

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE TECNOLOGIA EM MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

VANESSA APARECIDA BERTOLDO

**ESTUDO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE
CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD's) EM UMA UNIDADE
COLETORA NA CIDADE DE CAMPO MOURÃO - PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2012

VANESSA APARECIDA BERTOLDO

**ESTUDO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE
CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD's) EM UMA UNIDADE
COLETORA NA CIDADE DE CAMPO MOURÃO - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à Disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Materiais de Construção Civil da Coordenação de Materiais de Construção Civil – COMAC, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como parte dos requisitos para obtenção do título de tecnólogo.

Orientadora: Prof. Dra. Maria Cristina Rodrigues Halmeman

CAMPO MOURÃO
2012

TERMO DE APROVAÇÃO

ESTUDO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD's) EM UMA UNIDADE COLETORA NA CIDADE DE CAMPO MOURÃO PR

por

Vanessa Aparecida Bertoldo

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 19h do dia 05 de junho de 2012 como requisito parcial para a obtenção do título de **TECNÓLOGIA EM MATERIAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **APROVADO**.

Prof. Dr^a. Maria Cristina Rodrigues Halmeman

(UTFPR)

Orientadora

Prof^a. Msc. Roberto Widderski

(UTFPR)

Prof. Dr. Petrônio Montezuma

(UTFPR)

Prof. Msc. Valdomiro Lubachevski Kurta

Responsável pelo TCC

Prof^a Dr^a Fabiana Goia Rosa de Oliveira

Coordenadora do Curso de Engenharia Civil

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

Dedicatória:
A minha família e amigos que
me apoiaram nos momentos
importantes de minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, saúde e sabedoria e por sempre estar presente em minha vida, permitindo assim, vencer esta etapa, a qual não será a última.

Aos meus pais Valdomiro e Aparecida que muito me apoiaram nesta caminhada.

À profa. Dra. Maria Cristina Rodrigues Halmeman, pela orientação, confiança e contribuição neste trabalho.

Aos meus amigos Emanuely e Djuliano, pelo incentivo, apoio, amizade e por sempre estarem presentes mesmo estando longe.

À Usina Coletora de Resíduos de Campo Mourão PR.

À Secretária de Planejamento – Departamento de Controle Urbano.

A todos os colegas, professores e funcionários da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

RESUMO

BERTOLDO, A. V. Estudo e gerenciamento de resíduos de construção e demolição (RCD's) em uma unidade coletora na cidade de Campo Mourão PR. 2012. 51f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Tecnologia em Materiais de Construção Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2012.

Este trabalho aborda o problema dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD's) gerados pela expansão da construção civil na cidade de Campo Mourão-PR. Uma técnica que tem amenizado os impactos ambientais causados pelos RCD's e produzido vantagens para os empreendimentos é o uso do princípio três R's. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é analisar a origem dos resíduos recebidos pela usina coletora da cidade, quantificar, classificar e verificar seu gerenciamento. Além disso, comparar os dados sobre construção/ampliação e reformas registrados na Prefeitura Municipal de Campo Mourão entre 2005 e 2011, com os dados levantados na usina no período entre 2009 e 2011. Após uma pesquisa de campo, foi constatado que a maior parte dos resíduos recebidos pela usina coletora (70%) provém do ramo da construção civil, sendo 33% de construção e 37% de demolição, tendo a Usina recebido neste período, resíduos das classes A e B de acordo com a Resolução da CONAMA 307/2002.

Palavra-chave: Resíduos de Construção e Demolição. Gerenciamento de RCD's. Reutilização de Materiais.

ABSTRACT

BERTOLDO, A. V. **Study and Management of the (CDW's) in a collection unit in Campo Mourao PR.** 2012. 51f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Tecnologia em Materiais de Construção Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2012.

This paper addresses the issue of Construction and Demolition Waste (CDW's) generated by the construction expansion in Campo Mourão-PR town. A technique that has mitigated the environmental impacts caused by the CDW's and produced benefits for enterprises is the use of the three R's principle. Thus, the objective of this study is to analyze the origin of the waste received by the Campo Mourão plant collector to quantify, classify and verify their management. Also, compare statistical data on construction/expansion and renovation registered in the city hall data base of Campo Mourão between 2005 and 2011, with those collected at the plant during the period between 2009 and 2011. After a field survey, we found that the majority of the waste received by the plant collector (70%) comes from the civil construction sector, being 33% of new buildings and 37% of demolition, having the plant received in this period, A and B residue classes according to CONAMA Resolution 307/2002.

Keywords: Construction and Demolition Waste. Management of CDW's. Reuse of Materials.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - VOLUME DE RCD'S RECEBIDOS NO PERÍODO DE SEIS DIAS EM UMA UNIDADE COLETORA DE CAMPO MOURÃO -PR	31
TABELA 2 - CLASSIFICAÇÃO DOS RCD's RECEBIDOS NO PERÍODO DE SEIS DIAS NA UNIDADE COLETORA DE CAMPO MOURÃO - PR.....	36
TABELA 3 - VOLUME ANUAL DE RCD's RECEBIDOS NA UNIDADE COLETORA DA CIDADE DE CAMPO MOURÃO - PR.....	37
TABELA 4 - QUANTIDADE EM M2 DE OBRAS APROVADAS E QUANTIDADE EM M3 DE RCD's RECEBIDOS NA USINA COLETORA EM CAMPO MOURÃO-PR NO ANO DE 2009 A 2011.	40

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - HIERARQUIA DA DISPOSIÇÃO DE RCD'S	13
FIGURA 2 – 3 R'S	23
FIGURA 3 - METABOLISMO CIRCULAR.....	25
FIGURA 4 - FLUXOGRAMA METODOLÓGICO DO TRABALHO.....	27
FIGURA 5 - MODELO DE CONTROLE DE RECEBIMENTO DE RESÍDUOS.....	29
FIGURA 6 - PERCENTUAL DA IDENTIFICAÇÃO DA ORIGEM DE RCD'S EM UMA UNIDADE COLETORA DA CIDADE DE CAMPO MOURÃO - PR.....	32
FIGURA 7 - COMPARAÇÃO PERCENTUAL DA IDENTIFICAÇÃO DA ORIGEM DE RCD'S RECEBIDOS EM UMA UNIDADE COLETORA DA CIDADE DE CAMPO MOURÃO - PR.....	32
FIGURA 8 - CAÇAMBA DESCARREGANDO OS RESÍDUOS	34
FIGURA 9 - SEPARAÇÃO MANUAL DOS RESÍDUOS	35
FIGURA 10 - RESÍDUOS DE FORMA ORGANIZADA.....	36
FIGURA 11 - DEMONSTRATIVO ANUAL DE RCD'S RECEBIDOS EM UMA UNIDADE COLETORA DO MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO - PR.....	38
FIGURA 12 - DEMONSTRATIVO ANUAL DE CONSTRUÇÃO E AMPLIAÇÃO QUE FORAM APROVADAS NA PREFEITURA DE CAMPO MOURÃO - PR .	39

LISTA DE SIGLAS

CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DECUR	Departamento de Controle Urbano
RCD's	Resíduos de Construção e Demolição

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVO GERAL.....	15
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	CONSTRUÇÃO CIVIL E OS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	16
2.2	A ORIGEM DOS RCD'S.....	18
2.3	DEFINIÇÃO E COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL .	19
2.4	CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL.....	20
2.5	DESPERDÍCIOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	21
2.6	OS TRÊS R'S	22
3	MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1	MATERIAL	26
3.2	MÉTODOS.....	26
3.2.1	Descrição das etapas	27
3.3	IDENTIFICAÇÃO DA ORIGEM DOS RCD'S.....	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
4.1	GERENCIAMENTO DOS RCD'S.....	33
4.2	QUANTIFICAÇÃO DOS RCD'S ANUAL EM VOLUME	37
4.3	O CRESCIMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM CAMPO MOURÃO	38
4.4	COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS.....	39
5	CONCLUSÃO	41
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
	ANEXOS	46

1 INTRODUÇÃO

A tendência global é buscar ações que conservem o meio ambiente e a reutilização dos materiais é um meio que reduz a extração da matéria-prima diminuindo o custo da construção e minimiza os impactos ambientais.

Segundo Moraes (2011), o Brasil é grande consumidor de recursos naturais, sendo que os resíduos sólidos da construção civil representam 60% de entulho produzido nas cidades brasileiras.

Ainda de acordo com o autor citado, a reciclagem é um meio de minimizar esta problemática, e a reutilização e/ou reciclagem do material reduz a extração de matéria-prima e também reduz o custo da obra.

Segundo Santos (2009), existem poucos trabalhos sobre gerenciamento de resíduos de madeira no Brasil. Entretanto, o número de construções em madeira é pequena, sendo mais usada como fôrmas de concreto armado, porém este uso torna-se um volume significativo e motiva o estudo da destinação deste resíduos.

A disposição de resíduos de construção e demolição (RCD) em aterro sanitário ou em lixão é preocupante, pois, muitas vezes é depositado em local irregular para o recebimento daquele material, causando estrago ao meio ambiente, como: poluição de rios, entupimento de bueiros, proliferação de ratos, escorpiões e baratas, além da desvalorização do local e ainda o custo que a prefeitura municipal deve arcar para a retirada destes materiais para um depósito adequado (CHAVES et al. 2006)

No Brasil, foi regulamentado através da resolução o conselho do Meio Ambiente (CONAMA, 2002), o gerenciamento dos RCD's. Desse modo, os municípios devem se encarregar pela definição de uma política municipal para os (RCD's), incluindo pontos de coleta para pequenos geradores, prioridades para a reciclagem, e a proibição do RCD reciclável em aterros sanitários.

Caracteriza-se RCD's: resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros,

argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (CONAMA, 2002).

Mayorga et al. (2009) elaborou um questionário aplicado em Fortaleza-CE, sobre resíduos da construção civil e diz que, mesmo com a limpeza das áreas clandestinas e destinação final ao aterro sanitário juntamente com os resíduos domiciliares, ainda acontece à falta de organização no meio ambiente, econômico e social, pois o poder público não consegue acompanhar o processo de crescimento urbano com essas opções, deve-se ter uma política mais específica de controle e fiscalização e uma educação ambiental para que minimize a problemática dos resíduos.

Marques Neto (2004) estudou a composição dos RCD's de um depósito da cidade Aracy do Município de São Carlos-SP, onde foram selecionadas três caçambas de locais diferentes, e de cada caçamba selecionou cinco amostras obtendo no total de 90 litros. Observou que o maior constituinte de entulho gerado foi o material cerâmico (telha, lajota, tijolos cerâmicos) com 26%, concreto com 19%, madeira com 7%. Vale ressaltar que estas amostras foram trabalhadas ao natural sem haver o tritramento do material.

Ainda conforme o este, a reciclagem tem grande importância econômica para os municípios, pois o material que é depositado em lugares irregulares deve ser retirado, e fazer a correção com aterros e controle de doenças. Este serviço tem se o custo para prefeituras em entorno de U\$ 10/m³ de RCD, mas se este material for destinado corretamente para a reciclagem, este custo, pode corresponder a 25% desse valor.

Estrela, et al. (2007), fez uma pesquisa em sete bairros da cidade de Curitiba - PR, onde os mesmos foram escolhidos aleatoriamente. O objetivo da pesquisa foi estudar a viabilidade de um sistema de reaproveitamento de resíduos de construção civil junto à prefeitura e outros órgãos auxiliares beneficiando famílias de baixa renda. Foram levantados vários itens, entre eles o tijolo e a madeira. Observou o material previsto de sobra de material para doação, onde foi constatado no total: 1395 peças de tijolos, 60,8m³ de madeira, e outras composições. As quantidades de material dependem da demanda de obras existente no período. Constatou-se que o projeto é viável. Porém é necessária uma

estrutura física adequada para suportar a demanda de material que chegará para doação e também pessoas para implantação.

Ferraz (2004) elaborou um estudo de aproveitamento de resíduos de construção na fabricação de tijolos de solo-cimento, observando a possibilidade de adicionar RCD na composição de solo-cimento. Foram utilizados resíduos de argamassa de cimento sendo triturado, deixando-as com aspecto de areia grossa. Depois de feita a fabricação do tijolo de solo-cimento, passou por vários ensaios visando seu desempenho, onde constatou que a adição de resíduos sólidos possibilitou a produção de tijolos com mais qualidade, redução do consumo de cimento. Também se notou que a fabricação de tijolos solo-cimento é ecologicamente correta, pois dispensa o uso de cozimento e ajuda a manter o ambiente mais limpo, uma vez que o material era descartado de forma inadequada.

Dentre os benefícios da reutilização de resíduos da construção, pode-se destacar: (ESTRELA et al., 2007):

- Implantação de projeto que reduz o custo com a disposição dos resíduos, pois permanecerá no local somente o resíduo não reaproveitado.
- Com a organização dentro da obra, mostra a redução de resíduos, valoriza a imagem pública das empresas;

Os resíduos não reciclados são depositados em aterros sanitários. Estes aterros ocupam espaços cada vez mais valorizados, especialmente aqueles próximos aos grandes centros urbanos. Aterros sanitários concentram resíduos, muitos deles nocivos e significam risco de acidentes ambientais, mesmo que tomadas todas as medidas de técnicas de segurança.

A cadeia produtiva da Construção civil existe inúmeras vantagens, sendo uma delas a econômica, mas possui enorme potencial para aumentar o volume de matérias que recicla, então neste sentido a reciclagem da construção e demolição é um desafio (JOHN, 2000).

Para uma avaliação do nível de impacto causado ao meio ambiente com a disposição de resíduos de construção e demolição, pode-se lançar mão da avaliação da hierarquia da disposição de resíduos apresentada na Figura 3, de acordo com Peng et al (1997 apud LEITE 2001), apresentada da seguinte forma:

- A redução da geração de resíduos: mostra-se como a alternativa mais eficaz para a diminuição do impacto ambiental, além de ser a melhor alternativa do ponto de vista econômico;
- A reutilização dos resíduos: sendo uma aplicação para outro destino, utilização mínima de processamento e energia;
- A reciclagem dos resíduos: a transformação destes em novos produtos;
- A compostagem dos resíduos: consiste basicamente na transformação da parte orgânica em húmus para o tratamento do solo;
- A incineração dos resíduos: podendo retirar a energia dos materiais sem gerar substâncias tóxicas, quando é cuidadosamente operacionalizada;
- O aterramento dos resíduos: quando não é possível o aproveitamento dos resíduos.

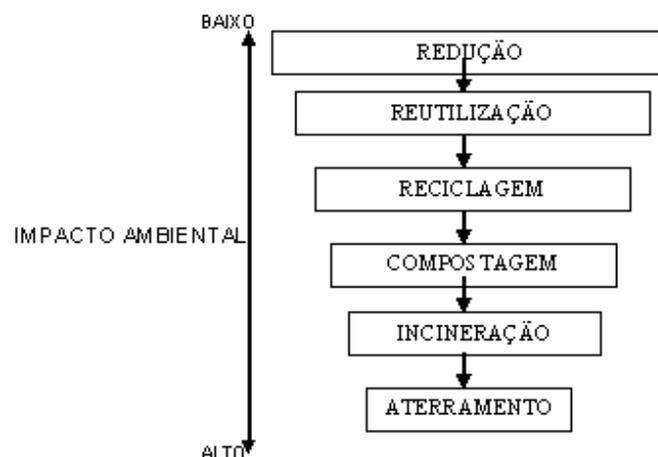


Figura 1 - Hierarquia da disposição de RCD's

Fonte: Peng, et al,1997 (apud LEITE, 2001)

O município de Campo Mourão com área da unidade territorial de 757,876 km² comporta cerca de 87.194 mil habitantes. (IBGE, 2010).

A cidade está com um intenso crescimento na área da construção civil. A grande maioria dessas construções se deve aos programas Minha Casa, Minha Vida, e também à facilidade de hoje em dia fazer financiamentos bancários, que acabam estimulando o cliente a melhorar a qualidade de vida adquirindo a casa própria.

Com o crescimento nesta área, acontece o crescimento simultâneo de resíduos da construção e demolição. Assim a problemática dos resíduos de construção e demolição vem causando uma preocupação com a gestão dentro do canteiro de obras, que antigamente não existia.

Embora a reciclagem de RCD's esteja sendo mais discutida nos últimos tempos pelos órgãos administrativos municipais, no município de Campo Mourão ainda não esta sendo aplicado o gerenciamento municipal dos resíduos de construção civil, exigência estabelecida pela Resolução 307 do CONAMA (BRASIL, 2002). A redução, reutilização e reciclagem do material se mostram como alternativas viáveis, para serem aplicadas com intuito da minimização dos impactos ao meio ambiente e outras vantagens, por tanto, o objetivo do trabalho proposto é verificar a origem dos resíduos provenientes da construção civil, que são recebidos pela unidade coletora na Cidade de Campo Mourão PR, quantificar e classificar os resíduos recebidos em certo período de tempo.

1.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a origem dos resíduos provenientes da construção civil que são recebidos pela unidade coletora na cidade de Campo Mourão PR, analisando a quantificação e classificação dos mesmos.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar a origem e quantidade de RCD's que são depositadas na unidade coletora do município de Campo Mourão – PR.
- Quantificar e classificar os RCD's que foram recebidos na Usina de Reciclagem na cidade de Campo Mourão - PR, no período da pesquisa e levantar dados em volume registrados na Usina entre 2009 a 2011.
- Confrontar dados sobre a construção/ampliação e reforma que foram registradas na Prefeitura Municipal de Campo Mourão - PR, entre 2005 a 2011 com os dados levantados na Usina de Reciclagem de 2009 a 2011.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONSTRUÇÃO CIVIL E OS IMPACTOS AMBIENTAIS

As atividades econômicas, as indústrias e o sistema de transporte, são denominados alguns dos responsáveis por mudanças climáticas, aumento do buraco da camada de ozônio, chuvas ácidas, desmatamento e perda da biodiversidade. O ambiente construído tem grande responsabilidade nestes problemas citados acima, pois além de consumir os recursos em sua fase de construção, as edificações durante sua vida útil consomem energia e água. (Leite 2001, apud ALAVREDA, et al, 1997).

Todos os setores da construção civil, em geral, são geradores de entulho, e estes entulhos tornaram-se um grande problema para as cidades brasileiras.

Conforme John (2000) apud Freitas (2009) a construção civil é um dos campos profissionais que se destaca no desenvolvimento econômico brasileiro, onde está ligada diretamente com a cadeia produtiva, sendo, responsável pela mudança no ambiente natural com ação do homem e conseqüentemente tem uma grande responsabilidade no que diz respeito ao impacto ambiental.

Conforme Pinto (1992) apud Karpinsk (2009) o número de resíduos produzidos pela construção civil há muito tempo vem causando sérios problemas urbanos, sociais e econômicos. Quanto maior for o número de resíduos produzido, mais difícil será o gerenciamento.

Segundo Sjostrom (1996) apud John (2000), estima-se que a cadeia de ações da construção civil consuma de 20 a 50% de todos os recursos naturais disponíveis no planeta.

No Brasil, são produzidos aproximadamente 35 milhões de toneladas de cimento Portland por ano, sendo este misturado com agregado em um traço 1:6, em massa, pode-se estimar um consumo de 210 milhões de toneladas de agregado por ano. Isso, somente para produção de cimento e argamassas, ainda a este valor falta somar os agregados utilizados para pavimentação e as perdas (JOHN, 2000).

O entulho da construção civil caracteriza-se por diferentes resíduos formados por argamassa, areia, cerâmicas, concretos, madeira, metais, papéis,

plásticos, pedras, tijolos, tintas, etc – tornando um sério problema nas grandes cidades brasileiras. E deveria estar na pauta das administrações municipais, já que desde julho de 2004, de acordo com a resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), as prefeituras estarão proibidas de receber os resíduos de construção e demolição no aterro sanitário. Cada município deverá ter um plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil.

“Há muitos anos as políticas públicas estão voltadas ao lixo domiciliar e ao esgoto. Ignora-se o problema do resíduo da construção”, avalia o professor Vanderley John, do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP. Envolvido com o estudo de resíduos da construção desde 1997, o professor é coordenador de um projeto de pesquisa desenvolvido em conjunto pela Escola Politécnica da USP e o Sinduscon SP. Integrado ao Programa de Tecnologia Para Habitação (Habitare), da FINEP, o projeto visa desenvolver normas técnicas para facilitar a reciclagem, além de metodologias de controle de qualidade dos produtos gerados. Outra meta é investigar novas aplicações para estes resíduos. (CORREA, 2009).

Segundo Correa (2009) de acordo com o professor Vanderley John, os resultados de pesquisas científicas existentes demonstram que as características dos resíduos de construção são muito variáveis. As tecnologias existentes não conseguem medir as características dos resíduos em tempo real de forma que mesmo agregados reciclados de excelente qualidade são empregados em funções menos exigentes, desvalorizando o produto. Assim, uma das metas mais ambiciosas da pesquisa da Escola Politécnica da USP junto ao Sinduscon SP, é desenvolver um conjunto de tecnologias de caracterização dos resíduos que torne possível a identificação rápida e segura das oportunidades de reciclagem mais adequadas para cada lote, obtendo como objetivo a ampliação do mercado para os produtos reciclados e valorizando a fração de boa qualidade.

A geração de resíduos sólidos da construção civil já é um problema antigo para o meio ambiente, porém nestas últimas décadas, o problema deve ser visto com uma maior atenção devido à grande quantidade que é produzida e sua destinação final, pois com gestão e gerenciamento inadequados coloca em risco o meio ambiente.

Segundo Gaede (2008) a qualidade do ar, solo e recursos hídricos vem sofrendo alterações devido ao aumento populacional, criação de novas indústrias e

crescimento do poder aquisitivo, onde as indústrias fazem uso de recursos naturais com mais frequência, havendo mais poluição, grande consumo de energia e geração de novos resíduos.

De acordo com Ângelo, (2009) o professor Vanderley John ressaltou que o uso da madeira chega representar 1% do total de uma obra, porém esse valor não é insignificante. As empresas devem tomar cuidados com os fornecedores, pois as construtoras podem está sendo cúmplices do desmatamento ambiental, sendo a madeira a maior gerador de emissões do CO₂ do país.

Vásquez (2001) apud Marques, Neto (2004, p.07) comentam que “construção sustentável consiste em redução dos resíduos, através de desenvolvimento de tecnologias limpas, na utilização de materiais recicláveis, secundários, na coleta e na deposição de inertes, onde as medidas devem ser tomadas com objetivo de transformar os materiais em recursos reutilizáveis”.

2.2 A ORIGEM DOS RCD'S

Conforme John e Agopyan (2000) apud Lovato (2007), as quantidades que são geradas da construção civil chega ser igual ou maior que os resíduos domiciliares. Mundialmente estima-se que a geração de resíduos seja de 150 a 3000kg/hab/.ano.

As estimativas de Pinto (1999) apud Frigo (2005) mostram que a geração de Resíduos Sólidos da Construção Civil nas cidades brasileiras como: Jundiaí, Santo André, São José dos Campos, Belo Horizonte, Ribeirão Preto, Campinas, Salvador e Vitória da Conquista, é de cerca de 230kg/hab.ano. Sendo que, segundo a estimativa de Brito (1999) apud Frigo (2005), a geração de resíduos da construção civil da cidade de São Paulo é de aproximadamente 280kg/hab.ano. A prefeitura municipal gerencia 40% do Resíduo da Construção Civil gerados no município. Conforme este autor esta variabilidade das estimativas se dá na classificação do solo, pois alguns autores incluem o solo e outros excluem do valor médio estimado.

Conforme John (1986) apud John (2000), a grande problemática de geração de resíduos estão presentes no: canteiro de obra, durante a fase de manutenção,

modernização e demolição, sendo que a manutenção pode estar tanto na correção de falhas na execução quanto na substituição do material que tenha atingido sua vida útil.

De acordo com Bossinc et al. (1996) apud John (2000), apresenta estimativa que aproximadamente 2/3 dos resíduos são provenientes de demolição e manutenção e o restante de atividade de construção, em países da Alemanha e Europa Oriental. Ainda de acordo com EPA, (1998) apud John (2000) nos Estados Unidos estima-se que 8% de RCC sejam de Construções e 33% sejam de demolições.

Segundo Pinto (1999) apud John (2000) um estudo revelou nas cidades brasileiras 50% dos resíduos são gerados por construção e 50% se divide entre demolição e manutenção.

2.3 DEFINIÇÃO E COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo a definição do Código de Posturas e Obras, Lei 46/64 de 3 de dezembro de 1964, promulgada e decretada, pela Câmara Municipal de Campo Mourão. Entulho define-se como resíduo sólido todo entulho gerado pela reforma ou reconstrução, e construção civil, ou seja, quaisquer materiais inúteis oriundos de demolição, ou conjunto de fragmentos de tijolos, argamassa, etc., provenientes da construção de uma obra, ou ainda depósito de materiais velhos, às vezes em mistura com o lixo.

A NBR 15116 (Associação brasileiras de Normas Técnicas – ABNT, 2004) define resíduos sólidos da construção civil, como sendo:

Resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, madeira, forro, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha;

A composição dos resíduos de construção civil é marcada por uma ampla variedade de produtos, relatados a seguir:

- Solo;
- Materiais “cerâmicos”, rochas naturais, concreto, argamassa a base de cimento e cal; tijolos, telhas, cerâmica branca (para revestimento), cimento amianto, gesso – pasta e placa, vidro.
- Materiais metálicos, aço para concreto armado, latão, chapa de aço galvanizado.
- Materiais orgânicos, madeira natural e industrializada, plásticos diversos, materiais betuminosos, tintas e adesivos, papel de embalagem, resto de vegetais e outros produtos de limpeza de terreno.

2.4 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Os resíduos da construção civil são classificados da seguinte forma, de acordo com a Resolução 307 de 05 de julho de 2002:

Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis com agregados, tais como:

- a) De construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem.
- b) De construção e demolição reformas e reparos de edificações: materiais cerâmicos (tijolos, azulejos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.) argamassa e concreto.
- c) De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio fios, etc) produzidos nos canteiros de obras.

Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e outras.

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.

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.

Segundo John (2000) apud EPA (1999), é definido como material perigoso, todo aquele material que contém substância perigosa, sendo capaz de causar algum dano ao meio ambiente e à saúde humana. Com outras palavras a classificação do material é dada à partir das seguintes funções: toxicidade, inflamabilidade, corrosividade, patogenicidade, radioatividade. (NBR10004).

2.5 DESPERDÍCIOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo Romero (2008) apud Corrêa (2009) existem inúmeras questões e desafios que as cidades brasileiras devem enfrentar para que se consiga uma construção sustentável. Estas questões são dadas pela: desigualdade social e econômica, onde há uma diferença muito grande de renda, o difícil acesso à educação de qualidade, além do saneamento ambiental, com degradação dos meios construídos e natural e à questão de acessibilidade que deve estar presente.

Um estudo publicado pela Universidade Politécnica de Hong Kong – A Guide for Minimizing Construction and Demolition Waste at the Design Stage com objetivo de minimização de desperdícios e uma construção mais sustentável, mostra que para se ter uma redução de desperdício na obra, deve-se começar na concepção de projeto, onde há um estudo do material adequado para a vida útil do edifício ficar mais longa. O estudo apresentou também que acontecem muitas falhas na concepção do projeto e por isso se dá um maior número de perdas, além de que se diminuir no número de perdas irá reduzir os resíduos e o consumo de energia, onde foram gastos para a produção dos mesmos. (CORRÊA, 2009).

De acordo com Angulo (2000) apud Lovato, (2007) entende-se que os resíduos gerados da construção civil são geralmente originados das perdas físicas nos canteiros de obras. Sendo que nos resíduos de demolição o maior número é de tijolos e concreto, e em menor volume é constituído por aço, madeira e plástico. Nestes resíduos podem estar em sua composição várias substâncias tóxicas, como fenóis, sulfatos e metais pesados.

A falta de compatibilização de projeto resulta em grandes falhas na execução, sendo que o desperdício pode chegar até 30% do custo total do empreendimento e são ocasionadas por falhas de projeto, mão de obra, manutenção de materiais usados na obra causando desperdícios de materiais, execução de atividade desnecessária, gerando custo adicional e ainda menor lucratividade (VANNI, 1999).

2.6 OS TRÊS R'S

Os três R's é uma excelente ferramenta, que pode ser empregada tanto no canteiro de obra quanto nas empresas coletoras de resíduos.

Na Figura 1 abaixo, mostra os três R's na sequência, para que haja primeiramente uma escolha de prioridades do material no momento em que for decidir o destino final do resíduo. A reutilização foi colocada em segunda opção por se tratar de ganho de benefício em curto prazo, menos gasto de energia, menos taxas de emissões poluentes e menos gasto com a água comparada com a reciclagem (CORRÊA, 2009).

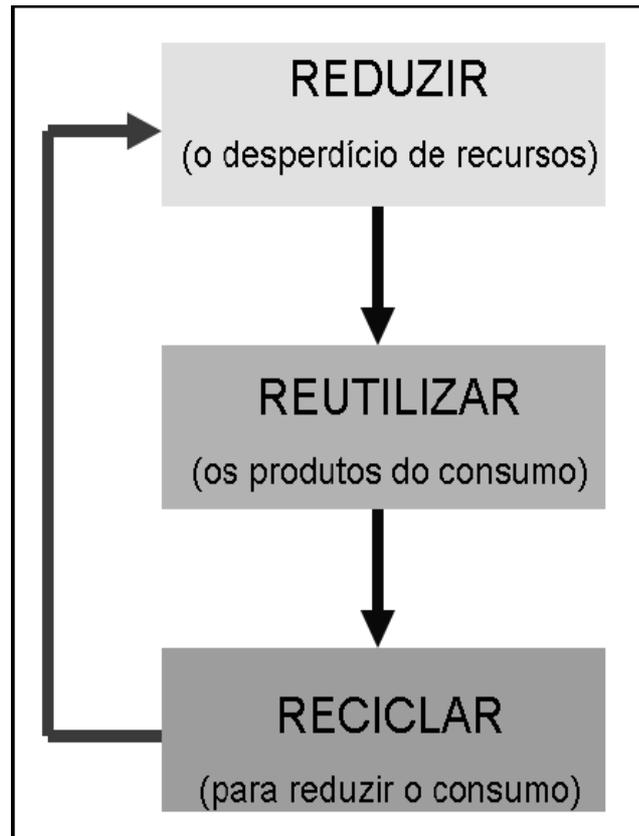


Figura 2 – 3 R's
Fonte: Corrêa (2009)

Segundo Corrêa, (2009), Reduzir, Reutilizar e Reciclar, é conceito, que se aplicado corretamente fazem grandes diferenças para o meio ambiente, diminuindo os impactos ambientais e ganhando economia no orçamento, para o autor os três R's tem os seguintes significados:

Reduzir: Existem casos que não há possibilidade de reduzir o consumo do material. Reduzir a quantidade de desperdícios, reduzindo o lixo gerado por um determinado material, sendo nas embalagens ou pelo descarte do material.

Reutilizar: É reaproveitar o material sem que o mesmo sofra quaisquer alterações ou processamento complexos. Antes de um produto ser jogado fora, ele ainda tem muito usos sem ter que passar por um processo de reciclagem e restauração. Para a reutilização de um desmonte é necessário um programa para organizar a demolição seletiva ou ainda uma desconstrução para que o material não seja danificado ou misturado a ponto de não ser separado. Os elementos estruturais, caixilhos, porta, piso, painéis, etc., podem ser reutilizados se estiverem em bom

estado, simplesmente retirando-os e recolocando-os no local desejado. Em alguns casos são necessários cortes para a adequação do material, por isso é necessário um planejamento para cada tipo de material.

No caso dos elementos de estruturas como madeira e aço na construção, o ideal é que seja pensado no desmonte já na concepção do projeto utilizando-se peças que encaixam entre si ao invés de cola em madeira ou solda em aço, ou até outro tipo de junta que seja atóxica e impeça a separação.

Reciclagem: A reciclagem é vista em duas ocasiões: na demolição ou na própria construção.

Como já citado na reutilização de material de demolição, para reciclar o material de demolição, é necessário um planejamento para que os materiais não se misturem e não se contaminem. Exemplos de materiais que podem ser reciclados: areia, cimento, concreto, aço, blocos e tijolos.

As etapas da reciclagem são as seguintes: limpeza, seleção, homogeneização, extração de contaminantes e materiais metálicos através de um eletroímã e a britagem.

Adequadamente reciclado, o entulho apresenta ótimas propriedades físicas, podendo ser utilizado como matéria-prima na produção de material da construção civil.

De acordo com Fernandes et al. (2006), em uma parceria do governo com universidades no Reino Unido, foi desenvolvido um projeto de hierarquia para o tratamento de entulhos (Waste Strategy 2000 for England and Wales). O desenvolvimento desse projeto baseou-se nos benefícios ambientais, conseguidos com todos os critérios abaixo:

- Reduzir a quantidade de resíduo produzido.
- Reusar, Reciclar e Downsizing.
- Incinerar e aterrar.

Ainda no mesmo estudo foi desenvolvido um sistema de avaliação de produto e materiais de construção para a reutilização e sua resistência de reciclagem, a fim de classificá-los facilitando o projeto. Os detalhamentos são os seguintes:

Reuso: quando o elemento pode ser reinstalado sem ter sido remanufaturado.

Reciclagem: o elemento é remanufaturado por completo para a produção de um novo elemento.

Downsizing: o elemento é reprocessado, para produção de um elemento diferente e de qualidade mais baixa.

A seguir, a Figura 2 mostra o metabolismo circular:



Figura 3 - Metabolismo circular
Fonte: Fernandes et al (2006)

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATERIAL

Foram realizados dois tipos de pesquisa, sendo que, a primeira foi a campo, em uma unidade coletora de Resíduos de Construção e Demolição no município de Campo Mourão do estado do Paraná, e a segunda foi realizada na Prefeitura Municipal de Campo Mourão-PR, ambas foram de forma exploratória com levantamento de dados.

3.2 MÉTODOS

O processo do presente trabalho pode ser analisado na Figura 4 abaixo:

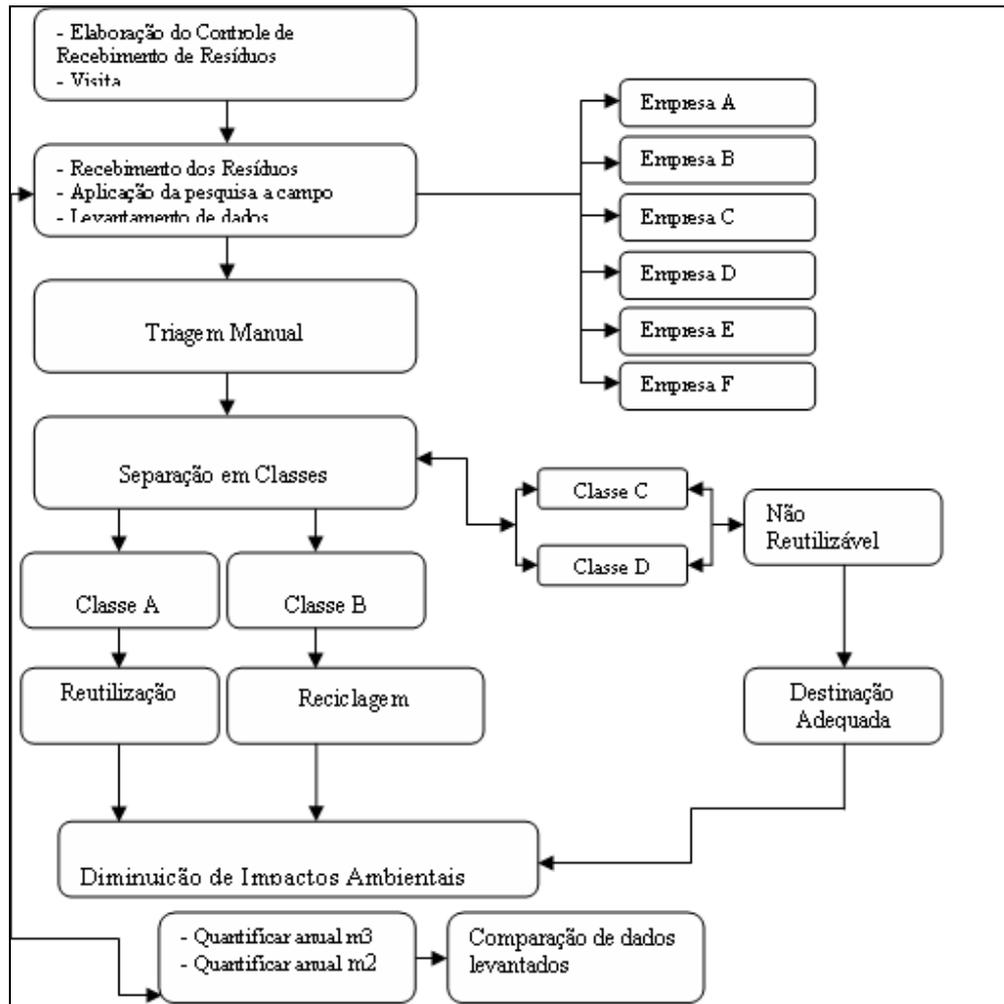


Figura 4 - Fluxograma metodológico do trabalho

3.2.1 Descrição das Etapas

O trabalho foi dividido nas seguintes etapas:

1º etapa - Elaboração de um controle para buscar informação sobre a origem dos resíduos, tipo de resíduos coletados, levantamento de número de caçambas recebidas pela usina de reciclagem licenciada, e ainda levantar o volume (m³) de resíduos que a Usina recebeu em 2009 a 2011.

2º etapa - Verificar o gerenciamento do resíduo dentro da usina, acompanhando a classificação, caracterização, separação e gerenciamento.

3º etapa - Coletar dados junto à Secretária de Planejamento – Departamento de Controle Urbano (DECUR) da Prefeitura Municipal de Campo Mourão – PR, sobre

quantidade de construções aprovadas nos anos de 2005 a 2011, verificando o crescimento da cidade, e assim, com os dados obtidos de relatórios anuais do DECUR e da Usina, fazer uma comparação de dados.

3.3 IDENTIFICAÇÃO DA ORIGEM DOS RCD'S

Atualmente, o Município de Campo Mourão PR possui uma Usina Coletora licenciada responsável pela disposição e destinação final dos resíduos recebidos. A Usina Coletora conta com seis empresas para a realização do serviço de coleta. As seis empresas foram identificadas nesta pesquisa como, Empresa A, Empresa B, Empresa C, Empresa D, Empresa E, Empresa F.

Para desenvolver a pesquisa de campo, foi elaborado um controle de recebimento de resíduos de identificação da origem dos RCD's, mostrado na Figura 5. Este controle foi aplicado através de entrevistas aos motoristas dos caminhões que realizam a coleta diária. A origem dos RCD's foi classificada em: limpeza de terrenos, solo proveniente de terraplanagem, demolição e reforma de edificações, construção nova, vegetal e construção, demolição, reforma e reparos de pavimentação, (sendo que esse último item do controle, refere-se à reparos que estão sendo feitos na cidade para instalação de esgoto, por isso, antes de iniciar a pesquisa, a funcionária que esta responsável pelo controle foi comunicada de que quando a usina recebesse coleta desta obra não inserisse como demolição edificação a fim de se evitar analisar demolição de pavimentação e anotar demolição normal de edificação.

Como as empresas possuem caçambas de volumes diferentes, foi necessário a observação do item em volume para obter o resultado corretamente. Vale ressaltar que todas as caçambas recebidas no período de pesquisa estavam completamente cheias.

CONTROLE DE RECEBIMENTO DE RESÍDUOS		
Data: / / 2012		
Empresa:		
	Identificação da Origem	M3
	Limpeza de terreno (quando 80% da caçamba forem: roçadas, mato).	
	Solo proveniente de terraplanagem (quando 80% da caçamba forem de solo)	
	Demolição e reforma de edificações Componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros; (Encontra-se 80% destes resíduos na caçamba).	
	Construção Nova Componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros; (Encontra-se 80% destes resíduos na caçamba).	
	Vegetais Poda de árvores, galhos.	
	Construção, demolição, Reforma e Reparos de Pavimentação.	

Figura 5 - Modelo de controle de recebimento de resíduos

É importante salientar que no trabalho desenvolvido consta somente o volume de resíduos que é recebido pela empresa licenciada, não incluindo os resíduos que são gerados no município, porém encaminhados nos pontos irregulares.

Para a realização da pesquisa foi necessário estabelecer critérios, de avaliação:

- Apesar de o motorista responder corretamente a origem do RCD's, algumas vezes as caçambas não chegam somente de um serviço, por serem caçambas abertas, vizinhos ou até na mesma obra, acabam depositando resíduos diferentes, como exemplo: resíduo de demolição com solo de terraplanagem. Então foram assinalados os resíduos que continham maior quantidade na caçamba.

- Como a Usina de Reciclagem tem licenciamento para receber RCD's e Vegetais, e o trabalho é específico em Resíduos de Construção e Demolição, foram retirados, no final do levantamento de dados, o resultado referente a vegetais.

De acordo com os dados coletados, a Empresa A obteve vinte e oito caçambas, a Empresa B obteve trinta e nove caçambas, a Empresa C colaborou com vinte e cinco caçambas, a Empresa D colaborou com vinte uma caçambas, a Empresa E com dezesseis caçambas e a Empresa F com dezenove caçambas.

Com base nos dados obtidos através do Controle de Recebimento dos Resíduos, foi identificada qual origem que estão mais contribuindo para a geração dos Resíduos de demolição e construção.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1, verifica-se que 21 caçambas foram de resíduos de limpeza de terreno, 13 caçambas de solo proveniente de terraplanagem, 46 caçambas de demolição e reforma de edificações, 40 caçambas de resíduos de novas edificações e 10 caçambas de construção, demolição reforma e reparos de pavimentação.

Tabela 1 - Volume de RCD's recebidos no período de seis dias em uma unidade coletora de Campo Mourão -PR

Origem do RCD's	Número de Caçambas	Volume (M³)
Limpeza de terreno	21	84
Solo proveniente de terraplanagem	13	52
Demolição e reforma de edificações	46	184
Construção nova	40	160
Construção, demolição reforma e reparos de pavimentação.	10	40

Para melhor visualização dos resultados observa-se na Figura 6, os resultados em percentuais. Nota-se que a demolição e reforma ficou com 37% e Novas edificações com 33% e os demais resíduos com 30% distribuídos entre os itens da pesquisa. Com a soma do percentual de demolição e construção, obtém-se 70% de resíduos originados de construção e demolição.

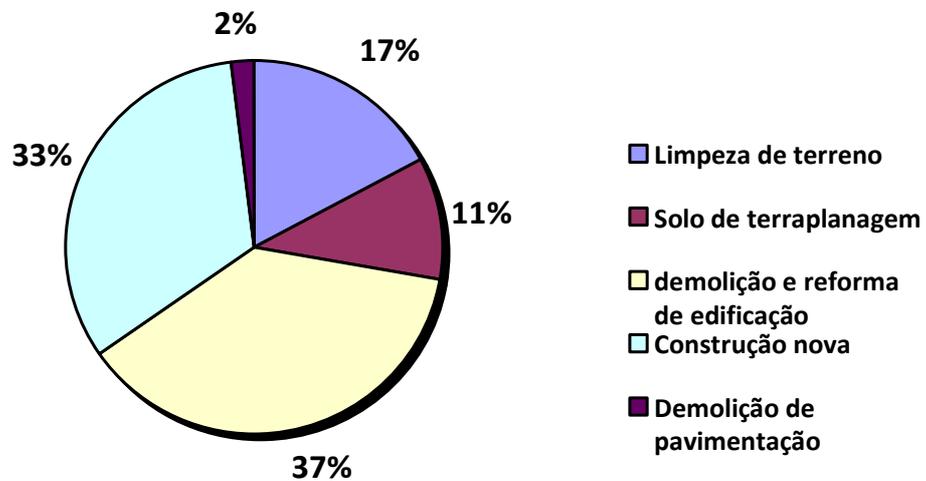


Figura 6 - Percentual da identificação da origem de RCD's em uma Unidade Coletora da Cidade de Campo Mourão - PR

Nota-se que o item de demolição e reforma de edificação e o item de construção nova são os que mais prevaleceram na pesquisa, obtendo maior porcentagem, observem a Figura 7, sua comparação.

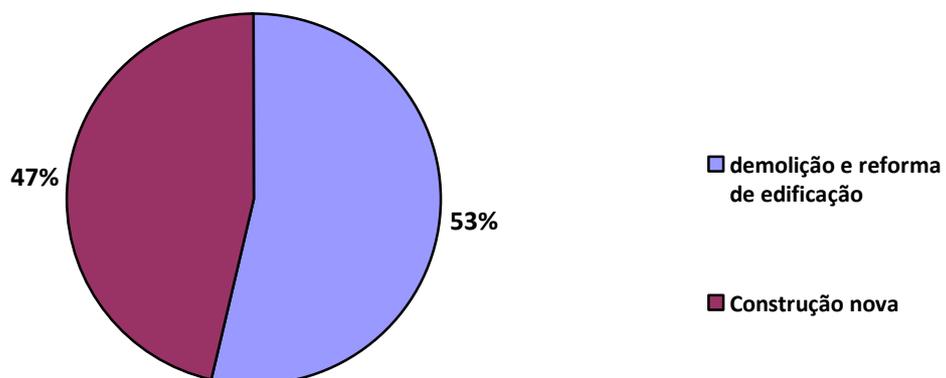


Figura 7 - Comparação percentual da identificação da origem de RCD's recebidos em uma unidade coletora da cidade de Campo Mourão - PR

Existem inúmeras obras novas em construção, prédios antigos em reforma e residências em reforma ou demolição que no momento da pesquisa estavam em andamento na cidade de Campo Mourão – PR.

Como já visto, a construção civil é uma grande geradora de RCD's, e um dos problemas que fazem gerar resíduos dentro do canteiro de obra é a falta de compatibilização de projeto, mão de obra sem qualificação e a falta de engenheiro na obra.

A falta de compatibilização de projeto: visa reduzir os custos, evitando erros devido à interferência de projetos, falhas de execução e como consequência minimiza o retrabalho, a execução de tarefas desnecessárias reduz o prazo de execução da obra e desperdícios de materiais.

Mão de obra sem qualificação: As falhas de execução também podem vir acontecer por uma mão de obra desqualificada, resultando no aumento de desperdícios de materiais. É necessário programas de treinamento no setor da construção civil que estimule o operário a buscar crescimento profissional dos visando uma qualidade organizacional.

O engenheiro presente no canteiro de obra: Planejamento inadequado e falta de coordenação são algumas falhas que acontecem na obra, gerando desperdícios de materiais. O engenheiro tem maior visão das ações necessárias para comandar a obra.

4.1 GERENCIAMENTO DOS RCD'S

Após os materiais serem identificados no Controle de Recebimento de Resíduos, as caçambas com os resíduos são descarregadas no pátio aberto da Usina de Reciclagem, como se pode ver na Figura 8. O ambiente é dividido em duas partes. O primeiro ambiente é para o recebimento, caracterização e classificação dos resíduos e o segundo ambiente é onde os resíduos ficam separados por classes.



Figura 8 - Caçamba descarregando os resíduos

No período da pesquisa, os resíduos que chegaram à usina foram os seguintes: Solos provenientes de terraplanagem, materiais cerâmicos (tijolos, azulejos, blocos, telhas, placas de revestimento) argamassa e concreto, peças pré-moldadas em concreto (blocos), plástico, papel, papelão, metais, vidros, madeiras.

Como não tem agendamento para o recebimento dos resíduos, a empresa deve estar sempre preparada no seu horário de funcionamento para o recebimento dos mesmos, por este motivo, assim que chega uma caçamba, os funcionários já iniciam o seu trabalho de identificação, classificação e separação.

Geralmente os RCD's chegam à Usina, misturados na caçamba, propiciando uma dificuldade aos funcionários na separação dos mesmos, pois acaba reduzindo a produtividade e a eficiência do processo.

Este processo de separação poderia ser executado em tempo menor se os geradores não depositassem tantos resíduos diferentes em uma única caçamba. Uma estratégia que pode ser usada pela empresa seria a Usina Coletora licenciada que recebe os resíduos estipularem uma premiação ou um desconto para as empresas que entregarem as caçambas com os resíduos de um ou dois materiais, facilitando o trabalho na Usina e com isso os geradores irão ter que fazer a separação na obra antes da caçamba coletar os resíduos.

A identificação, classificação e separação são realizadas manualmente, (Figura 9). Após a identificação, os resíduos são transportados com carrinho de mão

ou carriola para o segundo ambiente, onde ficam separados por classe, aguardando sua destinação final.

Por se tratar de trabalho manual em campo aberto, os funcionários devem fazer o uso de EPI's (Equipamento de Proteção Individual), como: respirador purificador de ar, máscaras, óculos, luvas e botinas, capuz, onde os funcionários não faziam uso de todos os EPI's necessários para sua segurança,



Figura 9 - Separação manual dos resíduos

Depois da identificação, classificação e separação, os resíduos ficam armazenados de forma organizada como mostra a Figura 10.



Figura 10 - Resíduos de forma organizada

Após a separação, de acordo com as classes dos materiais, foi elaborada a Tabela 2 a seguir, mostrando a classe e o destino final de cada material que foi recebido no período da pesquisa.

Tabela 2 - Classificação dos RCD's recebidos no período de seis dias na unidade coletora de Campo Mourão - PR

Material	Classificação	Destino final
Solo proveniente de terraplanagem	Classe A	Aterro
Tijolos	Classe A	Reutilização/Reciclagem
Azulejos	Classe A	Reutilização/Reciclagem
Telhas	Classe A	Reutilização/Reciclagem
Argamassa	Classe A	Reutilização/Reciclagem
Concreto	Classe A	Reutilização/Reciclagem
Bloco pré-moldado	Classe A	Reutilização/Reciclagem
Plástico	Classe B	Vendido para reciclagem
Papel/Papelão	Classe B	Vendido para reciclagem
Metais	Classe B	Vendido para reciclagem
Vidros	Classe B	Vendido para reciclagem
Madeira	Classe B	Vendido para lenha

Existem na cidade de Campo Mourão PR, empresas que trabalham com a reciclagem de materiais da classe B, estes materiais são revendido pela Usina por quilo.

As madeiras são revendidas para serem usadas em caldeiras, forno a lenha. Sua venda é feita por tonelada. Segundo informações da Usina, quando a madeira esta nova, sem cupim é revendida para pizzarias da cidade, e quando as madeiras estão velhas são revendidas para fábricas que não ficam em área urbana da cidade, pois estas madeiras fazem muita fumaça preta.

4.2 QUANTIFICAÇÃO DOS RCD'S ANUAL EM VOLUME

Com dados fornecidos pela Usina Coletora de Resíduos, realizou-se um levantamento, onde foram analisados os registros de recebimento de resíduos em volume entre 2009 a 2011, conforme a Tabela 3 a seguir:

Tabela 3 - Volume anual de RCD's recebidos na unidade coletora da cidade de Campo Mourão - PR

Ano	Volume (M³)
2009	22,520
2010	22,514
2011	18,441

Para melhor visualização dos resultados, a Figura 11, mostra que no ano de 2011 houve uma diferença considerável comparado com os anos anteriores.

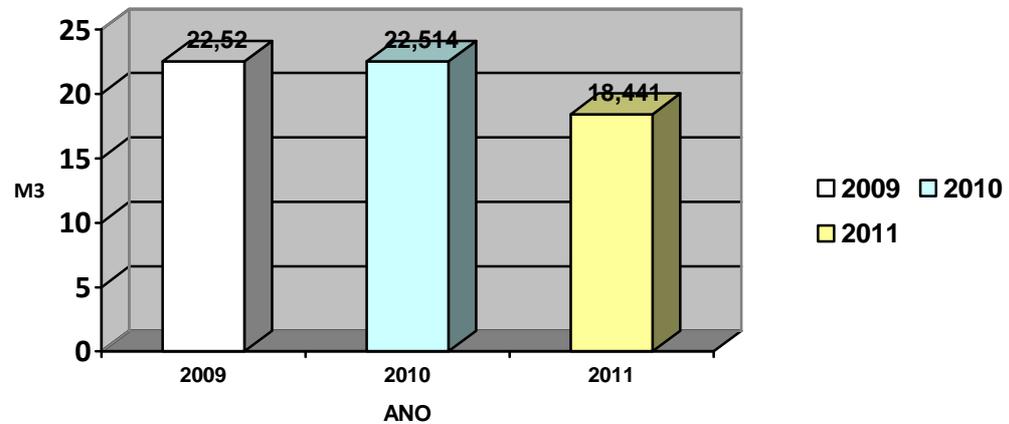


Figura 11 - Demonstrativo anual de RCD's recebidos em uma unidade coletora do município de Campo Mourão - PR

4.3 O CRESCIMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM CAMPO MOURÃO

Na terceira etapa, para dar sequência à pesquisa, foram coletados dados na Secretária de Planejamento – Departamento de Controle Urbano (DECUR) da Prefeitura Municipal de Campo Mourão. A Figura 12 mostra os dados de construções executadas na cidade no período entre 2005 e 2011. Lembrando que a Usina de Reciclagem iniciou o trabalho no ano de 2009. Também vale ressaltar que estes dados são referentes a construções aprovadas no DECUR, não incluindo as construções irregulares.

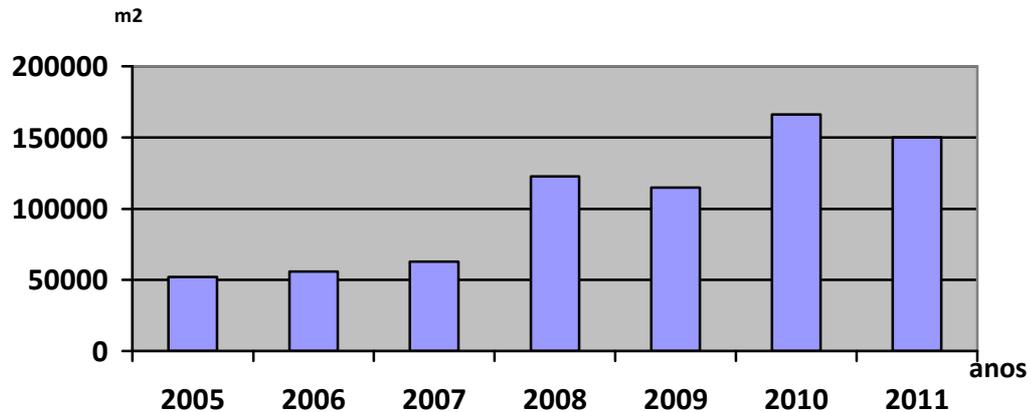


Figura 12 - Demonstrativo anual de construção e ampliação que foram aprovadas na prefeitura de Campo Mourão - PR

Nota-se no gráfico anterior que em 2005, 2006 e 2007 não aconteceram grandes mudanças no número de construções, mantendo-se estável nestes três anos. A partir de 2008, houve um crescimento considerável, onde mostra que aumentou o número de m² aprovados, e conseqüentemente maiores número de obras em andamento no município. É importante citar que em meados de 2008 para 2009 iniciaram-se novos empreendimentos na cidade, sendo loteamentos, condomínios residências, executados por construtores e construtoras particulares.

4.4 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS

Com os dados obtidos, podem-se confrontar os resultados, observar na Tabela 4, que houve um equilíbrio considerável de obras aprovadas com relação ao recebimento de resíduos nos anos em 2009 a 2010. Em 2011, o número de alvarás aprovados e número de resíduos recebidos diminuíram simultaneamente. Esses resultados mostram que com o passar dos anos, não houve conscientização por parte dos geradores em buscar a diminuição ou amenização de geração destes resíduos, pois é vantajoso para a cidade que o número de construção aumenta,

porém, é desvantagem que os resíduos da construção civil acompanhem esse aumento.

Tabela 4 - Quantidade em M2 de obras aprovadas e quantidade em M3 de RCD's recebidos na usina coletora em Campo Mourão-PR no ano de 2009 a 2011.

Ano	M2	M3
2009	114825,00	22,520
2010	166090,90	22,514
2011	150035,00	18,441

É necessário que os construtores e construtoras buscam alternativas para diminuição de desperdícios de materiais, adotando novas ferramentas de gestão no canteiro de obra a fim de minimizar os impactos ambientais e melhorar a qualidade de trabalho.

5 CONCLUSÃO

Com a elaboração do trabalho, notou-se que os maiores índices de resíduos recebidos na usina são oriundos de construções novas e demolição/reforma representado com 70%. Os demais resíduos contabilizam 30% distribuídos entre limpeza de terreno, solo proveniente de terraplanagem e construção, demolição e reparos de pavimentação. Portanto, primeiramente é de suma importância uma conscientização por parte das construtoras que são responsáveis pela geração dos RCD's, que podem trabalhar com o gerenciamento dentro da obra, fazendo a separação correta dos resíduos e aplicando a ferramenta três R's (reduzir, reutilizar e reciclar) que permite a valorização do material, e ainda permite a valorização da construtora. Com isto, há um ganho de duas formas: na atuação correta como gerador, sendo vista como empresa de responsabilidade ambiental e economicamente vantajoso, possibilitando menos desperdícios e redução de material.

Observou-se também o crescimento da Cidade de Campo Mourão PR, em relação à construção civil, levando em consideração que este crescimento é favorável à cidade. Para tanto, deve-se pensar se a cidade possui capacidade técnica e estrutura para tal. Portanto, é preciso crescer com a cidade usando novas tecnologias de sustentabilidade, pois se não houver uma conscientização dos órgãos públicos, fiscalizações rígidas, cumprimento de lei, onde, na cidade ainda não existe nenhum trabalho de gerenciamento junto à prefeitura, o meio ambiente é que está sofrendo as consequências.

Existem na cidade de Campo Mourão PR vários pontos de disposição de resíduos irregulares, principalmente em bairros. Isso acontece por falta da fiscalização e conscientização da sociedade. O que deveria ter é fiscalização não só na Usina Coletora Licenciada, mas sim, nas empresas que transportam os resíduos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÂNGELO, F., “Greenbuildings”, O Desafio da Construção Civil. **Envolverde/Instituto Ethos**. 2009. Revista Digital. Edição de Benjamin S. Gonçalves Disponível em:<http://www.cbcs.org.br/userfiles/noticias/cbcснаimprensa/020908_envolverde_materia.pdf> Acesso em: 10 jan.2012.

CHAVES, Arthur P. et al. Tecnologia Mineral e suas aplicações na Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição. **Centro de Tecnologia Mineral Ministério da Ciência e Tecnologia**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em <<http://www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2006-036-00.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2011.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente (2002). **Resolução Nº 307, de 5 de julho de 2002**. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 05 out. 2011.

CORRÊA, Roberto L., **Sustentabilidade na Construção Civil**, 2009. 70f. Monografia - Escola de Engenharia da Universidade federal de Minas Gerais, 2009. Disponível em: <http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Sustentabilidade%20na%20Constru%E7%E3o%20CivilL.pdf> >. Acesso em 01 dez. 2011.

ESTRELA, Mariely C. et al. **Estudo de viabilidade de Implementação de um Sistema de Reaproveitamento de Resíduos de Construção Civil para Famílias de Baixa Renda em Curitiba**, 2007. 78f. Trabalho de conclusão de curso (Tecnologia em Química Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

FERNANDES Beatriz B. et al. **A Reutilização de Materiais na Construção Civil**, 2006. (AUT 221 Arquitetura Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, AUT FAUUSP). Disponível em: <http://www.usp.br/fau/cursos/graduacao/arq_urbanismo/disciplinas/aut0221/Trabalhos_Finais_2006/A_Reutilizacao_de_Materiais_na_Construcao_Civil.pdf>. Acesso em 28 jan. 2012.

FERRAZ N. Andre L. et al. Estudo do Aproveitamento de Resíduos de Construção na Fabricação de Tijolos de Solo-Cimento, 2004 **Workshop “Concreto:Durabilidade, Qualidade e Novas Tecnologias”** Ilha Solteira –São

Paulo, 2004. Disponível em: <<http://www.google.com.br/url?sa=t&source=web&cd=1&ved=0CBsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ppgec.feis.unesp.br%2Fp%2Feducao2004%2FEstudo%2520do%2520aproveitamento%2520de%2520res%2520dos%2520de%2520constru%25E7%25E3o%2520na%2520fabrica%25E7%25E3o%2520de%2520tijolos%2520de%2520solocimentoi.pdf&rct=j&q=Estudo%20do%20Aproveitamento%20de%20Res%C3%ADduos%20de%20Constru%C3%A7%C3%A3o%20na%20Fabrica%C3%A7%C3%A3o%20de%20Tijolos%20de%20Solo-Cimento&ei=rCuOTu7xEOLj0gHX9aU9&usq=AFQjCNFc6agWa1l3Na61obh7rmJmb2rmZQ&sig2=GEE20ozxujCVVzhVwzv7NA&cad=rja>>. Acesso em: 05 nov. 2011.

FREITAS, Mauricio I., **Os resíduos de Construção Civil no Município de Araraquara/SP**, 2009. 86f. Dissertação. Centro Universitário de Araraquara – Uniara Mestrado em Desenvolvimento Regional e meio Ambiente, 2009. Disponível em: <http://www.uniara.com.br/mestrado_drma/arquivos/dissertacao/isabela_mauricio_freitas.pdf>. Acesso em 10 jan. 2012.

FRIGO F. **Proposta de Plano de Gerenciamento de Resíduos sólidos da Construção Civil para o Município de Itajaí SC**. 2005. 76f. Dissertação (Graduação) – Universidade do Vale do Itajaí – Centro de Ensino Superior de Ciência Tecnológicas da Terra e do Mar. Itajaí, 2005. Disponível em: <http://www.observatoriodolitoral.ufsc.br/banco_dados/univali/engambiental/67.pdf> Acesso: 15 abr. 2012.

GAEDE Faria P. **Gestão dos resíduos da construção civil no Município de Vitória-ES e normas existentes**, 2008. 74f. (Monografia) – Curso de Especialização em Construção Civil. Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. Disponível em: <http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia%20Lia.pdf> Acesso em: 27 jan. 2012.

JOHN, Vanderley M. **Reciclagem de resíduos na construção Civil: contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 2000. 113f. Tese (Livre Docência) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia De Construção Civil. São Paulo, 2000. Disponível em: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/livre%20doc%C3%Aancia%20vmjohn.pdf>> Acesso: 24. mar. 2012.

LEITE Monica B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos da construção e demolição**. 2001. 290f. Tese (Doutorado) Porto Alegre, 2001- Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/21839/000292768.pdf?sequence=1>> Acesso: 26 mar. 2012.

LOVATO, S. P. **Verificação dos Parâmetros de Controle de Agregados Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição para a Utilização em Concreto**. 2007. 182f. (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007. Disponível em:<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/10609/000598258.pdf?sequence=1>> Acesso em: 20 abr. 2012.

MARQUES NETO C. José da. **Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição no Brasil**. São Carlos; Rima editora, 2004.

MAYORGA, Ruben D. et al, **Os resíduos da Construção Civil e Suas Implicações Socioambientais e Econômicas na Cidade de Fortaleza –CE –Sober 47º Congresso Sociedade Brasileira e Econômica administração e Sociologia Rural – Porto Alegre, 2009** Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/13/402.pdf>> Acesso em: 10 set. 2011.

MORAES, Marcio. Aproveite o Entulho. **Revista Arquitetura e Construção**. Ed.abril, ano 27 N.6, p. 124, jun. 2011.

PINTO, Tarcísio de Paula, **Metodologia para Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana**. 1999. 218f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999. Departamento de Engenharia De Construção Civil. Disponível em:<http://recycled.pcc.usp.br/ftp/tese_tarcisio.pdf> Acesso: 15. Mar.2012.

SANTOS, Maxiliano P. dos. **Fabricação de Solo-Cimento com Adição de Resíduos de Madeira Provenientes da Construção Civil**, 2009. 125f. (Dissertação) - Programa de Pós Graduação em Construção Civil, Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/1843/ISMS-7VZJYP/1/dissertacao_maxiliano_perdigao_dos_santos.pdf> Acesso em: 20 set. 2011.

SCHNEIDER Dan M. **Deposições Irregulares de Resíduos da Construção Civil na cidade de São Paulo**. 2003. 131f. (Mestrado) – Programa de Pós em Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Disponível em:< http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/Schneider_De_posi%E7%F5es%20Irregulares%20de%20Res%EDduos%20da%20Constru%E7%E3o.pdf>Acesso:25 mar. 2012

SILVER Spring, M. Abordagens bem sucedidas para a Reciclagem Residuais Urbanas Madeira, 2002. Programa de Pesquisa Aplicada - Associação de Resíduos

Sólidos da América do Norte, 2002 **Rep. FPL>R&133. Madison, WI: EUA Departamento de Agricultura, Serviço Florestal, Floresta Laboratório de Produtos.** Disponível em: <<http://translate.google.com.br/translate?hl=ptBR&langpair=en|pt&u=http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fplgtr133.pdf>> Acesso em 26 jan. 2012.

VANNI K Maria, C. **Análise de Falhas Aplicada a Compatibilidade de Projetos na Construção de Edifícios.** 1999. 212f. (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia- Departamento de Engenharia de Produção. Disponível em : < http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/1843/AMCN-8A8HRU/1/cl_udia_maria_kattah_vannidisserta__o_do_mestrado.pdf>Acesso em: 14.jun.2012.

ANEXOS

RESOLUÇÃO Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002

Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA, no uso das competências que lhe foram conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de julho de 1990, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, Anexo à Portaria nº 326, de 15 de dezembro de 1994, e

Considerando a política urbana de pleno desenvolvimento da função social da cidade e da propriedade urbana, conforme disposto na Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001;

Considerando a necessidade de implementação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil;

Considerando que a disposição de resíduos da construção civil em locais inadequados contribui para a degradação da qualidade ambiental;

Considerando que os resíduos da construção civil representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas;

Considerando que os geradores de resíduos da construção civil devem ser responsáveis pelos resíduos das atividades de construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos;

Considerando a viabilidade técnica e econômica de produção e uso de materiais provenientes da reciclagem de resíduos da construção civil; e

Considerando que a gestão integrada de resíduos da construção civil deverá proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental, resolve:

Art. 1º. Estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.

Art. 2º. Para efeito desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

I – Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e

da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha;

II – Geradores: são pessoas físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos nesta Resolução;

III – Transportadores: são as pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação;

IV – Agregado reciclado: é o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infra-estrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia;

V – Gerenciamento de resíduos: é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos;

VI – Reutilização: é o processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo;

VII – Reciclagem: é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação;

VIII – Beneficiamento: é o ato de submeter um resíduo à operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria-prima ou produto;

IX – Aterro de resíduos da construção civil: é a área onde serão empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil Classe “A” no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro e/ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente;

X – Áreas de destinação de resíduos: são áreas destinadas ao beneficiamento ou à disposição final de resíduos.

Art. 3º. Os resíduos da construção civil deverão ser classificados, para efeito desta Resolução, da seguinte forma:

I – Classe A – são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.

II – Classe B – são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

III – 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;

IV – 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.

Art. 4º. Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final.

§ 1º. Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de “bota-fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei, obedecidos os prazos definidos no art. 13 desta Resolução.

§ 2º. Os resíduos deverão ser destinados de acordo com o disposto no art. 10 desta Resolução.

Art. 5º. É instrumento para a implementação da gestão dos resíduos da construção civil o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, a ser elaborado pelos Municípios e pelo Distrito Federal, o qual deverá incorporar:

I – Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil; e

II – Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

Art 6º. Deverão constar do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil:

- I – as diretrizes técnicas e procedimentos para o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e para os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil a serem elaborados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores.
- II – o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento;
- III – o estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e de disposição final de resíduos;
- IV – a proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;
- V – o incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;
- VI – a definição de critérios para o cadastramento de transportadores;
- VII – as ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;
- VIII – as ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação.

Art 7º. 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.

Art. 8º. 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.

§ 1º. 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.

§ 2º. 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.

Art. 9º. Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverão contemplar as seguintes etapas:

- I – caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;
- II – 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;
- III – 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;
- IV – transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;
- V – destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido nesta Resolução.

Art. 10. Os resíduos da construção civil deverão ser destinados das seguintes formas:

- I – Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- II – Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- III – Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas;
- IV – Classe D: deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Art. 11. Fica estabelecido o prazo máximo de doze meses 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.

Art. 12. Fica estabelecido o prazo máximo de vinte e quatro meses para que os geradores, não enquadrados no art. 7º, 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, conforme §§ 1º e 2º do art. 8º.

Art. 13. No prazo máximo de dezoito meses 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”.

Art. 14. Esta Resolução entra em vigor em 2 de janeiro de 2003.

JOSÉ CARLOS CARVALHO

Presidente do Conselho

DOU 17/07/2002