
mbagnati@floripa.com.br

³ UFSC – Curso de Pós-Graduação em Administração
88040-900 Florianópolis SC
ancfelix@uol.com.br

Resumo: Este artigo tem como objetivo principal tratar da geração de resíduos na indústria da construção civil. Após a apresentação do problema, que é agravado pela importância econômica da construção civil para a sociedade e pelo volume de resíduos gerados, são feitas a apresentação da origem e a caracterização desses rejeitos, dos impactos por eles gerados e das ações que podem ser desenvolvidas pela sociedade para mitigá-los. Como resposta a esse desafio, o presente estudo ressalta o papel coercitivo do estado, criando e aprovando leis que induzem práticas da sociedade em direção ao desenvolvimento sustentável, além de implementar políticas públicas que objetivam desenvolver a cultura de preservação. Na sequência, indicam-se soluções que podem ser efetuadas no próprio canteiro de obras, apresentando aplicações dos rejeitos em outras atividades da construção. Tendo como alternativas de solução as iniciativas de prefeituras de cidades brasileiras e da cidade de Londres.

Palavras chaves: entulho, construção civil, SGA, reciclagem, resíduos sólidos

Abstract: The main point of this article is to explore the subject of waste generation within the construction industry. The problem is aggravated by the economic importance of private sector construction for society, and by the amount of waste generated by this industry. The article defines the origin and characteristics of the waste and presents the ensuing effects and the actions that can be developed by society to help reduce the problem. As an answer to this challenge, the analysis highlights the role of government in creating and approving laws that influence society in the direction of sustainable development, as well as in implementing public policies that develop community awareness regarding preservation. The article then indicates solutions to be put into effect at construction sites, giving examples of methods of reusing the waste in other parts of construction. This analysis is based on alternative solutions undertaken by the local governments of several Brazilian cities, as well as the city of London (UK).

Keywords: construction waste, construction, EMS, recycling, solid waste.

1 Introdução

1.1 Contextualização do Tema

Até a década de 50, a natureza era considerada somente como um pano de fundo em qualquer discussão que abordasse a atividade humana e suas relações com o meio. Acreditava-se que a natureza existia para ser compreendida, explorada e catalogada, desde que utilizada em benefício da humanidade. Por outro lado, o avanço da tecnologia no pós-guerra, dava sinais que não existiriam problemas que não pudessem ser resolvidos.

Os movimentos sociais que tiveram início nos anos 70 representaram um marco na humanidade e em particular para a formação de uma consciência preservacionista embasada, naquele momento, nos princípios do equilíbrio cósmico e harmonia com a natureza. A palavra *ecologia* passa a ser um termo muito utilizado.

A década de 80 foi um período de grande desenvolvimento econômico e técnico. O bem estar material voltou a ser relevante, independentemente dos prejuízos à natureza que sua produção pudesse provocar.

Somente no final dos anos 80, entretanto, no processo preparatório da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano, a RIO 92, que foi aprofundado a questão do *Desenvolvimento Sustentável*, que se contrapunha à tese-chave que imperara até então de que é *possível desenvolver sem destruir o meio ambiente*.

O documento resultante da RIO 92, a “Agenda 21”, resultou de um despertar sobre uma *consciência ambiental*, sobre a importância da conservação da natureza para o bem estar e sobrevivência das espécies, inclusive a humana. O documento propunha que a sociedade assumisse uma atitude ética entre a conservação ambiental e o desenvolvimento. Denunciava a forma perdulária com que até então eram tratados os recursos naturais e propunha uma sociedade justa e economicamente responsável, produtora e produto do desenvolvimento sustentável.

Na indústria da construção civil, até então, não havia nenhuma preocupação quanto ao esgotamento dos recursos não renováveis utilizados ao longo de toda sua cadeia de produção e, muito menos, com os custos e prejuízos causados pelo desperdício de materiais e destino dados aos rejeitos produzidos nesta atividade. No Brasil, em particular, a falta de uma consciência ecológica na indústria da construção civil resultou em estragos ambientais irreparáveis, agravados pelo maciço processo de migração havido na segunda metade do século passado, quando a relação existente de pessoas no campo e nas cidades, de 75 (setenta e cinco) para 25% (vinte e cinco por cento), foi invertida, ocasionando uma enorme demanda por novas habitações.

No conteúdo das discussões sobre a “Agenda 21”, nasceu um movimento denominado de *construção sustentável*, que visava o aumento das oportunidades ambientais para as gerações futuras e que consistia em uma estratégia ambiental com visão holística. Repensava toda a cadeia produtiva, iniciando pela extração de matérias primas. Levava em consideração os processos produtivos, com preocupações extensíveis à saúde dos trabalhadores envolvidos no processo e considerava os consumidores finais das edificações. Fundamentava-se na redução da poluição, na economia de energia e água, na minimização da liberação de materiais perigosos no ambiente, na diminuição da pressão de consumos sobre matérias primas naturais, no aprimoramento das condições de segurança e saúde dos trabalhadores, e na qualidade e custo das construções para os usuários finais.

1.2 A Dimensão do Problema

O setor emprega uma grande diversidade de matérias primas. Algumas possuem estoques bastante limitados, como as de cobre e o zinco, por exemplo, estimadas em pouco mais de 60 anos (Industry and Environment, 1996). A madeira é outro insumo importante, sendo a atividade responsável pelo consumo de cerca de 66% (sessenta e seis por cento) das florestas naturais, que por sua vez não são remanejadas adequadamente (JOHN, 1996).

O uso intenso de energia é outra das características da atividade, sendo sua maior utilização nos processos de extração e transporte das matérias primas, dada sua dispersão espacial e distâncias das jazidas aos centros de produção e/ou consumo.

A produção de partículas de poeira está presente em grande parte das atividades, quer seja na extração da matéria prima, no transporte, na produção de materiais como o cimento e o concreto e a execução de atividades nos canteiros de obra.

A cadeia produtiva da construção civil exerce um peso considerável na macro economia internacional. É responsável por cerca de 40% (quarenta por cento) de sua formação bruta de capital e emprega uma enorme massa de trabalhadores. Consome algo entre 20 (vinte) e 50% (cinquenta por cento) do total dos recursos naturais consumidos pela sociedade (SJÖSTRÖM, 1996).

Finalmente, a construção civil é, sem dúvida a maior fonte geradora de resíduos de toda a sociedade. Os valores internacionais para o volume do entulho da construção e demolição oscilam entre 0,7 e 1,0 toneladas por habitante/ ano. (JOHN, 1996). PINTO (1999), estimou que em cidades brasileiras de médio e grande porte, a massa de resíduos gerados varia entre 41% (quarenta e um por cento) a 70% (setenta por cento) da massa total de resíduos sólidos urbanos. O quadro elaborado por PINTO (1987), apresentado na tabela 1, demonstra a dimensão exata do problema em algumas das principais cidades brasileiras.

Tabela 1 – Geração de Resíduos nas Principais Cidades Brasileiras

CIDADE GERADORA	GERAÇÃO ESTIMADA (ton/ mês)
SÃO PAULO	372.000
Rio de Janeiro	27.000
Brasília	85.000
Belo Horizonte	102.000
Porto Alegre	58.000
Salvador	44.000
Recife	18.000
Curitiba	74.000
Fortaleza	50.000
Florianópolis	33.000

Fonte: Pinto, 1987

Dada a dimensão do problema e a abrangência do impacto que a atividade da construção civil exerce sobre o meio ambiente, a economia e sobre o homem, é necessário que a sociedade em toda a sua dimensão - governamental, privada e organizações não governamentais - contribua para a busca de soluções que a racionalizem, visando o equilíbrio entre o econômico e a sustentabilidade.

Os impactos causados com a extração de matéria prima, seu transporte e beneficiamento para a produção de insumos para a indústria da construção civil, é de grande amplitude e requereria abordagens específicas para a sua melhor compreensão. Em virtude disto, neste artigo será abordada somente a geração, a gestão e a reciclagem dos resíduos das construções e das demolições, os problemas gerados com sua produção, o papel do governo na busca de uma gestão sustentável e as soluções alternativas existentes.

2 Fundamentação Teórica

2.1 Impactos Gerados

Grande parte dos resíduos originados na construção civil é depositada clandestinamente em terrenos baldios, várzeas e taludes de cursos de água, provocando impactos ao meio ambiente. Alguns destes impactos são plenamente visíveis e provocam comprometimento a paisagem urbana e transtornos ao trânsito de veículos e pedestres. Quando não removidos pelo poder público, terminam por induzir a deposição de outros tipos de rejeitos como os originados de poda de árvores, objetos de grande volume como móveis e pneus e eventualmente resíduos domiciliares. Possibilitam a proliferação de vetores de contaminação e quando levados pelas águas superficiais, obstruem as canalizações de drenagem.

Como a maioria dos municípios não possui áreas destinadas à recepção destes resíduos, estes são, muitas vezes, dispostos em áreas de espraçamento de importantes cursos d'água, ocasionando enchentes e prejuízos de monta para a sociedade. Por outro lado, quando destinados pelo poder público a aterros sanitários, terminam por encurtar o tempo de vida útil destes.

É comum também, que os resíduos da construção venham acompanhados de materiais perigosos como latas de tinta e de solventes, restos de gesso, lâmpadas fluorescentes e outros resíduos que deveriam receber tratamento específico, antes de sua destinação final. A remoção dos entulhos dispostos irregularmente nas áreas de bota-fora das cidades, os transtornos sociais causados pelas enchentes e os danos ao meio ambiente, representam custos elevados para o poder público e para a sociedade, apontando para a necessidade do estabelecimento de novos métodos para a gestão pública de resíduos da construção e demolição (PINTO, 1999).

2.2 Origem e Produção dos Rejeitos

A indústria da construção civil apresenta um índice surpreendente e elevado de perdas, causadas por fatores como falhas ou omissões na elaboração dos projetos e na sua execução, má qualidade dos

materiais, acondicionamento impróprio dos materiais, má qualificação da mão de obra, falta de equipamentos e uso de técnicas adequadas da construção, falta de planejamento na montagem dos canteiros de obra, falta de acompanhamento técnico na produção e ausência de uma cultura de reaproveitamento e reciclagem dos materiais.

Praticamente todas as atividades da construção civil produzem perdas, sendo que uma parte destas é aproveitada na própria obra como aterro, para o aquecimento de marmitas etc. Em média, 50% (cinquenta por cento) dos resíduos são transformados em rejeitos. A tabela 2 mostra os índices médios de perdas (em %) dos materiais empregados nas edificações.

Tabela 2 – Perda de Materiais

Materiais	Agopyan et al.	Pinto	Soilbelman	Skoyles
Areia	76	39	46	12
Cimento	95	33	84	12
Pedra	75			
Cal	97			
Concreto	9	1	13	6
Aço	10	26	19	4
Blocos/ Tijolos	17	27	13	13
Argamassa	18	91	87	12

Fonte: adaptado de Agopyan et al., 1998 e Pinto, 1995

Nas obras de reforma a quantidade de resíduos gerados é proveniente da falta de uma cultura de reutilização e de reciclagem de materiais no meio técnico do setor. Nas obras de demolição a geração de resíduos é inerente à atividade, entretanto, muito dos materiais poderiam ser reaproveitados, caso houvesse um procedimento de separação de seus componentes no próprio canteiro de obras.

2.3 A Constituição e Classificação dos Rejeitos

A constituição dos rejeitos da construção civil é heterogênea e dependente das características de cada construção e do grau de desenvolvimento da indústria em uma determinada região. Via de regra, é composto por uma mistura de brita, areia, concreto, argamassa, tijolos cerâmicos e blocos de concreto, restos de madeira, caixas de papelão, ferro e plástico. Estes resíduos são classificados, segundo a NBR 10.004 da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, como resíduos sólidos inertes – resíduos de Classe III. Entretanto, não existem estudos sobre a solubilidade dos resíduos como um todo, de maneira a comprovar que não possuam índices de concentração de poluentes superiores ao especificado na referida Norma, o que os classificaria como resíduos não inertes – resíduos de Classe II.

A classificação dos materiais, em suma, pode variar segundo a obra que lhes deu origem. Uma obra pode produzir somente materiais inertes, outras, não inertes ou até mesmo perigosos, como é o caso do resíduo resultante do trabalho com telhas de amianto, cujo pó é altamente cancerígeno.

O resultado das pesquisas realizadas por Pinto (1987), na cidade de São Carlos e Zordan e Paulon (1997), na cidade de Ribeirão Preto, ambas no estado de São Paulo, apresentado na tabela 3, demonstra esta heterogeneidade e conseqüentemente a dificuldade de tratar do tema.

Tabela 3 – Composição Mineral do Entulho

Material	Composição média da fração mineral do entulho (em %)	
	Pinto	Zordan e Paulon
Argamassa	64,4	37,6
Concreto	4,8	21,2
Material Cerâmico	29,4	23,4
Pedras	1,4	17,9

Fonte: Pinto, 1987

A Resolução 307 de 5 de julho de 2002 do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, classifica os resíduos da construção civil, da seguinte forma:

- a). Classe A - São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis com agregados, tais como:
- de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplenagem;
 - de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
 - de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-

firos, etc.) produzidas nos canteiros de obra;

b) Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plástico, papel/ papelão, metais, vidros e outros;

c) Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/ recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

d) Classe D - são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

2.4 O Papel do Estado na Solução dos Problemas Gerados pelos Rejeitos da Construção Civil

Os governos em seus diferentes níveis – federal, estadual e municipal – podem e devem desempenhar um papel fundamental no apoio ao desenvolvimento de uma produção mais limpa na construção civil. Medidas como o estabelecimento de políticas que favoreçam a pesquisa e a produção de produtos mais duráveis, o uso de energia renovável, o incentivo à capacitação da mão de obra e a prática da reciclagem e o reaproveitamento dos materiais, são apenas algumas destas medidas.

A Responsabilidade Estendida ao Produtor (REP), é uma iniciativa legal destinada a responsabilizar os produtores pelo destino final do rejeito. Tal medida estimula o desenvolvimento de produtos duráveis, com componentes reutilizáveis e materiais passíveis de reciclagem.

Completando e reforçando a REP, alguns governos, como os dos países nórdicos, estão gradualmente transferindo a arrecadação originada de impostos trabalhistas para taxas impostas à produção dos rejeitos de acordo com seu volume e grau de comprometimento ao meio ambiente.

Os governos devem ainda, promover o desenvolvimento de uma consciência conservacionista, através da inclusão da educação ambiental como matéria multidisciplinar em todos os níveis da educação formal e estimular sua inclusão nos cursos de gerenciamento comercial e de engenharia. Devem disseminar a informação sobre os danos causados ao meio ambiente pela disposição inadequada dos rejeitos e estimular o controle social sobre os resultados obtidos com uma nova visão para as práticas utilizadas na indústria da construção.

A queda das fronteiras internacionais, decorrentes da globalização da economia, trouxe uma nova preocupação do ponto de vista ambiental: a possibilidade de transferência para países onde a legislação ambiental ainda não esteja adequada, de produtos com eliminação programada ou banidos de seus países de origem. É necessário o estabelecimento de responsabilidades pelo ciclo de vida útil, conjunta, particular ou estrita, por danos ambientais, tanto para investidores como para banqueiros, independentemente de seu país de origem. É necessárias também a proibição da transferência de tecnologia e produtos perigosos e a adoção de padrões comuns para a avaliação e auditoria de impactos ambientais.

Em 5 de julho de 2002, o CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, através de sua Resolução 307 (Anexo I), deu um passo importante no sentido de implementar diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil. Tal Resolução estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão destes resíduos, disciplinando as ações necessárias e fixando as responsabilidades de forma a minimizar os impactos ambientais. Na Resolução os resíduos são classificados de acordo com sua potencialidade de reaproveitamento, reciclagem e periculosidade, definindo o destino adequado para cada um deles. Estabelece como instrumentos para a gestão dos resíduos os *Programas de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil* e os *Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil*, devendo o primeiro ser elaborado, implementado e coordenado pelos municípios e o último elaborado e implementado pelos geradores de pequenos volumes, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local. Estabelece ainda prazos para que os poderes municipais e os geradores se adequem ao disposto na Resolução.

No plano estadual, em Santa Catarina, a *Proposta de Ante Projeto de Lei para a Política Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos*, está em consonância com a abordagem sistêmica preconizada pelos organismos internacionais. Alguns dos princípios desta política são a: promoção de padrões sustentáveis de produção e consumo; a redução, ao mínimo, dos resíduos sólidos, por meio de incentivos às práticas ambientais adequadas, de reutilização, reciclagem e recuperação; a responsabilização dos geradores pelo

gerenciamento dos seus resíduos sólidos em todo o seu ciclo; a responsabilização pós-consumo do fabricante e/ ou importador pelos produtos e respectivas embalagens ofertadas ao consumidor final; a responsabilização por danos causados pelos agentes econômicos e sociais com a adoção do princípio do poluidor pagador. Estabelece ainda em suas diretrizes, entre outras, a definição de procedimentos relativos ao acondicionamento, armazenamento, coleta e transporte, transbordo, tratamento e disposição final de resíduos sólidos; busca incentivar a implantação de indústrias recicladoras de resíduos sólidos; incentiva a parceria entre estado, municípios e a sociedade civil para a implantação de programas de educação ambiental, com enfoque específico para a área de resíduos sólidos. Visando estimular as instituições públicas ou privadas a promoverem ações complementares às obrigatórias previstas na proposta, estabelece a possibilidade de concessão de benefícios fiscais ou financeiros, por parte dos organismos de crédito e fomento ligados ao Governo Estadual.

2.5 As Possibilidades de Minimização do Problema

Para que um problema de tal magnitude seja atacado satisfatoriamente, é necessária a adoção de novos paradigmas, que levem em consideração o uso eficiente de materiais e energias renováveis, não nocivos e conservando, ao mesmo tempo, a biodiversidade. KILBERT (1995), propôs os seguintes princípios:

- a. Minimizar o consumo de recursos (Conservar)
- b. Maximizar a reutilização de recursos (Reuso)
- c. Usar recursos renováveis ou recicláveis (Renovar/ Reciclar)
- d. Proteger o meio ambiente (Proteção da Natureza)
- e. Criar um ambiente saudável e não tóxico (Não Tóxicos)
- f. Buscar a qualidade na criação do ambiente construído (Qualidade)

Os princípios sugeridos por Kilbert satisfazem a necessidade de uma nova relação da produção com o meio ambiente, visando a produção de bens duráveis, reutilizáveis e recicláveis. Estes princípios deixam de ter importância somente do ponto de vista econômico e passam a ter um sentido relativizado pelo tempo de duração do bem produzido.

A estes conceitos, poderia ser agregada a visão de DIMSON (1996), que sintetizando os múltiplos impactos das políticas ambientais na construção civil, afirma que ela requer um aumento da produtividade de todos os recursos envolvidos no processo produtivo – humanos, energéticos e materiais, abrangendo:

- a. Implantação do edifício, projeto e processo de construção;
- b. Seleção de materiais;
- c. Planejamento energético;
- d. Gerenciamento de resíduos;
- e. Qualidade do ar;
- f. Projetar para a flexibilidade.

Neste contexto, a vida útil do edifício e de suas partes é governada não apenas pela taxa de degradação física dos seus componentes, mas também deve ser controlada pela possibilidade de readequação às mudanças nas necessidades dos usuários (JOHN, KRAAYENBRINK & VAN WAMELEN, 1996).

As políticas ambientais adotadas pelos municípios para os resíduos da construção, têm-se restringido, em grande parte, a disponibilizar áreas para a deposição controlada. Tal política, elogiável em parte, é limitada como solução em função da rápida saturação das áreas disponíveis e pelos elevados custos envolvidos. Por outro lado, promove a contaminação do solo e das águas subterrâneas por receber resíduos perigosos incorporados aos restos de materiais inertes, nos canteiros de obra.

3 Análise

3.1 A Gestão dos Resíduos nos Canteiros de Obra

A prioridade nos canteiros de obra deve ser a minimização das perdas geradoras de resíduos. Como já mencionado anteriormente, isto pode ser alcançado como a escolha de materiais certificados e com embalagens que facilitem o manuseio sem o risco de perdas; pela capacitação da mão de obra e, pelo uso de equipamentos com tecnologia de ponta e adequada aos processos construtivos. Toda atividade na construção civil produz, inevitavelmente, alguma perda, porém, como estas acontecem em locais e momentos distintos, a simples separação prévia destes materiais evitaria a contaminação dos rejeitos que

ocorre nos “containers” destinados a sua remoção do canteiro de obras. Restos de madeira, gesso, materiais metálicos e plásticos, deveriam ter destinos específicos, de acordo com seu potencial para a reciclagem ou grau de contaminação.

A tabela 4 apresenta os desperdícios em percentual sobre a massa de resíduos, encontrados na construção civil em alguns países.

Tabela 4 – Desperdício de resíduos encontrados na construção civil em alguns países

Materiais	Pinto Brasil (SP)	Norie Brasil (RS)	Skoyles Reino Unido	Hong Kong	Usual em orçamentos
Aço	26,19	19,07	3,60		20,00
Cimento	33,11	84,13	12,00		15,00
Concreto	1,34	13,18	6,00	11,00	5,00
Areia	29,02	45,76	12,00		15,00
Argamassa	91,25	86,68	12,00	15,00	15,00
Tijolos e blocos	26,94	12,73	13,00	11,00	10,00

Fonte: PINTO apud ZORDAN, 1997

Os registros verificados nos levantamentos realizados no estado de São Paulo (PINTO) e no Rio Grande do Sul (NORIE), são eloqüentes quanto a necessidade que tem as empresas construtoras de revisarem suas cadeias produtivas. Mais significativas são as perdas quando comparadas com os índices utilizados na elaboração dos orçamentos de obra. A diminuição das perdas passou a ser fator fundamental para a sobrevivência das construtoras e adequação ao mercado competitivo e ao cada vez maior grau de exigência dos consumidores.

SCARDOELLI (1995) observa que é crescente a preocupação com o controle de perdas e que esta se evidencia nas iniciativas adotadas nos canteiros de obra e a seguir expostas:

- a. Presença de “containers” para a coleta de desperdício em todo o canteiro;
- b. Distribuição de pequenas caixas de desperdícios nos andares;
- c. Tubo coletor de polietileno para a descida do entulho;
- d. Quadro para a anotação da quantidade e tipo de entulho gerado na obra;
- e. Colocação de equipamentos de limpeza de forma visível;
- f. Limpeza permanente pelo próprio operário;
- g. Premiação de equipes pela qualidade da limpeza;
- h. Separação dos resíduos por tipo e natureza do material.

É importante ressaltar que o desperdício é parte integrante da atividade e é extremamente alto como apresentado na tabela elaborada por PINTO apud ZORDAN acima e, só é evidenciado, quando existe preocupação com sua quantificação e classificação.

Cabe também ressaltar, que o tratamento dos resíduos é, por vezes, complexo e algumas vezes inviável técnica ou economicamente, em função da contaminação que pode sofrer. Esta pode se dar, como já vimos, tanto dentro do canteiro, com a mistura dos materiais e agregação de outros tipos de rejeitos, como “marmitex” utilizadas na alimentação dos trabalhadores, latas de tinta, de solventes ou óleos, ou ainda pela agregação de restos de poda de árvores, resíduos orgânicos ou ainda materiais inservíveis de grande volume, colocados nos “containers” por moradores que residem próximo das construções. É preciso, portanto, promover uma conscientização coletiva sobre o problema, o que é papel dos órgãos governamentais.

3.2 A Reciclagem dos Resíduos

A disponibilização de locais e instalações para a recepção, triagem e processamento dos resíduos da construção civil, proporciona às cidades e suas comunidades benefícios ambientais, econômicos e sociais. Elimina, em grande parte, os despejos clandestinos, melhora a paisagem urbana e possibilita uma melhor qualidade de vida a seus habitantes. Reduz, por outro lado, os custos operacionais da administração com a remoção, que é estimada em US\$ 10 por metro cúbico de entulho clandestinamente depositado.

A reciclagem, além de representar uma redução de até 75% (setenta e cinco por cento) do custo da remoção e tratamento de doenças para o município, produz uma cadeia de benefícios de relevante importância. Estende o tempo de vida útil dos aterros, preserva os recursos naturais, transforma uma fonte

de despesa em fonte de receita e impede a contaminação de novas áreas de despejo.

A produção de agregados a partir dos entulhos, que é um das formas mais simples de seu reaproveitamento, gera economias de cerca de 80% (oitenta por cento) em relação ao preço dos agregados convencionais. Sua reutilização, por outro lado, dispensa a extração de matéria prima da natureza, conservando-a sob dois aspectos: não degrada o solo com a remoção e não polui o ar com os gases emitidos pelas máquinas e caminhões empregados na extração e transporte.

A tabela 5 apresenta a redução do impacto ambiental (em %) proporcionada pela reciclagem de alguns dos materiais empregados nas obras de construção civil (KANAYAMA, 1997).

Tabela 5 – Redução de impacto ambiental

Impacto Ambiental	Aço	Vidro	Cimento
Consumo de energia	74	6	40
Consumo de matéria prima	90	54	50
Consumo de água	40	50	-
Poluentes atmosféricos	86	22	<50 ²
Poluição aquática	76		-
Resíduos em geral	105	54	
Resíduos minerais	97	79	

Fonte: KANAYAMA, 1997

3.3 Algumas Aplicações dos Materiais Provenientes da Reciclagem de Entulhos

A seguir são transcritas algumas das aplicações dos materiais originados da reciclagem de entulhos e a vantagens específicas de cada uma, conforme apresentado por ZORDAN (1997) em sua tese de mestrado.

a) Utilização em pavimentação – a forma mais simples de reciclagem do entulho é a sua utilização em pavimentação (base, sub-base ou revestimento primário) na forma de brita corrida ou ainda em mistura de resíduos com solo.

Vantagens:

- É a forma de reciclagem que exige menor utilização de tecnologia ou que implica em menor custo no processo;
- Permite a utilização de todos os componentes minerais do entulho (tijolos, argamassas, materiais cerâmicos, areias, pedras etc.), sem a necessidade de separação de nenhum deles;
- Economia de energia no processo de moagem do entulho (em relação a sua utilização em argamassa), uma vez que, usando-o no concreto, parte do material permanece com granulometria gráuda;
- Possibilidade de utilização de uma maior parcela do entulho produzido, como o proveniente de demolições e de pequenas obras que não suportam o investimento em equipamentos de moagem/trituração;
- Maior eficiência do resíduo quando adicionado aos solos saprolíticos em relação a mesma adição feita com brita.

b). Utilização como agregado para o concreto – o entulho processado pelas usinas de reciclagem pode ser utilizado como agregado para o concreto não estrutural, a partir da substituição dos agregados convencionais (brita e areia).

Vantagens:

- Utilização de todos os componentes minerais do entulho (tijolos, argamassas, materiais cerâmicos, areias, pedras etc.), sem a necessidade de separação de nenhum deles;
- Economia de energia no processo de moagem do entulho (em relação a sua utilização em argamassa), uma vez que, usando-o no concreto, parte do material permanece com granulometria gráuda;

- Possibilidade de utilização de uma maior parcela do entulho produzido, como o proveniente de demolições e de pequenas obras que não suportam o investimento em equipamentos de moagem/trituração;
- Possibilidade de melhorias no desempenho do concreto em relação aos agregados convencionais, quando se utiliza de baixo consumo de cimento.

c). Utilização como agregado para a confecção de argamassa – Ao ser processado por equipamentos denominados *argamasseiras*, que moem o entulho na própria obra, em granulometria semelhante a da areia, pode ser utilizado como agregado para a argamassa de assentamento e revestimento.

Vantagens:

- Utilização do resíduo no local gerador, o que elimina custos com transporte;
- Efeito pozolâmico apresentado pelo entulho moído;
- Redução no consumo do cimento e da cal;
- Ganho na resistência à compressão das argamassas.

d). Outros usos – utilização de concreto reciclado com agregado; cascalhamento de estradas; preenchimento de vazios em construções; preenchimento de valas de instalações e reforço de aterros.

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 potencial de uso (ZORDAN, 1997).

3.4 Experiências de Reciclagem Implantadas pelo Poder Público

São Paulo – Em 1991 a Prefeitura Municipal de São Paulo implantou a primeira usina de reciclagem de entulhos do hemisfério sul, com a capacidade de processar 700 m³/ dia. Durante algum tempo o material nela britado foi utilizado na pavimentação de ruas. Como seu projeto não levou em consideração a dimensão da cidade, a necessidade de um sistema de coleta que contemplasse inclusive pontos intermediários de recepção, terminou por ser desativada em função dos altos custos de transporte. A intenção inicial era de se produzir 20.000 blocos de concreto/ dia com uma redução de 70% (setenta por cento) no custo em relação aos blocos oferecidos no mercado. Recentemente o projeto foi revisto e a administração municipal está tratando de sua transferência para local mais adequado.

Belo Horizonte – O elevado custo de remoção de entulhos (US\$ 1.000.000/ ano) depositados em 134 pontos de descarga clandestina, obrigou a prefeitura a elaborar um projeto visando a reciclagem destes materiais. Em 1995, implantou a um custo de US\$ 150.000 (cento e cinquenta mil dólares) e inaugurou sua primeira usina com capacidade para processar 100 ton/ dia. O projeto para a cidade, além de prever a instalação de mais três usinas e dezessete pontos de coleta intermediária, estabeleceu medidas de incentivo financeiro para estimular a aderência à iniciativa. Ficam isentas das taxas de Habite-se as obras cujos resíduos sejam destinados à usina. Os materiais reciclados são empregados como reforço de base em obras de pavimentação, para a produção de blocos para a execução de muros de contenção e de blocos de alvenaria para a construção de casas populares.

São José dos Campos - Com uma população de 530.000 habitantes, a geração de 673 ton diárias de entulhos e um gasto anual de US\$ 1.160.000 (um milhão, cento e sessenta mil dólares) com o gerenciamento dos entulhos, a administração daquela cidade buscou uma solução adequada ao problema. O projeto que estabeleceu a construção de duas usinas e a implantação de cinco pontos de recepção de entulhos, além de dois bancos de solos (áreas para o depósito de materiais de aterro), não foi entendido pela população, temerosa em que as áreas se transformassem em aterros sanitários e até o momento não pode ser implantado.

Piracicaba - Em setembro último foi inaugurada a usina de reciclagem, com capacidade de processar 170 das 640 ton de entulhos que são gerados na cidade, diariamente. O objetivo da administração é do aproveitamento dos materiais recuperados em obras de pavimentação e construção de casas populares.

Florianópolis – Companhia Melhoramentos da Capital – Comcap, diante do crescente problema de disposição irregular de entulhos na cidade, implantou, em 1998, uma estação de recepção de materiais inertes em área localizada no bairro do Monte Verde. Nela, os materiais são enterrados. Está nos planos

da empresa a instalação de uma usina de triagem e reciclagem para garantir maior vida útil à área e fazer o aproveitamento dos resíduos como matéria prima para outras atividades.

3.5 A Experiência Inglesa

Na cidade Londres adotam-se medidas de incentivo à recuperação, reuso e reciclagem dos materiais utilizados nas edificações. Há estatísticas que demonstram que o país está conseguindo aproveitar 50% (cinquenta por cento) do que demolem em peso e estão com o objetivo de dobrar o uso destes materiais até o ano de 2006. Algumas das iniciativas, que muito bem podem servir de referência para o poder público e a iniciativa privada brasileira, são as a seguir relacionadas:

- a. Nos últimos dez anos, há uma tendência de que as grandes construtoras sejam “organizadoras” de empresas menores e especializadas, com as quais terceirizam seus serviços;
- b. O estado cobra uma taxa da construtora por todo o entulho que sai da obra, visando incentivar a não geração. A preocupação, em princípio, não é apenas com o desperdício em si, mas também com o impacto que o entulho gerará em algum outro lugar do país.
- c. Caso o entulho saia separado da obra, isto é, plástico em um “container”, agregados em outro e assim por diante, é aplicada uma redução da taxa;
- d. Alguns órgãos públicos estão concordando em pagar até 10% (dez por cento) a mais para as construtoras que empreguem materiais reciclados.
- e. O estado incentiva ao máximo a utilização de materiais de demolição. Entre os construtores, começa a haver um sistema de permuta, onde divulga-se com antecedência uma determinada demolição. É uma espécie de classificados de materiais de demolição.
- f. Arquitetos e engenheiros são estimulados a projetarem com vistas a que suas obras sejam demolidas em 100 ou 150 anos. Os projetos são pensados para que as demolições gerem sobras que permitam ser reaproveitadas.
- g. Há um incentivo a britagem de concreto de demolição, aproveitando-se como brita em novos concretos de baixa resistência – calçadas, sub base de estradas etc.

4 Conclusões

A *consciência ambiental* surgiu com mais força no fim da década de 80 e início de 90 como resultante da RIO 92, a “Agenda 21”. Até então, na indústria da construção civil não havia nenhuma preocupação quanto ao esgotamento dos recursos naturais não renováveis, utilizados ao longo de toda a cadeia de produção. Face ao desafio de preservar a natureza, para o bem estar e sobrevivência das espécies, inclusive a humana, é que nasceu um movimento denominado *construção sustentável*, com a preocupação de suprir suas necessidades sem diminuir as perspectivas de vida das gerações futuras, por meio de uma estratégia ambiental baseada na visão holística. Nesse sentido, o movimento passou a repensar toda a cadeia produtiva, desde a extração de matérias primas, os processos produtivos e englobando até a preocupação com a saúde dos trabalhadores envolvidos e consumidores finais das edificações. Baseava-se na redução da poluição, na economia de energia e água, na minimização da liberação de materiais perigosos no ambiente, na diminuição da pressão de consumos sobre matérias primas naturais, no aprimoramento das condições de segurança e saúde dos trabalhadores, e na qualidade e custo das construções para os usuários finais.

A indústria da construção civil, ao longo de toda a sua cadeia produtiva, é promotora de elevados prejuízos ambientais. Utiliza, amplamente, matéria-prima não renovável na natureza e consome grandes quantidades de energia, tanto na extração como no transporte e processamento desses insumos. É, por outro lado, perdulária no uso dos materiais e geradora de um grande volume de resíduos, sendo a maior fonte geradora de resíduos de toda a sociedade. A dimensão do problema ainda é agravada pela importância econômica que a atividade representa em nossa sociedade. Em função da abrangência do impacto que essa atividade exerce sobre o meio ambiente, a economia e sobre o homem, é necessário que a sociedade em toda a sua dimensão – governamental, privada e organizações não governamentais – contribua para a busca de soluções que a racionalizem, visando o equilíbrio entre o econômico, social e ambiental.

Grande parte dos resíduos originados na construção civil, que muitas vezes vem acompanhada de material perigoso, é depositada clandestinamente em terrenos baldios, várzeas e taludes de cursos de água, provocando impactos ao meio ambiente. Quando não removidos pelo poder público, possibilitam a proliferação de vetores de contaminação e quando levados pelas águas superficiais, obstruem as canalizações de drenagem, ocasionando enchentes e prejuízos de monta para a sociedade. A remoção

dos entulhos dispostos irregularmente nas áreas de bota-fora das cidades, os transtornos sociais causados pelas enchentes e os danos ao meio ambiente, representam custos elevados para o poder público e para a sociedade, apontando para a necessidade do estabelecimento de novos métodos para a gestão pública de resíduos da construção e demolição (PINTO, 1999).

A indústria da construção civil apresenta um índice surpreendente e elevado de perdas, causadas por uma série de fatores como falhas ou omissões na elaboração dos projetos e na sua execução, má qualidade dos materiais, acondicionamento impróprio dos materiais, má qualificação da mão de obra, falta de equipamentos e uso de técnicas adequadas da construção, falta de planejamento na montagem dos canteiros de obra, falta de acompanhamento técnico na produção e ausência de uma cultura de reaproveitamento e reciclagem dos materiais, mormente, nas obras de reforma. Nas obras de demolição a geração de resíduos é inerente à atividade, entretanto, muito dos materiais poderiam ser reaproveitados, caso houvesse um procedimento de separação de seus componentes no próprio canteiro de obras.

A constituição dos rejeitos da construção civil é heterogênea, o que dificulta para tratar o tema, e dependente das características de cada construção e do grau de desenvolvimento da indústria em uma determinada região. Via de regra, é composto por uma mistura de brita, areia, concreto, argamassa, tijolos cerâmicos e blocos de concreto, restos de madeira, caixas de papelão, ferro e plástico. Segundo a NBR 10.004 da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, os resíduos podem ser classificados como inertes, não inertes ou até mesmo perigosos, como é o caso do resíduo resultante do trabalho com telhas de amianto, cujo pó é altamente cancerígeno. Não obstante, a Resolução 307 de 5 de julho de 2002 do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, classifica os resíduos da construção civil, em quatro classes: A, B, C e D.

A primeira, classe A, é referente aos resíduos reutilizáveis ou recicláveis com agregados, que são gerados no processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios, etc.) produzidas nos canteiros de obra. A segunda, classe B, também são resíduos recicláveis, mas para outras destinações, tais como plástico, papel, papelão, metais, vidros e outros. A classe C é composta de resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso. A classe D refere-se aos resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Os governos em seus diferentes níveis – federal, estadual e municipal – podem e devem desempenhar um papel fundamental no apoio ao desenvolvimento de uma produção mais limpa na construção civil por meio da iniciativa legal, destinada a responsabilizar os produtores pelo ciclo de vida útil e a destinação final do rejeito, independentemente do seu país de origem. Podem desenvolver medidas como o estabelecimento de políticas que favoreçam a pesquisa e a produção de produtos mais duráveis, o uso de energia renovável, o incentivo à capacitação da mão de obra e a prática da reciclagem e o reaproveitamento dos materiais, são apenas algumas destas medidas.

Os governos devem ainda, promover o desenvolvimento de uma consciência conservacionista, através da inclusão da educação ambiental como matéria multidisciplinar em todos os níveis da educação formal e estimular sua inclusão nos cursos de gerenciamento comercial e de engenharia. Devem disseminar a informação sobre os danos causados ao meio ambiente pela disposição inadequada dos rejeitos e estimular o controle social sobre os resultados obtidos com uma nova visão para as práticas utilizadas na indústria da construção.

A chave para esse problema é a mudança de paradigmas, que levem a uma nova relação de produção com o meio ambiente, englobando o uso eficiente de materiais e energias renováveis, não nocivos e conservando, ao mesmo tempo, a biodiversidade. Os princípios dessa postura são: minimizar o consumo de recursos; maximizar a reutilização deles; usar recursos renováveis ou recicláveis; proteger o meio ambiente; criar um ambiente saudável e não tóxico e buscar a qualidade na criação do ambiente construído (Kilbert, 1995). Não obstante, poderia ser agregada, a estes princípios, a visão de DIMSON (1996), que afirma que a construção civil requer um aumento da produtividade de todos os recursos envolvidos no processo produtivo – humanos, energéticos e materiais, abrangendo: implantação do edifício, projeto e processo de construção; seleção de materiais; planejamento energético; gerenciamento de resíduos; qualidade do ar; projetar para a flexibilidade.

As políticas ambientais adotadas pelos municípios para os resíduos da construção, mormente, as restritas a disponibilizar áreas para a deposição controlada, são elogiáveis, em parte, pois são limitadas como

solução em função da rápida saturação das áreas disponíveis e pelos elevados custos envolvidos. Por outro lado, promove a contaminação do solo e das águas subterrâneas por receber resíduos perigosos incorporados aos restos de materiais inertes, nos canteiros de obra.

A prioridade nos canteiros de obra deve ser a minimização das perdas geradoras de resíduos, que pode ser alcançada com a escolha de materiais certificados, com embalagens que facilitem o manuseio sem o risco de perdas; pela capacitação da mão de obra e pelo uso de equipamentos com tecnologia de ponta e adequada aos processos construtivos. A simples separação prévia dos materiais evitaria a contaminação dos rejeitos que ocorre nos “containers” destinados a sua remoção do canteiro de obras. Restos de madeira, gesso, materiais metálicos e plásticos, devem ter destinos específicos, de acordo com seu potencial para a reciclagem ou grau de contaminação.

A diminuição das perdas vem se tornando um fator fundamental para a sobrevivência das construtoras e adequação ao mercado competitivo e ao cada vez maior grau de exigência dos consumidores. Nesse sentido, SCARDOELLI (1995) é quem revela as iniciativas adotadas nos canteiros de obra como a presença de “containers” para a coleta de desperdício em todo o canteiro; distribuição de pequenas caixas de desperdícios nos andares; tubo coletor de polietileno para a descida do entulho; quadro para a anotação da quantidade e tipo de entulho gerado na obra; colocação de equipamentos de limpeza de forma visível; limpeza permanente pelo próprio operário; premiação de equipes pela qualidade da limpeza; separação dos resíduos por tipo e natureza do material.

Cabe também ressaltar, que o tratamento dos resíduos é, por vezes, complexo e algumas vezes inviável técnica ou economicamente, em função da contaminação que pode sofrer. Esta pode se dar, como já vimos, tanto dentro do canteiro, com a mistura dos materiais e agregação de outros tipos de rejeitos, resíduos orgânicos ou ainda materiais inservíveis, colocados nos “containers” por moradores que residem próximo das construções. É preciso, portanto, promover uma conscientização coletiva sobre o problema, o que é papel dos órgãos governamentais.

A disponibilização de locais e instalações para a recepção, triagem e processamento dos resíduos da construção civil, proporciona às cidades e suas comunidades benefícios ambientais, econômicos e sociais. Elimina, em grande parte, os despejos clandestinos, melhora a paisagem urbana e possibilita uma melhor qualidade de vida a seus habitantes. Reduz, por outro lado, os custos operacionais da administração com a remoção, que é estimada em US\$ 10 por metro cúbico de entulho clandestinamente depositado, o custo de tratamento de doenças, produzindo uma cadeia de benefícios de relevante importância. Estende o tempo de vida útil dos aterros, preserva os recursos naturais, transforma uma fonte de despesa em fonte de receita e impede a contaminação de novas áreas de despejo.

A produção de agregados a partir dos entulhos, que é um das formas mais simples de seu reaproveitamento, gera economias de cerca de 80% (oitenta por cento) em relação ao preço dos agregados convencionais. Sua reutilização, por outro lado, dispensa a extração de matéria prima da natureza, conservando-a sob dois aspectos: não degrada o solo com a remoção e não polui o ar com os gases emitidos pelas máquinas e caminhões empregados na extração e transporte.

Algumas das aplicações dos materiais originados da reciclagem de entulhos, conforme apresentado por ZORDAN (1997) em sua tese de mestrado, são: utilização em pavimentação; utilização como agregado para o concreto; utilização como agregado para a confecção de argamassa e outras mais como: cascalhamento de estradas; preenchimento de vazios em construções; preenchimento de valas de instalações e reforço de aterros.

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 introduzindo no mercado um novo material com grande potencial de uso (ZORDAN, 1997).

A Experiência de Reciclagem Implantada pela prefeitura de São Paulo terminou por ser desativada pela razão de que geravam-se altos custos com o transporte em uma cidade tão grande, mas o projeto foi revisto e a administração municipal está tratando de reiniciá-lo novamente com maiores chances de serem bem-sucedidos dessa vez.

Em São José dos Campos o projeto não foi bem entendido pela população, temerosa em que as áreas se transformassem em aterros sanitários e até o momento não pôde ser implantado. Já em Belo Horizonte o projeto está sendo bem-sucedido e ainda prevê a instalação de mais usinas e pontos de coleta intermediária. Vem estabelecendo medidas de incentivo financeiro para estimular a aderência à iniciativa. Os materiais reciclados são empregados como reforço de base em obras de pavimentação, para a produção de blocos para a execução de muros de contenção e de blocos de alvenaria para a construção

de casas populares. Piracicaba possui uma usina de reciclagem, com capacidade de processar 170 das 640 ton de entulhos que são gerados na cidade, diariamente. O objetivo da administração é do aproveitamento dos materiais recuperados em obras de pavimentação e construção de casas populares. Em Florianópolis, a Companhia Melhoramentos da Capital – Comcap, implantou uma estação de recepção de materiais inertes em área localizada no bairro do Monte Verde. Nela, os materiais são enterrados. Está nos planos da empresa a instalação de uma usina de triagem e reciclagem para garantir maior vida útil à área e fazer o aproveitamento dos resíduos como matéria prima para outras atividades.

A experiência Inglesa, com a cidade de Londres, adotou-se medidas de incentivo à recuperação, reuso e reciclagem dos materiais utilizados nas edificações. Há estatísticas que demonstram que o país está conseguindo aproveitar 50% (cinquenta por cento) do que demolem em peso e estão com o objetivo de dobrar o uso destes materiais até o ano de 2006.

Como resposta ao desafio do desenvolvimento sustentável, o presente estudo ressalta a importância do estado, como legislador e indutor de práticas, através do estabelecimento de políticas públicas que objetivam desenvolver a cultura de preservação, que estimulem o treinamento, a educação ambiental, a reciclagem dos resíduos, o reaproveitamento dos materiais de demolição e a produção de edificações duráveis e ecologicamente sustentáveis.

5 Referências

ABESC – Associação Brasileira de Serviços de Concretagem, site www.abesc.org.br

FORMOSO, C.T. Membro do NORIE – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, da Escola de Engenharia da UFRGS. Entrevista – disponível em < www.habitare.infohab.org.br >, outubro 1996. Acesso 02/07/2002.

IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal – *Cidades Sustentáveis* – Documento Final – Vol. III. Parte Integrante da Apostila: Urbanismo e Saneamento Urbano Sustentáveis – Desenvolvimento de Método para Análise e Avaliação de Projeto – Segundo Relatório de Atividades – Grupo de Pesquisa: Planejamento Estratégico e Sustentado do Meio Ambiente – PESMU – Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR., Proceedings, Manaus, ISPRS, 1990.

INDUSTRY AND ENVIRONMENT - *Construction and the environment: facts and figures*. Paris: UNEP IE, v. 29 n° 2 April-June, 1996, p. 19-21.

JOHN, V.M. *Pesquisa e desenvolvimento de mercado para resíduos*. In: **Seminário sobre reciclagem e reutilização como materiais de construção**, 1996, São Paulo. Anais. São Paulo: PCC – USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1996, 161 p.p. 21-30.

PINTO, T.P. *Reaproveitamento de resíduos da construção*. **Revista Projeto**, n° 98, p. 137-138, 1987.

_____. *Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana*. São Paulo, 1999. **Tese (doutorado)** - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 189p.

SCARDOELLI, L.S. *Iniciativas de melhorias voltadas à qualidade e à produtividade desenvolvidas por empresas de construção de edificações*. Dissertação (Mestrado) – UFRGS. 148p. Porto Alegre, 1995.

URBAN. *Estação de Tratamento de Resíduos Sólidos, apostila de dados* . São José dos Campos, 1996.

ZORDAN, S.E. *A Utilização do Entulho como Agregado na Confecção do Concreto*. Campinas: Departamento de Saneamento e Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. Dissertação (Mestrado), 1997.