

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS CAMPO MOURÃO
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM CONSTRUÇÃO CIVIL**

ELISANGELA CRISTINA PEREIRA

**RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E
DEMOLIÇÃO EM CAMPO MOURÃO - PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2012

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS CAMPO MOURÃO
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM CONSTRUÇÃO CIVIL**

ELISANGELA CRISTINA PEREIRA

**RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E
DEMOLIÇÃO EM CAMPO MOURÃO - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Construção Civil, da Coordenação de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Galeazzi

CAMPO MOURÃO

2012



Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Câmpus Campo Mourão

Coordenação de Engenharia Civil

TERMO DE APROVAÇÃO

RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO EM CAMPO MOURÃO - PR

Por

Elisangela Cristina Pereira

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 19h30min do dia 22 de Outubro de 2012 como requisito parcial para a obtenção do título de TECNÓLOGO EM CONSTRUÇÃO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

**Prof. Msc. Adalberto Luiz Rodrigues de
Oliveira**
(UTFPR)

Prof. Dr. Marcelo Rodrigo Carreira
(UTFPR)

Prof. Dr. Marcelo Galeazzi Caxambu
(UTFPR)

Orientador

Professor Responsável pelo TCC: **Prof. Msc. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:
Profª Drª Fabiana Goia Rosa de Oliveira

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus que sempre esteve ao meu lado, me iluminando e me guiando nesta longa e difícil caminhada, também pelas oportunidades que me concedeste para que eu pudesse chegar até aqui. Também meus pais Valdemar (em memória) e Valdeci que me educaram com princípios necessários para que eu fosse uma pessoa de bem e pudesse fazer as escolhas certas para ter um futuro próspero sem prejudicar ninguém.

Agradeço meu esposo Cloude que esteve o tempo todo ao meu lado desde o andamento do curso até a realização deste trabalho, me apoiando sempre. Aos meus filhos Anelise e Caio, agradeço pela paciência e compreensão quanto à minha ausência durante o desenvolvimento deste trabalho, onde tive que muitas vezes nos privar de momentos agradáveis em família.

Não poderia deixar de agradecer à Professora Doutora e atual Coordenadora do curso de Engenharia Civil Fabiana Goia Rosa de Oliveira e o Professor Doutor e Orientador Marcelo Galeazzi Caxambu que não mediram esforços para que a apresentação deste trabalho e a conclusão deste curso fossem possíveis, a eles desejo que Deus os dê em dobro tudo que fizeram por mim.

RESUMO

PEREIRA, E. C..**Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição**. 2012. 48 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso de Tecnologia em Construção Civil - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2012.

O presente trabalho teve como objetivo o estudo sobre reciclagem de resíduos da construção civil e demolição e a realização de pesquisa de campo para levantamento sobre o método de reciclagem aplicado na usina existente no município de Campo Mourão; identificação dos diversos materiais pertencentes ao entulho de canteiros, demolições e reformas; verificação dos materiais recebidos pela indústria de reciclagem e sua destinação; levantamento dos produtos gerados através dos materiais reciclados e identificação dos pontos de deposições irregulares dos RCD's (Resíduos da Construção Civil e Demolição). A usina existente neste município realiza em seu cotidiano o recebimento de caçambas com os materiais já pré-determinados, separação e destinação correta desses materiais e esporadicamente, a britagem, que extrai a brita 1, produto atualmente utilizado em cascalhamento. A britagem não é feita constantemente devido: à falta da demanda do produto extraído, por parte de clientes; custo elevado para se manter esta atividade e retorno financeiro baixo. As áreas de deposições irregulares no perímetro urbano são muitas, as quais foram citadas apenas algumas como: passeios públicos e terrenos baldios. Esses resíduos são depositados sem nenhum critério e acabam sendo um atrativo para outros resíduos, dentre eles alguns contaminantes que contribuem para a proliferação de doenças, além de causar uma grande poluição visual, prejuízos sociais e degradação do meio ambiente.

Palavras-chave: Reciclagem. Resíduos da Construção Civil. Deposições irregulares. Usina de reciclagem. Impactos da reciclagem.

ABSTRACT

PEREIRA, E. C. Waste Recycling of Construction and demolition. 2012. 48 sheets. Completion of Completion of coursework in Civil Engineering Technology – Paraná federal University of Technology. Campo Mourao, 2012.

This work aimed to study the recycling of construction waste and demolition and conducting field research to survey on the recycling method applied at the recycling plant in Campo Mourão city, identification of various materials belonging to the dump beds, demolitions and renovations; verification of materials received by the recycling industry and its destination; survey of the products generated through the recycled materials and identification of areas of irregular deposition of RCD's. The existing plant in this municipality performs its daily receipt of buckets with materials already predetermined separation and proper disposal of these materials and sporadically, crushing, extracting the gravel first, a product currently used in graveling. The crushing is done consistently due to: lack of demand for the product extracted by customers; high cost to maintain this activity and low financial return. The irregular areas of deposition within the city limits are many, which were cited only a few such as public parks and vacant lots. These wastes are deposited with no criteria and end up being an attraction for other wastes, including some contaminants that contribute to the spread of disease, and cause a major visual pollution, negative social and environmental degradation.

Keywords: recycling. Construction waste. Irregular deposition. Recycling plant. Impacts of recycling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 -	Local destinado à segregação dos entulhos recebidos nas dependências da Usina de reciclagem Campusmorão, em Campo Mourão-PR.....	30
Figura 02 -	Separação manual do lixo nas dependências da Usina de Reciclagem Campusmorão, em Campo Mourão-PR	32
Figura 03 -	Separação manual do lixo nas dependências da Usina de Reciclagem Campusmorão, em Campo Mourão-PR	33
Figura 04 -	Esteira do Britador utilizado pela pedreira Campusmorão, localizada no Jardim Tropical	33
Figura 05 -	Esteira do Britador utilizado pela pedreira Campusmorão, localizada no Jardim Tropical	34
Figura 06 -	Resíduos da Construção Civil jogados no passeio na Av: Goioerê, Centro em Campo Mourão, Paraná.	36
Figura 07 -	Resíduos da Construção Civil jogados na Rua Rocha Pombo, Centro em Campo Mourão, Paraná.	37
Figura 08 -	Restos de construção depositados em passeio público, Rua: Vasílio Boiko, Jd Aeroporto, Campo Mourão, Paraná.	38
Figura 09 -	Resíduos da construção Civil jogados na Rua Mogno no Jd. Flora II em Campo Mourão, Paraná.	39
Figura 10 -	Resíduos da construção Civil jogados na rua Mogno no Jd flora II em Campo Mourão, Paraná.	40
Figura 11 -	Resíduos da Construção Civil jogados na Rua Jatobá, Jd. Flora II em Campo Mourão, Paraná.	40
Figura 12 -	Resíduos de construções utilizados para aterro de terreno no Jardim Araucária em Campo Mourão, Paraná.	41
Figura 13 -	Utilização de diversos tipos de resíduos para aterro, a exemplo das placas de isopor e pedaços de madeiras encontrados no Jardim Araucária em Campo Mourão, Paraná.	42
Figura 14 -	Resíduos da Construção Civil jogados na Rua Santa Cruz, Centro em Campo Mourão, Paraná.	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	08
2 OBJETIVO	10
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO – RCD'S.....	11
3.2 USINAS DE RECICLAGEM DE RCD'S.....	13
3.3 BENEFÍCIOS DA RECICLAGEM DE RCD'S	15
3.4 IMPACTOS DA RECICLAGEM DE RCD'S	16
3.5 DEPOSIÇÕES IRREGULARES DE RCD'S	17
3.5.1 Impactos decorrentes das deposições irregulares de RCD's	19
3.6 ASPECTOS LEGAIS DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	21
3.6.1 Aspectos legais no Município de Campo Mourão	26
4 ESTUDO DO CASO	28
4.1 COLETA DE DADOS	28
4.2 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO EM CAMPO MOURÃO	28
4.3 DEPOSIÇÕES IRREGULARES DE RCD'S EM CAMPO MOURÃO.....	35
4.4 SUGESTÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA RECICLAGEM DOS RCD'S NO MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO.....	44
4.5 USINA DE RECICLAGEM DE SÃO CARLOS - SP.....	45
4.5.1 Atividades desenvolvidas e resíduos reciclados	45
4.5.2 Aplicações para os resíduos reciclados e seus resultados	46
5 CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

O Brasil está atravessando uma fase de recuperação no setor da Construção Civil. É sabido que nas décadas de 80 e 90 esse segmento ficou estagnado, o que gerou um déficit muito grande de edificações de toda espécie (prédios, aeroportos, indústrias, residências, etc.). A partir do ano 2000 o país começou a ganhar novas construções, isso em razão da estabilidade econômica alcançada pelo Governo, crescimento populacional e processo acelerado de urbanização.

O grande crescimento de moradias e construções pode ser visto como algo benéfico para todos, entretanto, esta atividade traz incutida em si, a grande geração de resíduos e sua má disposição no perímetro urbano, o que concorre para gerar diversos problemas ambientais, tais como o desenvolvimento de vetores de doenças, a contaminação do solo e, eventualmente, do lençol freático. Tal deposição tem sido facilitada por problemas referentes à falta de fiscalização dos órgãos públicos competentes, lacunas legais e falta de educação da população.

Nas últimas duas décadas a problemática dos resíduos de construção e demolição (RCD), conhecidos popularmente como entulho, vem recebendo uma maior atenção devido à grande quantidade que é produzida e sua destinação final. A solução mais adequada para minimizar esta problemática é a reciclagem, que vem se consolidando como uma prática importante para a sustentabilidade, que contribuem para a preservação das reservas naturais de matéria-prima, que é de suma importância para o setor da construção civil, pois este se destaca como um grande consumidor de recursos naturais (SANTOS, 2007).

Além de extrair recursos naturais, a produção de materiais de construção também gera poluição: poeira, CO₂ (gás importante no efeito estufa). A reciclagem pode reduzir a poluição, se feita de maneira adequada. Podendo nos trazer resultados muito satisfatórios, como vantagens econômicas, sociais, e ambientais, mas assim como qualquer atividade humana, também pode causar impactos ao meio ambiente, se não forem gerenciadas adequadamente.

A reciclagem, se realizada de maneira adequada, pode nos trazer resultados muito satisfatórios, como vantagens econômicas, sociais, e ambientais. Mas assim como qualquer atividade humana, também pode causar impactos ao meio ambiente, se não forem gerenciadas adequadamente. No Brasil, o processo de reciclagem e reaproveitamento dos resíduos sólidos da construção civil vem se ampliando lentamente, exceto a intensa reciclagem praticada pelas indústrias de aço e cimento. Entretanto, em algumas cidades brasileiras já são tomadas providências necessárias para diminuir o impacto ambiental e econômico causado pelo despejo irregular de resíduos (HAYASHI, 2000).

2 OBJETIVO

O objetivo geral deste estudo é levantar os métodos aplicados para reciclagem de resíduos da Construção Civil e Demolição – RCD no município de Campo Mourão - Paraná. Como objetivos específicos, elencam-se:

- Identificar os diversos materiais constituintes do entulho de canteiros, demolições e reformas;
- Verificar quais materiais são recebidos pela indústria de reciclagem e qual a sua destinação;
- Identificar alguns dos produtos gerados da reciclagem de resíduos da construção civil e suas utilizações nos diversos setores dessa cadeia.
- Identificar alguns dos pontos de deposições irregulares dos RCD's (Resíduos da Construção Civil e Demolição) em nos loteamentos criados nos últimos anos no município de Campo Mourão: Jardins Flora I, Flora II, Shangrilá, Araucária e perímetro central da cidade onde existem várias construções e reformas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO – RCD

Atualmente, no Brasil, a geração de RCD's tem sido muito expressiva. Entre as causas deste cenário nacional está o uso de técnicas inadequadas de manuseio dos materiais e da própria execução das obras, as quais resultam em perdas no canteiro de obras, e conseqüente geração de resíduos. Além das técnicas inadequadas, ocorre a falta de planejamento entre as fases de projeto e execução. A definição e detalhamento insuficiente de projetos de arquitetura, estruturas, formas, instalações, entre outros, aumentam a probabilidade de alterações durante a execução, gerando retrabalho (JOHN, 2000).

A Resolução do CONAMA de número 307 (Brasil, 2002) define RCD como resíduos “provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha”. Esses resíduos podem ser classificados de acordo com a sua possibilidade de reaproveitamento:

- a)** Classe A – resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como solos de terraplanagem, tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, argamassa, concreto, tubos, meios-fios, etc.;
- b)** Classe B – resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras etc.;
- c)** Classe C – resíduos ainda sem tecnologia ou aplicações economicamente viáveis para a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso.
- d)** Classe D – resíduos perigosos, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados.

John (2000, pg. 28) define resíduos de construção como constituintes de uma ampla variedade de produtos, que podem ser classificados em:

- Solos;

- Materiais cerâmicos: rochas naturais, concreto, argamassas a base de cimento e cal, resíduos de cerâmica vermelha como: tijolos e telhas; cerâmica branca, especialmente a de revestimento, cimento-amianto, gesso-pasta, placa e vidro;
- Materiais metálicos como: aço para concretos armados, latão, chapas de aço galvanizado;
- Materiais orgânicos como madeira natural ou industrializada, plásticos diversos, materiais betuminosos, tintas, adesivos, papel de limpeza de terrenos.

Janssen (2001) postula que os RCD's podem ser divididos nos seguintes tipos de resíduos:

- a) Imediatamente reutilizáveis, se em boa condição, como madeira e aço;
- b) Reutilização após transformação, escombros (alvenaria);
- c) Combustão, como papel e madeira;
- d) Produção de novos materiais após transformação, tais como, metais, madeira para pirolise, vidros, plásticos;
- e) Materiais inservíveis, que são materiais contaminados (resíduos químicos) e materiais não reutilizáveis como o gesso e RCD's misturados.

Devido à caracterização dos resíduos da construção, o reaproveitamento e a reciclagem desses resíduos tem como objetivo reduzir os impactos ambientais causados por este tipo de resíduos.

De acordo com Vaz (2001, p.07), o entulho serve para substituir materiais normalmente extraídos de jazidas ou pode se transformar em matéria-prima para componentes de construções de qualidade similares aos materiais tradicionais, mas com um custo mais acessível podendo competir no mercado.

No entanto, para atingir a reciclagem massiva, torna-se obrigatório o desenvolvimento de novos mercados e melhorias de Usinas capazes de tornar esses resíduos em uma matéria prima de qualidade adequada (ULSEN, 2006).

3.2 USINAS DE RECICLAGEM DE RCD'S

A reciclagem pode transformar as montanhas desordenadas de resíduos da construção em matérias-primas, as quais poderão ser utilizadas em obras de edificações e obras de pavimentação, entre outros. As usinas de reciclagem surgem como uma ferramenta de gerenciamento para amenizar os diversos impactos ambientais negativos associados à disposição final dos RCD's.

Uma usina básica de reciclagem de resíduos de construção e demolição deve ser constituída por: alimentador vibratório, britadores, transportadores de correias e peneira classificatória (os quais devem ser dimensionados ao volume a ser processado), equipamentos necessários no espalhamento e carregamento do resíduo, como pá carregadeira ou retroescavadeira, e, caso seja necessário, equipamento para lavagem dos agregados reciclados (BRITO FILHO, 1999).

A seguir são listadas estas operações e detalhados os equipamentos existentes segundo Fabrica de Aço Paulista (1985), *apud* Jadovski (2005).

a) alimentação primaria: a alimentação dos britadores primários pode ser manual ou mecânica, a manual é usada somente em pequenas instalações;

b) britagem primaria: o britador primário é escolhido em função da capacidade e tamanho da boca de entrada e das características do material, empregando-se britadores de mandíbulas, giratórios ou de impacto.

c) pilha intermediaria: normalmente chamada de pilha pulmão, tem como objetivo regularizar o fluxo de linha de rebritagem e evitar parada completa da instalação por eventuais falhas na britagem primaria;

d) classificação intermediaria: a peneira intermediaria é empregada principalmente em instalações pequenas e médias, já as grelhas vibratórias são recomendadas em instalações médias e grandes;

e) rebritagem: é realizada em vários estágios em função da granulometria do produto desejado;

f) peneiras classificadoras: os tipos mais empregados são as vibratórias inclinadas, vindo a seguir as vibratórias horizontais e por ultimo as rotativas;

g) correias transportadoras: são elementos de ligação e transporte;

h) estocagem: pode ser utilizada a estocagem em silos, em pilhas ou mista. A estocagem em silos é empregada em pequenas instalações e a estocagem em pilhas é utilizada em médias e grandes instalações, permitindo estocar grande quantidade de material com pequeno investimento.

Vale ressaltar que algumas variáveis técnicas devem ser consideradas no planejamento da instalação de uma usina de reciclagem de RCD's. Neste sentido, Wilburn e Goonan (1998) destacam as seguintes:

- a) local de instalação da unidade recicladora, devendo ser o mais próximo possível das fontes geradoras e dos locais de uso e o mais distante de áreas residenciais e centrais, para não sobrecarregar o trafego circunvizinho;
- b) custos de transporte entre: o local de geração e a usina, o local de consumo e a usina;
- c) quantidade e qualidade dos RCD's possível de ser reciclado e a aplicação que se pretende para o mesmo;
- d) projeto, lay-out e eficiência da unidade recicladora;
- e) Mão de obra especializada necessária;
- f) custos de equipamentos e despesas gerais.

Ainda de acordo com Wilburn e Goonan (1998) as usinas de reciclagem necessitam também de medidas de redução de poeira e ruído. Com a finalidade de minimizar ou eliminar os impactos ambientais. Lima (1999) cita as seguintes medidas compensatórias:

- a) plantio de cerca viva no entorno da usina, ajudando a conter a poeira e o ruído e melhorando a imagem do local;
- b) cobrimento do piso da usina com material reciclado, que quando compactado ajuda a diminuir o pó gerado pelo trafego dos veículos;
- c) revestimento do britador com manta anti-acustica e dos locais de impacto com manta de borracha para reduzir a emissão de ruído;
- d) redução das alturas de descarga dos materiais nos pontos de transferência;
- e) instalação de aspersões de água nos pontos de entrada e saída de materiais para reduzir a emissão de pó.

Assim, as usinas de reciclagem de RCD's quando bem planejadas, possibilitam a redução dos impactos proveniente da atividade da construção civil, uma vez que reduzem as áreas impactadas pela disposição dos resíduos e com a produção de agregados também se diminui a extração de recursos

naturais. Bidone (2001) apresenta algumas das aplicações para o resíduo reciclado:

- **Material para base e sub-base de ruas, avenidas e estradas:** produto gerado a partir de entulho que contenha materiais como concreto, blocos de concreto, cerâmica, tijolos cerâmicos e argamassa e materiais finos, como areia e argila.
- **Agregados para a construção:** o tipo de britador empregado permite selecionar o material reciclado, garantindo que as partículas maiores tenham resistência elevada, podendo ser utilizadas em cascalhamento, concreto e construção em geral.
- **Blocos de concreto e material para argamassa:** é possível utilizar os finos gerados na britagem, após peneiramento, para fabricação de blocos ou argamassa.

3.3 BENEFÍCIOS DA RECICLAGEM DE RCD'S

A reciclagem de RCD vem como uma forma de depreciar a ação nociva dos resíduos no ambiente urbano, gerando novos produtos comercializáveis como: areia, pedrisco, brita, argamassas, concretos, blocos de construção, etc. Os benefícios potenciais da reciclagem são:

1. Redução no consumo de recursos naturais não renováveis, quando substituídos por resíduos reciclados (JOHN, 2000).
2. Redução de áreas necessárias para aterro uma vez que os resíduos são utilizados novamente como bens de consumo. Destaca-se a necessidade da reciclagem dos resíduos de construção e demolição, pois eles representam mais de 50% da massa dos resíduos sólidos urbanos (PINTO, 1999).
3. Redução do consumo de energia durante o processo de produção. Destaca-se a indústria do cimento, que usa resíduos de bom poder calorífico para a obtenção de sua matéria-prima (co-incineração) ou utilizando a escória de alto-forno, resíduo industrial com composição semelhante ao cimento (JOHN, 2000).

4. Redução da poluição; por exemplo, para a indústria de cimento, que reduz a emissão de gás carbônico utilizando escória de alto forno em substituição ao cimento portland (JOHN, 2000)
5. Geração de emprego e renda (JOHN, 2000).

3.4 IMPACTOS DA RECICLAGEM DE RCD

Segundo a resolução nº 001 do CONAMA (Conselho nacional do meio Ambiente), de 23 de Setembro de 1986 a expressão impacto ambiental é definida como: Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota (conjunto de seres vivos, flora e fauna, que habitam ou habitavam um determinado ambiente geológico); as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais.

Como qualquer outra atividade industrial, a reciclagem pode gerar resíduos, além do uso de energia e matéria prima complementar, em alguns casos, para a modificação físico-química do produto, podendo significar risco ambiental, técnico, financeiro e de saúde dos trabalhadores e dos usuários (JOHN, 2000).

Dois exemplos brasileiros podem ilustrar este problema:

- A reciclagem de fosfogesso (sulfato de cálcio proveniente da fabricação de fertilizantes) em painéis divisórias para a construção civil, após curto período de uso os painéis apresentam intenso desenvolvimento de fungos, gerando problemas de saúde para os usuários e financeiros para os fabricantes.

- Recentemente foi destaque na mídia a contaminação de frangos alemães por uma cal hidratada brasileira que foi utilizada na produção de polpa cítrica exportada como alimento de animais. A cal hidratada era resíduo industrial e continha dioxina. Esta cal foi utilizada por muitos anos em atividades de construção civil no mercado Paulista (JOHN, 2000).

Todo processo de reciclagem necessita de energia para transformar o produto ou trata-lo para que possa ser ingressado novamente na cadeia produtiva. A quantidade desta energia dependerá da utilização proposta para o resíduo, e estará diretamente relacionada aos processos de transformações utilizados.

Além da energia, muitas vezes são necessárias o uso de matérias-primas para modificá-los física e/ou quimicamente. Conseqüentemente as quantidades de energia e materiais necessários ao processo de reciclagem pode representar um grande impacto ambiental. Portanto, é imprescindível que a escolha do método de reciclagem dos resíduos de RCD seja criteriosa no intuito de ponderar o consumo de energia e matéria-prima. (JOHN, 2000).

3.5 DEPOSIÇÕES IRREGULARES DE RCD

Com a urbanização acelerada, o rápido adensamento das cidades brasileiras e o incremento das atividades do setor da construção, a geração dos Resíduos de Construção e Demolição. – RCD alcançou volumes alarmantes, gerando diversos problemas, isso devido à prática de deposição desses resíduos em áreas imprópria, ilegal ou clandestina, dentre outras. Apesar de ilegal esta é, caracterizadamente, uma prática muito frequente nos dias atuais.

Os pontos de deposições irregulares, geralmente em grande número, resultam na maioria das vezes do descarte de resíduos oriundos de pequenas obras ou reformas, frequentemente por processos de autoconstrução, realizadas por uma parte da população urbana de menor renda. Essas obras geralmente são construções informais, ilegais ou isentas de pedido de licenciamento, que representam pouco volume de serviços e que geram isoladamente pequena quantidade de RCD. Porém, por serem frequentes e em grande número, acabam contribuindo com uma parcela significativa dos RCD gerados.

O transporte do entulho para tais áreas é normalmente feito pelo seu proprietário ou pelos carroceiros, os chamados “formiguinhas”, os quais, por

fatores geralmente relacionados às distâncias e aos custos com o transporte dos resíduos para as áreas de disposição legal, terminam por descartá-los em locais impróprios. Esses problemas são comuns, principalmente em bairros periféricos de menor renda, onde o número de áreas livres é maior (SCHNEIDER, 2003).

A Resolução Nº 307 do CONAMA estabelece as formas de destinação para cada classe de RCD, sendo que os resíduos de Classe A devem ser reutilizados ou reciclados em forma de agregados ou encaminhados às áreas de aterro de resíduos da construção civil; os de Classe B devem ser reutilizados, reciclados ou enviados às áreas de armazenamento temporário e os das Classes C e D devem ser armazenados, transportados e destinados conforme as normas técnicas específicas.

O grande problema é que, na maioria dos municípios brasileiros, a Resolução Nº 307 do CONAMA não está sendo colocada em prática, fato que é auxiliado pela falta de fiscalização e de punições para este ato, o qual gera os principais impactos causados pelos RCD.

3.5.1 Impactos decorrentes das deposições irregulares de RCD's

Os resíduos depositados irregularmente causam inúmeros os impactos em diversas áreas como: ambientais, sociais, sanitários, visuais e econômicos.

As caracterizações dos principais impactos são:

- **Comprometimento do tráfego de pedestre e veículos:** decorrentes de pequenos volumes de RCD encontrados ao longo de vias e logradouros públicos; caçambas que são encontradas em locais inadequados, sem pintura refletida ou apagadas com quantidades excessiva de resíduos, presença de matéria orgânica ou resíduos perigosos, objetos cortantes ou pontiagudos entre outros, onde deveriam facilitar a coleta e transporte e impedir a dispersão dos resíduos no ambiente (ARAUJO e GUNTHER, 2007).
- **Atração de outros tipos de resíduos:** Com a disposição irregular dos RCD, é comum a presença de outros tipos de resíduos como resíduo sólido urbano e resíduos industriais, segundo dados do CEMPRE (2004) esta deposição irregular ocorre por incentivo do diferencial de preços para o descarte. Sendo ainda que a presença de outros tipos de resíduos em áreas destinadas aos RCD's acelera a deterioração das condições ambientais locais (PINTO, 2001).
- **Poluição atmosférica:** Ocorre devido à movimentação de veículos de cargas ou não nas áreas de disposição de RCD's e o amontoamento dos resíduos por máquinas carregadeiras, que trafegam sobre os mesmos, fragmentam os RCD's, transformando-os em material particulado (BELINE, 2006).
- **Poluição visual:** O desarranjo nas áreas de deposição de RCD's e a variedade dos tipos de resíduos depositados nesses locais provocam desconforto tanto para a população que reside em áreas circunvizinhas como para quem trafega nas proximidades, gerando assim a desvalorização das propriedades e atrasando o crescimento do local (MANFRINATO et. al., 2008).
- **Degradação do sistema natural:** Esse impacto ocorre quando os RCD's são depositados em áreas de preservação ambiental, como nas margens de corpos d'água e em áreas de vegetação ciliar. Devido ao grande volume desse resíduo e disposição desordenada resulta em soterramento da vegetação, alteração da qualidade do solo em função da segregação dos resíduos e eventual presença de materiais químicos, como restos de tintas (PINTO, 2001).

- **Prejuízos sociais e desvalorização das áreas de entorno:** A deposição irregular de RCD's gera um custo social bem elevado, pois as administrações públicas desembolsam recursos significativos para recolher os resíduos e atenuar os impactos gerados. Pedroso *et. al* (2007) destacam que com o aumento populacional dos centros urbanos, a geração de RCD's tornou-se um grave problema devido a demanda de área para sua deposição, desvalorização do seu entorno, além de outros impactos ao meio ambiente.
- **Multiplicações de vetores e doença:** A presença dos RCD's e outros resíduos criam um ambiente propício para a proliferação de vetores prejudiciais as condições de saneamento e a saúde humana, pois em locais de disposições irregulares é comum a presença de roedores, insetos peçonhentos (aranhas e escorpiões) e insetos transmissores de endemias perigosas (PINTO, 1999).
- **Danos ao patrimônio público:** Este está vinculado principalmente aos danos causados pela infraestrutura urbana, pois o trânsito de caminhões e outros veículos transportadores que fazem uso dos pontos de deposição destroem as guias, quebram as tampas das bocas - de - lobo e degradam a vegetação (BELINE, 2006).
- **Comprometimento da drenagem urbana:** As disposições irregulares de RCD's contribuem também para o entupimento de bueiros independente da quantidade, vão se acumulando nas galerias subterrâneas para onde escoam a água da chuva, reduz sua vazão e causa inundações. Os impactos em relação à drenagem urbana ocorrem desde a drenagem superficial até a obstrução de córregos, o qual é um dos componentes mais importantes do sistema de drenagem (CEMPRE, 2004).
- **Assoreamento dos córregos:** Os impactos causados pelos RCD's têm gerado problemas gravíssimos a gestão urbana, de onde se pode destacar, dentre outros, o assoreamento de rios e vales (ROCHA, 2006). Assim, relaciona-se a deposição irregular do RCD's na malha urbana, com enchentes, causadas entre outros motivos, por assoreamento dos córregos.
- **Poluição sonora:** A poluição sonora é decorrente principalmente da movimentação de caminhões e de máquinas compressoras, comumente encontradas em áreas de deposição de RCD's. O referido impacto é tanto mais significativo quanto maior for o movimento de cargas e o volume de RCD's manejado (MANFRINATO *et. al.*, 2008).

3.6 ASPECTOS LEGAIS DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Normas e especificações técnicas são documentos técnicos que fixam padrões reguladores visando a garantir a qualidade do produto, a racionalização da produção e sua uniformidade. A gestão ambiental brasileira não prevê uma política federal para o setor dos resíduos sólidos. Não há uma abordagem geral e estruturada relativa à questão dos resíduos sólidos, apenas normas pontuais diferentemente do tratamento dado às questões ligadas à poluição das águas e do ar (Blumenschein, 2007).

A partir de 2002 é notável a produção de políticas públicas, normas e especificações técnicas voltadas ao equacionamento dos problemas provocados pelos resíduos da construção civil. A política pública é entendida como um conjunto de diretrizes voltadas para o enfrentamento dos problemas provocados pelos RCD, consolidadas na forma de Lei.

A classificação específica para os resíduos de construção e demolição no Brasil foi definida, primeiramente, pela NBR 10.004, publicada em 1987 (1ª edição), hoje substituída pela NBR 10.004 / 2004 que definem resíduos como: Resíduo no estado sólido ou semissólido que resultam de atividades de origens: industriais domésticas, hospitalares, comerciais, agrícolas, de serviços e de varrição.

Ficam incluídos, na definição acima, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos, instalações de controle de poluição, bem como determinados líquido cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpo d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face de melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004). A classificação se dá como:

a) Classe I – perigosos e b) Classe II – não perigosos, sendo a Classe II subdividida em outras duas Classes, II A – não inertes e II B – inertes.

Em 2002 foi homologada uma resolução, de âmbito nacional, que trata de maneira específica os resíduos de construção e demolição, que é a Resolução nº. 307 de 05 de julho de 2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que definem resíduos como: todo material proveniente de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e

os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha. Também estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos de construção e demolição, para que sejam disciplinadas as ações necessárias, de forma a minimizar os impactos ambientais estabelecendo prazos para o enquadramento de municípios e geradores de RCD que prevê:

a) O Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil será elaborado, implementado e coordenado pelos municípios e pelo Distrito Federal, e deverá estabelecer diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local.

b) Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil serão elaborados e implementados pelos geradores não enquadrados no artigo anterior e terão como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos.

c) O Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, de empreendimentos e atividades não enquadrados na legislação como objeto de licenciamento ambiental, deverá ser apresentado juntamente com o projeto do empreendimento para análise pelo órgão competente do poder público municipal, em conformidade com o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

d) O Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de atividades e empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental deverá ser analisado dentro do processo de licenciamento, junto ao órgão ambiental competente.

e) Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverão contemplar as seguintes etapas: caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos; triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas no art. 3º desta Resolução; acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem; transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas

vigentes para o transporte de resíduos; destinação: deverá ser prevista de acordo com estabelecido nesta Resolução (Brasil, 2002)

Ainda:

- a) Ficou estabelecido o prazo máximo até janeiro de 2004 para que os municípios e o Distrito Federal elaborem seus Planos Integrados de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil, contemplando os Programas Municipais de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil oriundos de geradores de pequenos volumes, e o prazo máximo de dezoito meses para sua implementação.
- b) Ficou estabelecido o prazo máximo de janeiro de 2005 para que os geradores incluam os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil nos projetos de obras a serem submetidos à aprovação ou ao licenciamento dos órgãos competentes.
- c) Ficou estabelecido o prazo até junho de 2004 que os Municípios e o Distrito Federal deverão cessar a disposição de resíduos de construção civil em aterros de resíduos domiciliares e em áreas de "bota fora". (Brasil, 2002).

Também a resolução CONAMA nº 237/97 em seu art. 1º define Licenciamento Ambiental como sendo um procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.

A lei nº 6938/81, denominada de Política Nacional do Meio Ambiente, tem como objetividade a busca a preservação, melhora e recuperação do meio ambiente nacional, tendo instituído, para tanto, o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), que representa o conjunto de órgãos, entidades e normas de todos os entes federativos União, estados, distrito federal e municípios, responsáveis pela gestão ambientais, assim como princípios e conceitos fundamentais para a proteção ambiental, estabelecendo ainda objetivos e instrumentos até então inexistentes na legislação pátria.

Antes da promulgação da lei 9.605 de 98 que trata sobre o meio ambiente, a matéria era regida pela lei 6.938/81, a qual dava interpretações dúbias sobre vários artigos, sempre favorecendo o infrator.

Com a aprovação da nova lei de crimes ambientais (lei federal 9.605/98), a qual dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente com punições mais severas, tanto na esfera administrativa, como na criminal, isso porque o decreto 3.179/99 deixava lapsos fáceis de serem burlados por exímios conhecedores da lei, o qual após ser substituído pelo decreto 6.514/08, que aumentou o valor das multas ambientais, bem como penalizando ainda mais o infrator/criminoso pelas ações lesivas ao meio ambiente.

Assim, ao poluidor, nos termos da Constituição, aplicam-se medidas de caráter reparatório e punitivo, estabelecendo o art. 60 da referida lei: "é crime construir, reformar, ampliar, instalar ou fazer funcionar, em qualquer parte do território nacional, estabelecimentos, obras ou serviços potencialmente poluidores, sem licença ou autorização dos órgãos ambientais competentes, ou contrariando as normas legais e regulamentos pertinentes". Logo as atividades sujeitas ao licenciamento ambiental que estiverem em desacordo com este artigo estarão constituindo crime ambiental.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) editou, em 2004, uma série de normas relativas aos resíduos da construção civil. O conteúdo referente a estas normas vem de encontro à atual filosofia do setor da construção civil e, também, às diretrizes propostas pela Resolução CONAMA Nº 307/02. De maneira geral, estas normas tratam da disposição dos RCD em áreas de transbordo, aterros, áreas de reciclagem e o seu uso como agregados reciclados na construção civil.

As normas referidas acima são:

- NBR 15.112/2004 – Resíduos da Construção Civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação (ABNT, 2004a);
- NBR 15.113/2004 – Resíduos Sólidos da Construção Civil e Resíduos Inertes - Aterros – Diretrizes para projetos, implantação e operação (ABNT, 2004b);
- NBR 15.114/2004 – Resíduos Sólidos da Construção Civil – Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação (ABNT, 2004c);

- NBR 15.115/2004 – Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos (ABNT, 2004d) e;
- NBR 15.116/2004 – Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos (ABNT, 2004e).

3.6.1 Aspectos Legais no município de Campo Mourão.

A gestão de RCD's no município de Campo Mourão, no que se refere aos aspectos legais, é regida pela Lei Nº 1289 de 9 de maio de 2000, a qual instituiu o Cadastro Municipal de Transportadores de Entulho – CAMTE e pela Lei Complementar No 014, de 21 de novembro de 2006, que revogou as Leis Nº 05/2007 e Nº 011/2005 e instituiu em Campo Mourão o Novo Código Municipal de Limpeza Urbana.

A Lei Nº 1.289 de 9 de maio de 2000, que instituiu o Cadastro Municipal de Transportadores de Entulho – CAMTE, em seu artigo 2º estabeleceu a obrigatoriedade do cadastramento dos transportadores de entulho em atividade no município junto a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente após a vistoria dos veículos a serem utilizados no exercício da atividade e documentação exigida no regulamento desta lei.

O parágrafo único estabelece que tanto as pessoas físicas como as jurídicas, podem efetuar o transporte de entulhos próprios, independentemente do cadastro como transportador.

O artigo 3º estabelece ainda que, deferido o cadastramento, será fornecido ao transportador o número de seu registro no CAMTE, que deverá ser colocado na parte traseira e nas laterais dos veículos, em tamanho que possibilite sua visualização a uma distância de, no mínimo, vinte metros.

A referida lei também institui em seu artigo 4º que o despejo de entulho somente será permitido em locais apropriados, previamente autorizados pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, conforme previsto na lei complementar nº 005/97.

Os locais para depósito de entulho deverão, obrigatoriamente, ser cercados e contar com estrutura para fiscalização e controle dos materiais a serem recebidos.

No artigo 6º fica estabelecido que ao contratante dos serviços de transportadores de entulho que não possuam registro no CAMTE aplicar-se-á multa no valor de 50 (cinquenta) Unidades Fiscais de Referência - UFIR's, hoje aproximadamente R\$ 113,76.

Quanto ao Novo Código de Limpeza Urbana, este faz menção apenas às formas de acondicionamento e transporte de RCD's. O código estabelece que contêineres temporários tenham como finalidade, o depósito de entulhos, sem vínculo com o serviço público de coleta de lixo.

O referido Código instituiu ainda que, na impossibilidade de sua localização dentro do imóvel particular, os contêineres poderão ocupar área de asfalto, margeando o meio-fio, devidamente sinalizado com tinta refletiva e de forma a se tornar bem visível. Neste caso, os entulhos terão remoção rápida, dos contêineres, e estes serão retirados logo após a conclusão do serviço, ficando os infratores sujeitos a penalidades.

O artigo 57 do Novo Código determina que os veículos transportadores de material a granel, assim considerados: terra, resíduos de aterro, entulhos de construções ou demolições, areia, barro, cascalho, brita, escoria, serragem e similares, deverão ser dotados de cobertura e sistema de proteção que impeçam o derramamento dos resíduos nas vias públicas urbanas.

Fica evidenciado que Código de Limpeza Urbana do Município contempla apenas questões referentes à localização dos contêineres/caçambas no perímetro urbano e ao tipo de transporte a ser utilizado para o transporte desse material, não estabelecendo nenhuma diretriz quanto à geração, tratamento e disposição final dos resíduos. É válido destacar o agravante de que o Novo Código de Limpeza Urbana do Município é posterior a Resolução CONAMA 307/02.

4 ESTUDO DO CASO

4.1 COLETA DE DADOS

Para a identificação dos diversos materiais pertencentes ao entulho de canteiros, demolições e reformas foi conduzido estudo de campo, onde foram vistoriados diversos tipos de obras atualmente em andamento no município de Campo Mourão.

O levantamento dos métodos aplicados na reciclagem de resíduos da construção civil, materiais recebidos e produtos gerados através dos materiais reciclados no município de Campo Mourão se deram através de visita *in loco* na Usina de Reciclagem denominada aqui de empresa A atuante neste município.

Para a identificação de deposição irregular dos RCD's (Resíduos da construção civil e demolição) em vias e logradouros públicos da área urbana do município e seus impactos, foi utilizado um veículo para percorrer a área central e alguns bairros do município, onde se pode fotografar e identificar alguns pontos existentes.

4.2 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO EM CAMPO MOURÃO

Os RCD's produzidos no município de Campo Mourão poderiam ser melhor reaproveitados, seja através da reciclagem, ou através da segregação do material para que esse possa ser usado de outra forma dentro da própria construção, como o praticado por John (2000), sobre a reutilização dentro das próprias obras.

Contudo, nota-se que as resoluções do CONAMA não vêm sendo atendidas, o que está gerando um grande acúmulo de resíduos de toda espécie, que poderiam ser reaproveitados direta ou indiretamente.

Outro aspecto de grande relevância é a falta de políticas públicas incentivando a instalação de pequenas usinas para a destinação desses produtos. Neste sentido, Ulsen, (2006, p.21), postula que a reciclagem maciça traz a preservação ambiental, já que diminui a extração nas jazidas, e ainda cria um novo mercado para esse segmento.

Durante o levantamento de campo elaborado neste município, para os diversos materiais encontrados nas construções, reformas e demolições, foram identificados os seguintes resíduos:

- Resíduos de blocos de concreto;
- Resíduos de concreto;
- Argamassas de cimento ou mistas, de assentamento ou revestimento;
- Componentes de concreto: blocos, tubos de concreto, bloquetes e lajotas;
- Resíduos de pedra britada e de areia natural;
- Blocos cerâmicos;
- Pisos cerâmicos;
- Ferragens;
- Pedaçoes de madeiras;
- Tijolos;
- Caixas de Papelão;
- Plásticos;
- Gessos;

Em Campo Mourão a empresa A, pode receber todas as caçambas recolhidas no município que contém os materiais citados acima, numa média 120 ton./dia, sendo que as mesmas são depositadas em local destinado à segregação (Figura 01). Antes do despejo do material, se faz uma varredura para verificar se há entre os entulhos, materiais que não poderão ser recebidos em razão da empresa não como destiná-los para reaproveitamento. Na existência de algum material que não possa ser recebido, a caçamba é devolvida a quem trouxe. Segue abaixo, a lista de alguns materiais que não são recebidos pela empresa:

- Lixo doméstico, industrial e hospitalar;
- Lama de auto-posto e lava-jato, estopa contaminada com graxa, óleo lubrificante e combustível.
- Embalagens contendo combustíveis solventes, ácidos, tintas, óleos, produtos químicos;
- Embalagens de agrotóxicos e venenos;
- Pneus;
- Lâmpadas fluorescentes;
- Pilhas e baterias;
- Aparelhos eletrônicos;
- Animais mortos, etc.



Figura 01: Local destinado à segregação dos entulhos recebidos nas dependências da Usina de reciclagem A, em Campo Mourão-PR

A separação dos materiais é feita manualmente (figura 02), após o despejo da caçamba, os operários começam a seleção sendo que:

- Tijolos, telhas, concretos e argamassas são separados para reciclagem, exceto os que chegam inteiros (tijolos e telhas), esses são limpos e separados para venda;
- Ferragens (ferro, aço e alumínio) quando possíveis são reutilizados pela própria empresa e o que não é reaproveitado é vendido para sucata;
- Fios elétricos, arames, cabo de aço, telas, alambrados, etc., estes são totalmente vendidos para sucata;
- Cerâmica, azulejo, louça (vaso sanitário, pia), vão para reciclagem;
- Madeiras, compensados e laminados, são separados e cortados (Figura 2) e destinados à venda para indústrias que utilizam caldeiras;
- Terra e material de escavação são reutilizados na própria empresa;
- Areia, pedra, mármore e granito vão para o aterro (localizado nas dependências da empresa);
- Vidros (janelas, vidro temperado, garrafas), são apenas armazenados;
- Plásticos (tubos de PVC, forros, mangueiras), são separados e vendidos;
- Embalagens vazias de cimento, argamassa, cal e etc., são separadas e vendidas;
- Papel, papelão e jornal são vendidos;
- Peças de fibra de vidro e nylon (banheira, piscina), são armazenadas;
- Manta asfáltica, manta de lã de vidro, lonas, revestimentos são armazenados;
- Ferramentas usadas (rolo, pincel, trincha), separam-se o que pode ser reaproveitado na própria empresa e o restante é armazenado;



Figura 02: Separação manual do lixo nas dependências da Usina de Reciclagem A, em Campo Mourão-PR.

O método utilizado para reciclagem dos RCD's na empresa A é a britagem, realizada em britador (figuras 03, 04 e 05) que antes era utilizado para britar as pedras retiradas da pedreira da própria empresa. Os resíduos são depositados no alimentador (Figura 03), onde serão triturados em uma única granulometria, passando pela esteira (Figuras 04) e segue para a deposição final (figura 05).



**Figura 03: Alimentador e Britador utilizado pela empresa A, localizada em Campo Mourão
- Pr**



**Figura 04: Esteira do Britador utilizado pela empresa A, localizada em Campo Mourão -
Pr**



Figura 05: Esteira do Britador utilizado pela empresa A, localizada em Campo Mourão - Pr

O produto extraído da reciclagem é a brita 01, atualmente utilizada em cascalhamento. Segundo informações obtidas na empresa, o processo de britagem somente é feito quando há demanda do produto, ou seja, quando há pedido, devido ao alto custo para a empresa não é conveniente fazer a estocagem. Durante visita realizada na empresa, constatou-se que o britador não está sendo utilizado com frequência, estando em estado de abandono, e que indagado funcionários da pedreira, esses informaram que é pela falta de procura por esses tipos de materiais.

Pode-se verificar que a usina ainda faz uso de equipamentos obsoletos, não conseguindo um bom aproveitamento na reciclagem dos resíduos, por não possuir a peneira classificatória, que segundo Brito Filho (1999), para uma usina básica de reciclagem de RCD's devem ser no mínimo os seguintes equipamentos: Alimentador vibratório, britadores, transportadores de correias e peneira classificatória, pois esta determina a granulometria e

consequentemente o tipo de produto a ser extraído podendo obter mais variedades, tais como: areia, brita, pedrisco e bica corrida, para melhor uso nas construções.

Os produtos citados acima, se fossem extraídos constantemente, poderiam ser comercializados para utilização em base e sub-base na pavimentação de ruas, avenidas e estradas; servindo também como agregados para construções em geral; blocos de concreto para vedação; material para argamassas e concreto não estrutural. Também poderiam ser utilizados como matéria-prima nos produtos produzidos pela própria empresa, pois de acordo com Vaz (2001), tais materiais têm a qualidade similar à dos materiais tradicionais.

4.3 DEPOSIÇÕES IRREGULARES DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO

Durante a realização da pesquisa de campo, pode-se observar que no perímetro urbano do município de Campo Mourão, como outros municípios, existem diversos terrenos e passeios públicos que estão sendo utilizados como depósitos irregulares para os RCD's, provocando assim uma grande poluição visual, comprometimento de tráfego de pedestres e prejuízos sociais, (Figuras 06, 07 e 08) estes inconvenientes ocorrem tanto no centro da cidade como nos bairros e independe da proporção da obra ou local.

A situação encontrada em Campo Mourão contradiz a constatação de Schneider (2003), onde diz que os descartes de resíduos na maioria das vezes são oriundos de pequenas obras ou reformas por processos de autoconstrução, realizadas por uma parte da população urbana de menor renda, localizados em bairros periféricos de baixa renda, onde geralmente são construções informais, ilegais ou isentas de pedido de licenciamento e, que representam pouco volume de serviços e que geram isoladamente pequenas quantidades de RCD's, mas que somadas fazem a diferença.



Figura 06: Resíduos da Construção Civil jogados no passeio público, Centro em Campo Mourão, Paraná.



Figura 07: Resíduos da Construção Civil jogados no Centro em Campo Mourão, Paraná.

Foi constatada a deposição de resíduos no passeio público de uma residência localizada no Jardim Aeroporto a 100 metros de um Posto de Saúde (Figura 8), onde há uma grande circulação de pessoas, principalmente de crianças, além da poluição visual e prejuízo social, representa riscos de contaminação, pois além dos RCD's podemos encontrar: lixo doméstico, rejeitos de móveis, eletrodomésticos e diversos objetos.

A presença de outros tipos de resíduos em áreas destinadas aos RCD's, conforme Pinto (2001), acelera a deterioração das condições ambientais locais e de acordo com dados do CEMPRE (2004) esta deposição irregular ocorre por incentivo do diferencial de preços para o descarte, pois o gerador normalmente avalia somente o custo financeiro que ele terá e não o benefício que proporcionará a outros e a ele próprio.



Figura 08: Restos de construção depositados em passeio público no Jd Aeroporto, Campo Mourão, Paraná.

As deposições irregulares de RCD's servem como atrativos para outros rejeitos, principalmente em áreas mais isoladas. Os resíduos são dispostos em qualquer lugar sem o mínimo de cuidado ou separação, além do passeio público, os resíduos invadem os canais de drenagem, bueiros, bocas de lobo, sarjetas e ruas, (Figuras 09 e 10), podendo causar obstrução dos elementos de drenagem urbana, contribuindo para pequenos alagamentos quando da ocorrência de chuvas, além da grande sujeira causando prejuízos sociais. Segundo dados do CEMPRE (2004), os impactos em relação à drenagem urbana ocorrem desde a drenagem superficial até a obstrução de córregos, sendo este um dos componentes mais importantes do sistema de drenagem.



Figura 09: Resíduos da construção Civil jogados no Jd. Flora II em Campo Mourão, Paraná.

Normalmente em obras que estejam localizadas em loteamentos novos ou lugares com poucas construções, fazem-se o despejo dos resíduos em terrenos vizinhos (figuras 10 e 11) ou em terrenos vazios mais próximos, tornando-o assim mais fácil o despejo e mais barato para quem o faz. Pelo observado isto ocorre em qualquer tipo de obra, seja de pequeno, médio ou grande porte.

O descarte irregular, do ponto de vista financeiro onera as administrações municipais, que acabam se responsabilizando pela remoção e disposição desses resíduos acumulados. Para John e Agopyan (2003), esta problemática tem-se transformado em um “negocio estabelecido em quase todas as grandes cidades brasileiras, envolvendo as empresas contratadas pela prefeitura para recolher o entulho depositado irregularmente”.



Figura 10: Resíduos da construção Civil depositados no Jd flora II em Campo Mourão, Paraná.



Figura 11: Resíduos da Construção Civil depositados no Jd. Flora II em Campo Mourão, Paraná.

Ainda existe uma parte da população que faz uso dos RCD'S como camada em aterros, simplesmente depositando os resíduos sem serem triturados ou separados, causando uma grande poluição visual e degradação do sistema natural (Figuras 12 e 13).

O aterro indevido ocasionará problemas estruturais em futuras construções (residências, barracões, prédios, etc), isso porque existe uma condição natural de trabalho do solo, sendo que o uso desses resíduos sem trituração criará bolsões de ar (devido ao tamanho das placas de concretos e paredes), pois a água pluvial irá infiltrar nos bolsões fazendo o aterro ceder e abalando a estrutura de qualquer construção que se faça neste local.

Outro aspecto a ser observado é a contaminação do solo, isso porque juntamente com esses restos de construções, poderão ser depositados materiais altamente contaminantes, a exemplos de pilhas, baterias, bem como qualquer tipo de material contaminante.



Figura 12: Resíduos de construções utilizados para aterro de terreno no Jardim Araucária em Campo Mourão, Paraná.



Figura 13: Utilização de diversos tipos de resíduos para aterro, como placas de isopor e pedaços de madeiras encontrados no Jardim Araucária em Campo Mourão, Paraná.

Durante o estudo, foi registrada uma caçamba (Figura 14) para acondicionar resíduos da Construção Civil, a qual pode ocupar área de asfalto, margeando o meio-fio, devidamente sinalizada com tinta refletiva e de forma a se tornar bem visível, apesar de ser o correto, não é o que ocorre na maioria das obras de Campo Mourão, pois ainda são encontradas várias caçambas que não estão de acordo com as exigências citadas acima.

Araujo e Gunther (2007) citam que apesar das caçambas terem o papel de confinar os resíduos de modo a impedir sua dispersão no ambiente, facilitar sua coleta e transporte e evitar a exposição de moradores e transeuntes muitas vezes acabam se apresentando em localização inadequada, sem pintura reflexiva ou apagada, quantidade excessiva de resíduos, presença de matéria orgânica ou resíduos perigosos, objetos cortantes ou pontiagudos extrapolando os limites da caçamba, dentre outros.

Portanto, quando as caçambas são utilizadas de maneira correta, acabam por amenizar grande parte dos problemas gerados pelos RCD's, tais como: poluição visual; comprometimento do tráfego de pedestres e veículos; prejuízos sociais; degradação do sistema natural; multiplicação de vetores e doenças oriundos da presença de diversos tipos de resíduos, principalmente os domiciliares; poluição atmosférica. Também facilitando o recebimento por parte da usina de reciclagem, bem como a separação dos resíduos para as devidas finalidades.



Figura 14: Resíduos da Construção Civil depositados em caçamba no Centro de Campo Mourão, Paraná.

4.4 SUGESTÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA RECICLAGEM E REAPROVEITAMENTO DOS RCD'S (RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO) NO MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO

Para minimizar os impactos ambientais causados pelos RCD's no município de Campo Mourão, uma medida eficaz que pode ser adotada pelo poder público é a instalação de uma Usina de reciclagem, a exemplo da Prefeitura de São Carlos – SP que hoje é referência nacional. Com os equipamentos mínimos necessários para a instalação de uma usina que são: alimentador vibratório; britadores; transportadores de correias; peneiras classificatórias; pá carregadeira ou retro escavadeira, é possível produzir agregados como: areia, brita e bica corrida. Atualmente a usina existente no município não possui todos os equipamentos necessários para o processo completo de reciclagem dos RCD's, que após a sua reciclagem podem ser utilizados em diversas atividades da construção civil.

O material reciclado pode ser utilizado em obras de melhorias no próprio município como: execução de base para pavimentação de vias; cascalhamento das estradas rurais; execução de habitações populares e contenção de encostas com uso de sacaria. Também há possibilidades de fabricação de componentes de construção como: blocos, briquetes, tubos para drenagem e artefatos (guias e sarjetas). Com a gestão adequada dos RCD's em caráter público pode-se alcançar:

- Redução de custos da limpeza urbana e recuperação de áreas degradadas;
- Preservação de sistemas de aterros;
- Redução dos impactos provenientes da exploração de jazidas naturais de agregados para a construção;
- Preservação de paisagens urbanas;
- Incentivos à parcerias para a captação, reciclagem e reutilização de RCD's;
- Geração de emprego e renda;

4.5 USINA DE RECICLAGEM DE SÃO CARLOS - SP

A Usina foi inaugurada em 08/12/2006 e representou um marco no desenvolvimento sustentável da região, sendo o ponto de partida para a transformação do resíduo gerado em obras de construção civil através da **reciclagem** em matéria prima para novas obras. A usina atua desde a recepção dos resíduos até a transformação em matéria-prima para a própria área de construção civil e ainda possui uma fábrica de artefatos reciclados de cimento, ambas é administrada pela Prohab (Progresso e Habitação de São Carlos) empresa mista da prefeitura.

Os resíduos são transbordados na Usina através de uma parceria com empresas coletoras de resíduos na cidade de São Carlos; esta parceria foi efetivada, fechando assim um circuito muito importante para o aumento da vida útil do aterro de inertes municipal, além de benefícios gerados ao meio ambiente e, e redução de custos para a remoção ou e limpeza em locais de deposição clandestina.

4.5.1 Atividades desenvolvidas e resíduos reciclados

- Recepção e análise visual dos resíduos recebidos;
- Disposição em áreas para triagem;
- Triagem e retirada de contaminantes dos resíduos;
- Manejo, estocagem e expedição de rejeitos; alimentação do núcleo de reciclagem;
- Processamento dos resíduos (pré-classificação, britagem, peneiração, rebitagem e transporte);
- Retirada de contaminantes após a britagem (impurezas metálico ferrosas e outras);
- Formação de pilhas de agregado reciclado na forma de “brita corrida”;
- Formação de pilhas de agregados reciclados peneirados;

- Estocagem de agregado reciclado;
- Expedição.

A capacidade de produção na triagem/britagem é de 20 ton/h – 8h/dia, totalizando 160 ton/dia, uma quantidade bem próxima da geração do município (250 t/dia), levando em conta que somente os resíduos RCD são transbordados no pátio de triagem da Usina. Os resíduos reciclados são:

- **Bica corrida:** granulometria variável, utilizado para sub-base de pavimentações, recuperação de vias rurais e serviços de tapa-buracos.
- **Areia Grossa:** granulometria até 2,4mm. Ótima opção para pequenos serviços, argamassa de assentamento e outros.
- **Pedrisco:** granulometria até 9,5mm, recomendado para uso na fabricação de artefatos de cimento, bloco de vedação, piso intertravado, entre outros.
- **Pedra nº 1:** granulometria até 19mm, usada em diversas aplicações. Ex.: fabricação de concreto não estrutural e drenagens.
- **Pedregulho (rachão):** granulometria acima de 25 mm, usado em diversas aplicações. Ex.: contenção de erosões e voçorocas, drenagens, etc.

4.5.2 Aplicações para os resíduos reciclados e seus resultados

- Produção de Artefatos de Concreto;
- Produção de argamassas e concretos não estruturais;
- Pavimentação e recuperação de estradas rurais;
- Controle de erosão;
- Enchimento de fundações de construção e aterro de vias de acesso, etc.

São muitos os resultados produzidos pela reciclagem dos resíduos da construção civil e demolição, tais como:

- **Ambientais:** Os principais resultados produzidos pela reciclagem do resíduo são os benefícios ambientais. A equação da qualidade de vida e da utilização não predatória dos recursos naturais é de longe mais importante que a equação econômica. Os benefícios são conseguidos não só pela diminuição da deposição de resíduos em locais inadequados, como também pela redução de extração de matéria-prima em jazidas, o que nem sempre é adequadamente fiscalizado. Reduz-se, ainda, a necessidade de destinação de áreas públicas para a deposição dos resíduos.

- **Econômicos:** As experiências indicam que é economicamente vantajoso substituir a deposição irregular do resíduo pela sua reciclagem. O custo para a administração municipal é de US\$ 10 por metro cúbico clandestinamente depositado, aproximadamente, incluindo a correção da deposição e o controle de doenças. Estima-se que o custo da reciclagem significa cerca de 25% desses custos.

A produção de agregados com base no resíduo pode gerar economias de mais de 80% em relação aos preços dos agregados convencionais. A partir deste material é possível fabricar componentes com uma economia de até 70% em relação a similares com matéria-prima não reciclada. Esta relação pode variar, evidentemente, de acordo com gastos indiretos, a tecnologia empregada nas instalações de reciclagem, custo dos materiais convencionais e custos do processo de reciclagem implantado. De qualquer forma, na grande maioria dos casos, a reciclagem de resíduo possibilita o barateamento das atividades de construção.

- **Sociais:** O emprego do material reciclado em programas de habitação social traz bons resultados, com a redução significativa dos custos de produção da infra-estrutura e das unidades em si. (<http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/usina-de-reciclagem.html>).

5 CONCLUSÃO

Ao término deste trabalho, conclui-se que a reciclagem de resíduos da construção civil e demolição juntamente com o reaproveitamento são extremamente importantes para controlar e diminuir os problemas ambientais, assim como para produzir diversos materiais de valor agregado, pois a reciclagem garante o destino correto dos resíduos, evitando deposições irregulares e contribuindo para a diminuição da extração de recursos naturais, evitando a degradação do meio ambiente.

Para evitar desperdícios e geração excessiva de RCD's, algumas ações simples como: determinações do tamanho dos ambientes em função da dimensão dos pisos e revestimentos que serão usados podem reduzir o número de recortes e conseqüentemente a geração de resíduos. Também a capacitação e qualificação da mão de obra se fazem necessária, para minimizar a probabilidade de ocorrência de erros operacionais e conseqüente retrabalho e desperdício de materiais.

O estudo demonstra que no município de Campo Mourão, apesar de já existir uma usina de reciclagem, a mesma não ocorre de forma periódica, pois a reciclagem ainda é realizada de forma esporádica, se comparada a cidades como Curitiba e São Paulo.

Devido o custo operacional de a reciclagem ser bem considerável e o retorno financeiro baixo, a usina de Campo Mourão, faz hoje apenas a extração da brita 01 atualmente utilizada para cascalhamento e somente quando há demanda do produto (por encomenda), através do método de britagem.

As deposições irregulares são constantes tanto em obras de pequeno, médio e grande porte, periferias ou centro, gerando poluição visual, prejuízos sociais e riscos de contaminação principalmente da população circunvizinha a essas deposições. Os principais fatores desta ocorrência é a falta de investimento por parte do poder público na gestão dos RCD's e a falta de conhecimento e bom senso da maioria da população.

A existência da coleta e tratamento de RCD's por parte do poder público poderia reduzir os custos com limpeza urbana e garantir a recuperação de

áreas degradadas pelas deposições irregulares, dando incentivo à reciclagem e a reutilização dos resíduos gerados nas obras, por meio de um sistema de reeducação, com conseqüente contribuição para geração de emprego e renda nessa área.

Com uma usina de Reciclagem do município, poderiam ser extraídos constantemente diversos produtos reciclados como: areia, britas, pedriscos e bica corrida. Estes produtos poderiam ser utilizados na confecção de: argamassas; contrapiso; blocos de concreto; tijolos de vedação e concreto não estrutural, também para fazer drenagens; terraplanagem; aterros; cascalhamento; base, sub-base e reforço de subleito de pavimentação ou pátios industriais, podendo ser aplicados em obras do próprio Poder Público, gerando uma grande economia nesse setor, que sempre necessita de melhorias e inovações.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J.M; GUNTHER, W. M. R. Caçambas Coletoras de Resíduos da Construção e Demolição no Contexto do Mobiliário Urbano: uma questão de saúde pública e ambiental. **Revista Saúde e Sociedade**. v.16, n.1, p.145-154, jan-abr 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15112**: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15113**: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15114**: Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem- Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15115**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15116**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.

BELINE, E.L. Impactos ambientais causados pela deposição de resíduos de construção e demolição no município de Maringá/PR. 135 f. **Dissertação** (Mestre em Geografia, Área de concentração: Análise Regional e Ambiental). Programa de Pós- Graduação -Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2006.

BIDONE, F.R.A.; SOARES, S.R. **Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: reciclagem e disposição final**. 2001. Rio de Janeiro. 240 p. 1ª edição. Projeto PROSAB.

BLUMENSCHNEIN, RAQUEL NAVES. **Manual técnico: Gestão de Resíduos Sólidos em Canteiros de Obras**. Brasília: SEBRAE/DF. 2007.

BRITO, J.A. Cidade versus entulho. In: **Anais...Seminário de Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil**, 2., São Paulo, 1999.

CEMPRE, Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Impactos Gerados pelos Resíduos de Construção Civil (entulhos de obras) e Demolição**. São Paulo, 2004. Disponível em: < <http://www.cempre.org.br> >: Acesso em 15 de Fevereiro de 2012.

[CONAMA] Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 307 de 05/07/2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais, disponível em www.mma.gov.br/port/conama: acesso em 11 de fevereiro de 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>.: Acesso em: 18 de Fevereiro de 2012.

JADOVSKI, I. Diretrizes Técnicas e Econômicas para Usinas de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição. 2005. 182 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre, 2006.

JANSSEN, G.M.T. Construction and demolition waste: general process aspects. **Revista Heron**, vol. 46. 102p.

JOHN V.M, AGOPYAN V. **Reciclagem de resíduos da construção**. Disponível em <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/artigos>. [2001 Ago 19]: com acesso em 16 de fevereiro de 2012.

JOHN V.M. Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. São Paulo, 2000. **Tese** (Livre Docência da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo).

LIMA, J.A.R. Proposição de diretrizes para produção e normalização de resíduo de construção reciclado e de suas aplicações em argamassas e concretos. 1999. 223f. **Dissertação** (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

MANFRINATO, J.W.S; ESGUICERO, F.J; MARTINS, B. L. A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. In:

Anais...XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2008.

PINTO T.P. Metodologia para a Gestão Diferenciada de resíduos Sólidos da Construção Urbana. São Paulo, 1999. **Tese** (doutorado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo].

PINTO, T.P. Gestão dos resíduos de construção e demolição em áreas urbanas – da ineficácia a um modelo de gestão sustentável. In: Reciclagem de entulho para a produção. 1999. 189 p. Tese (Doutorado) - Escola Politecnica, Universidade de Sao Paulo, Sao Paulo.

ROCHA, E.G.A. Os resíduos sólidos de construção e demolição: Gerenciamento, quantificação e caracterização. Um estudo de caso no Distrito Federal. **Dissertação** (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília, 2006.

RODERJAN, C. V., GALVÃO, F., KUNIYOSHI, Y. S. e HATSCHBACH, G. G., 2002. As regiões fitogeográficas do Estado do Paraná. Revista Ciência e Ambiente 24 (jan/jun 2002): 75-92p.

SANTOS, A. Método de intervenção em obras de edificações enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais: um estudo de caso. **Dissertação** (Mestrado). 1995, 140p. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, 1995.

SCHNEIDER, D.M. Deposições Irregulares de resíduos da Construção Civil na Cidade de São Paulo. 2003. 131p. **Dissertação** (Mestrado) - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SIMIONATO, E. **Campo Mourão: sua gente sua história**. 2 ed. 228 p. Campo Mourão, 1999.

VAZ, J.C. **Reciclagem de entulho**. Disponível em: <http://www.federativo.bndes.gov.br/dicas/D007_Reciclagem_de_entulho.htm> Acesso em: 19 de Fevereiro de 2012.

WILBURN, D.R.; GOONAN, T. G. Aggregates from Natural and Recycled Sources: economic assessments for construction applications: a materials flow analysis. **U.S. Geological Survey Circular 1176**. 1998. Disponível em: <http://greenwood.cr.usgs.gov/pub/circulars/c1176/c1176.html>. Acesso em: 18 de Fevereiro de 2012.

ZORDAN, S.E., **Entulho da Indústria da Construção Civil**. Disponível em: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho_ind_ccivil.htm>. Acesso em: 19 de Fevereiro de 2012.

ARAUJO, J.M; Usina de Reciclagem de resíduos da construção civil de São Carlos, SP. Disponível em: <<http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/usina-de-reciclagem.html>>. Acesso em: 25 de outubro de 2012.