



**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
FACULDADE DE ENGENHARIA E ARQUITETURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
Área de Concentração: Infra-estrutura e Meio Ambiente**

**Luisete Andreis Karpinski**

**PROPOSTA DE GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL  
PARA O MUNICÍPIO DE PASSO FUNDO-RS**

**Passo Fundo  
2007**

**Luisete Andreis Karpinski**

**PROPOSTA DE GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL  
PARA O MUNICÍPIO DE PASSO FUNDO-RS**

Orientador: Professor Adalberto Pandolfo, Dr.

Co-Orientadora: Professora Aguida Gomes de Abreu, Dra.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia para obtenção do grau de Mestre em Engenharia na Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo na Área de concentração Infra-estrutura e Meio Ambiente

**Passo Fundo**

**2007**

**Luisete Andreis Karpinski**

**PROPOSTA DE GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL  
PARA O MUNICÍPIO DE PASSO FUNDO-RS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia na área de concentração em Meio Ambiente e Infra-Estrutura para obtenção do grau de mestre em Engenharia na Universidade de Passo Fundo

**Passo Fundo, 27 de abril de 2007.**

**Os membros componentes da Banca Examinadora abaixo aprovam a Dissertação.**

**Adalberto Pandolfo, Dr.  
Orientador**

**Aguida Gomes de Abreu, Dra.  
Co-Orientadora**

**Marco Aurélio Stumpf González, Dr.  
Unisinos - Universidade do Vale do Rio dos Sinos**

**Luciana Londero Brandli, Dra.  
UPF – Universidade de Passo Fundo**

**Antonio Thomé, Dr.  
UPF – Universidade de Passo Fundo**

**Passo Fundo**

**2007**

*Dedico esta pesquisa a toda minha família, em especial a meus pais Luis e Alete e minha irmã Alene, ao meu marido Adriano e minha amada filha Alissa, fonte infinita de vida e amor, por sempre terem apoiado e incentivado os meus estudos.*



## AGRADECIMENTOS

Nossas conquistas são fruto de grande esforço pessoal e colaboração de muitas pessoas. O apoio de todos foi fundamental para a realização desta pesquisa e não é possível encerrá-lo sem antes agradecer, especialmente, a Deus, o Grande Engenheiro do Universo, que de forma justa e perfeita sempre me iluminou e me deu forças para prosseguir nesta caminhada. Também quero agradecer carinhosamente a estas pessoas.

Ao meu pai, por ter me deixado como herança seus valores e ensinamentos.

À minha mãe, pela força e apoio constante.

À minha irmã, pelo apoio, e pela paciência.

Ao meu marido, companheiro e parceiro de todas as horas.

À minha filha, que, mesmo sem entender, soube aceitar os momentos em que fui ausente no seu convívio. Por vocês e em vocês busquei forças para seguir o meu caminho.

Ao professor Adalberto Pandolfo, pela orientação séria, pela disponibilidade em todos os momentos e pela amizade dispensada durante todo o curso. Obrigada, sobretudo, por acreditar no meu potencial. O seu exemplo é bastante valioso a todos que estão ao seu lado.

À professora Aguida Gomes de Abreu, pela co-orientação, pelo apoio dispensado no desenvolvimento e análise da pesquisa e pelas contribuições no surgimento das dúvidas.

À professora Luciana Londero Brandli, pelo conhecimento transmitido e por todo apoio e amizade dispensados durante a execução deste trabalho, sempre pronta a ajudar no que fosse possível.

À professora Juliana Kurek, pelo precioso conhecimento e atenção transmitidos durante o desenvolvimento deste trabalho.

À professora Adriana Augustin Silveira, pelas valiosas contribuições dadas ao desenvolvimento do trabalho.

À engenheira Gislaire Praetorius Mello Alves, pelas informações imprescindíveis neste trabalho e pela contribuição.

Às colegas de turma Debora Cristina Martinkoski, Luciana Tonin, Aline Tress e Taís Sachet, pelo companheirismo, dificuldades e alegrias divididos durante a fase dos créditos, e a muitos outros amigos com quem tive a oportunidade de conviver.

Aos amigos distantes, que, mesmo de longe, participaram com seu incentivo e confiança.

À minha sócia, arquiteta Letícia Britto Giacomazzi, pela compreensão e paciência com as situações que um mestrado cria.

À Universidade de Passo Fundo, pelo financiamento da bolsa de estudo.

A todos os que, direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para o desenvolvimento deste trabalho.

## Resumo

As empresas que fornecem insumos para a construção civil vêm consumindo gradativamente recursos naturais do planeta, e os resíduos oriundos dessas atividades não deixam de ser recursos que o ambiente fornece, os quais são modificados pelo ser humano para sanar necessidades e para administrar o setor da indústria de construção, ocorrendo, dessa forma, o desenvolvimento econômico de uma região. A atenção dispensada ao meio ambiente e o indício da escassez de recursos naturais têm levado à busca por soluções que tragam o desenvolvimento econômico juntamente com o crescimento sustentável, como o problema dos resíduos depositados de forma indistinta e desregrada em aterros clandestinos, em acostamentos, em rodovias, nos vários municípios do país. Essa preocupação chegou a patamares federais, respondendo-se à situação com a resolução do Conama n.º 307 de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a Gestão dos Resíduos da Construção Civil e que cria a cadeia de responsabilidades: gerador - transportador - municípios. Dentro desse contexto, realizou-se um diagnóstico no município de Passo Fundo-RS, com um levantamento que estima a geração do resíduo de construção e demolição (RCD) e um mapeamento dos locais de deposição irregular; também se buscou apresentar uma proposta de aplicação desta legislação na qual são abordadas diretrizes que podem ser aplicadas em qualquer município, adequando-os às realidades locais. Para isso foi montado um modelo de gestão dos resíduos da construção civil para o município de Passo Fundo-RS, o qual serviu de base para a formulação da ferramenta computacional com aplicação em *web site*. Em suma, este trabalho contribui de modo a auxiliar o poder público na gestão de resíduos da construção civil apresentando um sistema de análise de dados na forma de uma ferramenta computacional que integra toda a rede de serviços tanto municipais quanto privados, minimizando a degradação ambiental, visando auxiliar e contribuir para a cultura com responsabilidade na preservação do meio ambiente.

Palavras-chave: Resíduos na construção e demolição. Desenvolvimento sustentável. Gestão de resíduos de construção civil.

## **Abstract**

The civil construction suppliers became the biggest users of the natural resources in the planet, and the deriving residues of these activities do not leave of being resources that the environment supplies, which are modified by the human being to cure necessities and to manage the sector of the construction industry, occurring, in this form, the economic development of a region. The attention excused to the environment and the indication of the scarcity of natural resources have led to the search for solutions that together bring the economic development with the sustainable growth, as the problem of the residues deposited of indistinct and inappropriate form in clandestine landfills, shoulders of the roads, highways, the many cities of the country. Finally the federal government, started to be worry about the situation and the first step change was the Conama (National Environmental Council) resolution number 307 from 2002. The resolution describes procedures and standards for residues in civil construction and imposes responsibilities for the residues generators, companies in charge of the transport and municipalities. After mapping irregular deposits and studying that areas we had calculate the best estimative for construction residues and demolition (RCD according with the acronym in Portuguese) for the city of Passo Fundo – RS. Based in this study and applying the current legislation we formulated a proposal to implement an Internet tool, which will help the companies and municipalities follow the legislation. Using the technology we developed an Internet tool to manage and track the residues provided by the civil construction industry in Passo Fundo. The proposal could be implemented in any other city just adapting their local reality. This study provides to the public sector an easy tool to manage the residues linked via internet integrating the municipality services with the private companies. In that way helping the environmental and contributing with social responsibility for regional economy for the sustainable development.

**Key-words:** Residues in the construction and demolition, sustainable development, management of civil construction residues.

## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	11
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA.....	13
1.3 JUSTIFICATIVA .....	14
1.4 OBJETIVOS .....	15
1.4.1 OBJETIVO GERAL .....	15
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.5 ESCOPO E DELIMITAÇÕES DO TRABALHO .....	15
1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	16
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
2.1 DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL .....	18
2.1.1 EVOLUÇÃO E ENTENDIMENTO .....	18
2.1.2 ECODESENVOLVIMENTO .....	19
2.1.3 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL .....	20
2.1.4 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	22
2.2 IMPACTO AMBIENTAL DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	23
2.2.1 A DEPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS.....	25
2.2.2 RECURSOS CONSUMIDOS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	27
2.3 RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	28
2.3.1 CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS CONSTITUINTES DO RCD .....	30
2.3.2 GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	33
2.3.3 PERDA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL .....	37
2.3.4 GESTÃO E RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO .....	39
2.3.4.1 FALANDO SOBRE GESTÃO .....	39
2.3.4.2 RECICLAGEM DOS RESÍDUOS.....	41
2.3.5 DEPOSIÇÃO E DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS.....	42
2.3.6 IDENTIFICAÇÃO DOS AGENTES ENVOLVIDOS NA GERAÇÃO, TRANSPORTE E RECEPÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO.....	44
2.4 LEGISLAÇÃO .....	45
2.4.1 RESOLUÇÕES REFERENTE A RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL.....	46
2.4.1.1 RESOLUÇÃO CONAMA Nº. 275/01 .....	46
2.4.1.2 RESOLUÇÃO CONAMA Nº. 307/02 .....	46
2.4.1.3 RESOLUÇÃO CONAMA Nº. 348/04 .....	49
2.4.1.4 RESOLUÇÃO CONSEMA Nº. 017/01.....	49
2.4.1.5 RESOLUÇÃO CONSEMA Nº. 109/05.....	50
2.4.2 LEI ESTADUAL Nº. 9.921 .....	50
2.4.3 LEI ESTADUAL Nº. 11.520 .....	50
2.4.3.1 ART. 218.....	51
2.4.3.2 ART. 222.....	51
2.4.4 CÓDIGO CIVIL ART. 1.228 .....	51
2.4.5 CÓDIGO CIVIL ART. 1.309 .....	52
2.4.6 NORMAS TÉCNICAS .....	52
2.5 GESTÃO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	53
2.5.1 PLANO INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL.....	56
2.5.2 DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS .....	58
2.6 SISTEMA DE GESTÃO SUSTENTÁVEL PARA OS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	61
2.6.1 AÇÃO 1: REDE PARA GESTÃO DE PEQUENOS VOLUMES.....	63
2.6.2 AÇÃO 2 : REDE PARA GESTÃO DE GRANDES VOLUMES .....	63

2.6.3 AÇÃO 3: PROGRAMA DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL .....	64
2.6.4 AÇÃO 4: PROGRAMA DE FISCALIZAÇÃO .....	65
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>67</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO ESTUDADO .....	67
3.2 ESTRUTURA METODOLÓGICA DESENVOLVIDA .....	69
3.3 FASE 1 – DIAGNÓSTICO DA DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NO MUNICÍPIO DE PASSO FUNDO-RS .....	72
3.3.1 MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO .....	72
3.3.2 ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE RCD .....	73
3.3.2.1 ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE RCD A PARTIR DE ENTREVISTA REALIZADA COM AS EMPRESAS COLETORAS .....	73
3.3.2.2 ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE RCD A PARTIR DO CONTROLE DE RECEBIMENTO DE CARGAS DO ATERRO DA PEDREIRA .....	73
3.4 FASE 2 – ESTRUTURA DE UM MODELO DE GESTÃO PARA RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) .....	75
3.4.1 ANÁLISE DO PLANO INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO MUNICÍPIO DE PASSO FUNDO-RS .....	75
3.4.2 DEFINIÇÕES DOS AGENTES ENVOLVIDOS E SUAS RESPONSABILIDADES .....	75
3.4.3 DEFINIÇÃO DAS DIRETRIZES .....	75
3.4.4 ESTRUTURA DE UMA PROPOSTA DE GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA O MUNICÍPIO DE PASSO FUNDO-RS .....	76
3.4.5 MODELO DE GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA O MUNICÍPIO DE PASSO FUNDO-RS .....	76
3.4.6 FERRAMENTA COMPUTACIONAL COM APLICAÇÃO EM <i>WEB SITE</i> .....	76
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>77</b>
4.1 FASE 1 - DIAGNÓSTICO DA DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NO MUNICÍPIO DE PASSO FUNDO-RS .....	77
4.1.1 MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE DEPOSIÇÃO DE RCD .....	78
4.1.1.1 DISPOSIÇÃO REGULAR .....	79
4.1.1.2 DEPOSIÇÃO IRREGULAR .....	82
4.1.3 ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE RCD .....	97
4.1.3.1 COLETA DE INFORMAÇÕES EM EMPRESAS COLETORAS.....	97
4.1.3.2 COLETA DE INFORMAÇÕES NO ÓRGÃO MUNICIPAL .....	98
4.1.3.3 COLETA DE INFORMAÇÕES OBTIDA A PARTIR DE PESQUISA NO ATERRO DA PEDREIRA ..	98
4.2 FASE 2 – ESTRUTURA DE UM MODELO DE GESTÃO PARA RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO .....	101
4.2.1. ANÁLISE DO PLANO INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO MUNICÍPIO DE PASSO FUNDO-RS .....	102
4.2.1.1. PROGRAMA MUNICIPAL DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (PMGRCC).....	102
4.2.1.2. PROJETOS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (PGRCC).....	103
4.2.2 DEFINIÇÃO DOS AGENTES ENVOLVIDOS E SUAS RESPONSABILIDADES .....	104
4.2.3 DEFINIÇÃO DAS DIRETRIZES.....	104
4.2.4 PROPOSTA DE GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO PARA O MUNICÍPIO DE PASSO FUNDO-RS .....	105
4.2.5 MODELO DE GESTÃO DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO CIVIL PARA O MUNICÍPIO DE PASSO FUNDO-RS.....	116
4.2.6 FERRAMENTA COMPUTACIONAL COM APLICAÇÃO EM <i>WEB SITE</i> .....	126
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>138</b>

5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	138
5.2 QUANTO AOS OBJETIVOS.....	139
5.3 QUANTO AOS RESULTADOS .....	140
5.4 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	141
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>142</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>147</b>
APÊNDICE 1 – ENTREVISTA ESTRUTURADA APLICADA ÀS EMPRESAS COLETORAS DE RCD LICENCIADAS PELO PODER PÚBLICO .....	148
APÊNDICE 2 – ENTREVISTA ESTRUTURADA APLICADA À PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO-RS.....	149
APÊNDICE 3 – ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE RCD.....	150
<b>ANEXO .....</b>	<b>155</b>
ANEXO 1 – PLANO INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO MUNICÍPIO DE PASSO FUNDO-RS .....	156

# **1 INTRODUÇÃO**

## **1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Com o desenvolvimento tecnológico das indústrias e o aumento da população nos centros urbanos, ocorreu, paralelamente, um aumento crescente da quantidade e diversidade dos poluentes ambientais e, conseqüentemente, um comprometimento contínuo da qualidade de vida dos seres vivos no meio ambiente. Surgiu, então, a necessidade de consolidar novos modelos de desenvolvimento, buscando o desenvolvimento sustentável, através de alternativas de utilização dos recursos existentes, orientadas por uma racionalidade ambiental, visando à preservação dos recursos naturais.

A indústria da construção civil é responsável por impactos ambientais, sociais e econômicos consideráveis, em razão de possuir uma posição de destaque na economia brasileira. Apesar do número elevado de empregos gerados, da viabilização de moradias, renda e infra-estrutura, faz-se necessário uma política abrangente para o correto destino dos resíduos gerados.

Nos últimos anos, o interesse por políticas públicas para os resíduos gerados pelo setor da construção civil tem se acirrado com a discussão de questões ambientais, uma vez que desperdiçar materiais, seja na forma de resíduo (mais comumente denominado “entulho de construção”), seja sob outra natureza, significa desperdiçar recursos naturais, o que coloca a indústria da construção civil no centro das discussões na busca pelo desenvolvimento sustentável nas suas diversas dimensões (SOUZA et al. 2004).

As políticas ambientais relacionadas ao tema devem focar-se no adequado manuseio, visando a uma possível reutilização ou redução, reciclagem e disposição desses resíduos. A principal ação efetiva em termos legais, para a superação dos problemas ambientais, foi a criação da resolução nº. 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) de 2002, que veio definir responsabilidades e deveres, justificando um novo sistema de gestão, o qual

obriga os geradores a reduzir, reutilizar e reciclar, tratar e dispor os resíduos de construção e demolição (RCD).

A resolução 307/02 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) define diretrizes para que os municípios e o Distrito Federal tenham instrumentos para desenvolver e programar políticas de gestão local sob a forma de Planos Integrados de Gerenciamento, com o objetivo de identificar responsabilidades dos grandes geradores e assumir soluções para pequenos geradores, de forma a disciplinar as ações dos agentes envolvidos desde a geração até a disposição final. Dessa forma, a união entre o empresariado, o poder público e a sociedade civil é de suma importância para o cumprimento desta resolução.

Com base nessas considerações e com a preocupação ambiental sobre a destinação dos resíduos de construção civil, o estudo desenvolvido nesta dissertação seguiu a linha de pesquisa do “Projeto e Gerenciamento da Infra-estrutura e Meio Ambiente” que está atualmente em desenvolvimento no programa de pós-graduação da Universidade de Passo Fundo-RS, onde visa pesquisas de levantamentos relacionados aos resíduos de construção e demolição (RCD). Foi finalizada uma dissertação onde o objetivo era quantificar e qualificar os RCD. No momento está em andamento uma pesquisa que visa à utilização dos RCD para obtenção de blocos de pavimentação e também pesquisa que pretende apresentar um modelo de gestão na forma de um *web-site*, onde é possível gerenciar todos os resíduos para possibilitar sua reutilização com a ajuda de um processo.

Inicialmente, esta pesquisa partiu da realização de um levantamento da situação atual do município de Passo Fundo-RS no que se refere aos RCD, realizando um registro fotográfico e mapeando os locais de deposição regular e irregulares.

Em um segundo momento, foi analisado o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de Passo Fundo-RS, onde se apresentaram o programa municipal e os projetos de gerenciamento de resíduos da construção civil. Foram definidos os agentes envolvidos no processo, suas responsabilidades, e apontadas diretrizes numa proposta de modelo de gestão de resíduos da construção civil para o município de Passo Fundo-RS, sendo que gestão deve ser entendida como todo um processo e por todos os agentes pelos quais o resíduo passa, desde sua geração até sua deposição final.

Para auxiliar a aplicação desta proposta na cidade de Passo Fundo-RS foi desenvolvida uma metodologia e uma ferramenta computacional na forma de um Web Site, as quais apresentam-se no corpo deste trabalho.



## 1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

A construção civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, mas, por outro lado, apresenta-se como grande geradora de impactos ambientais, quer pelo consumo de recursos naturais, quer pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos. O setor tem o desafio de conciliar uma atividade produtiva dessa magnitude com as condições que conduzam a um desenvolvimento sustentável consciente e menos agressivo ao meio ambiente (PINTO, 2005).

A indústria da construção civil apresenta grandes volumes de materiais de construção e de atividades de canteiros de obras, o que acaba gerando um elevado índice de resíduos produzidos nas áreas urbanas depositados de maneira indistinta e desregrada em locais de fácil acesso, como em terrenos baldios.

Dados levantados por Schneider (2004) sobre a geração dos resíduos da construção civil mostram que essa questão é mundialmente reconhecida. Os Estados Unidos da América, por exemplo, geram, aproximadamente, 136 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição (RCD) por ano, e os dados mostram também que há nesse país, aproximadamente, 3500 unidades de reciclagem desses resíduos, que respondem pela reciclagem de 25% do total gerado. Já nos Países Baixos 90% do volume gerado de resíduo de construção civil é reciclado.

Da mesma forma, Pinto (2005) apresenta estudos realizados no estado de São Paulo, nos municípios de São Paulo, Guarulhos, Diadema, Campinas, Piracicaba, São José dos Campos, Ribeirão Preto, Jundiaí, São José do Rio Preto e Santo André, computando números da participação de RCD em relação à massa total dos resíduos sólidos urbanos. O autor observou que esses têm uma participação importante no conjunto dos resíduos produzidos, o qual em todas as cidades foi superior a 50%.

No município em estudo Bernardes, A. (2006) afirma que os RCD chegaram a uma estimativa de geração de, aproximadamente, 0,55 kg/hab;dia, que comparando com a estimativa de geração de resíduos sólidos urbanos, que é de 0,6 kg/hab/dia, pode-se afirmar que Passo Fundo-RS não está longe das estimativas brasileiras.

Esse fato está na origem de graves problemas ambientais, sobretudo nas cidades em processo mais dinâmico de expansão ou renovação urbana, o que demonstra a necessidade de se avançar, em todos os municípios, em direção à implantação de políticas públicas especificamente voltadas para o gerenciamento desses resíduos.

Percebe-se que há a necessidade de implantação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil. Em razão disso, o Conama formulou a resolução 307/02, que responsabiliza os geradores de resíduos do processo de construção nova, como também em reformas, reparos e demolições de estruturas e rodovias, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos, por sua destinação final. Além disso, estabelece critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.

Com base nessas considerações iniciais, destaca-se a questão da pesquisa: qual deve ser a estrutura de um modelo de gestão de resíduos de construção e demolição no âmbito municipal para a cidade de Passo Fundo-RS?

### **1.3 JUSTIFICATIVA**

A cadeia produtiva da construção civil é responsável por uma quantidade considerável de resíduos de construção e demolição (RCD) depositados em encostas de rios, vias e logradouros públicos, criando locais de deposições irregulares nos municípios. Esses resíduos comprometem a paisagem urbana, invadem pistas, dificultam o tráfego de pedestres e de veículos, como também a drenagem urbana, além de propiciar a atração de resíduos não inertes, com multiplicação de vetores de doenças e degradação de áreas urbanas, o que afeta a qualidade de vida da sociedade como um todo.

Além dessas conseqüências, a remoção dos resíduos acumulados irregularmente aumenta os custos municipais. Isso, segundo John e Agopyan (2003, p. 4), tem se transformado num "negócio estabelecido em quase todas as grandes cidades brasileiras, envolvendo as empresas contratadas pela prefeitura para recolher o entulho depositado irregularmente", a um custo médio de R\$10/hab/ano (transporte e disposição).

O Estatuto da Cidade, lei federal nº. 10.257, promulgado em 2001, determina novas e importantes diretrizes para o desenvolvimento sustentado dos aglomerados urbanos no país. O documento prevê a necessidade de proteção e preservação do meio ambiente natural e construído, com uma justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes da urbanização, exigindo que os municípios adotem políticas setoriais articuladas e sintonizadas com o seu Plano Diretor. Uma dessas políticas setoriais, que pode ser destacada, é a que trata da gestão dos resíduos sólidos, nos quais se enquadram os resíduos de construção civil.

Em razão da inexistência de dados referentes ao gerenciamento de RCD no município de Passo Fundo-RS, da necessidade de adequação das empresas geradoras, bem como dos municípios, à resolução 307/02 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), há a necessidade de realizar pesquisas sobre a aplicação da referida resolução. Implantar um sistema de gestão ambiental não só poderá contribuir para o avanço técnico-gerencial do município em relação aos resíduos de construção civil, mas também para o uso racional dos recursos naturais por meio de soluções inovadoras, fazendo com que o município se torne comprometido com o meio ambiente.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo geral**

É objetivo geral da pesquisa elaborar uma proposta de gestão de resíduo de construção civil para o município de Passo Fundo-RS, identificando diretrizes de acordo com disposições legais e sistematizando um modelo, tendo como apoio técnico uma ferramenta computacional.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

São objetivos específicos da pesquisa:

- identificar locais de deposição de resíduos oriundos da construção civil no município de Passo Fundo-RS;
- propor diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil;
- sistematizar um modelo de gestão de resíduos de construção civil;
- desenvolver uma ferramenta computacional que auxilie a gestão municipal dos resíduos de construção civil;

## **1.5 ESCOPO E DELIMITAÇÕES DO TRABALHO**

A presente pesquisa apresenta uma proposta de um modelo de gestão de resíduos da construção civil para o município de Passo Fundo-RS, fornecendo subsídios para a fase de implantação, a qual não foi abordada no presente estudo.

A pesquisa foi realizada dentro do perímetro urbano de Passo Fundo-RS, sendo entrevistada toda a empresa coletora e transportadora de resíduos de construção e demolição com registro na Prefeitura Municipal. Foram desconsiderados os transportadores que utilizam charretes e carroças, pois estes agentes trabalham praticamente 98% com resíduos domiciliares, de acordo com dados dos próprios agentes.

Para auxiliar na descrição das diretrizes utiliza-se a resolução 307/02 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) tendo como enfoque o planejamento para desenvolver um processo de gestão de resíduos da construção e demolição baseado na realidade local.

A ferramenta computacional desenvolvida para auxiliar municípios e diversas empresas no ramo da construção civil estará disponível numa página de teste, não estando com endereço na internet.

## **1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

No que diz respeito ao desenvolvimento desta dissertação, apresenta-se uma visão geral sobre o desenvolvimento urbano sustentável e impacto ambiental, enfatizando o resíduo da construção civil e sua gestão ambiental. Para isso embasa-se em resoluções e normas. A estrutura do trabalho é composta por cinco capítulos, além do presente, no qual se apresentam o problema de pesquisa, a justificativa, os objetivos e as delimitações do trabalho.

No capítulo 2 apresenta-se a revisão de literatura sobre o desenvolvimento urbano sustentável, o impacto ambiental, o resíduo da indústria da construção civil, as características dos materiais constituintes do resíduo de construção e demolição (RCD), a geração de resíduos da construção civil, a perda de materiais de construção civil, a gestão e reciclagem RCD, a deposição e disposição de resíduos, a identificação dos agentes envolvidos na geração, transporte e recepção de RCD, a gestão ambiental de resíduos da construção civil. Foram revisadas também as resoluções, leis estaduais, normas e artigos do Código Civil pertinentes ao assunto; além da implantação da gestão de resíduos da construção civil, do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil, a destinação dos resíduos, o sistema de gestão sustentável para os resíduos da construção civil.

No capítulo 3 caracteriza-se o município em que a pesquisa foi realizada e descreve-se o método de pesquisa utilizado; detalha-se a estratégia, o delineamento da pesquisa, assim como as atividades realizadas. No capítulo 4 são expostos e analisados os resultados da pesquisa, apresentados através do diagnóstico da situação atual do município, da identificação

das diretrizes necessárias para auxiliar a gestão municipal dos resíduos da construção civil, possibilitando a formulação de uma proposta, na forma de resultados e de implantação das ações.

No capítulo 5 apresentam-se as conclusões da pesquisa e as recomendações para trabalhos futuros. A referência apresenta a relação de todas as obras pesquisadas para desenvolver esta dissertação. Também são apresentados apêndices e um anexo.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

Nesta seção apresenta-se o embasamento teórico sobre o desenvolvimento urbano sustentável, o impacto ambiental da construção civil, o resíduo de construção e demolição da indústria da construção civil, a legislação referente a resíduos de construção civil, a gestão ambiental de resíduos da construção civil e o sistema de gestão sustentável para os resíduos da construção civil. Sendo esta revisão de literatura necessária para o desenvolvimento da pesquisa apresentada na presente dissertação.

### **2.1 Desenvolvimento urbano sustentável**

#### **2.1.1 Evolução e entendimento**

As três últimas décadas testemunharam o discurso da sustentabilidade como a expressão dominante no debate que envolve as questões de meio ambiente e de desenvolvimento social em sentido amplo. Em pouco tempo, a sustentabilidade passou a assumir múltiplos sentidos e suas expressões mais recentes foram observadas no início da década de 70 do século passado. Podem-se ver sinais da preocupação com a sustentabilidade nos movimentos sociais em defesa da ecologia que iniciaram nesse período no mundo; nas conferências internacionais promovidas pela Organização das Nações Unidas para debater os temas do meio ambiente e do desenvolvimento; nos relatórios do Clube de Roma, uma associação livre de cientistas, empresários e políticos de diversos países que se reuniam em Roma, e, mais ou menos diretamente, nos trabalhos de autores pioneiros de diversos campos que refletiram sobre as mesmas questões (LIMA, 2003).

Entretanto, conforme Lima (2003), as referências mais explícitas à noção de desenvolvimento sustentável estão sistematizadas nos trabalhos do economista Ignacy Sachs,

que desenvolveu a noção de ecodesenvolvimento, e nas propostas da Comissão Brundtland, que projetaram mundialmente o termo "desenvolvimento sustentável" e o conteúdo da nova estratégia oficial de desenvolvimento. A Comissão Brundtland foi presidida pela então primeira-ministra da Noruega Grö Harlem Brundtland e organizada pela ONU, em 1983, para estudar a relação entre o desenvolvimento e o meio ambiente e criar uma nova perspectiva para abordar essas questões. No Relatório Brundtland, conhecido no Brasil pelo título “Nosso Futuro Comum”, publicado em 1987 pela Comissão como um texto preparatório à Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente (Eco-92), a idéia de desenvolvimento sustentável aparece nos seguintes termos: é aquele “capaz de garantir as necessidades das gerações futuras” (ALMEIDA, 2002).

Hartmann (2003) define desenvolvimento sustentável como exploração equilibrada dos recursos naturais, de maneira a satisfazer as necessidades e o bem-estar da presente geração sem comprometer as condições de sobrevivência das gerações futuras, incorporando, dessa forma, a variável ambiental.

Para John (2000), a visão de desenvolvimento sustentável surge como decorrência da percepção sobre o desenvolvimento e a preservação ambiental se perpetuar e até mesmo garantir a sobrevivência da espécie humana.

### **2.1.2 Ecodesenvolvimento**

Sachs, ao formular a noção de ecodesenvolvimento, propõe uma estratégia multidimensional e alternativa de desenvolvimento que articula promoção econômica, preservação ambiental e participação social e persegue meios de superar a marginalização e a dependência política, cultural e tecnológica das populações envolvidas nos processos de mudança social. É, portanto, marcante em seus trabalhos o compromisso com os direitos e desigualdades sociais e com a autonomia dos povos e países menos favorecidos na ordem internacional (SACHS; 1986; BRUSEKE, 1995; LIMA, 1997, apud LIMA, 2003).

Assim, partindo do pressuposto de que meio ambiente e desenvolvimento estão interligados, pode-se dizer que não constituem desafios separados. O desenvolvimento não se mantém se a base de recursos ambientais se deteriora; por sua vez, o meio ambiente não pode ser protegido se o crescimento não leva em conta as conseqüências da destruição ambiental. Portanto, juntos, fazem parte de um complexo sistema de causa e efeito (RAMPAZZO, 2002).

Rampazzo (2002) comenta que para a economia da sustentabilidade os métodos usados na economia devem proteger o meio ambiente e promover o desenvolvimento, a economia e a ecologia devem se integrar nos processos decisórios, como é descrito no Relatório Brundtland.

Ainda afirma Rampazzo (2002) que o termo “desenvolvimento” assimilou uma conotação positiva, de prejulgamento favorável: seria em si um bem, pois “desenvolver-se” seria seguir numa direção ascendente, rumo ao mais e ao melhor. Seguidamente, a idéia de desenvolvimento é reduzida à de modernização e, em consequência disso, os países do Terceiro Mundo são julgados segundo os padrões dos países desenvolvidos, todos de modernização anterior, conduzindo a um modelo único de modernização e, portanto, de cada vez mais atraso dos países subdesenvolvidos.

Conforme Vargas (2002), não basta entender desenvolvimento de um ponto de vista e de um caráter economicista, sem se levar em conta variantes que possam influenciar ou ser influenciadas por esse desenvolvimento. Portanto, a problemática da preservação ambiental apresenta-se como uma das questões mais preocupantes do desenvolvimento enquanto processo.

### **2.1.3 Desenvolvimento Sustentável**

O desenvolvimento sustentável é um processo participativo que integra aspectos econômicos, ambientais, culturais, políticos, legais, sociais e técnicos, do ponto de vista coletivo ou individual. González e Ramires (2005) citam exemplos de alguns países como os Estados Unidos, a Finlândia, que já definiram estratégias de desenvolvimento sustentável em diversas escalas das atividades humanas. Em Seattle (EUA) aplica-se um plano global de desenvolvimento sustentável, como redução de consumo ou reaproveitamento de água e de energia. Na Finlândia está sendo implantado através de um programa para o mercado imobiliário e para a construção, o qual inclui uma forma de classificação ambiental para o ambiente construído.

Lam (apud GONZÁLEZ; RAMIRES 2005) relacionou três sistemas para a classificação do grau de sustentabilidade de edificações: Building Research Establishment Environmental Assessment Method (Reino Unido), Hong Kong Building Environmental Assessment Method (Honk Kong) e Leadership in Energy & Environmental Design (Estados Unidos). No caso do Brasil, as medidas que levariam a condições de vida mais sustentáveis



estão sistematizadas e documentadas apenas no plano teórico, como é o caso da Agenda 21 brasileira. Existem ONGs que financiam e dirigem casos de aplicação de práticas sustentáveis no Brasil. As ações propostas na Agenda 21 brasileira não foram efetivamente implementadas, embora tenham gerado um grande espaço de discussão, com a produção de documentos com propostas adaptadas às condições locais. As "ações prioritárias" relacionadas na Agenda 21 enfatizam o caráter progressivo da busca pela sustentabilidade (GONZÁLEZ; RAMIRES, 2005).

A Unesco define desenvolvimento sustentável como aquele que permite responder às necessidades presentes sem comprometer a capacidade das futuras gerações em responder às suas próprias necessidades (MULLER, 2002).

Muller (2002) comenta que o desenvolvimento sustentável diz respeito a uma sociedade ser capaz de manter, a médio e longo prazo, um círculo virtuoso de crescimento econômico e um padrão de vida adequado. Trata-se de melhorar os ciclos econômicos com suas flutuações, com realizações de melhoria no padrão de vida, a despeito das flutuações setoriais e crises econômicas localizadas, ou seja, a sustentabilidade é uma questão multidimensional e intertemporal.

Polanyi (apud BECKER, 2002) afirma que a dinâmica da sociedade moderna é governada por um duplo movimento: primeiro, é um movimento destrutivo ditado pela dinâmica da economia de mercado; segundo é o contramovimento, definido por um comportamento defensivo de uma sociedade que enfrenta mudanças, na qual o que comanda é o dinheiro.

De acordo com Rampazzo (2002), o crescimento econômico é necessário, porém não suficiente para garantir o desenvolvimento, devendo se submeter às regras de uma distribuição social equitativa e às imposições ecológicas. Não é possível continuar com um crescimento baseado na utilização extensiva dos recursos naturais. Faz-se necessário pensar em crescimento intensivo que utilize os recursos de maneira cada vez mais eficaz, porém não pode-se basear total e somente na técnica, considerando também a forma das estruturas de consumo e de estilos de vida.

No contexto comentado, um novo tipo de desenvolvimento deve procurar a harmonia com a natureza. Em sua ausência, os fenômenos de degradação ambiental e de decadência social levarão ao mau desenvolvimento. Numa ótica proativa, um outro desenvolvimento não é apenas um critério de avaliação da trajetória da história, mas também um conceito normativo orientado para o futuro, procurando conhecer as estratégias de transição escalonadas em várias décadas, que permitem passar do círculo vicioso do mau

desenvolvimento social e de degradação ambiental para o círculo virtuoso do desenvolvimento que responde à racionalidade socioecológica (SACHS apud RAMPAZZO, 2002).

A deterioração ambiental, que é vista como um processo, não como um problema, apresenta-se de várias formas e com vários resultados, o que afeta todos os países em desenvolvimento. Além de ser uma consequência do progresso humano, é uma característica do desenvolvimento econômico predominante, a qual traz consigo a insustentabilidade em termos ecológicos, a desigualdade e a injustiça social (RAMPAZZO, 2002).

Leis (2001) comenta que as decisões necessárias para promover o desenvolvimento sustentável podem ser interpretadas como um apelo para uma nova teoria da ação social, para uma nova fundação da ordem política, pois o aumento da consciência ecológica nas últimas décadas expressa que a ação política atual não é mais congruente com a ordem existente.

#### **2.1.4 Sustentabilidade na construção civil**

A sustentabilidade ambiental e social na gestão dos resíduos sólidos constrói-se por meio de modelos e sistemas integrados que possibilitem a redução dos resíduos gerados pela população, com a implantação de programas que permitem também a reutilização desse material e, por fim, a reciclagem, para que possam servir de matéria-prima para a indústria, diminuindo o desperdício e gerando renda (GALBIATI, 2005).

A literatura indica que uma parte fundamental da discussão sobre sustentabilidade refere-se ao ambiente construído e à atuação da indústria da construção civil. A atividade da construção civil tem grande impacto sobre o meio ambiente em razão do consumo de recursos naturais ou extração de jazidas; do consumo de energia elétrica nas fases de extração, transformação, fabricação, transporte e aplicação; da geração de resíduos decorrentes de perdas, desperdício e demolições, bem como do desmatamento e de alterações no relevo. Na análise sobre as características das "cidades sustentáveis" brasileiras, a indústria da construção foi indicada como um setor a ser aperfeiçoado (BRASIL, 2005).

Um estudo promovido pelo International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB), que gerou a "Agenda 21 para a Construção Sustentável", também indica a indústria da construção civil como elemento de grande importância na questão da sustentabilidade. Segundo este estudo, as construções na União Européia são responsáveis por mais de 40% do consumo total de energia e estima-se que o setor da

construção gere aproximadamente 40% de todo o lixo produzido pelo homem (CIB apud GONZÁLEZ; RAMIRES, 2005).

No nível urbano, as vantagens da construção sustentável também são significativas. Há estudos sobre indicadores de sustentabilidade urbana com a finalidade de identificar os progressos atingidos, demonstrando que esforços de recuperação ou renovação do ambiente construído em grandes projetos urbanos geralmente são seguidos por valorização imobiliária, o que é um indicador do aumento da qualidade de vida e crescimento da atividade econômica em geral, com a atração de capitais e negócios externos (KARADIMITIOU; REBELO apud GONZÁLEZ; RAMIRES, 2005).

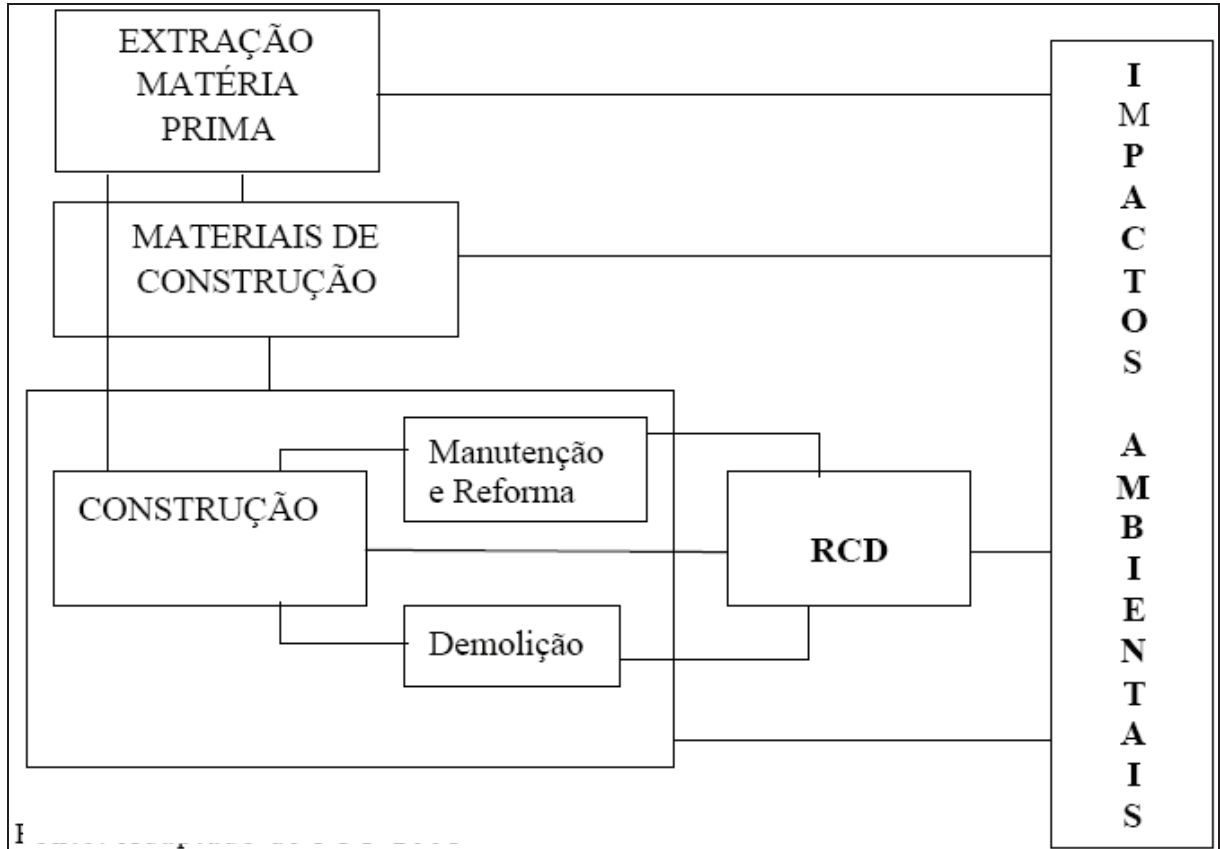
A partir da percepção do nível dos desgastes ambientais, faz-se necessário trabalhar um projeto de desenvolvimento global, mesmo que regional, que contemple a dimensão ambiental no sentido de conceber um novo e mais eficaz método de administrar os recursos do ambiente para aquela região (RAMPAZZO, 2002).

## **2.2 Impacto ambiental da construção civil**

Conforme Pinto (1992), a enorme quantidade de resíduo produzido pela indústria da construção civil tem sido notícia freqüente, que vem há tempos causando sérios problemas urbanos, sociais e econômicos. O gerenciamento desses resíduos torna-se mais complicado quanto maior a for quantidade produzida. De acordo com John (2002), esses dados, provavelmente, tornam a indústria da construção civil a atividade humana com maior impacto sobre o meio ambiente.

O conjunto de processos que acompanha a construção civil acaba por fazer parte de importantes impactos ambientais que degradam significativamente a qualidade de vida do ambiente urbano. Estima-se que a cadeia de ações seja responsável pelo consumo de 20 a 50% de todos os recursos naturais disponíveis, renováveis e não renováveis (SJÖSTRÖM apud JOHN, 2000).

A cadeia de processos da construção civil que geram os impactos ambientais apresenta-se na Figura 1.



Fonte: PUT apud SCHNEIDER (2003, p.46).

Figura 1 - Cadeia da construção civil

O impacto negativo que provém da extração de matéria prima para uso da indústria da construção civil é considerável

“Em todo o mundo, a mineração e o processamento de minerais desempenham um importante papel na determinação de problemas do meio ambiente como o desmatamento, a erosão do solo e a poluição do ar e da água. Globalmente, o setor minerário é um dos maiores usuários de energia, contribuindo assim para a poluição do ar e o aquecimento global” (YOUNG apud SCHNEIDER, 2003).

Os resíduos de construção e demolição (RCD) brasileiros não representam grandes riscos ambientais em razão de suas características químicas e minerais serem semelhantes aos agregados naturais e solos. Entretanto, podem apresentar outros tipos de resíduos como óleos de maquinários utilizados na construção, pinturas e asbestos de telhas de cimento amianto. (ANGULO 2000).

### 2.2.1 A deposição dos resíduos

Os principais impactos sanitários e ambientais relacionados aos resíduos de construção e demolição (RCD), na opinião de Pinto (2000), são aqueles associados às deposições irregulares, sendo uma conjunção de efeitos deteriorantes do ambiente local, comprometendo a paisagem, o tráfego de pedestres e de veículos, a drenagem urbana, atraindo resíduos não inertes além da multiplicação de vetores de doenças e outros efeitos.

Em uma pesquisa realizada por Araújo (2000) sobre riscos à saúde pública decorrentes dos RCD acondicionados em caçambas metálicas localizadas em vias públicas, observou-se a presença de material orgânico, produtos perigosos e de embalagens vazias que podem reter água e outros líquidos e favorecer a proliferação de mosquitos e outros vetores de doenças.

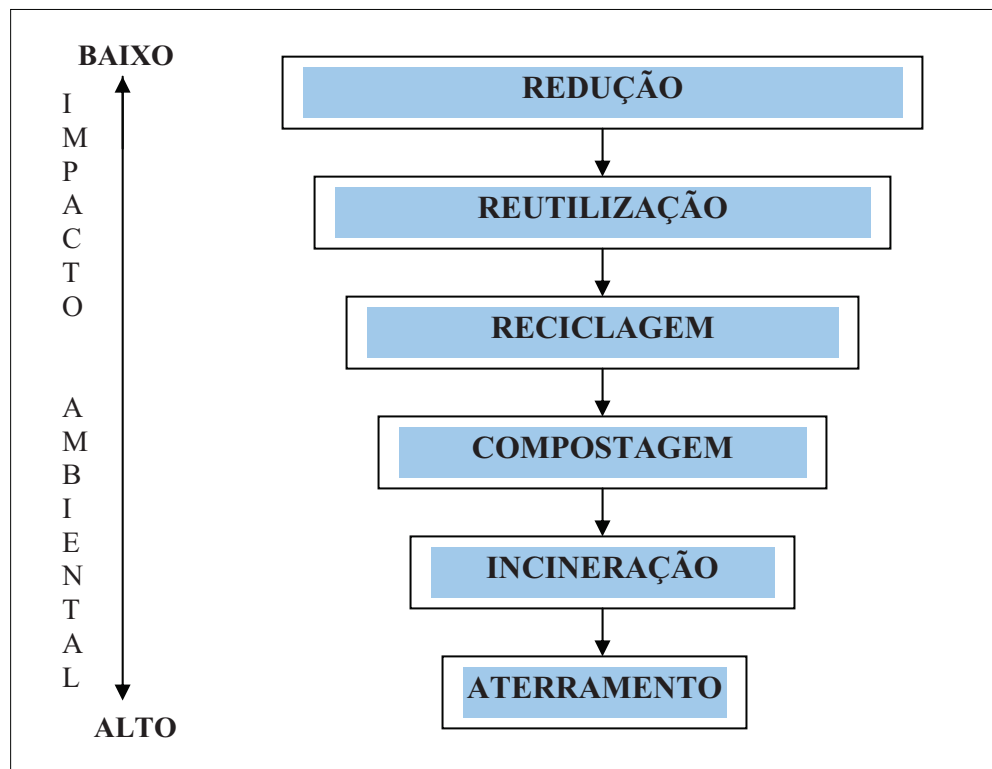
Os RCD dispostos inadequadamente poluem o solo, degradam paisagens, constituem uma ameaça à saúde pública. O acúmulo de RCD em local inadequado atrai resíduos não inertes, oferecendo, simultaneamente, água, alimento e abrigo para animais peçonhentos. Schneider (2003) afirma que as deposições irregulares tornam-se nicho ecológico de muitas espécies de vetores de patógenos, como ratos, baratas, moscas, vermes, bactérias, fungos e vírus.

Diante da situação de deposição dos resíduos nas cidades, o poder público municipal atua, freqüentemente, com medidas paliativas, realizando serviços de coleta e arcando com os custos do transporte e disposição final. Tal prática, contudo, não soluciona definitivamente o problema de limpeza urbana, por não alcançar a remoção da totalidade dos resíduos; ao contrário, incentiva à continuidade da disposição irregular nos locais atendidos pela limpeza pública da administração municipal (PINTO, 2005).

Os principais impactos sanitários e ambientais relacionados aos RCD, na opinião de Pinto (2000), são aqueles associados às deposições irregulares, sendo uma conjunção de efeitos deteriorantes do ambiente local, comprometendo a paisagem, o tráfego de pedestres e de veículos, a drenagem urbana, atraindo resíduos não inertes além da multiplicação de vetores de doenças e outros efeitos.

Para avaliar o 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 2, de acordo com Peng et al. (apud LEITE, 2001), apresentada da seguinte forma: (colocar no subitem deposição)

- 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: uma simples movimentação de materiais de uma aplicação para outra, decisão utilizada com o mínimo de processamento e energia;
- a reciclagem dos resíduos: a transformação desses 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: pode extrair energia dos materiais sem gerar substâncias tóxicas, quando é cuidadosamente operacionalizada;
- o aterramento dos resíduos: quando não há mais o que se aproveitar dos resíduos.



Fonte: PENG et al. apud LEITE (2001, p. 16).

Figura 2 - Hierarquia da disposição de resíduos de construção e demolição.

John (2000) afirma que a redução do impacto ambiental da construção civil é uma tarefa complexa; por isso, é necessário agir em várias frentes de maneira combinada e simultânea.

### **2.2.2 Recursos consumidos na indústria da construção civil**

De acordo com o Enbri (apud JOHN, 2000), 4,5 % do consumo total de energia são gastos na construção civil e 84 % destes, são gastos na fase de produção de materiais.

John (2000) estima que o setor de construção civil brasileiro consuma cerca de 210 milhões de toneladas por ano de agregados naturais somente para a produção de concretos e argamassas. O autor ainda afirma que o volume de recursos naturais utilizados pela construção civil, muitos deles não renováveis, corresponde a pelo menos um terço do total consumido anualmente por toda a sociedade e que, dos 40% da energia consumida mundialmente pela construção civil, aproximadamente 80% concentram-se no beneficiamento, produção e transporte de materiais, alguns deles também geradores de emissões que provocam o aquecimento global, chuva ácida e poluição do ar.

Uma edificação, independentemente de ser de pequeno, médio ou grande porte, altera significativamente o meio ambiente, seja na etapa de produção, seja na manutenção ou no uso, sempre irá causar impacto ao meio ambiente.

Edifícios são produtos com longa vida útil, a fase de uso e as atividades de manutenção são, conseqüentemente, responsáveis por parcela significativa do impacto total no meio ambiente. A iluminação, o condicionamento da temperatura do ar e a operação diária do edifício consomem energia, em quantidade diretamente relacionada a decisões de projeto e à eficiência dos equipamentos utilizados, por exemplo, *timer* de luz e climatizadores de ar. Gera-se esgoto a ser tratado e liberam-se substâncias que, além de prejudicar a saúde e a produtividade dos usuários, criam dificuldades de gestão urbana e danos ambientais que podem ser irreversíveis. A manutenção deve ser permanente, caso contrário a vida útil de uma edificação vai sendo finalizada aos poucos e, quando não é possível desmontá-la e reutilizar suas partes, a demolição será a única alternativa, o que gerará uma quantidade considerável de resíduos produzidos pela indústria da construção civil.

John (2005) comenta que as Nações Unidas avaliaram o desempenho ambiental de 22 setores industriais de 1992 a 2002, concluindo que o balanço resultou negativo. O descompasso entre os esforços de indústrias e negócios para reduzir seus impactos ambientais e o estado de conservação do planeta aumentou nesse período ao invés de diminuir. Conforme o autor, essa é uma das principais conclusões de 22 relatórios setoriais do Programa das Nações Unidas sobre Meio Ambiente (Pnuma). Os relatórios realizados em 2005 traçam um panorama ambiental de várias indústrias e serviços, decorridos dez anos da Rio 92, e deverão

servir de subsídio aos negociadores da Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+10). Os documentos foram elaborados em conjunto com 29 associações industriais dos setores de contabilidade, publicidade, alumínio, automotivo, aviação, química, carvão, construção, engenharia, eletricidade, fertilizantes, finanças e seguros, alimentos e bebidas, tecnologia da informação e comunicação, ferro e aço, petróleo e gás, ferroviário, refrigeração, transporte rodoviário, turismo, saneamento e gestão de recursos hídricos.

De modo geral, os relatórios do Pnuma mostram que o gerenciamento ambiental teve uma melhora em se tratando da redução do consumo de energia, na queda das emissões de poluentes e no aumento da eficiência no uso de matérias-primas e água. Na opinião de Rampazzo (2002), apenas uma parcela das empresas está integrando preocupações ambientais e sociais nas decisões empresariais conscientizando os setores industriais e de negócios.

Em razão de todos os problemas ambientais decorrentes das práticas econômicas predatórias e que trazem implicações para a sociedade a médio e longo prazo, do desperdício dos recursos naturais e da degradação generalizada, com perda da qualidade ambiental e de vida, torna-se urgente um planejamento físico segundo perspectivas econômico-sociais e ambientais (RAMPAZZO, 2002).

Com base nessa premissa, o autor enfatiza que o gerenciamento dos resíduos de construção e demolição no local de geração representa uma importante ferramenta para que a indústria da construção assuma sua responsabilidade com o resíduo gerado no ambiente urbano. Essa atitude conduzirá a que o resíduo seja confinado em grande parte dentro do local de origem, o que evita sua remoção para locais distantes, não gerando, dessa forma, despesas e problemas, inicialmente, para empresas construtoras e, posteriormente, para os órgãos públicos responsáveis.

### **2.3 Resíduo de construção e demolição da indústria da construção civil**

A geração de grandes volumes de resíduos de construção oriundos dos canteiros de obras, além dos materiais de demolição, é responsável por cerca de 20 a 30% do total dos resíduos gerados pelos países membros da União Européia (MURAKAMI et al., 2002). Esse percentual corresponde a um valor entre 221 e 334 milhões de toneladas por ano (VAZQUEZ apud SCHNEIDER; PHILIPPI, 2004). Na Europa, a média de reciclagem dos resíduos de construção e demolição (RCD) é de 28% do total produzido (PUT, 2001).



A realidade dos RCD é bem variável. Na Bélgica, segundo Swana (1993, apud PINTO, 1999), resíduos de concreto e alvenaria são responsáveis por, aproximadamente, 83% do total de RCD gerado, sendo a madeira responsável apenas por 2%. Já em Toronto, cerca de 35% dos RCD gerados são de madeira, o que pode ser explicado pela tradição construtiva da região.

De acordo com Souza et al. (2004), o interesse em conhecer a quantidade de resíduos gerados pela indústria da construção civil já não é novidade, mas muitas vezes o assunto está inserido na discussão sobre a redução de desperdícios. A primeira referência nacional em relação ao mencionado, que suscitou uma discussão mais ampla sobre o assunto, foi o trabalho concluído em 1986 pelo arquiteto Tarcísio de Paula Pinto, cuja pesquisa se preocupou em estudar o uso do material reciclado para produção de argamassas.

No Brasil, até 2002 não existiam leis e resoluções para os resíduos gerados pelo setor da construção civil. Na cidade de São Paulo, até o ano indicado a legislação municipal limitava-se a proibir a deposição de RCD em vias e logradouros públicos, atribuindo ao gerador a responsabilidade pela sua remoção e destinação (SCHNEIDER; PHILIPPI, 2004).

Conforme González e Ramires (2005), um dos problemas ocasionados pelo aumento da gestão da obra é a grande quantidade de RCD, outro é a alteração de tecnologia de construção e também a reciclagem dos resíduos.

Bernardes, M. (2003) descreve um conjunto de ferramentas adequadas para aplicação imediata nas construtoras brasileiras, como inovações que já são aplicadas por algumas construtoras, tais como *drywall*, que são paredes de gesso acartonado e concreto protendido, utilizado em lajes planas. Entretanto, poucas empresas aderiram a essas mudanças; não há estudos científicos e os resultados práticos ainda não são conhecidos. Em relação à reciclagem, existem várias pesquisas com bons resultados, mas ainda com grande potencial de evolução.

No âmbito municipal, González e Ramires (2005) afirmam que recentemente foi introduzida uma nova regulamentação para o setor da construção civil, por meio da resolução 307/02, a qual disciplina a destinação dos resíduos de construção. A orientação principal desta resolução é disciplinar o segmento de forma a estimular a não-geração de resíduos, inicialmente classificando os geradores de resíduos em "grandes geradores" (construtoras) e "pequenos geradores" (particulares). O documento também classifica os resíduos em quatro classes, exigindo que sejam separados, de acordo com sua natureza, ainda dentro do canteiro de obras, buscando racionalizar o reaproveitamento ou reciclagem. Prevê, ainda, a

necessidade de aprovação, perante os órgãos públicos, de um Projeto de Gerenciamento de Resíduos. As alterações para as construtoras entraram em vigor em 2 de janeiro de 2005 (BRASIL, 2002).

Uma questão importante refere-se aos locais onde serão depositados esses resíduos, principalmente nos grandes centros urbanos, onde as áreas são escassas e o volume gerado é considerável, o que, conseqüentemente, acaba ocasionando transtornos à população, além de requerer investimentos elevados para adequar o processo à legislação.

No início do século XX os resíduos gerados no município de São Paulo eram, geralmente, dispostos nas várzeas Santa Cecília, Ponte Pequena e rio Tietê. Nesse período, quando se registraram diversas epidemias, as terras altas da cidade tiveram forte valorização, provavelmente por estarem afastadas dos locais de disposição final dos resíduos (SCHNEIDER; PHILIPPI, 2004).

Universidades brasileiras estão desenvolvendo pesquisas envolvendo a reciclagem de RCD como matérias-primas de materiais a serem utilizados na construção propriamente dita, as quais se mostraram viáveis e comprovadas com base nos bons resultados obtidos em estudos já finalizados. É o caso de Zordan (1997), com dissertação de mestrado intitulada *A utilização do entulho como agregado na confecção do concreto*; de Pinto (1999), com tese de doutorado em engenharia intitulada *Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana*, e, ainda, de Carneiro (2005), cuja dissertação tem como título *Diagnóstico e ações da atual situação dos resíduos de construção e demolição na cidade do Recife*. Também existem diversos artigos sobre o tema, inclusive apresentando análises de gestão de resíduos de construção civil (GONZALEZ; RAMIRES, 2005).

### **2.3.1 Características dos materiais constituintes do RCD**

O planeta é composto por inúmeros ecossistemas e ambientes com características distintas, o que não permite um padrão de estudo. Isso se aplica aos resíduos de construção civil, por serem compostos de vários materiais com suas respectivas propriedades, caracterizando os resíduos da construção civil. Portanto, não é possível generalizar esse material, mas, sim, classificá-lo e destiná-lo corretamente. O resíduo de construção e demolição (RCD) possui características bastante peculiares, por ser produzido num setor onde há uma gama muito grande de diferentes técnicas e metodologias de produção e cujo controle da qualidade do processo produtivo é recente, quando existe. Características como

composição e quantidade produzida dependem diretamente do estágio de desenvolvimento da indústria de construção local, como qualidade da mão-de-obra, técnicas construtivas empregadas e adoção de programas de qualidade.

A composição dos resíduos de construção e demolição (RCD) oriundos em cada uma das atividades que compõem os trabalhos da construção civil é diferente em cada etapa da obra, mas sempre há um produto que se sobressai, o qual é diferente em cada país, em razão da diversidade de tecnologias construtivas utilizadas. Global (2005), apresenta que a madeira se sobressai na construção americana e japonesa, tendo presença menos significativa nas construções européia e brasileira; o gesso, por sua vez, é amplamente utilizado na construção americana e européia, mas só recentemente passou a ser utilizado de forma mais significativa nos maiores centros urbanos brasileiros.

Dessa forma, a caracterização média da composição deste resíduo está condicionada a parâmetros específicos da região geradora do resíduo, vinculada à estrutura dos seus constituintes. A composição do resíduo de construção e demolição (RCD) encontrada na construção convencional está intimamente relacionada com a ocorrência de desperdícios. De acordo com Medeiros (2002), os resíduos gerados diretamente pelas atividades de construção e demolição correspondem a, aproximadamente, 60% do total de resíduos sólidos urbanos gerados.

Nos estados brasileiros há carência de informações sobre as características dos resíduos de construção e demolição (RCD). No quadro de composição de resíduos sólidos urbanos, os lixos domésticos são considerados predominantes e centralizam as ações dos planos diretores. Neste caso, esses resíduos são considerados críticos para o esgotamento de aterros (ÂNGULO, 2000).

Camargo (1995) afirma que a composição do entulho que sai do canteiro de obras é composta, basicamente, por 64% de argamassa, 30% de componentes de vedação, como tijolo maciço, tijolo furado e blocos de concreto, e 6% de outros materiais, como concreto, pedra, areia, metálicos e plásticos. Com essa composição é fácil entender que o resultado seja um material de qualidade.

Muitas pesquisas têm estudado a composição dos RCD em diferentes cidades brasileiras e também em outros países, comprovando sua alta variabilidade. A Tabela 1 apresenta os resultados encontrados em diversos estudos para algumas cidades brasileiras. Em todas as cidades pesquisadas verificou-se que os materiais cimentícios (concreto e argamassa) foram os que apresentaram maior participação na composição dos RCD, chegando a

representar, na cidade de São Carlos – SP, por exemplo, aproximadamente, 70% do RCD gerado (CARNEIRO, 2005).

Tabela 1 – Composição, em porcentagens, do RCD de algumas cidades brasileiras.

Material	Origem				
	São Paulo SP <sup>1</sup>	Ribeirão Preto SP <sup>2</sup>	Salvador BA <sup>3</sup>	Florianópolis SC <sup>4</sup>	Passo Fundo RS <sup>5</sup>
Concreto e argamassa	33	59	53	37	15
Solo e areia	32	-	22	15	20
Cerâmica	30	23	14	12	38
Rochas	-	18	5	-	-
Outros	5	-	6	36	23

1 Brito Filho, (1999 apud JOHN, 2000); 2 Zordan, (1997); 3 Projeto Entulho Bom, 2001; 4 Xavier et al., (2002); 5 Bonfante, Mistura e Naime ( 2002 apud BERNARDES, A. 2006).

Fonte: Adaptado de CARNEIRO (2005 p.24).

A pesquisa realizada em 2002 por Bonfante, Mistura e Naime (apud BERNARDES, A 2006) registra que 83% dos RCD possuem um alto potencial para reciclagem no setor da construção civil. Esses resíduos são compostos por 38% de restos de tijolos, seguidos de 15% de restos de concreto, 20% de solo e areia, podendo ser aproveitados na própria obra, adotando-se controle de qualidade. Metais como alumínio e ferro, juntamente com madeira e podas, somam 2% de resíduos e 23% de resíduos classificados como outros.

A indústria de materiais de construção é igualmente responsável por outra gama de impactos negativos. A indústria cimenteira no Brasil, por exemplo, é responsável pela geração de mais de 6% do total de CO<sub>2</sub> gerado no país (JOHN 2000).

A construção civil é a única indústria capaz de absorver quase que totalmente os resíduos que produz. Enquanto vários setores industriais diminuem a utilização de suas matérias-primas, a engenharia civil não pode reduzir a quantidade dos materiais necessários para edificar uma obra sem comprometer a qualidade e a durabilidade da construção. Em razão disso, é necessário encontrar alternativas para o destino dos resíduos, com formas práticas de reciclagem na própria obra ou em usinas implantadas para esse fim. (CAMARGO, 1995).

Como classificação ambiental pode-se dizer que, embora o entulho apresente em sua composição vários materiais que, isoladamente, são reconhecidos pela NBR 10.004/ set. 87: “Resíduos Sólidos – Classificação” como resíduos inertes (rochas, tijolos, vidros, alguns

plásticos), não estão disponíveis até o momento análises sobre a solubilidade do resíduo como um todo, de forma a garantir que não haja concentrações superiores às especificadas na norma referida, o que o enquadraria como "resíduo classe II – não inerte".

### **2.3.2 Geração de resíduos da construção civil**

Segundo Pinto (1992), uma grande quantidade de resíduos foi gerada nos últimos anos nas áreas urbanizadas, quer por demolições em processo de renovação urbana, quer por edificações novas, em razão do desperdício de materiais em consequência da característica artesanal da construção.

A maioria das atividades desenvolvidas no setor da construção civil é geradora de resíduos. De acordo com Pinto (1999) o resíduo gerado pela construção civil corresponde, em média, a 50% do material que entra na obra. Confirmando esse percentual, Lima (2001) afirma que de todos os resíduos sólidos gerados numa cidade, cerca de dois terços são resíduos domésticos e um terço vem da construção civil, podendo atingir 50% em alguns municípios.

Da mesma forma, John (2000) relata que apenas os resíduos gerados diretamente pelas atividades de construção e demolição representam massa igual ou superior ao lixo municipal. A participação do resíduo de construção e demolição (RCD) em relação aos resíduos sólidos urbanos em Ribeirão Preto é de 70%. Pinto (2005) ainda identifica Piracicaba e São José dos Campos, que o índice fica em 67%. Em São Paulo a participação do RCD em relação ao resíduo sólido urbano (RSU) é de 55% e em Guarulhos é de 50%, local com a menor porcentagem.

A grande quantidade de entulho gerada no Brasil mostra que o desperdício de material é um fato relevante e que deve ser pesquisado, analisado e solucionado tanto pelas indústrias da construção civil como por prefeituras, estados, população e universidades. Os custos desse desperdício são distribuídos por toda sociedade, desde o aumento do custo final das edificações até os encargos cobrados pelas prefeituras. Além disso, geralmente esse custo é embutido em impostos para disponibilizar a remoção, o transporte e o tratamento do resíduo de construção e demolição (MENDES et al.,2004).

Nas obras de reforma, a falta de cultura na reutilização e reciclagem do material e o desconhecimento da potencialidade do resíduo reciclado como material de construção pelo

meio técnico do setor são as principais causas do resíduo gerado nessas etapas, portanto, não relacionadas ao desperdício, mas à não-reutilização do material.

Os resíduos incorporados na edificação irão gerar mais resíduos com o passar dos anos, através da manutenção da edificação, além da sobrecarga na estrutura, o que acaba aumentando o custo e, conseqüentemente, reduzindo a qualidade, podendo provocar patologias, diminuir a própria vida útil ou o desempenho da edificação. Por exemplo, se uma parede estiver fora de prumo, terá de ser preenchida com argamassa até nivelá-la, ou seja, mais material, mais horas de serviço do funcionário, mais peso na obra e menor área na peça.

Há vários estudos sobre resíduos no Brasil, tais como os apresentados por Pinto (1999), Jonh (2000), Pinto e Gonzáles (2005) e Carneiro (2005), os quais apresentam medições detalhadas e indicam algumas soluções viáveis (GONZALEZ; RAMIRES, 2005).

Embora os RCD sejam de baixa periculosidade, segundo a análise realizada por Pinto (1999), seu impacto se dá pelo excessivo volume gerado, tanto que os municípios brasileiros de médio e grande porte vivem situações similares às das áreas urbanas densas da Comunidade Européia, Japão e América do Norte. É, pois, imprescindível o reconhecimento preciso dos volumes ocorrentes, visto que também no Brasil, no último período, vem ocorrendo um aumento da geração dos RCD.

São várias as conseqüências do grande volume de RCD que vem sendo gerado nas cidades brasileiras, as quais advêm do expressivo fluxo dos resíduos e dos agentes envolvidos, pequenos ou grandes geradores de pequenos ou grandes coletores.

Pinto (1987) realizou uma pesquisa na qual apresenta estimativas da quantidade do RCD produzido mensalmente em algumas cidades brasileiras e estimou uma geração da massa de entulho, que pode chegar a 70% do total dos resíduos sólidos urbanos produzidos.

Seguindo a mesma linha de pesquisa, Leite (2001) reuniu dados de seis autores que registram informações referentes ao número de habitantes da cidade e à geração de resíduos da construção civil em toneladas por dia. Todos esses dados o autor apresenta na forma de tabelas, aqui reproduzidas na Tabela 2. Acrescentam-se outros dados, como a geração do resíduo de construção e demolição em quilo por habitante por ano.

Tabela 2 - Dados sobre a geração estimada de RCD em algumas cidades brasileiras e a participação em relação aos RSU.

Município	População (milhões de habitantes)	Geração diária resíduo de construção civil (t)	Geração de RCD Kg/hab/ano	Participação em relação aos resíduos sólidos urbanos <sup>1</sup>
São Paulo <sup>1</sup>	15,00	17.240	280	55%
Porto Alegre	1,20	350	*	*
Salvador	2,20	1700	*	37%
Ribeirão Preto <sup>1</sup>	0,46	1043	*	70%
São José do Rio Preto	0,32	687	*	58%
Jundiaí <sup>2</sup>	0,29	712	760	62%
Santo André	0,63	1013	*	54%
Vitória da Conquista <sup>2</sup>	2,01	1200	230	51%
Belo Horizonte <sup>3</sup>	0,24	310	450	*
São José dos Campos <sup>1</sup>	0,50	733	*	67%
Florianópolis <sup>4</sup>	*	*	755	*

\* Informação não fornecida.

1 – Adaptado de PINTO (2005, p.8); 2- BRITO , 1999; 3- SINDUSCON-MG, 2005; 4 – XAVIER, apud BERNARDES, 2006.

Fonte: Adaptada de LEITE, 2001, p. 19).

Em Recife-PE, Carneiro (2005) investigou as principais empresas coletoras de RCD licenciadas pela Prefeitura municipal no ano de 2004, a fim de estimar o volume de resíduos coletado proveniente de atividades de construção. O número médio de viagens realizadas pelas empresas coletoras de RCD em atividade naquele ano foi de 12 viagens/dia, o que, se considerado um volume de 5 m<sup>3</sup> por caçamba, totaliza 60 m<sup>3</sup> de entulho transportados diariamente por empresa. Como existiam quatorze empresas atuantes em Recife-PE no ano em que foi realizada a pesquisa, o volume diário médio de RCD coletado era de 840 m<sup>3</sup>.

De maneira geral, as quantidades de resíduos da construção geradas nas cidades são iguais ou superiores à massa de resíduo domiciliar. As estimativas internacionais sobre a geração dos resíduos de construção e demolição variam entre 130 kg/hab/ano e 3000 kg/hab/ano, conforme Pinto (1999).

As estimativas de quilo por habitante gerada anualmente de RCD, encontradas pelas pesquisas realizadas por Pinto (1999) e outros autores para as cidades de Jundiaí, Santo André, São José dos Campos, Belo Horizonte, Ribeirão Preto, Campinas, Salvador e Vitória da



Conquista variam entre 230 kg/hab/ano a 760 kg/hab/ano, apresentando uma mediana de 510 kg/hab/ano. Esse valor está coerente com as estimativas estrangeiras.

Brito (apud SOUZA et al., 2004) afirma que na cidade de São Paulo somente a indústria da construção civil gera 90.000 m<sup>3</sup> de RCD por mês, considerando-se apenas o material que chega a aterros oficiais. A estimativa da Prefeitura Municipal é de, aproximadamente, 280 kg/hab/ano, contudo a metodologia dessa estimativa é desconhecida e parte do pressuposto de que a Prefeitura Municipal gerencia 40% dos resíduos de construção e demolição gerados (BRITO apud SOUZA et al., 2004).

Estima-se que a geração de resíduos da construção civil varia de cidade a cidade e com a oscilação da economia. Portanto, a geração dos resíduos sólidos da construção civil é grande, podendo representar mais da metade dos resíduos sólidos urbanos (SINDUSCON-MG, 2005).

Pôde-se observar que a atividade da construção civil gera a parcela predominante da massa total dos resíduos sólidos urbanos produzidos nas cidades. Nas obras de construção e reformas, presume-se que a falta da reutilização e reciclagem dos resíduos que são produzidos é a principal causa do resíduo gerado pelas sobras de materiais. Já, nas obras de demolição propriamente ditas, a quantidade de resíduo gerado não depende dos processos empregados para gerar a demolição ou da qualidade do setor, pois se trata do produto do processo, o próprio resíduo.

O resíduo pode ser dividido em aparente (resíduo a ser removido durante ou ao final da construção) ou incorporado à construção (através do aumento de espessura de revestimentos e outros erros construtivos) (LOTURCO apud GONZÁLEZ; RAMIRES, 2005).

Na realidade das cidades de médio e grande porte, a presença dos RCD é significativa. Num levantamento realizado na cidade de Santo André, esses tipos de resíduos aparecem como 58% do total em massa de RSU, com apenas 33% de participação dos resíduos domiciliares (ÂNGULO apud PINTO, 1999). O autor ainda comenta sobre a importância do índice de geração de RCD *per capita*. No momento, estima-se, não aproximadamente, que a média da geração de RCD por habitante de algumas cidades brasileiras é de 0,50 tonelada/habitante/ano. Ressalta-se que mais caracterizações são necessárias para se adotar um valor com maior representatividade, além de que pode haver diferenças representativas da média em relação à geração de um município de pequeno porte, por exemplo.

Comenta Schneider (2003) que a quantidade de resíduos gerados é diretamente proporcional ao grau de desenvolvimento de uma cidade, resultado das maiores atividades econômicas e dos hábitos de consumo decorrentes, é provável que os problemas relacionados



com a gestão de resíduos sejam mais intensos nas vinte e seis regiões metropolitanas do país, onde vivem pouco mais de 40% da população brasileira, sessenta e nove milhões de habitantes.

### **2.3.3 Perda de materiais de construção civil**

Uma das ações mais importantes da busca pela sustentabilidade na construção envolve a redução de perdas de materiais, visto que a situação atual da construção civil indica um alto nível de desperdícios e de geração de resíduos. Um estudo realizado na cidade de São Paulo apontou a produção de cerca de 17 mil toneladas diárias de entulho proveniente da construção civil, enquanto que o lixo doméstico responde por oito mil toneladas por dia (LOTURCO apud GONZÁLES; RAMIRES, 2005).

Pinto (2000) relata que pesquisas brasileiras sobre a perda de materiais em processos construtivos apontaram números significativos de cimento, cal, areia, concreto, argamassa, ferro, componentes de vedação e madeira. Dessa forma, é possível estimar que a cada metro quadrado construído, 150 kg de resíduos sejam gerados, levando a que qualquer construção de 250m<sup>2</sup> acarrete a remoção de dez caçambas metálicas de resíduos.

Segundo sua natureza, as perdas podem acontecer por superprodução, substituição, espera, transporte, ou no processamento em si, nos estoques, nos movimentos, pela elaboração de produtos defeituosos e outras, como roubo, vandalismo e acidentes. Conforme a origem, as perdas podem ocorrer no próprio processo produtivo, assim como nos que o antecedem, como na fabricação de materiais, na preparação dos recursos humanos, nos projetos, no planejamento e suprimentos. Em todos os casos a qualificação do trabalhador está presente. De acordo com o controle, as perdas são consideradas inevitáveis (perdas naturais) e evitáveis.

Conforme Pinto (1999), no processo construtivo o alto índice de perdas do setor é a principal causa do entulho gerado, embora nem toda perda se transforme efetivamente em resíduo, pois uma parte acaba ficando na própria obra.

A questão das perdas em processos construtivos vem sendo tratada de forma intensa no Brasil. A classificação adotada partiu do conceito das sete perdas de Shingo (1981), que foi adaptada para a construção civil, na qual são identificadas:

1. Perdas por superprodução: referem-se às perdas que ocorrem por causa da produção em quantidades superiores às necessárias, como, por exemplo, produção de argamassa em quantidade superior à necessária para um dia de trabalho, excesso de espessura de lajes de concreto armado.
2. Perdas por espera: relacionadas com a sincronização e o nivelamento dos fluxos de materiais e as atividades dos trabalhadores, podem envolver tanto perdas de mão-de-obra quanto de equipamentos, como, por exemplo, paradas nos serviços originadas por falta de disponibilidade de equipamentos ou de materiais.
3. Perdas por transporte: estão associadas ao manuseio excessivo ou inadequado dos materiais e componentes em razão de uma má programação das atividades ou de um *layout* ineficiente, como, por exemplo, tempo excessivo despendido em transporte em virtude de grandes distâncias entre os estoques e o guincho, quebra de materiais pelo seu duplo manuseio ou uso de equipamento de transporte inadequado.
4. Perdas no processamento em si: têm origem na própria natureza das atividades do processo ou na sua execução inadequada; decorrem da falta de procedimentos padronizados e da ineficiência nos métodos de trabalho, da falta de treinamento da mão-de-obra ou de deficiências no detalhamento e construtividade dos projetos. São exemplos deste tipo de perdas quebra de paredes rebocadas para viabilizar a execução das instalações, quebra manual de blocos em razão da falta de meios-blocos.
5. Perdas nos estoques: estão associadas à existência de estoques excessivos, em virtude da programação inadequada na entrega dos materiais ou de erros no orçamento, podendo gerar situações de falta de locais adequados para a deposição; também decorrem da falta de cuidados no armazenamento dos materiais. Podem resultar tanto em perdas de materiais quanto de capital como, por exemplo, custo financeiro dos estoques, deterioração do cimento por causa do armazenamento em contato com o solo e (ou) em pilhas muito altas.
6. Perdas no movimento: decorrem da realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores durante a execução das suas atividades e podem ser geradas por frentes de trabalho afastadas e de difícil acesso; falta de estudo de *layout* do canteiro e do posto de trabalho; falta de equipamentos adequados, etc. São exemplos deste tipo de perda tempo excessivo de movimentação entre postos de trabalho por causa da falta de programação de uma seqüência adequada de atividades e esforço excessivo do trabalhador em função de condições ergonômicas desfavoráveis.

7. Perdas pela elaboração de produtos defeituosos: ocorrem quando são fabricados produtos que não atendem aos requisitos de qualidade especificados; geralmente, originam-se da ausência de integração entre o projeto e a execução, das deficiências do planejamento e controle do processo produtivo; da utilização de materiais defeituosos e da falta de treinamento dos operários. Resultam em retrabalhos ou em redução do desempenho do produto final, como, por exemplo, falhas nas impermeabilizações e pinturas, descolamento de azulejos.

É considerada como perda a quantidade de material sobre-utilizada em relação às especificações técnicas ou às especificações de projeto, podendo ficar incorporada ao serviço ou transformar-se em resíduo. Dentre os tipos de perdas, quatro são destacadas por gerarem resíduos de construção civil: perda por transporte, processamento em si, estoque e elaboração de produtos defeituosos.

A importância de detectar a ocorrência de uma faixa de valores para as perdas foi reforçada pela pesquisa nacional “Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obra”, promovida pelo Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade na Construção Civil (ITQC), tendo envolvido 16 universidades brasileiras e pesquisado o fluxo de materiais em 99 diferentes canteiros de obra (SOUZA et al., 1998).

Em virtude da variabilidade das situações encontradas, os agentes construtores devem ter sua atenção voltada para o reconhecimento dos índices particulares de seu patamar tecnológico, buscando investir em melhorias para conquistar competitividade no mercado e racionalidade no uso dos recursos não renováveis.

### **2.3.4 Gestão e reciclagem dos resíduos de construção e demolição**

#### **2.3.4.1 Falando sobre gestão**

O termo "gestão" indica planejar, organizar, liderar e controlar as pessoas que constituem uma organização e conseqüentemente, as atividades por elas realizadas. Em relação aos resíduos de construção e demolição (RCD), a gestão como um todo está sendo inicializada, como se fosse um aprendizado, e a indústria da construção civil brasileira já está dando os primeiros passos. Claro que sempre há empresas que se destacam, principalmente as que se encontram em centros maiores e que tem maiores condições de alcançarem a plenitude da gestão de RCD.

Com base nas afirmações de Pinto (2000), a gestão dos RCD inicia-se no canteiro de obras, com o confinamento da maior parte dos resíduos no seu local de origem, evitando, dessa forma, que a remoção para fora venha a gerar problemas e gastos públicos. Salienta ainda que a utilização da reciclagem pelo construtor expressa sua responsabilidade ambiental e atuação correta como gerador, além de ser economicamente vantajoso, pois possibilita um avanço na qualidade de seus processos e produtos.

Há inúmeras vantagens em se introduzir a gestão de resíduos no canteiro de obras. Pinto (2000) comenta alguma delas, como a criação de um ambiente mais organizado e racional no canteiro, introduzindo novos comportamentos de todos os envolvidos e vantagens institucionais, pois o confinamento e a reciclagem dos resíduos no canteiro de obras constitui um dos argumentos de venda e vantagens econômicas diretas, como pode ser observado nos Quadros 1 e 2.

Custos em R\$/m <sup>3</sup>	Municípios			
	S. Paulo	B. Horizonte	Salvador	Goiânia
Custo da perda da fração mineral dos RCD (1 e 2)	66,87	63,40	72,33	71,40
Custo da remoção dos resíduos por caçamba	16,00	12,00	12,00	9,00
Custo total	82,87	75,40	84,33	80,40

(1) 65% argamassas, 29% cerâmicos, 6% concreto e pedra.

(2) Apenas perdas em materiais.

Fonte: Adaptado de PINTO, (2000, p.68).

Quadro 1: Custos usuais sem a gestão e reciclagem de resíduos

A gestão diferenciada dos RCD em Belo Horizonte comprovou, em 18 meses a correção das diretrizes adotadas, e os resultados colhidos nesse tempo de operação foram quase três vezes superiores aos investimentos realizados, amortizando-os em razão de baixo custo da reciclagem, que pode chegar a um terço do preço dos materiais que serão substituídos (PINTO, 2000).

A criação e manutenção de parâmetros e procedimentos em obra para a gestão diferenciada dos resíduos de construção e demolição são fundamentais para assegurar o descarte adequado desses materiais. Essas ações, quando executadas amplamente por empresas do setor, promovem a minimização substancial dos impactos ambientais que a disposição inadequada dos resíduos gera e contribuem para evitar a necessidade de soluções

emergenciais. A gestão corretiva é a situação típica da maioria dos municípios brasileiros, com ações de caráter não preventivo, repetitivo, custoso e, sobretudo, ineficiente.

### 2.3.4.2 Reciclagem dos resíduos

Muitas ações vêm sendo implementadas nas várias etapas do empreendimento de construção civil, como nos canteiros de obras, para os quais já existem algumas políticas de coleta segregada dos resíduos gerados, visando à sua reciclagem ou reuso. Nesse sentido, embora seja muito importante dar uma destinação adequada aos resíduos gerados, tornam-se imperativas ações que visem à sua redução diretamente na fonte de geração, ou seja, nos próprios canteiros de obras, as quais, somadas às ações de adequar a destinação desses resíduos, podem contribuir significativamente para a redução do impacto da atividade construtiva no meio ambiente (SOUZA et al., 2004).

Quanto aos limites do custo da reciclagem interna, para os britadores de mandíbula são menores e para os moedores de calça este custo é maior. Para obter um valor médio dos resíduos reciclados foi utilizada proporção variável de miúdos e graúda, em função do equipamento adotado. Os resultados apresenta-se no Quadro 2.

Custos em R\$/m <sup>3</sup>	Municípios			
	S. Paulo	B. Horizonte	Salvador	Goiânia
Custo da perda da fração mineral dos RCD (1 e 2)	66,87	63,40	72,33	71,40
Limites do custo da reciclagem interna	1,64 a 6,69	1,45 a 6,06	1,33 a 5,65	1,42 a 5,94
Valor médio dos resíduos reciclados. Receita.	-25,47	-18,10	-26,48	-25,50
Custo total	43,04 a 48,09	46,75 a 51,36	47,18 a 51,50	47,32 a 51,84
Redução comparativa de custo	48 a 42%	38 a 30%	44 a 39%	41 a 35%

(1) 65% argamassas, 29% cerâmicos, 6% concreto e pedra.

(2) Apenas perdas em materiais.

Fonte: Adaptado de PINTO, (2000, p.68).

Quadro 2: Estimativa de custos para reciclagem interna no canteiro.

Acrescentam-se alguns usos potenciais de agregados miúdos e graúdos provenientes da reciclagem de RCD, de acordo com Pinto (2000):

- aterramento de valas e reconstituição de terreno;
- execução de estacas ou sapatas para muros com pequenas cargas;

- lastro e contrapiso em áreas comuns externas e passeio público;
- contrapiso e piso em abrigo de automóveis;
- contrapiso em ambientes internos as unidades habitacionais;
- contrapiso ou enchimento em casa de máquinas e áreas comuns internas;
- sistema de drenagem em estacionamentos, poço de elevadores e floreiras;
- vergas e pequenas colunas de concreto com baixa solicitação;
- assentamento de blocos e tijolos;
- enchimentos em geral em alvenarias, lajes desniveladas e escadarias;
- chumbamento de batentes, contramarcos e esquadrias;
- chumbamento das instalações elétricas, hidráulicas e de telefonia;
- revestimentos internos e externos em alvenarias.

A prioridade nos canteiros de obra deve ser a minimização das perdas geradoras de resíduos. Pode-se alcançar isso optando por materiais certificados, com embalagens que facilitem o manuseio; pela capacitação da mão-de-obra e pelo uso de equipamentos com tecnologia de ponta e adequada aos processos construtivos. Toda atividade na construção civil produz, inevitavelmente, alguma perda, porém, como essas acontecem em locais e momentos distintos, a simples separação prévia dos materiais evitaria a contaminação dos rejeitos que ocorre nas caçambas destinadas a sua remoção do canteiro de obras. Restos de madeira, gesso, materiais metálicos e plásticos deveriam ter destinos específicos, de acordo com seu potencial para a reciclagem ou grau de contaminação.

Analisando o fluxo dos materiais nos canteiros de obras, percebe-se que eles passam por diversas etapas até chegar ao destino final, ou seja, são recebidos e inspecionados, estocados, processados e, por fim, aplicados, sendo transportados entre cada etapa (SOUZA et al., 2004).

### **2.3.5 Deposição e disposição de resíduos**

É essencial apresentar o significado das palavras "deposição" e "disposição" quando se comenta sobre resíduos. Concorde-se com Latterza (apud LEITE, 2001) ao definir deposição de resíduos sólidos como a atividade intermediária, anterior à destinação final dos resíduos sólidos, quase sempre realizada de forma aleatória e ilegal, e disposição de resíduos sólidos como a atividade intermediária ou final, com manejo e arranjo corretos dos resíduos.

As deposições irregulares normalmente são resultado de pequenas obras ou reformas realizadas pelas camadas da população urbana mais carente de recursos, normalmente por processo de autoconstrução, porque não dispõem de recursos financeiros para a contratação das empresas coletoras. Esse problema é mais comum em bairros periféricos de baixa renda, onde o número de áreas livres é maior (PINTO; GONZÁLES, 2005).

Os autores enfatizam também que as áreas degradadas podem colocar em risco a estabilidade de encostas e taludes, comprometendo o fluxo da drenagem urbana, demonstrando, que os responsáveis pela deposição dos resíduos, não estão preocupados com os custos sociais que a atividade representa para a cidade.

Empresas geradoras de resíduos de construção e demolição (RCD), por sua vez, continuam depositando o resíduo da construção civil em estradas e avenidas, em margens de rios e córregos, em terrenos baldios afastados da região central. Essa situação diminuiu um pouco com o surgimento dos caçambeiros, que contribuíram para que esse quadro fosse amenizado e com a criação de locais predeterminados, mas nem sempre apropriados, para o depósito do resíduo (PINTO, 2005).

Conforme mostram os *sites* da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte – PBH<sup>1</sup> e da Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto – PMRP,<sup>2</sup> a preocupação com o impacto gerado pelos resíduos da construção civil levou esses municípios a providenciarem a implantação de locais apropriados para recebê-los. São as "usinas de reciclagem de entulho" constituídas basicamente por um espaço para deposição do resíduo; uma linha de separação, onde a fração não mineral é separada; um britador, que processa o resíduo na granulometria desejada, e um local de armazenamento, onde o resíduo de construção e demolição (RCD) já processado aguarda para ser utilizado.

De acordo com dados da Secretaria de Serviços Públicos de Recife (2006), a geração de resíduos da construção civil desta cidade atinge uma média de 16 mil toneladas por mês, sendo, como a maioria das cidades brasileiras, carente de áreas para a destinação final, bem como de usinas para o beneficiamento desses resíduos. Por isso, os aterros clandestinos espalham-se por diversos pontos da cidade, com o despejo do material em áreas impróprias, em zonas de preservação ambiental, como margens de rios, leitos de canais e nos manguezais, provocando diversos problemas ambientais.

---

<sup>1</sup>PBH, disponível em <http://portal1.pbh.gov.br/pbh/index.html>.

<sup>2</sup>PMRP, disponível em <http://www.ribeiraopreto.sp.gov.br/index.html>.

### **2.3.6 Identificação dos agentes envolvidos na geração, transporte e recepção de resíduos da construção e demolição**

Pinto (1999), assinala que o conhecimento das características das empresas coletoras de resíduos de construção e demolição (RCD), da sua intensidade de atuação, seu itinerário e das suas limitações de ação é necessário para a compreensão dos fluxos cumpridos pelos resíduos de construção e para a definição de metodologias para sua gestão.

Nos últimos anos, a coleta de RCD está sendo modificada pelo mercado que se abriu para empresas de agentes coletores, o que pode ser constatado em cidades de médio e grande porte, onde empresas operam com veículo dotado de poliguindaste e caçambas intercambiáveis (PINTO, 1999).

A geração dos resíduos de construção e demolição nas cidades cresceu significativamente a partir de meados da década de 90.

Pinto e Gonzáles (2005) afirmam que os resíduos são provenientes da construção da infra-estrutura urbana, de responsabilidade do poder público, e da ação da iniciativa privada na construção de edificações diversas, nas ampliações e reformas. Assim, as empresas geradoras podem ser facilmente identificadas e caracterizadas por meio de consulta àqueles que transportam seus resíduos. O autor comenta que os principais responsáveis pela geração de volumes significativos que devem ser considerados no diagnóstico são:

- executores de reformas, ampliações e demolições - atividade que raramente é formalizada com a aprovação de plantas e solicitação de alvarás, mas que, no conjunto, consiste na fonte principal desses resíduos;
- construtores de edificações novas, térreas ou de múltiplos pavimentos - com áreas de construção superiores a 300 m<sup>2</sup>, cujas atividades quase sempre são formalizadas;
- construtores de novas residências - tanto aquelas de maior porte, em geral formalizadas, quanto as pequenas residências de periferia, quase sempre autoconstruídas e informais.

Disciplinar a ação dos agentes significa estabelecer regras claras e factíveis, que definam as responsabilidades e os fluxos de todos eles e dos materiais envolvidos, elaboradas a partir de processos de discussão com os interessados e que, considerando a diversidade de



condições, garantam que os custos decorrentes de cada elo da cadeia operativa sejam atribuídos de forma transparente.

## **2.4 Legislação**

O Conselho de Governo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) tem por competência assessorar o presidente da República na formulação de diretrizes da ação governamental e é composto pelos ministros de estado e titulares de outros órgãos governamentais.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), organismo de consultas e deliberação do Sisnama, é composto de uma câmara plenária de comitês técnicos e de grupos de trabalho subordinados a esses comitês. O Conselho é um colegiado, representativo dos setores mais diversos do governo e da sociedade civil.

A câmara plenária do CONAMA é composta por um representante de cada ministério, da Presidência da República e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA); um representante do governo de cada Estado e do Distrito Federal, representante de entidades como a Confederação Nacional da Indústria, do Comércio e da Agricultura, a Confederação Nacional dos Trabalhadores da Indústria, do Comércio e da Agricultura, o Instituto Brasileiro de Siderurgia, a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária (ABES); a Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza (FBCN) e a Associação Nacional dos Municípios e do Meio Ambiente (Anamma). Compõe ainda representante das associações legalmente constituídas para a defesa dos recursos naturais e para o combate à poluição, escolhidas livremente pelo Presidente da República e representantes da sociedade civil de cada região geográfica do país (SCHNEIDER, 2003).

O Conama reúne-se trimestralmente em Brasília e regulamenta, por meio de resoluções. Tem como objetivos definir as diretrizes das políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais; definir as normas necessárias à execução da política nacional do meio ambiente; definir as normas e os critérios para a autorização de atividades efetivamente ou potencialmente poluentes; contratar a realização de estudos sobre as alternativas e os possíveis efeitos sobre o meio ambiente de projetos públicos ou privados entre outros objetivos (SCHNEIDER, 2003).

O autor ainda comenta que nos anos 70 o Estado de São Paulo criou o Conselho Estadual do Meio Ambiente (Consema), órgão consultivo e deliberativo integrado à Secretaria Estadual do Meio Ambiente e presidido pelo Secretário de Estado do Meio Ambiente, que

tem como atribuições a proposição, acompanhamento e avaliação da política ambiental estadual, o estabelecimento de normas e padrões ambientais e a apreciação de Estudos e Relatórios de Impactos sobre o Meio Ambiente entre outras.

#### **2.4.1 Resoluções referente a resíduos de construção civil**

##### **2.4.1.1 Resolução Conama nº. 275/01**

Considerando que a reciclagem de resíduos deve ser incentivada, facilitada e expandida no país para reduzir o consumo de matérias-primas de recursos naturais não-renováveis, energia e água; considerando a necessidade de reduzir o crescente impacto ambiental associado à extração, geração, beneficiamento, transporte, tratamento e destinação final de matérias-primas, provocando o aumento de lixões e aterros sanitários; considerando que as campanhas de educação ambiental sejam providas de um sistema de identificação de fácil visualização, de validade nacional e inspiradas em formas de codificação já adotada internacionalmente, são essenciais para efetivar a coleta seletiva de resíduos e viabilizar a reciclagem de materiais, atendendo à resolução, que se estabeleça o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como campanhas informativas para a coleta seletiva.

##### **2.4.1.2 Resolução Conama nº. 307/02**

A principal ação efetivada em termos legais no âmbito federal recentemente é a resolução 307 do Conama, de julho de 2002. Esta resolução estabelece prazos para o enquadramento de municípios e de geradores de resíduos de construção e demolição (RCD) e, também, que esses resíduos 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. Os RCD, dependendo da sua classificação, devem ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados às áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura; ou deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

De acordo com Gonzáles e Ramires (2005), anteriormente à resolução 307/02 bastava remover os RCD para um depósito, público ou privado, com pequeno controle do conteúdo

das cargas. Hoje, há um controle mais rígido, gerando custos associados a cada tipo de resíduo, os quais excedem o do simples transporte para os locais de disposição irregulares.

Conforme Brasil (2002), o construtor é responsável pela implantação de programas de gerenciamento de resíduos da construção civil nos seus empreendimentos, o que envolve qualificação e documentação de procedimentos de triagem, acondicionamento e disposição final dos resíduos no canteiro de obras, obras essas que justifiquem a implantação deste programa. Obriga, ainda, os gestores municipais e empresas construtoras a adaptarem seus processos de modo a garantir a destinação ambientalmente correta dos resíduos de construção civil e estabelece critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, considerando a necessidade de implantação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos da construção civil. A resolução 307/02 classifica os resíduos da construção civil conforme o Quadro 3, indicando também as ações necessárias de forma a minimizar os impactos.

<b>Classes</b>	<b>Integrantes</b>	<b>Destinação</b>
A	Componentes cerâmicos, argamassas, concretos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encaminhar para um triturador de blocos previamente instalado no canteiro, sendo o material final reutilizado em calçadas, bases e sub-bases.</li> <li>• Reutilizar ou reciclar na forma de agregados.</li> <li>• Encaminhar para um aterro de resíduos da construção civil, dispendo de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura.</li> </ul>
B	Plásticos, papel e papelão, metais, vidros, madeiras e outros.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reutilizar, reciclar ou encaminhar as áreas de armazenamento temporário, permitindo a utilização ou reciclagem futura.</li> <li>• Armazenar em local predeterminado e reutilizar para transporte de materiais e equipamentos, sendo depois enviado à empresa habilitada ao seu recolhimento.</li> <li>• Enviar à empresa compradora</li> </ul>
C	Gesso e outros.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armazenar, transportar e destinar em conformidade com as normas técnicas específicas.</li> <li>• Armazenar em depósito até destinação final.</li> </ul>
D	Tintas, solventes, óleos e outros resíduos contaminados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armazenar, transportar, reutilizar e destinar em conformidade com as normas técnicas específicas.</li> <li>• Sobras podem ser reutilizadas para pinturas de tapumes e outros usos dentro da obra e a destinação final deve ser à empresa habilitada a seu recolhimento.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de BRASIL (2002).

Quadro 3 – Classes e destinos dos resíduos da construção e demolição / resolução 307/02.

Tendo em vista a diversidade das características dos agentes envolvidos na geração, no manejo e destinação dos resíduos da construção civil, resíduos oriundos da construção e

demolição, a resolução 307/02 define diretrizes para que os municípios e o Distrito Federal desenvolvam e programem políticas estruturadas e dimensionadas a partir de cada realidade local. Essas políticas devem assumir a forma de um Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, disciplinador do conjunto dos agentes, incorporando, necessariamente:

- programa municipal de gerenciamento de resíduos da construção civil, com as diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores e transportadores;
- projetos de gerenciamento de resíduos da construção civil que orientem, disciplinem e expressem o compromisso de ação correta por parte dos grandes geradores de resíduos, tanto públicos quanto privados;
- 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;
- o estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e de disposição final de resíduos;
- a proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;
- o incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;
- a definição de critérios para o cadastramento de transportadores;
- as ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;
- as ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação.

Os municípios deveriam organizar seus programas, projetos e planos de gestão até junho de 2004, enquanto os grandes geradores de RCD deveriam apresentar planos de gestão de resíduos ao submeterem suas obras a licenciamento a partir de janeiro de 2005.

Para melhor gerenciar os resíduos da construção civil, a resolução 307/02 dividiu o processo de gerenciamento em cinco etapas:

- I - **caracterização**: o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;
- II - **triagem**: deverá ser realizada, preferencialmente, na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas no art. 3º da resolução 307/02;

III - **acondicionamento**: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando condições de reutilização e de reciclagem;

IV - **transporte**: deverá ser realizado de acordo com as normas técnicas vigentes;

V - **destinação**: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido na resolução 307/02.

As áreas para manejo dos resíduos devem ser operadas pelos maiores responsáveis pela geração e coleta da maior parte dos RCD, ou seja, os agentes privados. É importante que sejam feitas parcerias com a rede privada e com entidades que já realizem algum tipo de coleta, para criar uma parceria na forma de uma estrutura de gestão compartilhada que possa avançar para o estabelecimento de convênios no âmbito local, com a eventual cessão de áreas públicas para instalação de triagem, transbordo ou reciclagem, já definida na lei Orgânica do Município. Quando não for possível formar parcerias, é importante que se realizem licitações visando à operação de áreas públicas para triagem, transbordo, reciclagem dos RCD, a fim de garantir que os resíduos das coletas públicas possam ser remanejados junto com os resíduos de coletas privadas (BRASIL, 2002).

Para que a nova política de gestão adotada dê certo, é necessária capacidade e transparência na apuração dos custos provenientes do manejo dos RCD, a transferência dos repasses aos geradores e transportadores desses resíduos e, principalmente, uma fiscalização rigorosa, que garanta o funcionamento das ações propostas.

#### **2.4.1.3 Resolução Conama nº. 348/04**

A resolução 348/04 foi promulgada em 16 de agosto de 2004, com o objetivo de incluir o amianto na classe dos resíduos perigosos, complementando a resolução 307/02 (BRASIL, 2004).

#### **2.4.1.4 Resolução Consema nº. 017/01**

Segundo a resolução 017/01 do Conselho Estadual do Meio Ambiente (Consema), as ações de saneamento ambiental apresentam medidas que garantam a adequada ocupação do solo urbano, como o gerenciamento de resíduos sólidos, o controle de vetores e focos de doenças transmissíveis e, num conceito mais amplo, a melhoria das condições de habitação e a educação ambiental. Portanto, a partir da diretriz de estabelecimento do saneamento ambiental no município, devem ser implementados programas específicos pertinentes aos

itens citados. No que concerne a resíduos sólidos, o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil tem como objetivo implementar condições para o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos urbanos nos municípios. Os princípios devem ser a minimização da geração, a reutilização, a reciclagem, o tratamento e a disposição final adequada. Deve o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil ser elaborado em duas fases distintas, sendo a primeira o diagnóstico da situação atual dos serviços e a segunda, as propostas selecionadas ou já definidas, abordando as etapas de limpeza, coleta, transporte, tratamento e disposição final (RIO GRANDE DO SUL, 2006).

#### **2.4.1.5 Resolução Consema nº. 109/05**

A resolução 109/05 do Conselho Estadual do Meio Ambiente (Consema), parte do princípio do desenvolvimento sustentável, pelo qual os municípios devem incentivar atividades conjuntas entre os sindicatos da construção civil, órgãos ambientais, empresas transportadoras e outros setores da sociedade, visando à educação ambiental dos trabalhadores da indústria da construção civil, que envolve empresas privadas e órgãos públicos, priorizando as ações de minimização da geração, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final adequada para os resíduos da construção civil. Também afirma que compete ao poder público municipal promover a divulgação do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (RIO GRANDE DO SUL, 2006).

#### **2.4.2 Lei estadual nº. 9.921**

De 27 de julho de 1993, esta lei dispõe sobre a gestão dos resíduos, nos termos do artigo 247, parágrafo 3º, da Constituição do estado, contendo 26 artigos.

#### **2.4.3 Lei estadual nº. 11.520**

De 3 de agosto de 2000, institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências.

#### **2.4.3.1 Art. 218**

Compete ao gerador a responsabilidade pelos resíduos produzidos, compreendendo as etapas de acondicionamento, coleta, tratamento e destinação final. A terceirização desses serviços não isenta a responsabilidade do gerador pelos danos que vierem à ser provocados.

Somente cessará a responsabilidade do gerador quando os resíduos, após utilização por terceiros sendo licenciado pelo órgão ambiental, sofrer transformações que o descaracterizem como tal. Por exemplo, a reciclagem.

#### **2.4.3.2 Art. 222**

A recuperação de áreas degradadas pela ação da disposição de resíduos é de inteira responsabilidade técnica e financeira da fonte geradora ou, na impossibilidade de identificação desta, do ex-proprietário ou proprietário da terra responsável pela degradação, cobrando-se destes os custos dos serviços executados quando realizados pelo Estado em razão da eventual emergência de sua ação.

#### **2.4.4 Código Civil Art. 1.228**

O proprietário tem a faculdade de usar, gozar e dispor da coisa, e o direito de reavê-la do poder de quem quer que injustamente a possua ou detenha.

§ 1º O direito de propriedade deve ser exercido em consonância com as suas finalidades econômicas e sociais e de modo que sejam preservados, de conformidade com o estabelecido em lei especial, a flora, a fauna, as belezas naturais, o equilíbrio ecológico e o patrimônio histórico e artístico, bem como evitada a poluição do ar e das águas.

§ 2º São defesos os atos que não trazem ao proprietário qualquer comodidade, ou utilidade, e sejam animados pela intenção de prejudicar outrem.

§ 3º O proprietário pode ser privado da coisa, nos casos de desapropriação, por necessidade ou utilidade pública ou interesse social, bem como no de requisição, em caso de perigo público iminente.

§ 4º O proprietário também pode ser privado da coisa se o imóvel reivindicado consistir em extensa área, na posse ininterrupta e de boa-fé, por mais de cinco anos, de considerável número de pessoas, e estas nela houverem realizado, em conjunto ou separadamente, obras e serviços considerados pelo juiz de interesse social e econômico relevante.

§ 5º No caso do parágrafo antecedente, o juiz fixará a justa indenização devida ao proprietário; pago o preço, valerá a sentença como título para o registro do imóvel em nome dos possuidores.

#### **2.4.5 Código Civil art. 1.309**

É proibido a realização de qualquer tipo de obra civil que possa poluir, ou inutilizar de alguma forma a água de poço ou nascente alheia, sendo este poço preexistente a esta construção ou não.

#### **2.4.6 Normas técnicas**

As normas técnicas representam importante instrumento para reger um procedimento e indicar a melhor maneira de fazê-lo com responsabilidade para os agentes públicos e os geradores de resíduos e, também, para depois poder fiscalizar e cobrar o cumprimento do especificado na norma.

Para viabilizar o manejo correto dos resíduos em áreas específicas, foram elaboradas as seguintes normas técnicas, integradas às políticas públicas:

- NBR 10004/87 Resíduos sólidos - Classificação: classifica resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que estes resíduos possam ter manuseio e destinação adequados.
- NBR 10005/87 Lixiviação de resíduos - Procedimento: prescreve procedimentos para lixiviação de resíduos tendo em vista a sua classificação
- NBR 10006/87 Solubilização de resíduos – Procedimento: é relativo ao procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos
- NBR 11174/89 Armazenamento de resíduos classes II (não inertes) e III (inertes): fixa as condições exigíveis para obtenção das condições mínimas necessárias ao armazenamento de resíduos classes II-não inertes e III-inertes, de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente.
- NBR 13221/94 Transporte de resíduos – Procedimento: especifica as condições necessárias para o transporte de resíduos, de modo a evitar danos ao meio ambiente e proteger a saúde pública.
- NBR 13463/95 Coleta de resíduos sólidos – Classificação: Normas Técnicas da Superintendência de Limpeza Urbana.
- NBR 15112/04 Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação: orienta o recebimento dos resíduos para posterior triagem e valorização. Tem importante papel



na logística da destinação dos resíduos e poderá, se licenciado para esta finalidade, processar resíduos para valorização e aproveitamento.

- NBR 15113/04 Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação: solução adequada para disposição dos resíduos Classe A, de acordo com a resolução nº.307-02, considerando critérios para preservação dos materiais para uso futuro ou disposição adequada ao aproveitamento posterior da área.
- NBR 15114/04 Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação: orienta a transformação dos resíduos da construção Classe A em agregados reciclados destinados à reinserção na atividade da construção.
- NBR 15115/04 Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Execução de camadas de pavimentação. Procedimentos.
- NBR 15116/04 Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural. Requisitos.
- NBR 15115/04 Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos;
- NBR 15116/04 Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.

O exercício das responsabilidades pelo conjunto de agentes envolvidos na geração, destinação, fiscalização e controle institucional sobre os geradores e transportadores de resíduos está relacionado à possibilidade da triagem e valorização dos resíduos, que, por sua vez, será viável na medida em que haja especificação técnica para o uso de agregados reciclados pela atividade da construção. (PINTO, 2005).

## **2.5 Gestão ambiental dos resíduos da construção civil**

A busca pela melhoria da qualidade ambiental dos serviços e do ambiente que envolve todo o processo de geração até a deposição final dos resíduos de construção e demolição de qualquer organização pública ou privada é um processo de aprimoramento constante do

sistema de gestão ambiental global de acordo com a política ambiental estabelecida pela organização.

Para que essa política seja ambientalmente sustentável tanto quanto economicamente sustentável, Pinto e Gonzáles (2005) afirmam que é necessária uma busca permanente de soluções eficientes e duradouras.

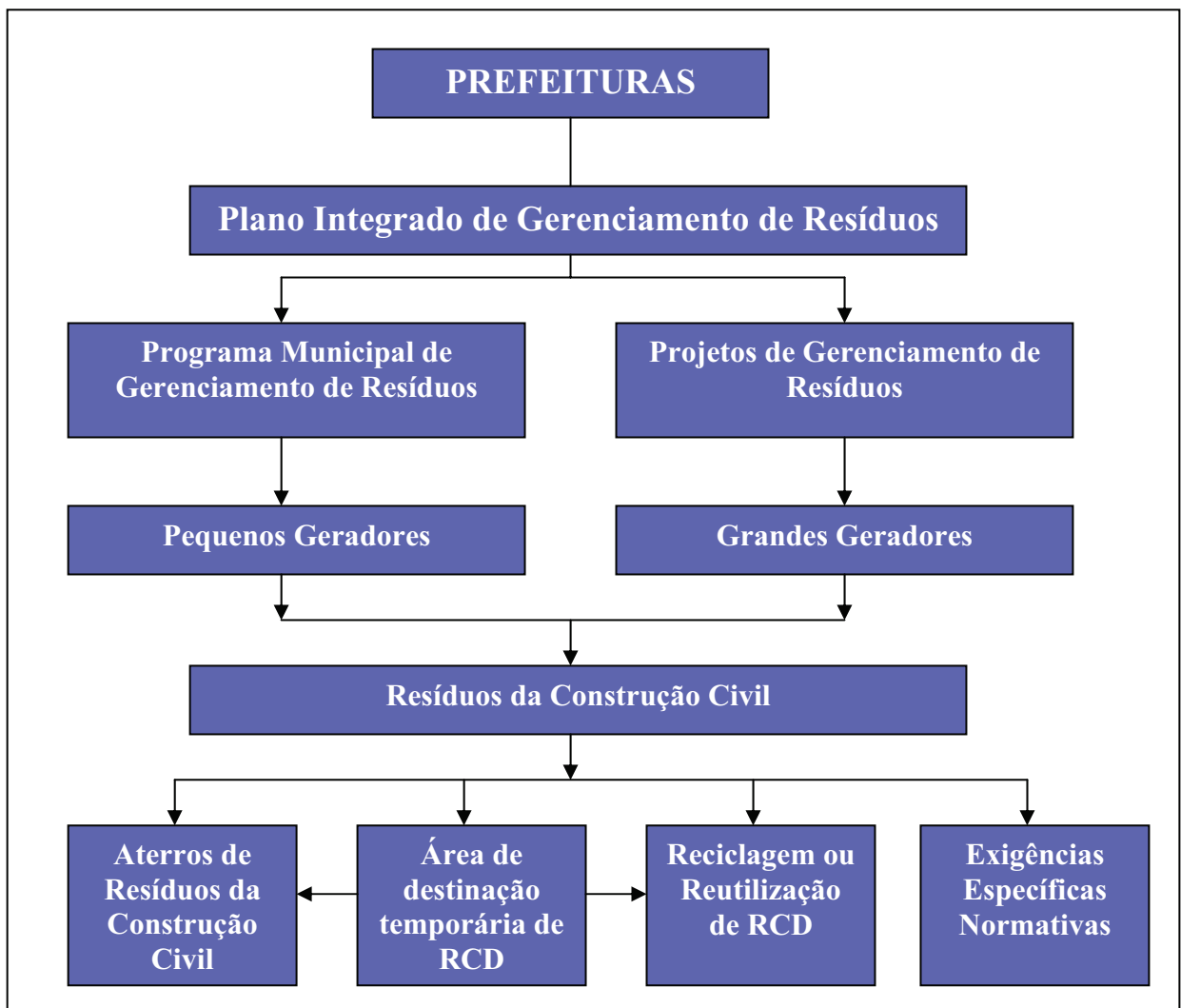
O gerenciamento dos resíduos oriundos da construção e demolição (RCD) deve, primeiramente, não atuar como uma ação corretiva, mas como uma ação educativa, criando condições para que as empresas envolvidas na cadeia produtiva possam exercer suas responsabilidades sem produzir impactos socialmente negativos. (SCHNEIDER, 2000) As soluções propostas pelos autores devem seguir algumas diretrizes básicas, como facilitar a ação correta dos agentes, disciplinar a ação dos agentes e os fluxos dos materiais e incentivar a adoção dos novos procedimentos.

Facilitar a ação correta dos agentes implica criar os instrumentos institucionais, jurídicos e físicos para que cada um, de acordo com suas características e condições sociais e econômicas, possa exercer suas responsabilidades dando aos resíduos que gera a destinação adequada.

Incentivar a adoção dos novos procedimentos implica adotar medidas que tornem ambiental, econômica e socialmente vantajosa a migração para as novas formas de gestão e de destinação por parte do conjunto dos agentes. São resultados concretos desses incentivos à minimização da geração de resíduos e à reutilização e reciclagem dos materiais.

Há o Programa Nacional de Resíduos Sólidos, que, de acordo com Galbiati (2005), integra quatro ministérios e tem como objetivos a organização dos catadores, visando à sua emancipação econômica; a ampliação dos serviços, com inclusão social e sustentabilidade do empreendimento de limpeza urbana; a redução, reutilização e reciclagem de resíduos. A inclusão desses objetivos num plano municipal de gerenciamento integrado de resíduos é um dos critérios de elegibilidade dos municípios a serem beneficiados pelas linhas de financiamento do programa.

Conforme a resolução 307/02 do Conama, define-se gerenciamento de resíduos como o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implantar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos (BRASIL, 2002). Ainda segundo esta resolução, a estrutura de gestão de resíduos da construção civil deve obedecer ao fluxograma apresentado na Figura 3.



Fonte: Adaptada de CARNEIRO, (2005, p. 32).

Figura 3 – Fluxograma da gestão de resíduos, de acordo com a resolução 307/02.

É de responsabilidade dos municípios a solução para os pequenos volumes de RCD, que geralmente são dispostos em locais inapropriados. Quanto aos grandes volumes, devem ser definidas e licenciadas áreas para o manejo dos resíduos em conformidade com a resolução 307/02 do Conama, cadastrando e formalizando a presença dos transportadores dos resíduos e fiscalizando as responsabilidades dos geradores, inclusive quanto ao desenvolvimento de projetos de gerenciamento. Portanto, conforme Pinto e Gonzáles (2005), o conjunto de ações deve ser direcionado, entre outros, aos seguintes objetivos:

- destinação adequada dos grandes volumes;
- preservação e controle do aterro de resíduo de construção e demolição;
- deposição facilitada para pequenos volumes;
- recolhimento sistematizado dos pequenos volumes;

- melhoria da limpeza e da paisagem urbana;
- preservação ambiental;
- incentivo às parcerias;
- incentivo à presença de novos agentes de limpeza;
- incentivo à redução de resíduos na fonte;
- redução dos custos municipais através da reciclagem.

Spoto (2006) afirma que o aproveitamento de RCD é uma das ações que devem ser incluídas nas práticas comuns de produção de edificações, visando a sua maior sustentabilidade, proporcionando economia de recursos naturais e minimização do impacto no meio-ambiente. O potencial do reaproveitamento e reciclagem de resíduos da construção é enorme, e a exigência da incorporação desses resíduos em determinados produtos pode vir a ser extremamente benéfica, já que proporciona economia de matéria-prima e energia.

A heterogeneidade do entulho e a dependência direta de suas características com a obra que lhe deu origem podem mudá-lo de faixa de classificação, ou seja, uma obra pode fornecer um entulho inerte e outra pode apresentar elementos que o tornem não-inerte ou até mesmo perigoso, como, por exemplo, a presença de amianto, que, no ar, é altamente cancerígeno.

### **2.5.1 Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil.**

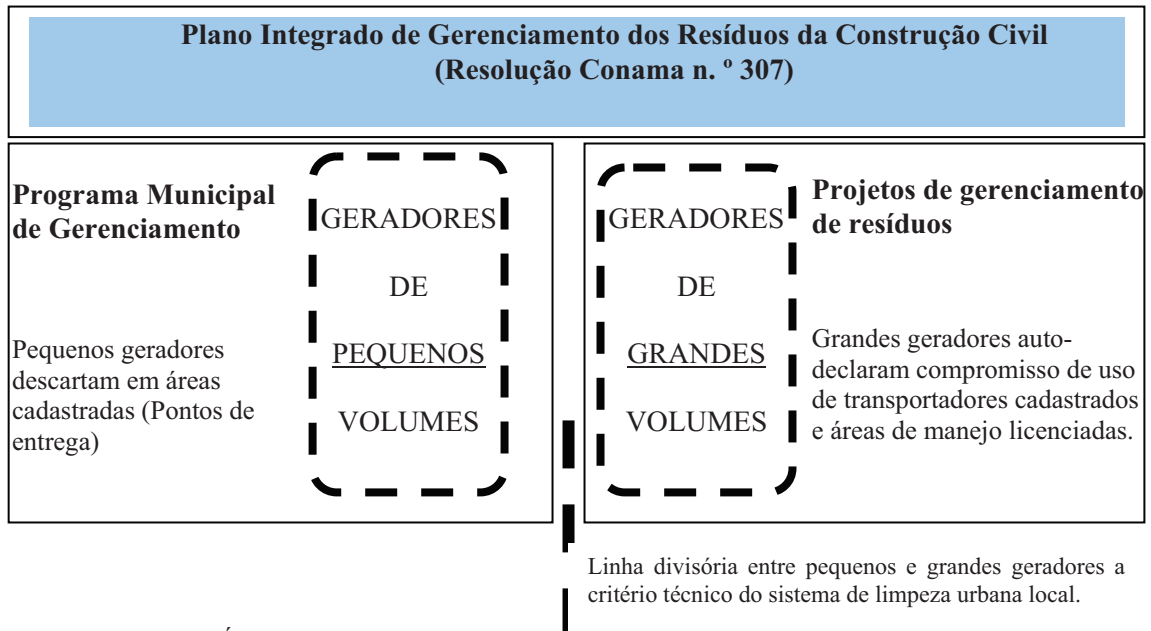
Para a definição concreta de um Plano Integrado de Gerenciamento nos moldes da resolução 307/02 do CONAMA, é necessário realizar um diagnóstico que permita identificar as condições de geração dos resíduos, os fluxos de materiais e os impactos (tanto ambientais quanto econômicos) decorrentes das atividades em cada local. Entretanto, essa resolução estabelece a necessidade de serem implantadas duas redes de serviços para possibilitar a destinação correta dos materiais: uma por parte dos pequenos geradores e outra destinada aos grandes geradores. O novo sistema de gestão deve, em princípio, estabelecer caráter distinto para as ações e eventuais instalações físicas decorrentes do cumprimento desse dispositivo.

Alguns princípios foram previamente definidos a fim de orientar a formulação dos planos integrados de gerenciamento. São eles:

- facilitar a ação do conjunto dos agentes envolvidos;
- disciplinar sua ação institucionalizando atividades e fluxos;

- incentivar sua adesão tornando vantajosos os novos procedimentos.

De acordo com Pinto e Gonzáles (2005), os princípios citados podem materializar-se em duas ações principais, observadas na Figura 4.



Fonte: PINTO E GONZÁLES, (2005, p.12).

Figura 4 – Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil.

A primeira rede de serviço apresenta onde os pequenos geradores e transportadores podem assumir suas responsabilidades na destinação correta dos resíduos de construção e demolição (RCD) decorrentes de sua própria atividade. Inclui um conjunto de pontos de entrega e um circuito de coleta desses materiais que são definidos pela administração pública e a destinação final adequada do RCD juntamente com parcerias.

A segunda rede de serviço dá sustentabilidade aos projetos de gerenciamento, obrigatórios para os grandes geradores de RCD, abrangendo numa rede de serviços de toda cadeia relacionada ao transporte, manejo, transformação e disposição final dos grandes volumes de resíduos da construção civil. Inclui, além dos serviços, as instalações físicas para a realização das diversas operações, viabilizando às empresas do município realizarem o exercício de suas responsabilidades em conjunto com seus resíduos. Caracteriza-se como um conjunto de atividades privadas regulamentadas pelo poder público municipal.

Para Pinto e Gonzáles (2005), as ações destinadas aos resíduos dos pequenos geradores, de um modo geral provenientes de pequenas construções e reformas em regiões menos centrais dos municípios, devem ser definidas no Programa Municipal de Gerenciamento como

um serviço público de coleta, ancorado numa rede de pontos de entrega. Esse instrumento de ação pública expressa os compromissos municipais com a limpeza urbana. As ações destinadas, por sua vez, à disciplina do fluxo dos grandes volumes de RCD caracterizam-se como ações de agentes privados regulamentadas pelo poder público municipal. Essas ações devem se submeter, por meio dos projetos de gerenciamento de resíduos e dos compromissos com transportadores cadastrados e áreas licenciadas de recepção, aos princípios e diretrizes contidos no Plano Integrado de Gerenciamento e da ação gestora do poder local.

Para a institucionalização do plano integrado de gerenciamento de resíduos é necessária a integração de empresas particulares e do município, para dar sustentação ao novo sistema de gestão, atribuindo um caráter institucional às diretrizes anteriormente definidas e estabelecendo meios necessários para a captação e destinação de forma sustentável dos pequenos e grandes volumes de resíduos, nos moldes da resolução 307/02.

O poder público deve preservar seu papel de agente gestor do sistema implantado, criando estruturas gerenciais adequadas e renovando os procedimentos de informação e de fiscalização de modo a resguardar a permanência dos novos paradigmas de gestão. (PINTO; GONZALES, 2005).

### **2.5.2 Destinação dos resíduos**

A destinação dos resíduos de construção e demolição (RCD) tem sido um dos problemas enfrentado pelas indústrias do setor, que até pouco tempo atrás dispunham o resíduo de forma inadequada, por não possuírem legislação pertinente sobre o tema. A destinação inadequada dos RCD gera inúmeros problemas de contaminação, degradação e custos adicionais. É importante destacar que o gerador do resíduo continua sendo o responsável por isso, ainda que o tenha destinado com todas as autorizações dos órgãos ambientais.

Os resíduos da construção civil podem ser divididos em quatro classes - A, B, C e D - de acordo com a resolução nº 307 do Conama, de 17 de julho de 2002, cada uma com uma destinação adequada para seu resíduo. No item 2.4.1.1 "Resolução Conama nº307/02", Quadro 3 - Classes e destinos dos resíduos da construção e demolição / resolução 307/02, apresentam-se mais detalhes.

Conforme Pinto e Gonzáles (2005), a área de reciclagem do resíduo da construção civil Classe A abriga os processos de trituração e peneiração dos resíduos de concreto, alvenaria, argamassas e outros, para produção dos agregados reciclados. A reciclagem da madeira presente nos resíduos de construção também envolve o trabalho de trituração, com o emprego de equipamentos mecânicos específicos para a produção de “cavacos”; ou envolve seu corte simples, com ferramentas manuais, de modo que possam ser utilizados em processos diversos, como a geração de energia. A recuperação de solos sujos é um processo relativamente simples, de peneiração, para remoção de galhos de árvores, lixo e entulhos de seu interior.

É preciso que sejam implantados, paralelamente aos serviços de reutilização e reciclagem, os aterros de resíduos Classe A cuja reutilização ou reciclagem não sejam possíveis, pois, do contrário, não se alcançarão resultados favoráveis.

A implantação desses novos aterros, precedida pela adequada triagem dos resíduos, tal como exige a Resolução 307 do CONAMA, constitui um momento estratégico para que os municípios, disciplinando a destinação com nível de investimento relativamente pequeno, possam substituir os bota-foras degradantes hoje existentes. (PINTO; GONZALES, 2005).

Apesar das aparentes dificuldades para quem precisa se adequar às novas normas para a implantação dos aterros de resíduos da construção civil normalizados pela ABNT, esse processo é mais simples do que as adaptações necessárias para outros tipos de resíduos, como os industriais, por exemplo. Se bem planejado, sua implantação pode ser muito simples, contudo é necessário se adequar às novas exigências e formar parcerias com empresas que possam auxiliar nisso, como as de extração e/ou beneficiamento de pedra, areia e argila, uma vez que podem ser utilizadas as cavas da extração para implantar os aterros.

De acordo com a resolução 307/02, os novos aterros para resíduos Classe A previamente triados podem ser implantados em duas situações:

Aterros para a correção de nível de terrenos, visando a uma ocupação futura para a área ou aterros para a reservação de materiais limpos, nos quais são dispostos em locais diferenciados e específicos os resíduos de concreto e alvenaria, os solos, os resíduos de pavimentação asfáltica e outros resíduos inertes, tendo em vista facilitar sua futura extração e reciclagem.

Os resíduos provenientes da indústria da construção civil não podem mais ser lançados no meio ambiente de qualquer maneira. É preciso um controle rigoroso para que isso não aconteça e convencer os empresários de que essas normas, quando bem aplicadas, podem resultar em benefícios a curto, médio e longo prazo tanto para a empresa como para o município.

Algumas ações são fundamentais porque, de acordo com Pinto e Gonzáles (2005), podem simplificar o rito de licenciamento dessas instalações e incentivar a sua perenização, como: revisar a regulamentação de cadastro para a atuação dos agentes coletores RCD, com impedimento à atuação de coletores não regulares; tornar obrigatório o descarte dos resíduos em grandes volumes exclusivamente nas instalações da rede, impedindo a operação de locais de deposição irregulares; tornar obrigatória a destinação adequada da totalidade dos resíduos resultantes das operações nas áreas de triagem; fornecer orientação técnica para facilitar o acesso dos agentes privados devidamente regulamentados às fontes de financiamento, para aquisição de equipamentos e outros investimentos afins; incentivar a reciclagem de RCD, usando o poder de compra da administração pública para estabelecer o consumo preferencial de agregados reciclados, comprovadamente de boa qualidade, principalmente em obras de infra-estrutura.

Do exposto por Pinto e Gonzáles (2005), os espaços necessários à movimentação interna que os veículos exigem e o volume de material a ser recebido e processado determinarão a área de terreno necessária. É possível obter, de forma aproximada, as áreas necessárias para as atividades descritas na fase de processo e também o volume produzido por dia do resíduo triado ou reciclado. O Quadro 4 apresenta os dados de capacidade e área demandada, relacionando a fase do processo.

<b>Fase do processo</b>	<b>Capacidade</b>	<b>Área demandada</b>
Triagem geral dos resíduos	70 m <sup>3</sup> /dia	1.100 m <sup>2</sup>
Triagem geral dos resíduos	135 m <sup>3</sup> /dia	1.400 m <sup>2</sup>
Triagem geral dos resíduos	270 m <sup>3</sup> /dia	2.300 m <sup>2</sup>
Triagem geral dos resíduos	540 m <sup>3</sup> /dia	4.800 m <sup>2</sup>
Reciclagem de RCD Classe A	40 m <sup>3</sup> /dia	3.000 m <sup>2</sup>
Reciclagem de RCD Classe A	80 m <sup>3</sup> /dia	3.5000 m <sup>2</sup>
Reciclagem de RCD Classe A	160 m <sup>3</sup> /dia	7.500 m <sup>2</sup>
Reciclagem de RCD Classe A	320 m <sup>3</sup> /dia	9.000 m <sup>2</sup>
Reciclagem de madeira	100 m <sup>3</sup> /dia	1.000 m <sup>2</sup>
Reciclagem de madeira	240 m <sup>3</sup> /dia	1.800 m <sup>2</sup>

Fonte: I&T Informações e Técnicas (apud PINTO; GONZÁLES, 2005, p.48).

Quadro 4 - Área básica demandada para o manejo dos resíduos



## 2.6 Sistema de gestão sustentável para os resíduos da construção civil

A gestão sustentável deixou de ser ferramenta de uma área específica, como a ambiental, e passou à condição de estratégia essencial no esforço de implantar ações sobre os resíduos de construção e demolição.

A gestão corretiva é a principal estratégia de enfrentamento dos problemas derivados do acúmulo de resíduos de construção e demolição (RCD) em áreas de domínio público e a maior consumidora dos recursos. No entanto, “a gestão corretiva caracteriza-se por englobar atividades não preventivas, repetitivas e custosas, que não surtem resultados adequados, e por isso, profundamente ineficientes”.(PINTO apud SCHNEIDER, 2003).

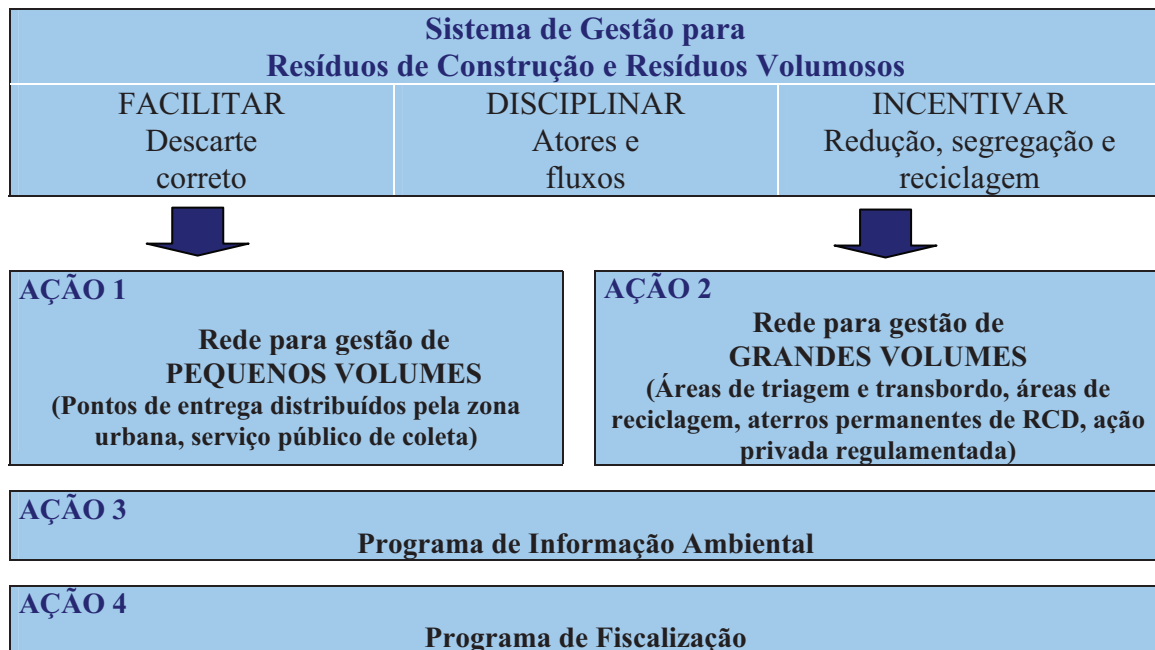
A pesquisa de Schneider (2003) sobre as deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo apresentou como uma das ações corretivas a remoção de RCD de áreas de domínio público e o encaminhamento desses resíduos para as unidades públicas de transbordo e aterro. Essas foram as principais ações desenvolvidas pela administração municipal para o enfrentamento das deposições irregulares.

O autor comenta ainda sobre a eficácia da estratégia de atração de RCD pela oferta gratuita de áreas públicas para os geradores e transportadores privados, indicando que, se mais áreas públicas fossem ofertadas para a deposição de RCD, sua captação seria maior e, portanto, seria menor a deposição irregular. Contudo, a opção pela atração gratuita dos RCD tem um preço elevado para a administração pública: esta subsidia o gerador e o transportador de RCD, mediante o desembolso com operadores contratados, e impede o desenvolvimento de soluções independentes.

A gestão corretiva tem um duplo custo, o que vai contra os interesses públicos. Primeiramente, o ônus sobre a saúde pública decorrente de um espaço urbano cronicamente degradado, em segundo; o custo de criação e reforço de uma cadeia de beneficiados: o gerador de RCD, que paga menos ao transportador irregular contratado; o transportador irregular que externaliza para a cidade os seus custos de transporte e destinação e as empresas contratadas pela administração municipal para prestação de serviços de limpeza urbana, que potencializam os seus lucros em um cenário de desregramento dos fluxos (SCHNEIDER, 2003).

Outras iniciativas apresentadas por Pinto e Gonzáles (2005) podem ser tomadas para superar os atuais problemas de gestão dos RCD e para definir responsabilidades, deveres e direitos de todos os agentes envolvidos na estruturação de um sistema de gestão sustentável.

A Figura 5 apresenta um sistema de gestão para resíduos de construção e demolição.



Fonte: PINTO; GONZÁLES,( 2005, p.37).

Figura 5 – Sistema de gestão para resíduos de construção e resíduos volumosos.

Entre as ações centrais destaca-se a implantação de duas redes de novas áreas de apoio e o desenvolvimento de dois programas específicos. Com isso, é possível conseguir uma alteração significativa positiva na gestão dos resíduos em questão. Porém, é preciso estabelecer metas de curto e médio prazo, levando em conta sempre a necessidade de formar uma unidade que considere todos os agentes sociais envolvidos.

Paralelamente a isso, é necessário um programa de educação ambiental consciente e seguro, que garanta a preservação do meio ambiente, com um compromisso firmado por todos os agentes envolvidos, desde a coleta até a armazenamento dos resíduos e definição dos destinos dados aos volumes recolhidos.

Para uma gestão adequada dos resíduos, é essencial que seja feita uma triagem por classe, conforme a Figura 3 (item 2.4.1.2). É preciso evitar as demolições sem critérios, passando a adotar a desconstrução planejada das edificações, principalmente as que contenham resíduos mais perigosos, como as classes C e D (Figura 3). Aos poucos, é fundamental que todos os agentes se adaptem ao modelo vigente, organizando e definindo o destino dos resíduos de todas as construções.

O sistema de gestão para resíduos de construção e resíduos volumosos apresenta-se em quatro ações: a rede para gestão de pequenos volumes, a rede para gestão de grandes volumes, o programa de informação ambiental e o programa de fiscalização. Essas ações são devidamente explicadas na seqüência.

### **2.6.1 Ação 1: Rede para gestão de pequenos volumes**

Em relação à definição física dos pontos de entrega da referida rede, pode ser feita com base nas informações obtidas durante o diagnóstico do município. Depois do diagnóstico feito, é possível definir a melhor localização para as bacias de captação dos resíduos, que, na verdade, são áreas de características relativamente homogêneas, as quais permitem acesso fácil para a entrega dos resíduos pelos munícipes e também de fácil coleta pelos caminhões do poder municipal.

Após definidos os pontos de deposição e coleta, é necessário trabalhar na educação e conscientização da população, por meio de reuniões nas comunidades, mídia, impressa e TV.

Pinto e Gonzáles (2005) salientam que alguns fatores devem ser levados em conta para definir a localização e limites da bacia:

A capacidade de deslocamento dos pequenos coletores (equipados com carrinhos, carroças e outros pequenos veículos) em cada viagem, ou seja, algo entre 1,5 km e 2,5 km; a altimetria da região, para que os coletores não sejam obrigados a subir ladeiras íngremes com os veículos carregados, para realizar o descarte dos resíduos; as barreiras naturais que impedem ou dificultam o acesso ao ponto de entrega. Em relação aos pontos de entrega voluntária, é importante que eles estejam localizados em áreas entre 200m<sup>2</sup> e 600 m<sup>2</sup>, ocupando áreas públicas, privadas, cedidas em parceria ou até mesmo alugadas/arrendadas para tal finalidade.

### **2.6.2 Ação 2 : Rede para gestão de grandes volumes**

A definição da localização dos pontos de entrega na zona urbana deve partir dos fluxos já informalmente estabelecidos para a movimentação de pequenos volumes de RCD. Porém, a localização para fazer as instalações deve levar em conta, principalmente, alguns fatores importantes, como a regulamentação do uso do solo no município; a localização das regiões com maior concentração de geradores de grandes volumes de resíduos de construção e demolição; a existência de eixos viários para facilitar o deslocamento de veículos de carga de maior porte (PINTO; GONZÁLES, 2005).

Com esses cuidados previamente tomados, é possível articular com os agentes privados interessados as estratégias de gestão para o processamento dos resíduos, contemplando algumas ações importantes, como a instalação de diferentes áreas: áreas de triagem, áreas de reciclagem de resíduos Classe A e aterros de resíduos Classe A da construção civil.

As áreas destinadas ao processamento de grandes volumes de RCD, independentemente do fato de serem públicas ou privadas, devem seguir as diretrizes do novo sistema e sempre passar por uma rigorosa fiscalização do poder público municipal.

### **2.6.3 Ação 3: Programa de informação ambiental**

A terceira ação é referente ao Programa de Informação Ambiental (PIA), o qual exige que a implantação das instalações seja acompanhada da criação e implementação de um PIA eficiente, que mobilize os agentes sociais envolvidos na geração e/ou transporte de resíduos. Essa mobilização é responsável por fazer com que esses agentes assumam suas responsabilidades, comprometendo-se com a qualidade ambiental da cidade.

O PIA precisa estar bem estruturado para que seja reduzida a geração de resíduos, difundindo o potencial de reutilização e reciclagem, e divulgue as áreas onde deve ser feito o depósito. De acordo com Pinto e Gonzáles (2005), as principais ações a serem desenvolvidas no PIA são:

Divulgação massiva entre os pequenos geradores e coletores sobre as opções para a correta disposição de resíduos no município, informando a rede de pontos de entrega voluntária e a possibilidade de solicitação telefônica da prestação de serviços, por meio do “disque coleta para pequenos volumes”, se estiver implantado; informação especialmente dirigida, nos bairros residenciais, às instituições públicas e privadas com potencial multiplicador (escolas, igrejas, clubes, associações, lojas e depósitos de materiais para a construção e outras); divulgação concentrada entre os grandes agentes coletores e geradores, incluindo a promoção do seu contato com novas alternativas para a redução e a valorização de resíduos; realização de atividades de caráter técnico para disseminação de informações relacionadas à utilização de agregados reciclados na construção civil.

Nessa ação, assim como nas demais, a busca de parcerias é fundamental, visto que, trabalhando em conjunto, as soluções tornam-se mais fáceis de ser visualizadas. Também é de fundamental importância, além de informar as parceiras na implantação das ações, sinalizar os locais com disposições irregulares, indicando aos munícipes a providência e o local correto para fazer o descarte dos resíduos.

#### 2.6.4 Ação 4: Programa de fiscalização

O programa de fiscalização precisa ser rigoroso, pois de nada adianta criar as condições para a correta gestão dos resíduos se não houver uma fiscalização para garantir que tudo esteja de acordo com o proposto. Com uma fiscalização bem estruturada, seria possível fazer a migração para as novas normas e garantir o pleno funcionamento de todo o conjunto de ações. Essas normas podem ser elaboradas pelo município, cada qual adaptando-as à sua realidade. A fiscalização evitaria a degradação do meio ambiente e também as empresas clandestinas que realizam as coletas, além de ajudar a divulgar o programa, através da mobilização social.

A revisão do sistema de fiscalização é necessária, definindo competências e regras para atuação dos geradores, coletores, receptores e dos gestores municipais. O programa deve-se manter estruturado para que uma próxima administração tenha condições de dar-lhe continuidade sem dificuldades.

As principais ações implementadas no Programa de Fiscalização, de acordo com Pinto e Gonzáles (2005), são:

Fiscalizar a adequação de todos os agentes coletores às normas do novo sistema de gestão, inclusive seu cadastro nos órgãos municipais competentes; fiscalizar a ação dos geradores, inclusive quanto ao correto uso dos equipamentos de coleta, de forma que eles não repassem aos coletores responsabilidades que não lhes competem; fiscalizar a existência e cumprimento dos Projetos de Gerenciamento de Resíduos, previstos na Resolução 307 do CONAMA para as obras de maior porte; coibir a continuidade de operação de antigos bota-foras e o surgimento de outras áreas para a deposição de RCD não licenciadas e incompatíveis com o novo sistema de gestão; estabelecer instrumentos de registro sistemático das ações de fiscalização e controle empreendidas de maneira a tornar possível a avaliação periódica da sua eficácia e aperfeiçoamento.

Mesmo definindo ações distintas para atuação específica em cada campo, os objetivos gerais da gestão dos resíduos de construção e demolição serão sempre os mesmos, que, de acordo com Pinto (1999), podem ser identificados como:

- redução dos custos municipais com a limpeza urbana, com a destinação dos resíduos e com a correção dos impactos ocorrentes na gestão corretiva;
- melhoria da limpeza urbana;
- disposição facilitada de pequenos volumes de RCD gerados;
- descarte racional dos grandes volumes gerados;

- incentivo à presença e consolidação de novos agentes de limpeza urbana;
- incentivos às parcerias para a captação, reciclagem e reutilização de RCD;
- incentivo à redução da geração de resíduo nas atividades construtivas;
- preservação da paisagem e da qualidade de vida nos ambientes urbanos;
- preservação ambiental com a redução dos impactos por má deposição, redução do volume aterrado e redução das resultantes da exploração de jazidas naturais de agregados para a construção civil.

Se há várias medidas que uma administração pública pode tomar em relação à política da gestão dos resíduos de construção e demolição trazendo vários benefícios à cidade, aos moradores e ao meio ambiente, então por que não tomá-las?

Pode-se apontar a “ausência” de recursos financeiros, mas isto não é verdadeiro, como fica demonstrado quando se contabiliza o montante gasto com a gestão corretiva, de acordo com Schneider (2003).

Pode-se também responsabilizar a incapacidade do governante em planejar, pela excessiva preocupação com o curto prazo e o personalismo. Mas o planejamento ideal parece ser também uma utopia, pois “os planejadores geralmente reclamam da falta de vontade” política dos governos, mas falham em perceber as aspirações e interesses contraditórios que criam os gargalos políticos ou os desvios em relação aos planos”(RATTNER apud SCHNEIDER, 2003).

Portanto, a persistência dessas dificuldades que são retratadas há anos pelos meios de comunicação e o número expressivo de recursos consumidos, destinados ao enfrentamento de efeitos que se repetem regularmente, sem promover nenhum planejamento que combata a causa das deposições irregulares e suas conseqüências, indicam que essas mesmas dificuldades talvez dependam menos das qualidades administrativas do governante e mais de uma prioridade socioambiental.

### **3 METODOLOGIA**

Nesta seção apresenta-se a caracterização do município estudado, a estrutura metodológica desenvolvida, a fase 1 – Diagnóstico da disposição do resíduo de construção e demolição no município de Passo Fundo-RS, que se subdivide em duas partes sempre fazendo parte a revisão de literatura, e a fase 2 – Estrutura de um modelo de gestão de resíduo de construção e demolição que, inicialmente subdivide em análise do plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil de Passo Fundo-RS; definições dos agentes envolvidos e suas responsabilidades e apontamento das diretrizes. Com esta pesquisa pode-se estruturar a proposta de gestão de resíduos da construção civil para o município de Passo Fundo-RS e criar um modelo de gestão de RCC, o qual possibilitou a criação da ferramenta computacional que pode ser aplicada num *web site*.

#### **3.1 Caracterização do município estudado**

A área de referência para o presente estudo foi a cidade de Passo Fundo-RS, um município considerado de porte médio localizado no Planalto Médio, na região Norte do estado do Rio Grande do Sul, com uma população aproximada de 180.000 habitantes, que apresenta um clima temperado subtropical úmido e temperatura média anual de 17,5 °C (PASSO FUNDO, 2006).

A estrutura do município, historicamente caracterizada por pequenas e médias propriedades agrícolas, apresentou transformações, passando de uma economia estritamente agrícola para um amplo desenvolvimento urbano, baseado na indústria, comércio e serviços. Passo Fundo-RS hoje possui uma condição de pólo cultural, consolidando eventos em nível nacional e internacional e sendo pólo médico-hospitalar, com uma rede hospitalar que é referencial no Rio Grande do Sul. Conta, ainda, com uma universidade caracterizada como



Universidade Comunitária Regional, a Universidade de Passo Fundo (UPF), com mais de 19 mil acadêmicos, sendo 15 mil na graduação e várias outras faculdades. Com um comércio expressivo e aperfeiçoamento constante de sua infra-estrutura, Passo Fundo-RS é considerado um dos mais importantes municípios do Rio Grande do Sul, destacando-se como um dos fatores predominantes em sua economia, a indústria da construção civil, tendo como média de área em construção no ano de 2005, 180.000 m<sup>2</sup>, dados de pesquisa de áreas em construção realizada pelo Sinduscon-PF em suas empresas associadas, excluindo construtoras, incorporadoras e obras particulares sem ligação com o Sinduscon-PF. A atuação no setor é máxima e busca-se a capacitação de empresários e a difusão de novas tecnologias com novas informações (PASSO FUNDO, 2006).

A Figura 6 apresenta a localização do município de Passo Fundo-RS no mapa do estado do Rio Grande do Sul.



Fonte: GUIANET, 2005.

Figura 6 - Mapa do Rio Grande do Sul com a localização do município de Passo Fundo-RS.



### 3.2 Estrutura metodológica desenvolvida

As etapas de desenvolvimento desta pesquisa acompanham uma seqüência, apresentada nos fluxogramas das Figuras 7, 8 e 9, onde se observa que o estudo divide-se em duas fases: a primeira refere-se ao diagnóstico da situação encontrada dos resíduos de construção e demolição na região em análise, o município de Passo Fundo-RS; e a segunda, à apresentação do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do município de Passo Fundo-RS; as definições dos agentes envolvidos e suas responsabilidades; o apontamento das diretrizes para a proposta de gestão de resíduos e, finalizando, a sistematização de um modelo de gestão de resíduos de construção civil com auxílio de uma ferramenta computacional.

A Figura 7 apresenta as fases de desenvolvimento da pesquisa.

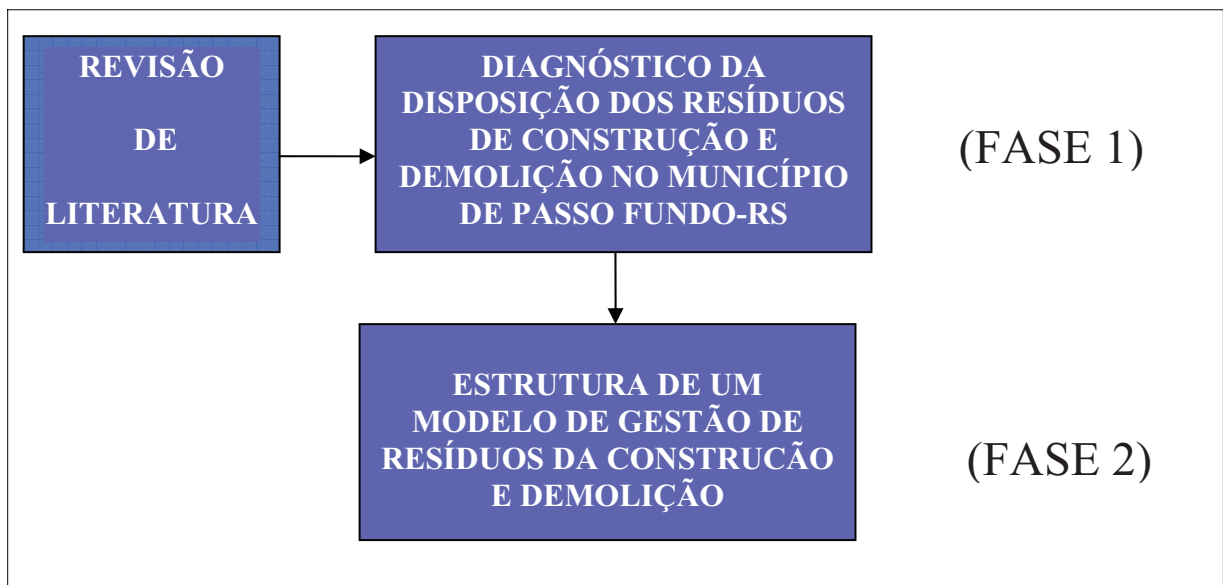


Figura 7 – Fluxograma apresentando as fases de desenvolvimento do trabalho.

A primeira fase, possui a finalidade de realizar um diagnóstico da situação dos resíduos de construção e demolição no município de Passo Fundo-RS, do ponto de vista ambiental e legal. Foi realizada uma pesquisa de campo para identificar, localizar e mapear as áreas de deposição irregulares dos resíduos de construção e demolição (RCD), por meio de registro fotográfico. Também foi identificado o local de disposição regular dos RCD, onde se observou a existência de planilhas de controle, contendo informações sobre a quantidade de entradas de cada caminhão, como também de sua origem, ou seja, cargas provenientes das

empresas coletoras e da Prefeitura Municipal. Com essas informações foram geradas estimativas da quantidade de RCD (item 3.3.2.2) e, para tal, houve a necessidade de contato com o responsável pelas empresas coletoras e de transporte de resíduos de construção e demolição, por meio de entrevistas (Apêndice 1). Posteriormente, entrevistou-se o representante da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SMSU) da Prefeitura Municipal de Passo Fundo-RS, sendo a entrevista reproduzida no Apêndice 2 e as informações coletadas apresentadas no decorrer desse trabalho.

A Fase 1 é rerepresentada pelo diagnóstico do município de Passo Fundo-RS no fluxograma da Figura 8.

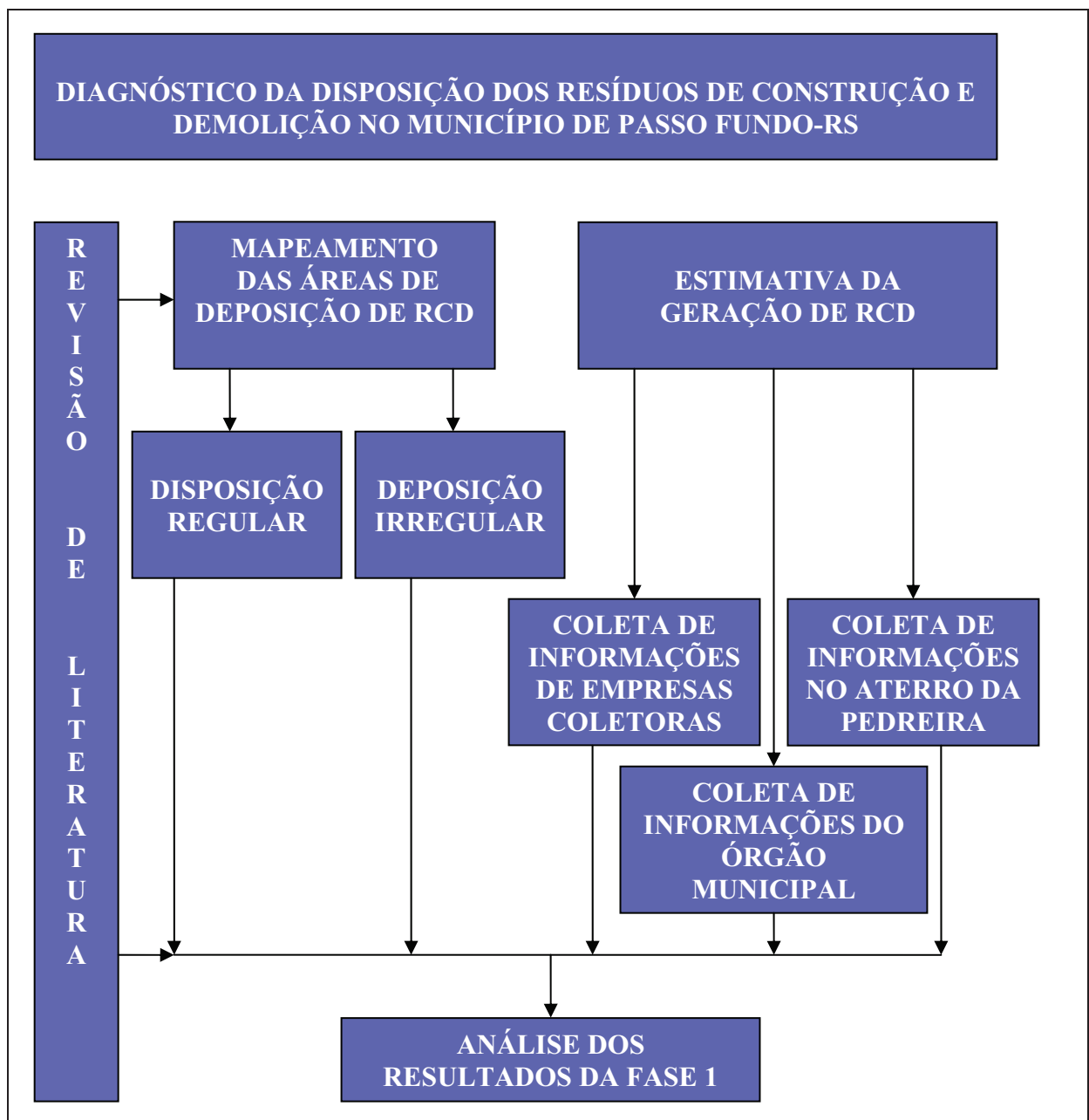


Figura 8 – Procedimento adotado para realização da Fase 1 da pesquisa.

Na Fase 2 apresenta-se o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil existente, citando o programa municipal de gerenciamento de resíduos da construção civil e os projetos de gerenciamento de resíduos da construção civil previamente desenvolvidos no município de Passo Fundo-RS. Paralelamente a esta análise, expõem-se as definições dos agentes envolvidos e suas responsabilidades e apontam-se as diretrizes. Somando todas essas informações, apresenta-se a estrutura de uma proposta de gestão de resíduos da construção civil para o município de Passo Fundo-RS; na seqüência, sistematiza-se a proposta em um modelo de gestão de resíduo da construção civil para a cidade de Passo Fundo-RS e, finalizando, desenvolve-se uma ferramenta computacional para ser utilizada em um *web site* (Figura 9).

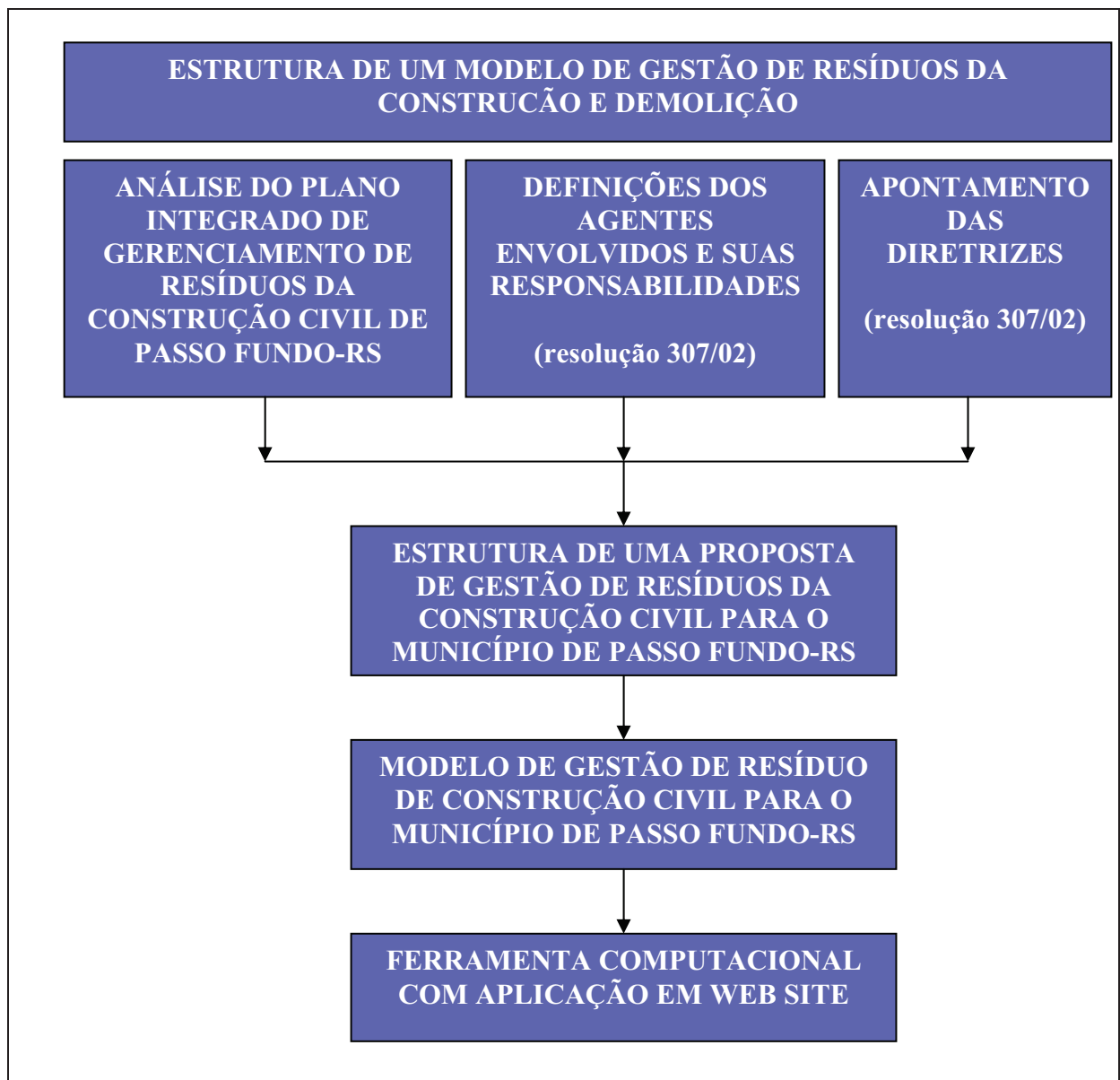


Figura 9 – Procedimento adotado para realização da Fase 2 do trabalho.

Tomando por base o fluxograma das Fases 1 e 2, desenvolve-se a seguir o detalhamento de cada etapa das respectivas fases.

### **3.3 Fase 1 – Diagnóstico da disposição dos resíduos de construção e demolição no município de Passo Fundo-RS**

#### **3.3.1 Mapeamento das áreas de deposição de resíduos de construção e demolição**

Foi realizada uma pesquisa de campo para identificar os diversos locais de deposição regular e irregular de resíduos de construção e demolição (RCD), localizados dentro dos limites da área urbana de estudo adotada. Inicialmente, verificou-se junto à Secretaria Municipal de Serviços Urbanos, da Prefeitura Municipal de Passo Fundo-RS os locais de deposição regulares de RCD existentes no município.

A partir da identificação da área de deposição regular, iniciou-se a identificação das áreas de deposição irregulares. De posse de um mapa do município, traçou-se um roteiro por bairros, o qual foi percorrido por carro, para identificar visualmente as áreas em questão. Também foram ouvidas informações de colegas de estudos, sendo posteriormente identificadas mais áreas.

Após a identificação de cada ponto, localizaram-se todos num mapa do município.

Para coletar dados para o mapa do Google Earth tomaram-se suas respectivas coordenadas geográficas, fazendo-se uso, para tanto, de um aparelho de GPS (*global positioning system*), com aproximação de 10 metros de deslocamento. Após, os pontos encontrados foram transferidos para o programa Track Maker profissional, obtendo-se as coordenadas, podendo ser em UTM (*universal transversal mercator*), programa escolhido para o tratamento das informações geográficas obtidas, como também para a obtenção das áreas de cada local e de sua demarcação. Com esses dados, pôde-se consultar o Google Earth e ter, em alguns locais, a visualização de uma imagem da região em estudo.

Não foi possível obter imagens de todos os pontos encontrados de deposição irregular, pois o programa Google Earth possui limitações de abrangência na região de Passo Fundo-RS; portanto, optou-se por apresentar somente a imagem da área de deposição regular, uma das captadas pelo satélite.

### **3.3.2 Estimativa da geração de RCD**

#### **3.3.2.1 Estimativa da geração de RCD a partir de entrevista realizada com as empresas coletoras**

Para estimar a geração de resíduos de construção e demolição (RCD) em Passo Fundo-RS foram consideradas informações obtidas por meio de entrevista com os proprietários das empresas coletoras de RCD. Optou-se por um tipo de observação direta intensiva, que, segundo Marcone e Lakatos (2002), é realizada com duas técnicas: a própria observação e a entrevista. A entrevista é estruturada e, conforme os autores, caracteriza-se pelo fato de o entrevistador seguir um roteiro previamente estabelecido, com perguntas predeterminadas, na forma de um formulário elaborado apresentado ao entrevistado, que é previamente selecionado de acordo com um plano.

Identificada a técnica de pesquisa a ser adotada, passou-se à elaboração do questionário a ser utilizado na entrevista, com foco nas informações e dados necessários ao desenvolvimento desta pesquisa. O questionário aplicado às empresas é apresentado no Apêndice 1. Para a realização das entrevistas, o universo considerado foi o das empresas com o mesmo ramo de atividade ou seja, a coleta e transporte de resíduos da construção civil de Passo Fundo-RS, em número de cinco, onde todas corresponderam ao questionário.

As cinco empresas, trabalham conjuntamente no que se refere aos RCD. Dessa forma, os proprietários encontraram uma solução para administrar o Aterro da Pedreira, tendo sido resolvido em conjunto que em cada ano uma das empresas ficaria responsável por qualquer solicitação da sociedade e por representar seu grupo no que diz respeito ao RCD.

No primeiro contato com os proprietários das empresas coletoras, estes informaram que deveria ser contatado o proprietário da empresa responsável da parceria, que encaminharia o questionário a todas as empresas coletoras. Em entrevista e seguindo estas orientações, o questionário foi encaminhado à empresa responsável na ocasião para ser respondido numa reunião do grupo.

A empresa responsável também assume os custos, como o registro do funcionário que se encontra na guarita do Aterro da Pedreira e administra o valor recebido por carga para saldar despesas de manutenção.

#### **3.3.2.2 Estimativa da geração de RCD a partir do controle de recebimento de cargas do Aterro da Pedreira**

As empresas coletoras em atividade no município, em conformidade, gerenciam um local de disposição regularizado pela Prefeitura Municipal de Passo Fundo-RS, denominado

"Aterro da Pedreira". Nesse local, o funcionário que trabalha na guarita tem como função registrar as entradas dos caminhões em planilhas, onde consta o nome da empresa e a carga que é depositada.

Por essa razão, o contato com a empresa responsável teve como objetivo solicitar acesso às planilhas de controle das cargas recebidas para posterior cálculo do total de resíduos depositados pelas empresas e também pela Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SMSU). Dessa forma, foi obtido, por meio dos registros de entrada de caminhões para disposição de RCD, o volume recebido mensalmente no Aterro da Pedreira.

O proprietário da empresa no momento responsável pela administração do grupo das empresas coletoras e transportadoras de Passo Fundo-RS disponibilizou as planilhas de controle das entradas de cargas no aterro da pedreira.

Na Figura 10 apresenta-se o tipo de informação contido nas planilhas de controle da entrada de caminhões nesse local.

<b>Data</b>	<b>Hora</b>	<b>Placa</b>	<b>Material de Entulho</b>	<b>Assinatura do Motorista</b>

Fonte: Empresa responsável do grupo de agentes coletores de Passo Fundo - RS.

Figura 10 – Planilha de controle de entrada de caminhões no Aterro da Pedreira.

Para estimar a quantidade de RCD proveniente da coleta municipal foi elaborado um questionário (Apêndice 2), onde é apresentado o número de caminhões que são destinados ao depósito de seus resíduos de podas e RCD no Aterro da Pedreira.

### **3.3.2.3 Estimativa da geração de RCD com base nos dados de deposição irregular no município de Passo Fundo-RS**

A coleta dos dados para a realização dessa estimativa foi feita por meio de uma pesquisa de campo na área objeto da pesquisa, e a técnica de pesquisa adotada foi a entrevista não estruturada, com auxílio de registro fotográfico, como forma de explorar mais amplamente a questão da deposição irregular dos RCD.

Silva (2001) afirma que não existe rigidez no roteiro da entrevista não estruturada, a qual permite que se explorem mais amplamente algumas questões.

### **3.4 Fase 2 – Estrutura de um modelo de gestão para resíduos de construção e demolição (RCD)**

#### **3.4.1 Análise do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do Município de Passo Fundo-RS**

Analisou-se o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de Passo Fundo-RS, onde são abordadas algumas definições e itens relevantes para este trabalho, o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e o Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. Esse plano foi fornecido pela Secretaria Municipal de Serviços Urbanos de Passo Fundo-RS e está reproduzido em sua íntegra no Anexo 1.

Cabe salientar que o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil engloba muito mais processos e diretrizes do que os dois itens mencionados, de modo que no momento em que se faz referência a esse plano está se tratando do processo completo.

#### **3.4.2 Definições dos agentes envolvidos e suas responsabilidades**

Aqui, faz-se a definição dos agentes envolvidos, juntamente com suas responsabilidades, em todo o processo de implantação e funcionamento do Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos de Construção Civil do Município de Passo Fundo-RS.

Pinto (1999) afirma que o conhecimento das características dos agentes coletores de resíduos de construção e demolição (RCD), da sua intensidade de atuação e de suas limitações de ação é essencial para a compreensão dos fluxos cumpridos pelos resíduos de construção e para a definição de metodologias adequadas para sua gestão.

#### **3.4.3 Definição das diretrizes**

Optou-se por adotar todas as diretrizes previstas na resolução 307/02 do Conama, para a formulação do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, as quais são descritas e analisadas separadamente com uma visão de gerenciamento de sistemas

integrados, sendo brevemente explicadas, pois a maioria das diretrizes depende de vários fatores externos, além de informações que só podem ser obtidas através do órgão municipal.

#### **3.4.4 Estrutura de uma proposta de gestão de resíduos da construção civil para o município de Passo Fundo-RS**

Foi elaborada uma proposta partindo do plano integrado de gerenciamento de resíduos existente, na forma embasada na resolução 307/02 do Conama, nas diretrizes definidas, nos agentes envolvidos e no roteiro elaborado para o município do Passo Fundo-RS, no qual há uma seqüência de atividades a serem realizadas, cumprindo diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, de acordo com a legislação vigente.

#### **3.4.5 Modelo de gestão de resíduos da construção civil para o município de Passo Fundo-RS**

A partir da proposta de gestão de resíduos da construção civil, montou-se um modelo aplicativo conservando o roteiro estabelecido na proposta para facilitar a compreensão da aplicação. No modelo foram detalhadas atividades a serem realizadas, utilizando-se ferramentas auxiliares, como tabelas, planilhas e formulários, critérios e procedimentos utilizados para facilitar a ordem prática da aplicação da gestão dos resíduos da construção civil, de acordo com a legislação vigente.

#### **3.4.6 Ferramenta computacional com aplicação em *web site***

Finalizando a proposta e, conseqüentemente, o modelo, criou-se uma ferramenta computacional para servir de auxílio na gestão municipal dos resíduos de construção civil com aplicação em *web site*.



## **4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

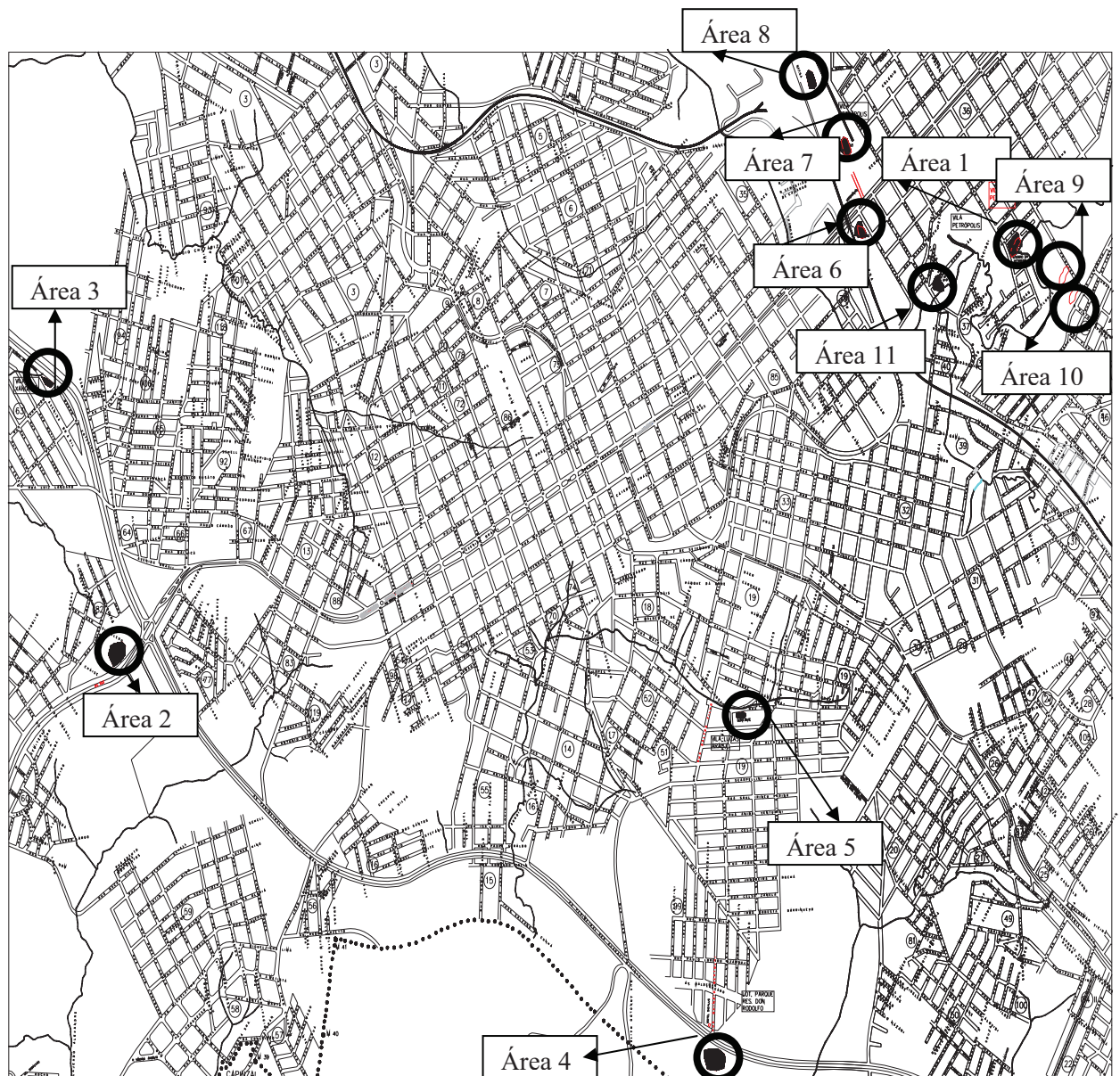
### **4.1 Fase 1 - Diagnóstico da disposição dos resíduos de construção e demolição no município de Passo Fundo-RS**

Realizou-se um diagnóstico na forma de um estudo sobre a situação atual dos resíduos de construção e demolição (RCD) do município de Passo Fundo-RS, abordando por exemplo: modo e local onde são depositados, por quem foram depositados, se existem locais de deposição irregulares ou não. No diagnóstico realizado observou-se que há uma preocupação do poder público, como também dos proprietários das empresas coletoras, para se adequar à legislação vigente. Por outro lado, verificou-se a falta de controle das destinações finais por parte dos geradores, coletores e administradores municipais.

A gestão integrada desses resíduos deverá proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental. Por ser uma questão complexa, a gestão integrada requer mudanças culturais, iniciando pela conscientização ambiental, que deve se estender desde o operário de obra até o empresário. Por isso, os resíduos dos processos de construção e demolição merecem atenção por parte de empresas geradoras e coletoras desse material, em se tratando da grande geração, como também por parte do poder público municipal. Entende-se que “grande geração” é o volume superior equivalente a  $1\text{m}^3$ , e considera-se o pequeno volume ou a pequena geração quantidades limitadas até, aproximadamente,  $1\text{m}^3$ , pois esta medida é um quarto do volume da caçamba utilizada. Uma maneira de o município atuar junto aos grandes geradores é exigindo, no momento da aprovação de novos projetos, que apresentem a destinação final dos resíduos gerados na obra em questão.

#### 4.1.1 Mapeamento das áreas de deposição de RCD

Dentro dos limites da área de estudo adotada, foram localizadas onze áreas de deposição de resíduos de construção e demolição (RCD), das quais somente uma possui autorização para o recebimento dos RCD gerados no município de Passo Fundo-RS. Na Figura 11 pode-se observar a localização dessas áreas dentro do perímetro urbano do município de Passo Fundo-RS.



Fonte: Adaptado de PASSO FUNDO, 2006.

Figura 11 - Mapeamento das áreas localizadas de deposição de RCD no município de Passo Fundo-RS.

Para melhor visualização das áreas localizadas na Figura 11, a seguir apresenta-se a Figura 12, onde se tem um mapa com as coordenadas geográficas de cada área. A marcação das coordenadas geográficas foi possível através da utilização do GPS, sendo o ponto inicial demarcado no Centro Tecnológico de Engenharia Civil e Arquitetura - Cetec, na Universidade de Passo Fundo. Após a demarcação, foi realizado o traçado dos pontos, formando, dessa forma, a área aproximada de cada local de deposição irregular encontrada.

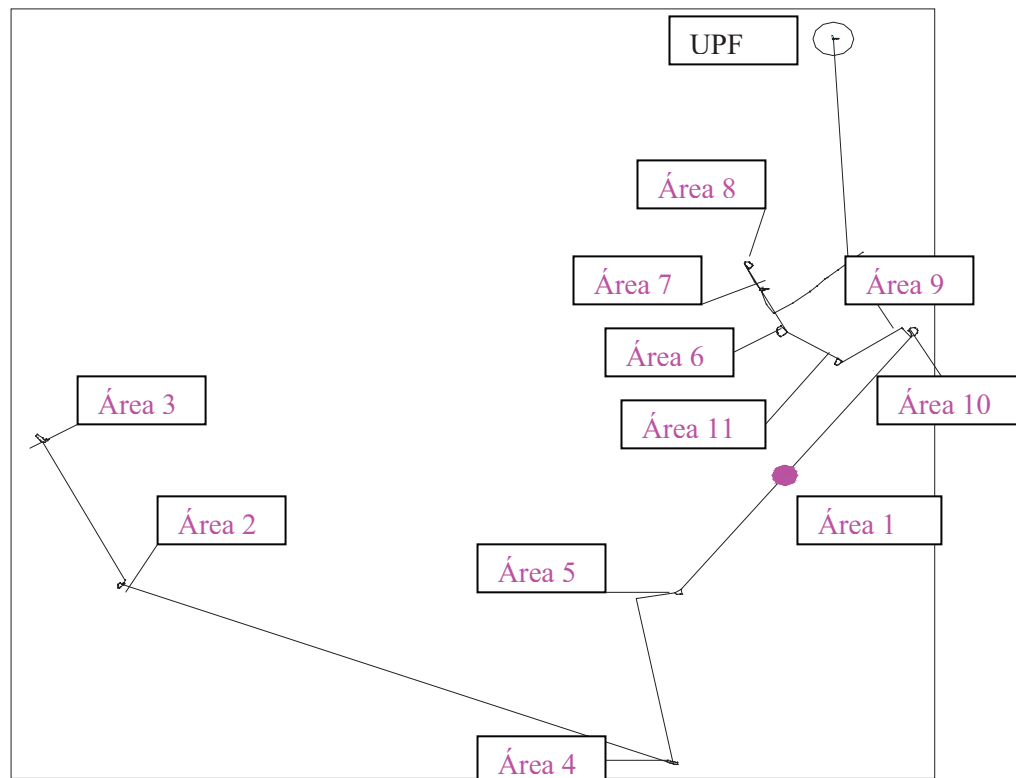


Figura 12 - Visualização da demarcação dos pontos utilizados para as coordenadas geográficas.

A Figura 12 é uma representação do mapa da cidade de Passo Fundo-RS, onde optou-se por não identificar todos os elementos para não prejudicar a identificação das áreas. Na Figura 11 é possível visualizar o mapa em sua totalidade.

#### 4.1.1.1 Disposição regular

##### a) - Área nº. 1 - Aterro da Pedreira

O Aterro da Pedreira recebe os resíduos da construção civil recolhidos pela Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SMSU) e pelas empresas coletoras de resíduos de construção

e demolição (RCD). O local utilizado para recebimento desse material é uma pedreira desativada, por isso é chamado informalmente de "Aterro da Pedreira".

A área da antiga pedreira não está aprovada como aterro para destinação final de resíduos da construção e demolição, não cumprindo os aspectos legais para isso. Contudo, foi firmado um acordo com a Promotoria Pública do município de Passo Fundo-RS, pelo qual ficou resolvido que será utilizada a referida área até ser regulamentada outra que preencha os requisitos básicos para funcionamento, de acordo com a legislação em vigor.

Na Figura 13, o Aterro da Pedreira é apresentado por uma demarcação; também é demarcado o rio Passo Fundo, nas proximidades do aterro. Esta imagem foi registrada a 15° 03,40'' sul, 52° 22' 50,68 oeste, com uma elevação de 654m.



Fonte: GOOGLE, (julho de 2006).

Figura 13 – Vista aérea do Aterro da Pedreira salientada pela marcação e outra marcação do Rio Passo Fundo.

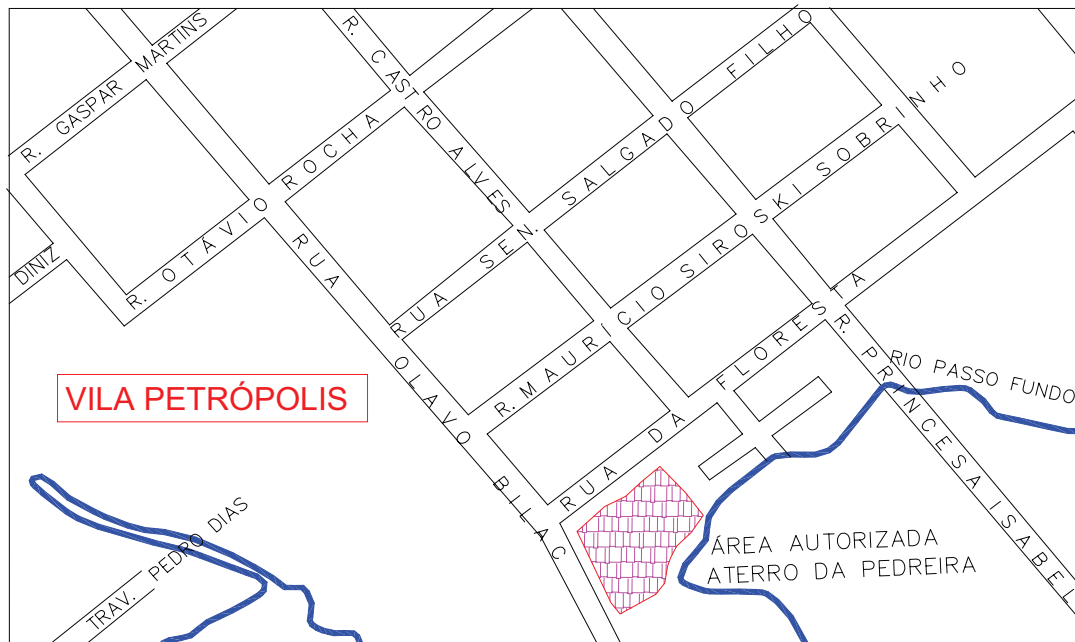
O Quadro 5 apresenta as coordenadas geográficas, elevação, distância e azimute.

<b>Ponto inicial / final</b>	<b>141</b>
S	28°15'07,4''
WO	52°22'52''
ELEVAÇÃO	647m
DISTÂNCIA	2,84km
AZIMUTE	168°

Quadro 5 - Visualização da demarcação dos pontos



O Aterro da pedra localiza-se na rua Olavo Bilac esquina com a rua da Floresta na área hachurada, na vila Petrópolis, conforme ilustra a Figura 14.



Fonte: Adaptado de PASSO FUNDO, 2006.

Figura 14 - Localização do Aterro da Pedreira.

Conforme pesquisa realizada nas planilhas de controle, aproximadamente 70% dos resíduos encaminhados pela Secretaria Municipal de Serviços Urbanos, SMSU (são provenientes de varrição e podas). A Figura 15 apresenta uma área com vários materiais de podas depositados e demais resíduos, inclusive domiciliares.



Figura 15 - Aterro da Pedreira com grande volume de resíduos de podas.

#### 4.1.1.2 Deposição irregular

Algumas empresas coletoras transportam os resíduos de construção e demolição (RCD) recolhidos das obras que as contratam para recolher esse material e acabam descarregando-o em locais inapropriados, muitas vezes até colocando em risco a estabilidade de taludes e comprometendo a drenagem urbana das cidades.

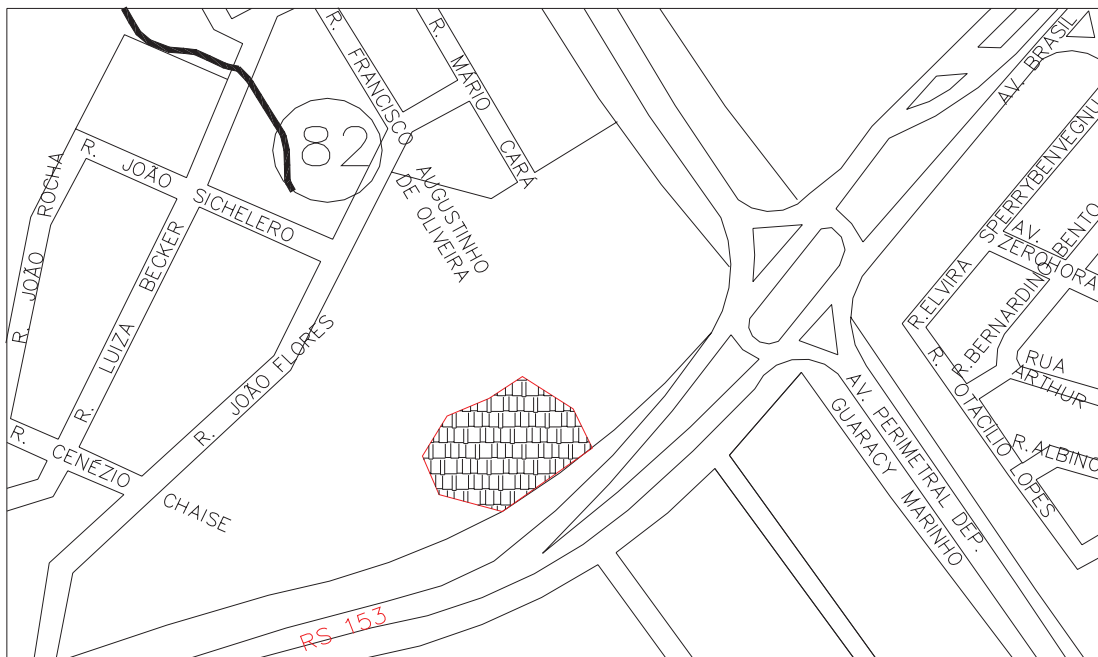
Na seqüência são apresentadas dez áreas identificadas como locais de deposição irregular, as quais foram identificadas por ocasião do diagnóstico realizado no município de Passo Fundo-RS.

##### a) Área n°. 2

A área n°. 2 localiza-se próximo ao trevo de Passo Fundo-RS, entre a av. Brasil, a av. perimetral Dep. Guaracy Marinho, RS 153 e saída para o trevo que direciona a Carazinho-RS e Santa Maria-RS. O Quadro 6 mostra as coordenadas geográficas, a elevação, distância do ponto zero e azimute. A Figura 16 mostra a demarcação dos pontos e a demarcação da área.

<b>Ponto inicial / final</b>	<b>160</b>		
S	28°16'19,2''		
WO	52°26'32,4''		
ELEVAÇÃO	666m		
DISTÂNCIA	7,38km		
AZIMUTE	227°		
Quadro 6 - Coordenadas geográficas, elevação, distância e azimute.		Figura 16 - Demarcação dos pontos e demarcação da área	

A área hachurada representa área aproximada de deposição de RCD que, após calculada, chegou a um número aproximado de 1.261,00m<sup>2</sup> e está apresentada no centro da Figura 17.



Fonte: Adaptado de PASSO FUNDO, 2006.

Figura 17 - Localização da área nº. 2, próximo à RS 153.

Na Figura 18 é possível visualizar a área identificada na Figura 17, além de se observar a grande quantidade de cargas que já foi depositada neste local.



Figura 18 - Vista geral da área nº. 2.

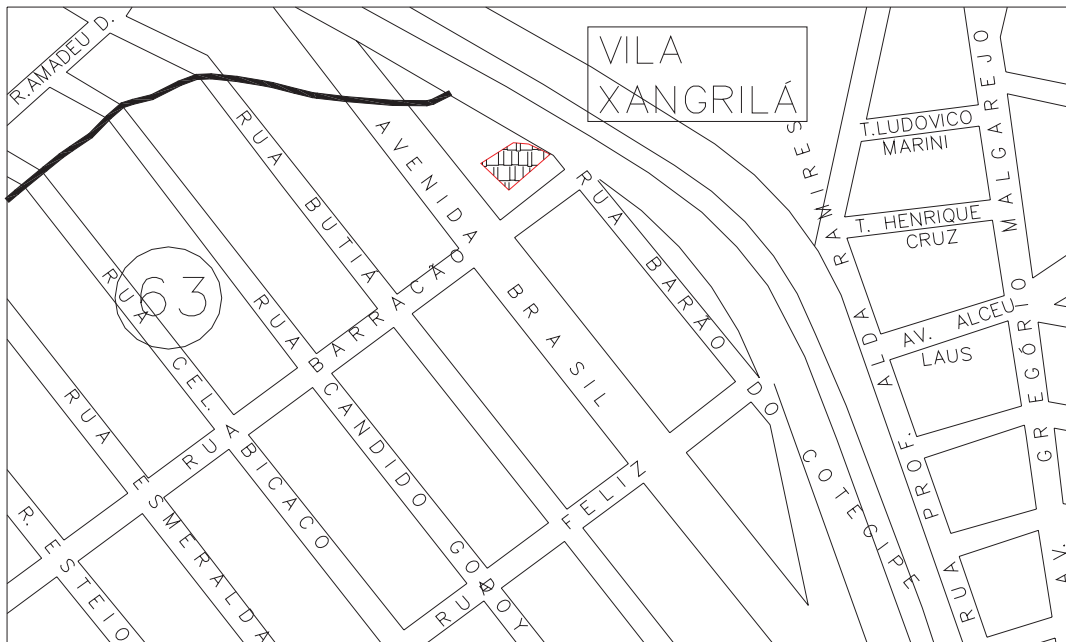
### b) Área n. °.3

A área nº. 3 localiza-se na vila Xangrilá, na rodovia de acesso à BR 285, na altura do Km 122, entre a Avenida Brasil e a rua Barão do Cotegipe. O Quadro 7 mostra as

coordenadas geográficas, a elevação, distância do ponto zero e azimute. A Figura 19 mostra a demarcação dos pontos e a demarcação da área.

<b>Ponto inicial / final</b>	<b>174</b>	
S	28°15'36,4''	
WO	52°26'54,2''	
ELEVAÇÃO	642m	
DISTÂNCIA	7,05km	
AZIMUTE	239°	
Quadro 7 - Coordenadas geográficas, elevação, distância e azimute.		Figura 19 - Demarcação dos pontos e demarcação da área

A área hachurada representa área aproximada de deposição de RCD, que, após calculada, chegou a um número aproximado de 2.554,52m<sup>2</sup> e está apresentada parte superior da Figura 20.



Fonte: Adaptado de PASSO FUNDO, 2006.

Figura 20 - Localização da área n.º. 3, localizada na vila Xangrilá.

A área n.º. 3 ocupa um espaço relativamente grande, sendo visualmente maior quando comparada com as demais áreas. Nesta os depositantes descarregam seu material, ora em um local, ora em outro, espalhando e fazendo parecer que o volume ali depositado é insignificante. A Figura 21 apresenta um local de depósito.





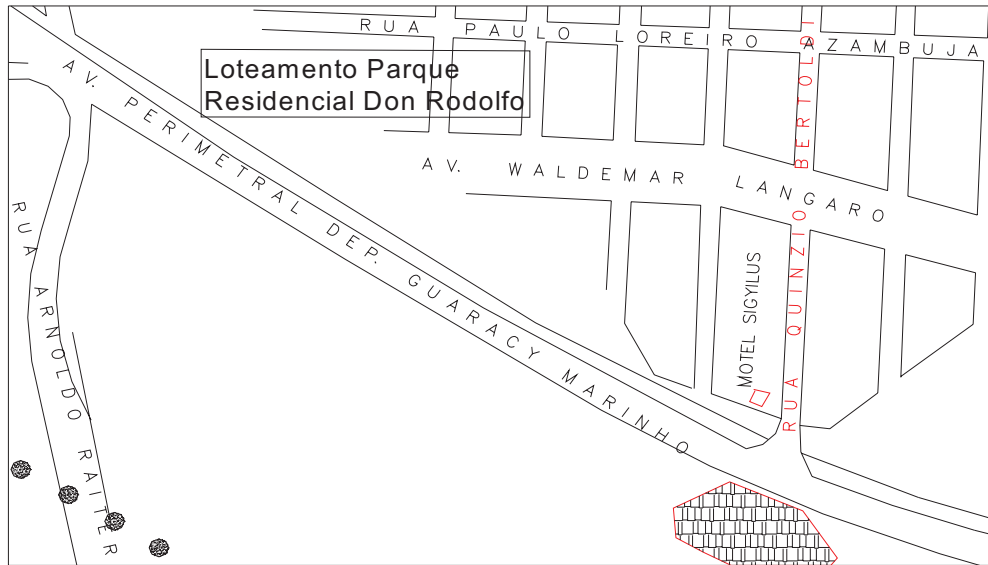
Figura 21 - Vista da área n°. 3, na vila Xangrilá.

#### c) Área n°.4

A área identificada como n°. 4 localiza-se na av. perimetral Dep. Guaracy Marinho, próximo ao Loteamento Residencial Parque Don Rodolfo. O Quadro 8 mostra as coordenadas geográficas, a elevação, distância do ponto zero e azimute. A Figura 22 mostra a demarcação dos pontos e a demarcação da área.

<b>Ponto inicial / final</b>	<b>148</b>	
S	28°17'14,4''	
WO	52°24'00,2''	
ELEVAÇÃO	850m	
DISTÂNCIA	6,83km	
AZIMUTE	191°	
Quadro 8 - Coordenadas geográficas, elevação, distância e azimute.		Figura 22 - Demarcação dos pontos e demarcação da área

A área hachurada representa área aproximada de deposição de RCD, que, após calculada, chegou a um número aproximado de 1.416,56m<sup>2</sup>, com um perímetro de 195,89m, e está apresentada parte inferior da Figura 23.



Fonte: Adaptado de PASSO FUNDO, 2006.

Figura 23 - Localização da área nº.4.

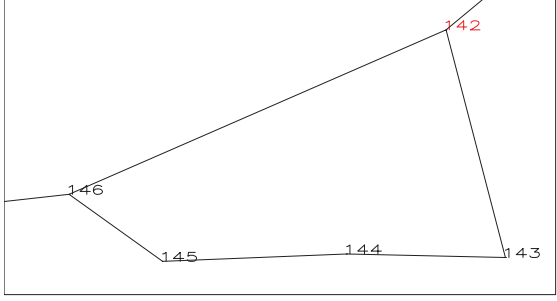
A Figura 24 ilustra a situação em que se encontra a área nº. 4. Observa-se que neste local houve movimentação de máquinas espalhando o resíduo de construção e demolição pelo terreno.



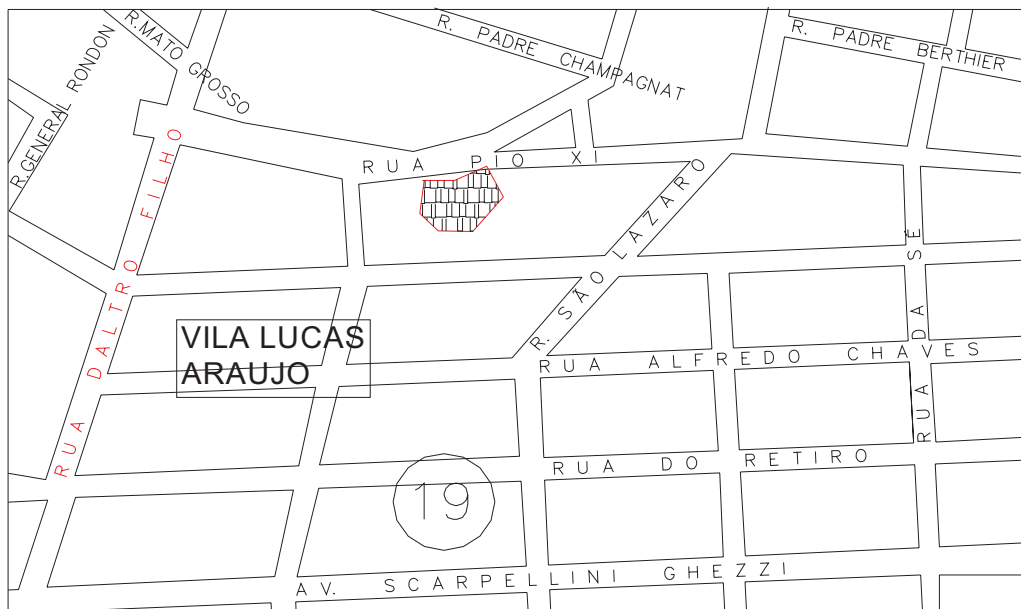
Figura 24 – Vista da área nº 4.

#### d) Área nº. 5

A área nº. 5 localiza-se na vila Lucas Araújo. O Quadro 9 mostra as coordenadas geográficas, a elevação, distância do ponto zero e azimute. A Figura 25 mostra a demarcação dos pontos e a demarcação da área.

<b>Ponto inicial / final</b>	<b>142</b>	
S	28°16'22,1''	
WO	52°23'57,3''	
ELEVAÇÃO	650m	
DISTÂNCIA	5,23km	
AZIMUTE	193°	
Quadro 9 - Coordenadas geográficas, elevação, distância e azimute.		Figura 25 - Demarcação dos pontos e demarcação da área

A área hachurada representa área aproximada de deposição de RCD, que, após calculada, chegou a um número aproximado de 1.505,87m<sup>2</sup>, com um perímetro de 166,59m, e está apresentada na parte inferior da Figura 26.



Fonte: Adaptado de PASSO FUNDO, 2006.

Figura 26 - Localização da área de depósito temporário na Vila Lucas Araújo.

A área nº. 5 serve como um local de armazenamento temporário de RCD com o intuito de realizar uma seleção e reaproveitamento do material. Segundo a empresa, a área não é licenciada, pois o RCD é depositado temporariamente. Também segundo a empresa, o RCD não aproveitado é encaminhado para o Aterro da Pedreira. A Figura 27 apresenta uma imagem da área nº. 5, onde pode ser observado o material selecionado.



Figura 27 - Vista geral da área nº. 5.

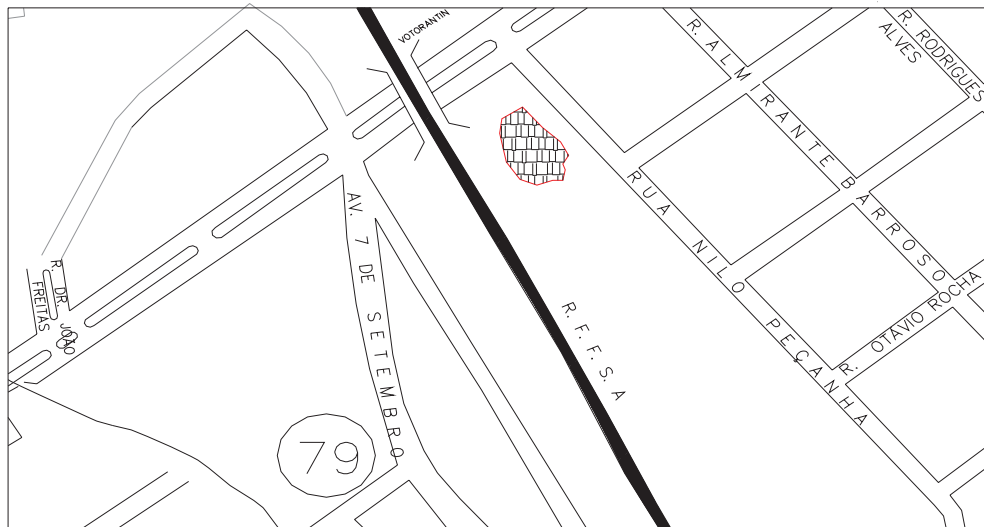
#### e) Área nº. 6

Da mesma forma que a área nº 5, a área nº 6 também é utilizada para armazenamento temporário de RCD com o objetivo de reaproveitar o material selecionado. O Quadro 10 mostra as coordenadas geográficas, a elevação, distância do ponto zero e azimute. A Figura 28 mostra a demarcação dos pontos e a demarcação da área.

<b>Ponto inicial / final</b>	<b>84</b>	
S	28°15'05,4''	
WO	52°23'26,9''	
ELEVAÇÃO	670m	
DISTÂNCIA	2,74km	
AZIMUTE	188°	
Quadro 10 - Coordenadas geográficas, elevação, distância e azimute.		Figura 28 - Demarcação dos pontos e demarcação da área.

A área hachurada representa área aproximada de deposição de RCD, que, após calculada, chegou a um número aproximado de 4.669,18m<sup>2</sup>, com um perímetro de 262,71m, e está apresentada na parte inferior da Figura 29.





Fonte: Adaptado de PASSO FUNDO, 2006.

Figura 29 - Área de deposição temporária de empresa coletora, localizada na av. Brasil.

Na Figura 30 pode-se visualizar o material selecionado na área de deposição temporária. O material não selecionado é encaminhado para o Aterro da Pedreira.



Figura 30 - Vista geral da área nº.6.

#### f) Área nº. 7

A área nº. 7 localiza-se próximo à avenida Brasil. O Quadro 11 mostra as coordenadas geográficas, a elevação, distância do ponto zero e azimute. A Figura 30 mostra a demarcação dos pontos e a demarcação da área.

Ponto inicial / final	57	
S	28°14'58,8''	
WO	52°23'33,4''	
ELEVAÇÃO	659m	
DISTÂNCIA	2,39km	
AZIMUTE	193°	
Quadro 11 - Coordenadas geográficas, elevação, distância e azimute.		Figura 30 - Demarcação dos pontos e demarcação da área.

A área hachurada representa área aproximada de deposição de RCD, que, após calculada, chegou a um número aproximado de 441,19m<sup>2</sup>, com um perímetro de 95,34m, e está apresentada na parte superior direita da Figura 31.



Fonte: Adaptado de PASSO FUNDO, 2006.

Figura 31 - Área nº. 7, localizada na vila Petrópolis.

A Figura 32 ilustra a situação em que se encontra a área localizada no mapa da Figura 31.



Figura 32 – Vista da área nº. 7.

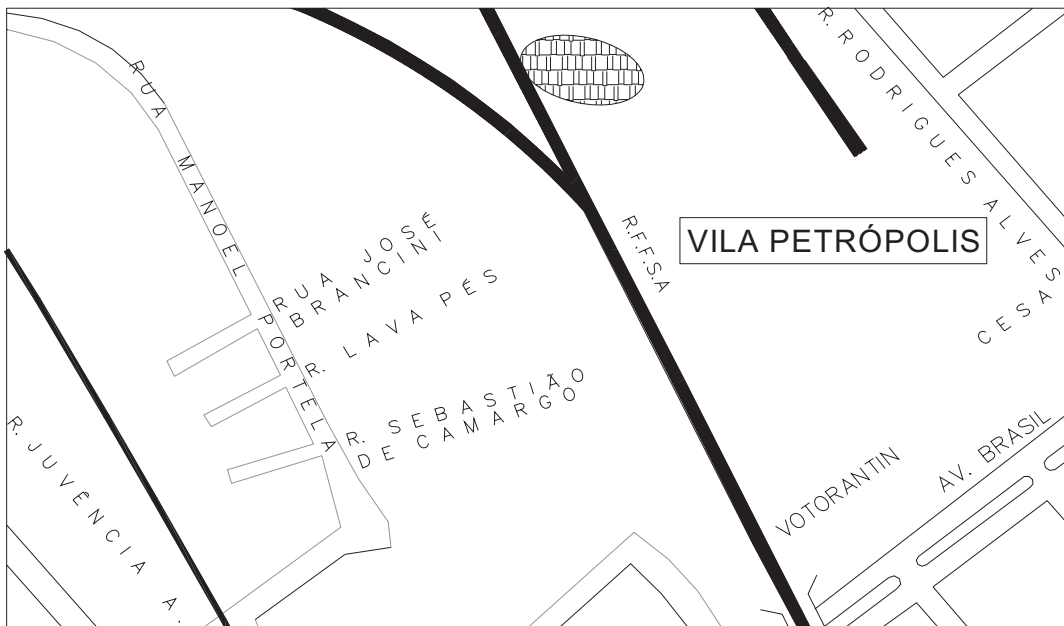
### g) Área nº. 8

A área nº. 8 localiza-se na vila Petrópolis, próxima à Viação Férrea. O Quadro 12 mostra as coordenadas geográficas, a elevação, distância do ponto zero e azimute. A Figura 33 mostra a demarcação dos pontos e a demarcação da área.

<b>Ponto inicial / final</b>	<b>66</b>	
S	28°14'44,9''	
WO	52°23'38,4''	
ELEVAÇÃO	657m	
DISTÂNCIA	2,19km	
AZIMUTE	198°	
Quadro 12 - Coordenadas geográficas, elevação, distância e azimute.		

A área hachurada representa área aproximada de deposição de RCD, que, após calculada, chegou a um número aproximado de 2.374,36m<sup>2</sup>, com um perímetro de 192,99m, e está apresentada na parte superior central da Figura 34.





Fonte: Adaptado de PASSO FUNDO, 2006.

Figura 34 – Localização da área nº. 8

Na Figura 35 pode-se visualizar que próximo à área nº. 8 existem moradias de baixa renda. A quantidade de cargas depositadas é elevada, sendo até mesmo sobrepostas.



Figura 35 - Visualização da área nº.8.

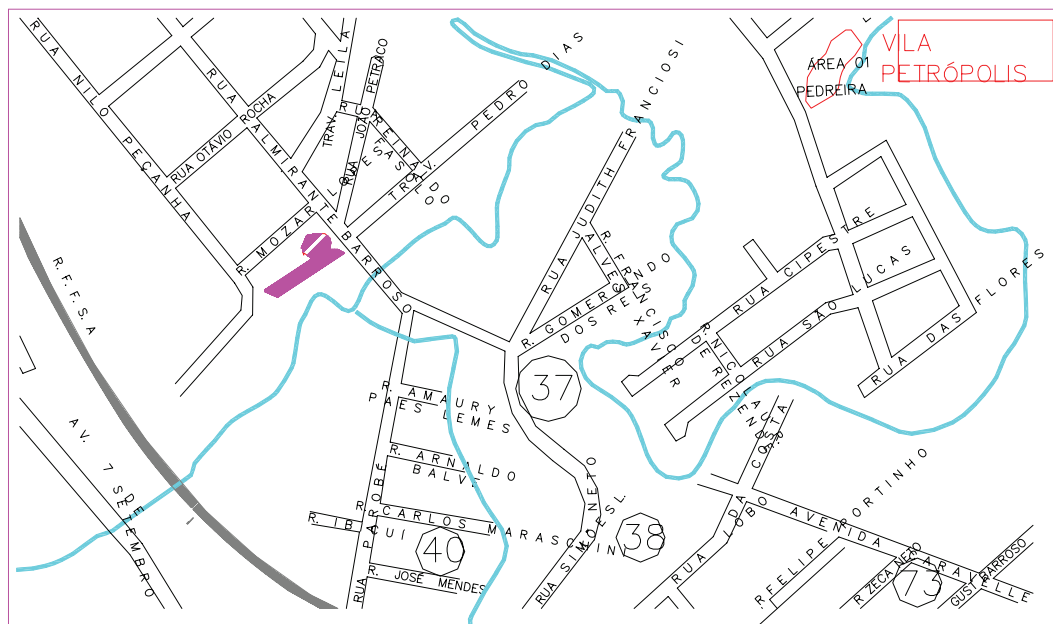
#### h) Área nº. 9

A área nº.9 localiza-se na rua Almirante Barroso, próximo ao Aterro da Pedreira. O Quadro 13 mostra as coordenadas geográficas, a elevação, distância do ponto zero e azimute. A Figura 36 mostra a demarcação dos pontos e a demarcação da área.



<b>Ponto inicial / final</b>	<b>113</b>	
<b>S</b>	28°15'07,4''	
<b>WO</b>	52°22'52,4''	
<b>ELEVAÇÃO</b>	659m	
<b>DISTÂNCIA</b>	2,84km	
<b>AZIMUTE</b>	168°	
Quadro 13 - Coordenadas geográficas, elevação, distância e azimute.		Figura 36 - Demarcação dos pontos e demarcação da área

A área hachurada representa área aproximada de deposição de RCD, que, após calculada, chegou a um número aproximado de 3.592,48m<sup>2</sup>, com um perímetro de 250,34m, e está apresentada na parte esquerda da Figura 37.



Fonte: Adaptado de PASSO FUNDO, 2006.

Figura 37 – Localização da área n°.9.

A Figura 38 apresenta a área em, cujo entorno pode-se observar a presença de moradores.



Figura 38 - Visualização da área nº. 9.

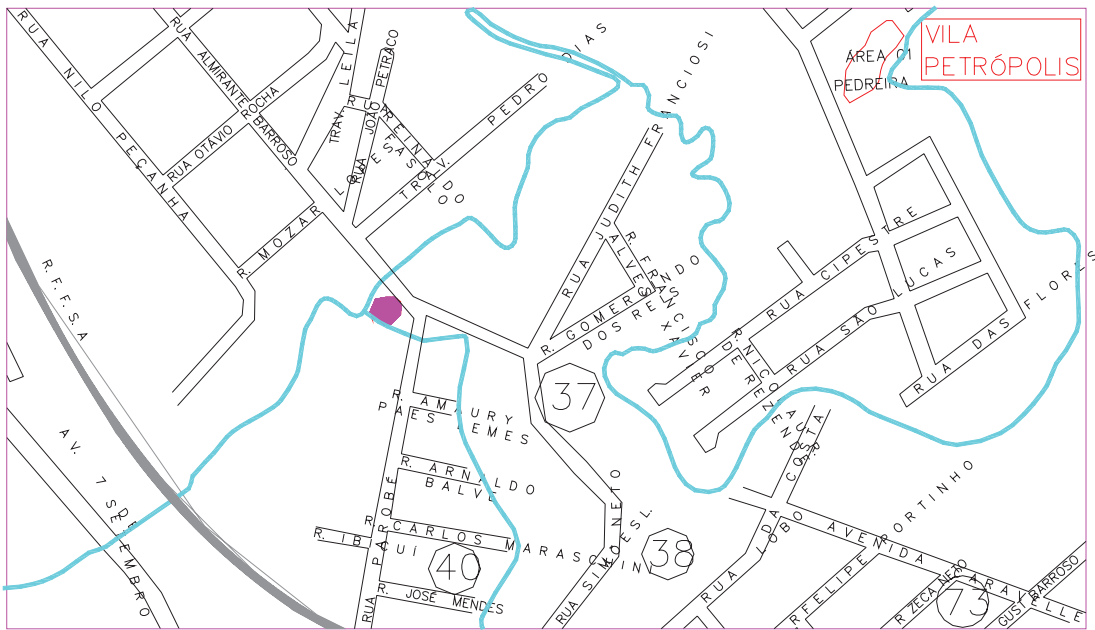
#### i) Área nº. 10

A área nº. 10 localiza-se na rua Almirante Barroso, às margens do rio, próximo à ponte. O Quadro 14 mostra o ponto inicial e final demarcado nesta área identificada.

Ponto inicial / final	115
S	*
WO	*
ELEVAÇÃO	*
DISTÂNCIA	*
AZIMUTE	*
Quadro 14 - Demarcação do ponto inicial / final.	

\* Sem demarcação.

A área hachurada representa área aproximada de deposição de RCD. Como não foi possível demarcar os pontos, por esta área ser particular e por haver uma residência no local, não foi possível calcular aproximadamente a área atingida pela deposição dos resíduos de construção e demolição. Mas a localização da área foi identificada e está apresentada na parte inferior da Figura 39 e o registro fotográfico da área, pode ser observado na Figura 40.



Fonte: Adaptado de PASSO FUNDO, 2006.

Figura 39 – Localização da área nº. 10.

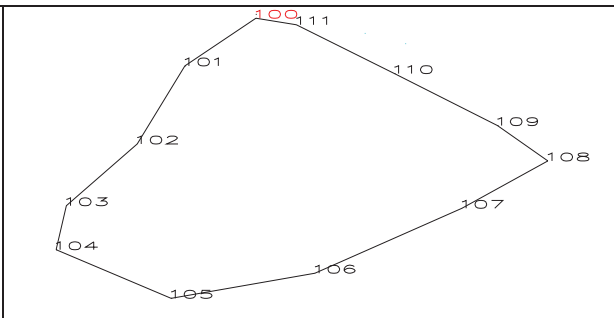
A Figura 40 apresenta a área, praticamente na margem do rio.



Figura 40 - Visualização da área nº. 10.

#### j) Área nº. 11

A área nº. 11 localiza-se na rua Bom Retiro, bem próximo a um rio. O Quadro 15 mostra as coordenadas geográficas, a elevação, distância do ponto zero e azimute. A Figura 41 mostra a demarcação dos pontos e a demarcação da área.

<b>Ponto inicial / final</b>		
S	28°14'''	
WO	52°23'''	
ELEVAÇÃO	m	
DISTÂNCIA	km	
AZIMUTE	°	
Quadro 15 - Coordenadas geográficas, elevação, distância e azimute.		Figura 41 - Demarcação dos pontos e demarcação da área

A área hachurada representa área aproximada de deposição de RCD, que, após calculada, chegou a um número aproximado de 1.884,19m<sup>2</sup>, com um perímetro de 171,55m, e está apresentada no centro da Figura 42.



Fonte: Adaptado de PASSO FUNDO, 2006.

Figura 42 – Localização da área nº. 11.

A Figura 43 apresenta o registro fotográfico da área nº. 11.





Figura 43 - Visualização da área nº. 11.

A área encontrada localiza-se próxima a um rio. De acordo com entrevista não estruturada, fornecida pelo proprietário do terreno, a área recebe os resíduos de construção e demolição de três empresas particulares há, aproximadamente, seis anos, numa média de 13 cargas por dia. Com esta informação pode-se constatar que este aterro clandestino recebe, aproximadamente, 50m<sup>3</sup> por dia, de acordo com informações do proprietário do imóvel.

#### **4.1.3 Estimativa da geração de RCD**

A estimativa da geração de resíduos de construção e demolição (RCD) no município de Passo Fundo-RS foi realizada com base em dados e informações obtidos por meio de entrevistas realizadas nas empresas coletoras e transportadoras de RCD, na Prefeitura Municipal e na Secretaria Municipal de Serviços Urbanos.

##### **4.1.3.1 Coleta de informações em empresas coletoras**

Em conformidade com as informações obtidas junto às empresas coletoras de RCD do município de Passo Fundo-RS, foi possível caracterizar os agentes coletores atuantes no município. No Apêndice 3 estão apresentadas as questões respondidas pelas cinco empresas que atuam em Passo Fundo-RS, como também os volumes de RCD coletados pelas empresas e estimativa, valores obtidos a partir de dados fornecidos pelos responsáveis das empresas

coletoras e que são depositados no Aterro da Pedreira. O questionário em sua íntegra encontra-se no Apêndice 1.

Com os dados do Quadro 1 do Apêndice 3, obteve-se uma média geral de 17,6 cargas de RCD por mês e por empresa transportadas para o Aterro da Pedreira; assim, pode-se calcular a média geral de cargas de todas as empresas pesquisadas, que é de 88 cargas mensais.

A média de cargas diárias, considerando o mês com 26 dias úteis, para a coleta de resíduos de todas as empresas pesquisadas é de 3,5 cargas com deposição no Aterro da Pedreira. Mas como foi observado nessa pesquisa, existem áreas de deposição irregulares no município em atividade, o que significa que a quantidade de RCD produzida pelo município provavelmente seja superior à depositada no Aterro da Pedreira.

Outra análise realizada e que não confere com as informações obtidas é que o volume recolhido pelas empresas coletoras e transportadoras de RCD foi depositado no Aterro da Pedreira e, por outro lado, se só há cinco empresas cadastradas em Passo Fundo-RS, quem poderia estar transportando os RCD para os aterros clandestinos?

#### **4.1.3.2 Coleta de informações no órgão municipal**

Em relação à entrevista aplicada a SMSU (Secretaria Municipal de Serviços Urbanos) na Prefeitura Municipal de Passo Fundo-RS (Apêndice 2), obteve-se a informação de que são realizadas, em média, cinco viagens diárias, por caminhão. A SMSU, responsável pela coleta dos resíduos de construção e demolição, dispõe de quatro caminhões caçamba com capacidade para 5 m<sup>3</sup> cada caminhão. Com esses dados podem-se estimar o volume médio mensal de 2600 m<sup>3</sup> e o volume médio anual de 31200m<sup>3</sup>.

Conforme entrevista, os caminhões da SMSU geralmente transportam podas de árvores, resíduos da limpeza de rua e resíduos de pequenas reformas por solicitação de pessoas de baixa renda, bem como resíduos depositados em terrenos baldios. Do total transportado pela SMSU, somente o valor correspondente aos 30% de RCD, que equivale a 30 m<sup>3</sup>, é considerado.

#### **4.1.3.3 Coleta de informações obtida a partir de pesquisa no Aterro da Pedreira**

No levantamento realizado a partir das planilhas de controle de entrada de caminhões obtiveram-se informações sobre a quantidade, em volume de, RCD que foi depositada no Aterro da Pedreira no período de abril a setembro de 2006, conforme Anexo 2. Essas

informações apresentam-se por empresa coletora e pela Secretaria Municipal de Serviços Urbanos.

A partir das coletas de informações obtidas na pesquisa das planilhas do Aterro da Pedreira, o valor correspondente ao RCD que a SMSU deposita no aterro é de 34,9 m<sup>3</sup> por dia. A partir desses dados, informa-se que o volume diário médio estimado de resíduos de construção e demolição que o Aterro da Pedreira recebe é 47,4 m<sup>3</sup>.

Foi possível calcular o volume médio mensal com base na pesquisa realizada nas planilhas de controle de entrada de cargas no aterro, obtendo-se um valor de 332,45 m<sup>3</sup> de resíduo de construção e demolição (RCD) depositado no Aterro da Pedreira pelas empresas coletoras de Passo Fundo-RS. Para obter-se o volume diário médio, considerando que o mês possui vinte e seis dias úteis para coleta de resíduos, conclui-se que é de 12,78 m<sup>3</sup>.

As deposições irregulares dos RCD também provêm de obras realizadas pela população de baixa renda, o que acontece normalmente por autoconstrução de munícipes que não dispõem de recursos financeiros para a contratação das empresas coletoras que atuam no setor. Outra razão para isso é que nos aterros legalizados cobra-se por metro cúbico para receber o RCD. Assim, as empresas não arcam com esses custos, depositando na beira das rodovias, por serem mais acessíveis para os caminhões coletores, formando mais áreas clandestinas.

A estimativa da geração de RCD no município de Passo Fundo-RS foi realizada com base em dados e informações obtidos por meio de entrevistas realizadas nas empresas coletoras, na Prefeitura Municipal e na Secretaria Municipal de Serviços Urbanos. Comparando-se o volume médio diário, mensal e anual de resíduos de construção e demolição calculados pelas planilhas de controle do Aterro da Pedreira estes se equivalem ao volume fornecido pelos proprietários das empresas coletoras através das entrevistas (Apêndice 2), mas, no que se refere à Secretaria Municipal de Serviços Urbanos, esse volume chega a dobrar.

As informações relativas aos RCD tratam apenas dos resíduos coletados pela administração pública e pelas cinco empresas coletoras legalizadas no município, dados esses que são somente depositados no Aterro da Pedreira, não contabilizando aqueles, muitos, destinados em aterros ilegais e outros locais, pela iniciativa privada ou pelo próprio gerador.

Quando se levanta a questão do volume médio estimado de RCD das empresas coletoras na pesquisa no Aterro da Pedreira, que é de 12,79 m<sup>3</sup>, e compara-se com o valor encontrado nas entrevistas das empresas coletoras, que é de 13,50 m<sup>3</sup>, pode-se dizer que os dados informados estão de acordo com os dados coletados. Mas quando se comparam esses

volumes com o volume encontrado na área 11, de, aproximadamente, 50 m<sup>3</sup> por dia, pode-se comentar que o volume de RCD gerado é muito maior do que o informado e muito maior do que o Aterro da Pedreira recebe de todas as empresas, pois a área 11 é somente um dos onze locais de deposição irregulares identificados.



#### 4.2 Fase 2 – Estrutura de um modelo de gestão para resíduos de construção e demolição

A Figura 44 apresenta a seqüência de procedimentos necessária para a formação da estrutura do modelo de gestão dos RCD, além do modelo propriamente dito e da ferramenta computacional.

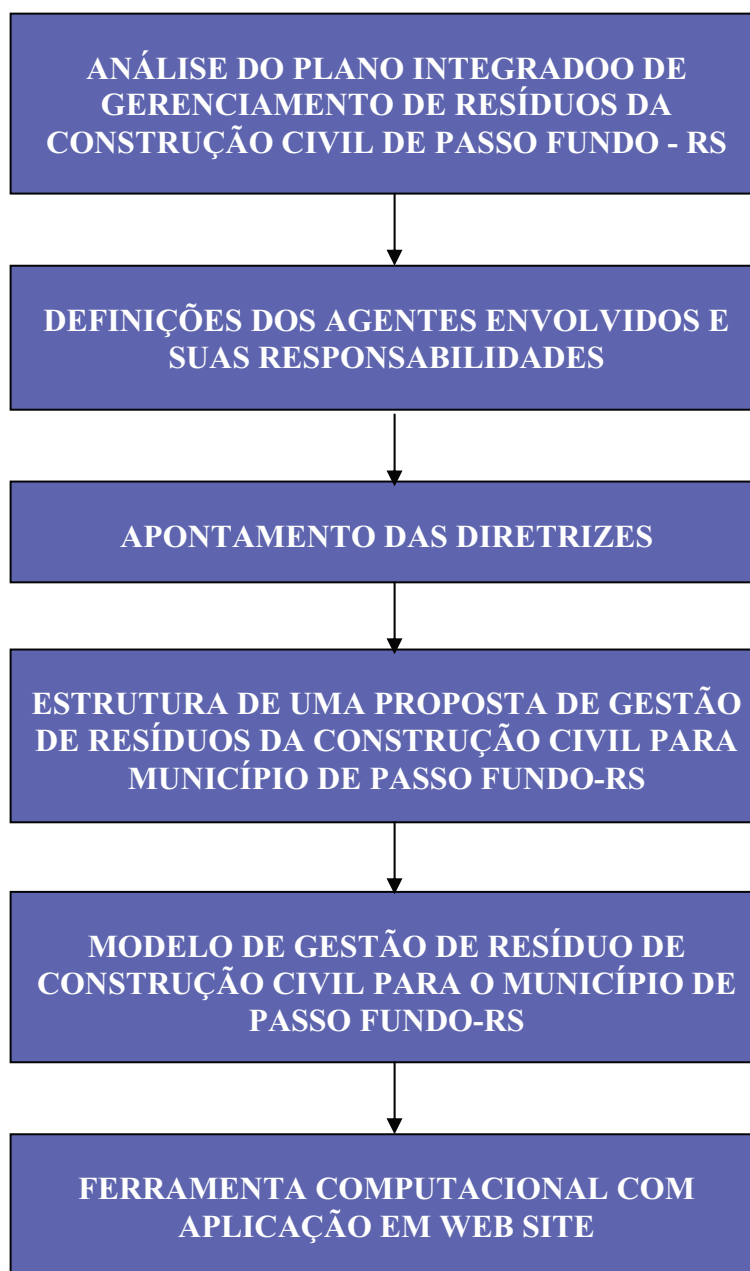


Figura 44 – Procedimento adotado para realização da Fase 2 do trabalho.

#### **4.2.1. Análise do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do Município de Passo Fundo-RS**

O Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do município de Passo Fundo-RS (PIGRCC-PF) foi formulado em 2002 pelo Conselho do Meio Ambiente do município, que é composto por nove entidades governamentais e nove não governamentais, conforme informação obtida por meio da entrevista realizada na Secretaria Municipal de Serviços Urbanos de Passo Fundo-RS (Apêndice 2).

O PIGRCC-PF (Anexo 1) apresenta uma breve introdução, onde comenta que os resíduos de construção e demolição estão sendo depositados em locais inapropriados, gerando ônus à população e ao meio ambiente, além de se estar desperdiçando um material que pode ter um destino mais nobre com sua reutilização e reciclagem.

O objetivo do plano é a implementação de diretrizes que visam à minimização do descarte em locais inadequados e à redução do volume de aterros pela reciclagem do maior número possível dos resíduos. O objetivo principal é contribuir para a redução do impacto ambiental gerado pela atividade de construção e demolição de obras. A reciclagem é a melhor forma conhecida de redução desses volumes e, se não existirem atualmente condições técnicas/econômicas que viabilizem a execução do processo de reciclagem, deve-se procurar dispor os resíduos de maneira que possam ser trabalhados quando a viabilidade se apresentar. Na seqüência do PIGRCC-PF é apresentada definição de alguns termos técnicos, o qual se baseia na resolução 307/02 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama).

Ainda compondo o PIGRCC-PF, há o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

##### **4.2.1.1. Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC)**

Nas diretrizes técnicas do PMGRCC são incentivadas a não-geração de resíduo, a redução, a reutilização e reciclagem no próprio local de produção. Quando houver a necessidade de destinação dos resíduos da construção civil, esta será de acordo com suas classes A, B, C e D. Agindo dessa forma, a empresa coletora estará adequada à legislação sobre a proibição de disposição de resíduos em áreas não licenciadas.

O incentivo à utilização de materiais reutilizáveis ou reciclados é um respeito ao meio ambiente, além das vantagens econômicas na execução da reciclagem na própria obra.

O Executivo Municipal, por intermédio da Secretaria do Meio Ambiente, deverá organizar um evento, de periodicidade anual, para a discussão da problemática da geração, acondicionamento, transporte, reciclagem e disposição final do entulho gerado no município de Passo Fundo.

O cadastramento de transportadores será pelo preenchimento de uma ficha cadastro e definição do volume onde qualifica os pequenos geradores, que podem transportar entulho e dispô-los sem custo nas áreas licenciadas.

Os grandes transportadores, pessoas jurídicas, devem obter licenciamento ambiental e alvará de funcionamento.

As ações de orientação, fiscalização e controle dos transportadores, disciplinando métodos e procedimentos em relação às áreas licenciadas, serão executadas pelo Executivo Municipal, por meio da Secretaria do Meio Ambiente.

Os geradores devem promover campanhas de esclarecimento sobre os benefícios econômicos e ambientais da racionalização de uso dos materiais e reutilização dos resíduos na própria obra.

O pequeno gerador será incentivado a dispor o resíduo sólido da construção civil nas áreas licenciadas e poderá dispor este resíduo sem custo.

#### **4.2.1.2. Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC)**

Os geradores deverão apresentar Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de empreendimentos e atividades geradoras de resíduos de construção civil, contemplando locais para armazenamento do entulho no local de geração e o transporte do material. Devem contemplar as etapas de caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação.

A triagem é um conjunto de operações mecânicas de separação e acondicionamento dos diferentes componentes presentes nos resíduos, tendo em conta a sua composição química e o estado de degradação, realizada em instalações apropriadas. Os resíduos são depois enviados para unidades fabris que realizam a reciclagem propriamente dita.

#### **4.2.2 Definição dos agentes envolvidos e suas responsabilidades**

Os agentes envolvidos no Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do Município de Passo Fundo-RS e, conseqüentemente, na gestão municipal dos RCD (resíduos de construção e demolição), são os geradores de resíduos, prestadores de serviços, como os transportadores, os proprietários de áreas que a cedem para o recebimento de RCD e o poder público.

Dentre as responsabilidades dos geradores de resíduos, gerenciar os RCD a partir de sua geração até o momento de sua destinação final é primordial, e adotar métodos e técnicas que estejam de acordo com a legislação vigente também deve estar sempre em vigor na administração da empresa. A responsabilidade do transportador é cumprir as determinações normativas que disciplinam os procedimentos e operações do processo de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos e de RCD. Quanto ao cedente de área para recebimento de inertes, sua responsabilidade também é cumprir as determinações normativas que disciplinam os procedimentos e operações de aterros de inertes e seu controle ambiental. O poder público tem como responsabilidades orientar, controlar e fiscalizar a conformidade da execução dos processos de gerenciamento do Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil. Compete-lhe também equacionar soluções e adotar medidas para a estruturação da rede de áreas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes de resíduos de obra civil para posterior destinação às áreas de beneficiamento (SINDUSCON-MG,2005).

O item 2.5 (Gestão ambiental dos resíduos da construção civil) comenta sobre as diretrizes, explicando-as, para que os agentes envolvidos possam exercer suas responsabilidades sem produzir impactos socialmente negativos.

#### **4.2.3 Definição das diretrizes**

No Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deve constar o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC), os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) e vários outros procedimentos necessários para o seu funcionamento, como também sua continuidade, devem ser seguidas diretrizes básicas que zelem pela competência no cumprimento das ações citadas.

Na seqüência apresentam-se diretrizes a serem seguidas:

- construir os procedimentos do PMGRCC;
- fiscalizar a execução dos PGRCC pelas empresas construtoras;
- licenciar as áreas de beneficiamento e de disposição final de resíduos;
- proibir e penalizar a deposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;
- cadastrar áreas possíveis de recebimento, triagem e armazenamento, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento;
- incentivar a reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;
- definir critérios para o cadastramento de empresas coletoras;
- realizar ações de orientação e educação ambiental para os agentes envolvidos;
- realizar ações de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;
- realizar ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação.

#### **4.2.4 Proposta de gestão de resíduos da construção e demolição para o município de Passo Fundo-RS**

O poder público municipal, por meio do órgão da administração, designado para tal fim, deve apresentar medidas que garantam a adequada ocupação do solo urbano. Para isso, há a necessidade da adequação à legislação vigente, aplicando, dessa forma, a proposta de Gestão de Resíduos da Construção Civil para o Município de Passo Fundo-RS, onde se aborda de modo completo o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, de forma a detalhar cada passo a ser realizado no município.

A Figura 45 apresenta a estrutura da proposta de gestão de resíduos da construção e demolição (RCD), dando seqüência com o modelo de gestão de resíduo da construção civil.



Figura 45: estrutura da proposta de gestão de resíduos da construção civil.

Para iniciar a gestão de resíduos de construção e demolição (RCD) é necessário, inicialmente, verificar o volume gerado de entulho e fazer uma análise desse material, conhecendo suas características principais, a composição dos materiais, e ter um número proporcional da quantidade gerada desse material; quais são as áreas disponíveis para triagem e armazenamento, quais são as possibilidades de industrialização dos materiais e agregados e qual é a possibilidade de comercialização dos resíduos recicláveis.

## **1 Construir os procedimentos do Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**

O Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC) deve ser elaborado, implementado e coordenado pelos municípios, estabelecendo diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local.

O PMGRCC trabalha com o pequeno gerador e a prática considera essa condição desde que o volume deste gerador não ultrapasse 1m<sup>3</sup>. O município somente implementa o

PMGRCC e coordena-o, podendo implantar uma rede de serviços ou adequar a coleta a uma rede existente, como a coleta de resíduo domiciliar. A municipalidade também pode assumir a organização de pontos de entrega e de coleta de pequenos volumes. A responsabilidade dos pequenos geradores e transportadores direciona-se para a correta destinação dos resíduos de construção e demolição (RCD), decorrente de sua própria atividade. Para realizar essa correta destinação dos resíduos sólidos podem-se seguir as etapas apresentadas:

- classificar os tipos de resíduos sólidos produzidos pelo empreendimento, adotando a classificação da resolução 307/02 (Classes A, B, C e D, acrescida da Classe E: resíduos comuns, ou seja, de característica doméstica, considerados rejeitos);
- estimar a geração média semanal de resíduos sólidos por classe e tipo de resíduo (em quilograma ou metro cúbico);
- descrever os procedimentos a serem adotados durante a obra para a quantificação diária dos resíduos sólidos gerados por classe/tipo de resíduo.

## **2 Realizar os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**

Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) serão elaborados e implementados pelos geradores não enquadrados no PMGRCC e terão como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos de construção e demolição (RCD).

Os PGRCC abrangem os grandes geradores de RCD, o que torna necessário criar uma rede de serviços abrangendo transporte, manejo, transformação e disposição final, caracterizando um conjunto de atividades privadas regulamentadas pelo poder público municipal.

Os projetos que não se enquadram na legislação para obtenção de licenciamento ambiental deverão ser apresentados ao poder público municipal, juntamente com o projeto do empreendimento, para análise pelo órgão competente, em conformidade com o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. No caso de o projeto necessitar de licenciamento ambiental, deverá ser encaminhado ao órgão ambiental competente.

Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil devem obedecer às seguintes etapas:

- I - caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;
- II - triagem: deverá ser realizada pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes dos resíduos;

- 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, a condição 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 na resolução 307/02.

### **3 Licenciamento das áreas de beneficiamento e de disposição final de resíduos**

Deverão indicar as unidades de destinação para cada classe/tipo de resíduo e o responsável pela sua destinação (próprio gerador, município ou empresa contratada). Todas as unidades devem ser autorizadas pelo poder público para essa finalidade.

Auxiliar a empresa, na forma de informações, para promover o licenciamento para áreas de beneficiamento e disposição final dos resíduos.

O serviço público deve se organizar de forma a atender a toda área de abrangência de sua competência, com a instalação de pontos de entrega voluntária em locais estratégicos eleitos pelos moradores, esses também pontos de coleta.

A mobilização dos moradores na divulgação e na escolha dos locais de deposição e de coleta é de suma importância. A existência dos locais de entrega permitirá maior controle da administração pública, pela sua remoção através dos serviços de coleta de pequenos volumes.

Os pontos de entrega também podem ser utilizados como alternativa para implantação ou expansão da coleta seletiva da parcela seca dos resíduos domiciliares (papéis, plásticos, vidros e metais), o que poderá resultar positivamente para os investimentos destinados à implantação dessas instalações.

Recuperar as áreas de deposição irregular, possibilitando o resgate da qualidade urbanística.

### **4 Proibir a deposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas**

O poder público poderá formular uma lei municipal proibindo a disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas, prevendo multas em caso contrário.

É necessária a fiscalização de forma organizada e sistematizada para poder acompanhar a evolução de alguma possível deposição e denunciá-la aos órgãos de competência.



Incentivar a reutilização e reciclagem do resíduo de construção e demolição (RCD), ou, quando inevitável, adotar a alternativa do Aterro de Resíduos de Construção Civil indicado na resolução 307/02 e normatizadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas.

## **5 Cadastrar áreas possíveis de recebimento, triagem e armazenamento, para destinação posterior dos resíduos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento**

Estabelecer instrumentos de registro nos quais se cadastrem as possíveis áreas de recebimento, triagem e armazenamento dos resíduos de construção e demolição oriundos de pequenos geradores, de maneira a tornar possível o controle da capacidade total, realizando uma avaliação periódica da sua eficácia. Em caso positivo, encaminhar o registro da localização da área para o órgão responsável, que orientará os pequenos geradores a fazer os depósitos nas áreas cadastradas.

## **6 Incentivar a reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo**

Descrever os procedimentos a serem adotados para a minimização da geração dos resíduos sólidos por classe, realizando a segregação dos resíduos, que pode ocorrer:

- na origem: descrever os procedimentos a serem adotados para segregação dos resíduos sólidos por classe e tipo;
- nas áreas de triagem e transbordo - ATT: identificar a área e o responsável;
- acondicionamento/armazenamento: descrever os procedimentos a serem adotados para acondicionamento dos resíduos sólidos por classe/tipo, de forma a garantir a integridade dos materiais.

Identificar, em planta, os locais destinados ao armazenamento de cada tipo de resíduo. Informar o sistema de armazenamento dos resíduos, identificando as características construtivas dos equipamentos e/ou abrigos (dimensões, capacidade volumétrica e material construtivo), e realizar ações no tratamento e destinação dos resíduos da construção civil.

Não existe uma destinação adequada para grande parte dos resíduos perigosos, cabendo ao gerador buscar soluções junto ao fabricante.

No caso dos resíduos orgânicos, devem ser acondicionados em sacos plásticos, estes colocados nos locais e horários previstos pela empresa concessionária de limpeza pública responsável pela coleta, transporte e destinação final desses resíduos, que podem ser reutilizados para adubos. Salienta-se a necessidade da educação dos munícipes quanto à

correta destinação dos resíduos. Como exemplo, há a mistura de resíduos de construção civil e resíduos orgânicos, visto que a própria população não se preocupa em depositá-los em locais inapropriados, como é destacado na Figura 46, onde se observa uma caçamba destinada à coleta de resíduos de construção e demolição estacionada próxima a moradias onde há resíduo domiciliar.



Figura 46–Caçamba destinada a receber resíduo de construção e demolição estacionada no centro da cidade, contendo resíduo domiciliar.

A triagem obrigatória do resíduo de construção e demolição (RCD) em classes diferenciadas oferece as condições iniciais necessárias para a reciclagem. O avanço dessa reciclagem reduz o custo de limpeza pública e também preserva a vida útil das áreas de aterro, que não precisarão acomodar todos os resíduos remanescentes das construções.

## **7 Definir critérios para o cadastramento de empresas coletoras**

Identificar e cadastrar os responsáveis pela execução da coleta e do transporte dos resíduos gerados no empreendimento: os tipos de veículos e equipamentos a serem utilizados, bem como os horários de coleta, frequência e itinerário.

## **8 Realizar ações de orientação e educação ambiental para os agentes envolvidos**

Realização de um plano de ações que tenha como objetivo principal a orientação para os agentes envolvidos. Em cada reunião pode ser utilizada uma espécie de registro sistemático

das ações de orientação e controle, empreendidas de maneira a tornar possível a avaliação periódica da sua eficácia e aperfeiçoamento.

Esse pode ser o Plano de Comunicação e Educação Ambiental, que deve conter algumas ações de educação ambiental para os trabalhadores da construção civil. Para iniciar os trabalhos com os empregados é necessário abordar o assunto promovendo palestras e seminários, em que se salientam as metas de minimização, reutilização e segregação dos resíduos da construção e demolição em sua origem. Da mesma forma, deve ser comentado o correto acondicionamento, armazenamento e transporte até a deposição final do RCD, de preferência com demonstrações de registros fotográficos. Também se esclarece que os volumes estabelecidos para os pequenos geradores é de até 1m<sup>3</sup> em cargas individuais de RCD.

Essa comunicação deve ser realizada periodicamente, por meio de cartazes, murais, chamadas na obra, e não precisa ser, necessariamente, de resíduo de construção civil. O empregado acabará pensando de modo ecologicamente correto em toda sua jornada, pois o benefício é para sua vida.

## **9 Realizar ações de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos**

Depois de realizado o processo de gestão dos resíduos da construção e demolição por parte da administração pública e agentes privados, deve-se implantar um programa de fiscalização. Este deve garantir o funcionamento das ações propostas, sendo um importante instrumento de gestão e mobilização social.

Devem-se fiscalizar, sobretudo, os itens descritos a seguir:

- descrição dos procedimentos a serem adotados durante a obra para quantificação diária dos resíduos sólidos gerados por classe/tipo de resíduo;
- adequação dos agentes coletores às normas do novo sistema de gestão,
- cadastro nos órgãos municipais competentes dos agentes coletores;
- ação dos geradores quanto ao correto uso dos equipamentos de coleta, de forma que não repassem aos coletores responsabilidades que não lhes competem;
- existência e cumprimento dos Projetos de Gerenciamento de Resíduos, previstos na resolução 307/02, quando necessário;
- registro e controle de maneira a tornar possível a avaliação periódica da sua eficácia e aperfeiçoamento.

Deve-se fiscalizar o correto descarte e destinação dos resíduos. A implantação gradativa e monitorada dos pontos de coleta facilita uma melhor análise das possibilidades de otimização da distribuição das unidades de recebimento de RCD.

## **10 Realizar ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação**

Apresentação do Plano de Comunicação e Educação Ambiental: descrever as ações de sensibilização, mobilização e educação ambiental para os trabalhadores da construção, visando atingir as metas de minimização, reutilização e segregação dos resíduos sólidos na origem, bem como seus corretos acondicionamentos, armazenamento e transporte.

Outra ação educativa é a criação de um local que tenha como objetivo incentivar a reinserção de resíduos reutilizáveis em outras obras. É necessário o recolhimento de sobras e restos de materiais em obras da cidade já finalizadas, com autorização do proprietário, com o intuito de aproveitar esse material com custo irrisório. Este sistema funciona muito bem em Belo Horizonte-MG, onde, de acordo com Sinduscon-MG (2005), é chamado de Brechó da Construção.

Essa medida tem dado certo em Belo Horizonte-MG desde 2005, onde foi idealizada por empresários do setor da construção e suas entidades representativas – Sindicato da indústria da construção civil de Minas Gerais (Sinduscon-MG), Serviço social da indústria da construção civil no estado de Minas Gerais (Seconci-MG), Sindicato da indústria da construção pesada do estado de Minas Gerais (Sicepot-MG), Associação comercial de materiais de construção de Minas Gerais (Acomacmg) e Sindicato das empresas locadoras de equipamentos, máquinas e ferramentas de Minas Gerais (Sindileq-MG). Teve o apoio da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte-MG, PUC - Minas, Sebrae-MG e instituições religiosas, através da Ação Social Arquidiocesana, Fundo Cristão para a Criança e dos Maristas. Essa iniciativa demonstra o interesse em amenizar o problema das habitações em condições precárias, principalmente na periferia de Belo Horizonte-MG.

No programa de ações educativas devem-se divulgar entre os pequenos geradores e coletores as opções para a correta disposição de resíduos no município, informando a rede de pontos de entrega voluntária e a possibilidade de solicitação telefônica da prestação de serviços, por meio de um sistema como o “disque coleta”.

Outra ação seria a informação educativa prestada nos bairros residenciais às instituições públicas e privadas, como escolas, igrejas, clubes, associações, lojas e depósitos de materiais para a construção; também entre os grandes agentes coletores e geradores. Além

disso, devem-se realizar atividades de caráter técnico para disseminar informações relacionadas à utilização de agregados reciclados na construção civil.

É necessária a utilização de material informativo para a população, e instituições parceiras devem divulgar a localização dos pontos de entrega voluntária e as responsabilidades dos agentes envolvidos.

Campanhas de educação ambiental, providas de um sistema de identificação de fácil visualização e inspiradas em formas de codificação já adotada internacionalmente, são essenciais para viabilizar a reciclagem de materiais, estabelecendo o código de cores para os diferentes tipos de resíduos a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como campanhas informativas para a coleta seletiva.

## **11 Implantar áreas de manejo de RCD**

Devem-se incentivar a minimização da geração e a reciclagem dos resíduos. Para descartar os resíduos de construção e demolição de maneira adequada, é preciso implantar pontos de entrega de pequenos volumes e redes de áreas para manejo de grandes volumes, as quais servirão para triagem, transbordo, reciclagem e aterros, tanto para preservação quanto para depósito definitivo de resíduos de construção.

### **a) Pequenos volumes**

O limite estabelecido para o volume máximo das cargas individuais de resíduos que possam ser recebidos gratuitamente na unidade de recebimento municipal, que atende à rede de pequenos volumes, é de 1 m<sup>3</sup>. Nessas unidades deve ser proibido o descarte de resíduos orgânicos domiciliares, de resíduos industriais e de resíduos dos serviços de saúde.

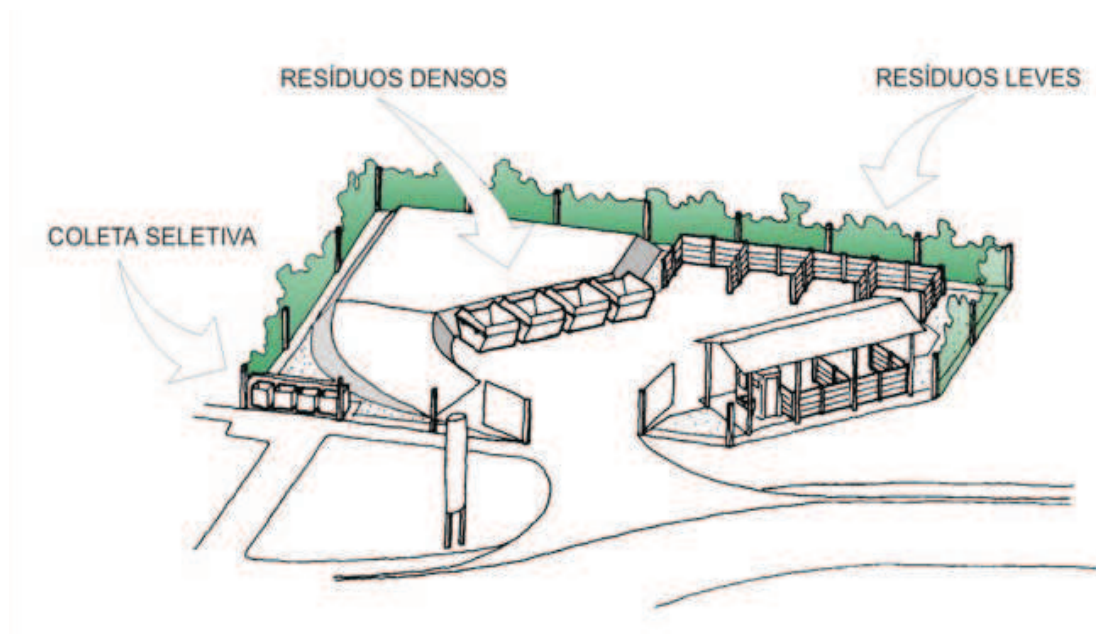
Devem constar no projeto dos pontos de entrega os seguintes aspectos:

- uma delimitação nos limites da área, para reforçar a imagem de qualidade ambiental;
- diferenciar os espaços para a recepção dos resíduos que tenham de ser triados (resíduos da construção, resíduos volumosos, resíduos secos da coleta seletiva), para que a remoção seja realizada por circuitos de coleta, com equipamentos adequados a cada tipo de resíduo;
- aproveitar desnível existente, ou criar um platô, para que a descarga dos RCD pesados seja feita diretamente no interior de caçambas metálicas estacionárias;
- garantir os espaços para as manobras dos veículos, além dos veículos de carga responsáveis pela remoção posterior dos resíduos acumulados;

- identificar, por meio de placa de sinalização, a finalidade da instalação pública, como local correto para o descarte dos RCD e de resíduos volumosos.

Considerando o Aterro da Pedreira um local de deposição de resíduos da construção e demolição de caráter municipal, pode-se considerá-lo de pequenos volumes. Portanto, é sugerida a realização de um *layout* na área, com a separação dos resíduos leves, por meio de divisórias, dos resíduos densos e também a coleta seletiva.

No que diz respeito ao *layout*, é necessário que se instale no ponto de entrega uma pequena guarita, com sanitário e telefone, para facilitar a presença contínua de um funcionário. Na Figura 47 apresenta-se um *layout* para separar resíduos densos e resíduos leves da coleta seletiva, de acordo com Pinto e Gonzáles (2005).



Fonte: PINTO ; GONZÁLES, (2005).

Figura 47 - *Layout* para resíduos densos e leves e coleta seletiva.

Tendo como base a Figura 47, apresenta-se uma sugestão de *layout* para o Aterro da Pedreira no município de Passo Fundo-RS na Figura 48.



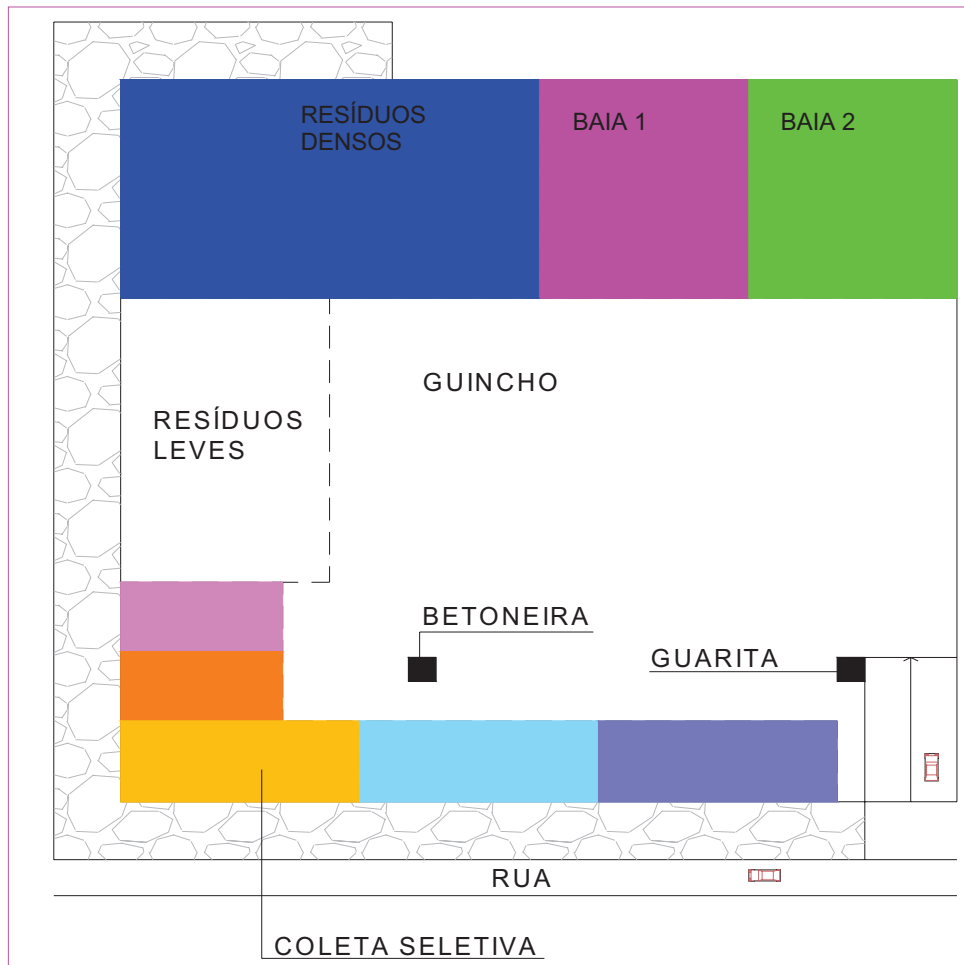


Figura 48 - *Layout* sugerido na área de ponto de entrega do Aterro da Pedreira.

A rede de pontos de entrega para pequenos volumes pode funcionar da mesma forma que o serviço público de coleta de resíduo domiciliar.

Cabe aos pontos de coleta públicos a instalação de uma linha telefônica local com o objetivo de “disque coleta” para os geradores com pequenos volumes, com coletores cadastrados atuantes na região, os quais devem ser incentivados a agrupar-se ao seu redor. A iniciativa implica a redução das possibilidades de descarte irregular dos resíduos.

#### **b) Grandes volumes**

A localização das áreas para realizar o manejo de grandes volumes de resíduos de construção e demolição deve ser precedida da análise do solo e do entorno, como a proximidade a áreas residenciais ou comerciais com população de maior renda e que estejam em processo de implantação ou expansão. Analisar a existência de eixos viários para agilizar o deslocamento de veículos de carga de maior porte, sem que se atrapalhe o tráfego. Essa primeira análise servirá como suporte para o trabalho com as empresas coletoras privadas da

estratégia de gestão para o processamento de grandes volumes de RCD, contemplando as seguintes instalações:

- áreas de triagem;
- áreas de reciclagem de resíduos Classe A;
- aterros de resíduos Classe A da construção civil.

As diversas funções dessas instalações (triagem, reciclagem e aterro) podem estar concentradas num mesmo local, principalmente em municípios de pequeno ou médio porte. O aterro pode ser localizado em regiões periféricas da malha urbana.

As áreas destinadas ao processamento de grandes volumes de RCD podem ser públicas ou privadas, conforme acordo das partes. Pinto e Gonzáles (2005) calculam que, em média, apenas 15% dos resíduos de construção gerados acabam por se transformar em resíduo público, em razão da sua má disposição em locais que deverão ser corrigidos, e indicam a conveniência de que seja dada prioridade à iniciativa privada na implantação e operação dessas instalações, devidamente regulamentadas pelo poder público. O projeto dessas instalações deve seguir as especificações expressas nas normas técnicas brasileiras.

Em todo caso, essas áreas devem ser submetidas às diretrizes do novo sistema de gestão e fiscalização do poder público municipal. A participação ativa dos geradores deve ser legitimada por meio de convênios e os custos decorrentes do manejo correto dos resíduos, repassados aos agentes econômicos efetivamente responsáveis por sua geração.

As áreas para manejo dos grandes volumes devem ser operadas por agentes privados, responsáveis pela geração e coleta da maior parte dos resíduos. Uma alternativa para cumprir essa diretriz é o estabelecimento de parcerias com entidades de representação de empresas coletoras e construtoras para a constituição de uma estrutura de gestão compartilhada. Essas parcerias, já testadas em alguns municípios brasileiros, como Recife, Belo Horizonte, São Paulo, podem avançar para o estabelecimento de convênios em âmbito local, com a eventual cessão de áreas públicas para as instalações de triagem, transbordo ou reciclagem, nos termos estabelecidos pelas Leis Orgânicas Municipais. Assim, podem-se até recuperar as áreas de deposição irregular, possibilitando o resgate da qualidade urbanística.

#### **4.2.5 Modelo de gestão de resíduo de construção civil para o município de Passo Fundo-RS**

O modelo de gestão de resíduos de construção civil para o município de Passo Fundo-RS é apresentado por onze passos, os quais estão detalhados a seguir:



### **1º passo – Implantar o Programa municipal de gerenciamento de resíduos da construção civil (PMGRCC)**

O poder público municipal deverá criar um departamento responsável pelo resíduo de construção civil do município, com o número de funcionários proporcional ao número de habitantes e à densidade demográfica do município.

O departamento municipal de resíduos de construção e demolição (RCD) seria responsável por apresentar e explicar o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, conforme os trâmites legais, para todas as empresas de transporte e coleta de resíduos existentes no município.

Sendo a cidade em estudo de médio porte, a PMPF (Prefeitura Municipal de Passo Fundo) seria responsável pela área de disposição e licenciamento do aterro de RCD, entregando a uma associação de transportadores e geradores de RCD a responsabilidade de administração no que se refere a coleta, transporte, triagem, armazenamento e venda de produtos para reciclagem e, também, ao encaminhamento do resíduo descartado para o aterro de RCD. O poder público municipal se responsabilizaria pelo terreno, utilizado para a instalação do aterro de RCD já licenciado; em contrapartida, a associação de transportadores e geradores de RCD recolheria o RCD do município e o encaminharia ao seu destino correto.

Quando do recolhimento de resíduos de pequenos geradores, o poder público municipal, através do departamento municipal de RCD, selecionará um local de acordo com determinações predefinidas para estacionar uma caixa de coleta permanentemente de resíduos de construção, estabelecendo um local de coleta de pequenos geradores, condição em que delimita o volume gerado em 1m<sup>3</sup>. Essa coleta acontece sem custo e incentiva o morador a depositar em local apropriado.

No local da coleta de pequenos geradores pode ser usado um controle de dados, conforme é apresentado na Figura 49.

<b>Data</b>	<b>Depositante</b>	<b>Endereço da obra</b>	<b>Início da obra</b>	<b>Final da obra</b>	<b>Quantidade de RCD</b>	<b>Classificação de RCD</b>

Figura 49 - Conjunto de informações utilizado para controle de dados no local de coleta de pequenos geradores.

## 2º passo - Realizar os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

Os grandes geradores e transportadores de RCD são as empresas que necessitam realizar os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC). Essas devem apresentar ao órgão responsável pelo RCD da PMPF os procedimentos necessários para transporte, manejo, transformação e destinação do resíduo da construção e demolição.

Os PGRCC deverão ser encaminhados para o departamento municipal de RCD para análise e aprovação dos profissionais capacitados. Depois de um prazo estipulado, será fiscalizada a forma de funcionamento do projeto, podendo as empresas geradoras e transportadoras de RCD receberem notificação de adequação.

O departamento criado no poder público municipal dará suporte a todas empresas transportadoras e coletoras para realizar seus projetos de gerenciamento de resíduos da construção civil, as quais deverão caracterizar, identificar e quantificar os RCD, sob a forma de palestras, seminários e informativos.

Os grandes geradores, em conjunto, devem possuir um local para realizar manejo e transformação dos RCD, que pode ser chamado de “Área 1 de beneficiamento”, o qual receberá RCD da maior parte das empresas do município. Portanto, o controle do material que esta área recebe pode ser feito como mostra a Figura 50.

Área 1 de Beneficiamento						
Endereço						Fone
Responsável						Data
Hora	Caminhão	Empresa	Cubagem	Classe	Descarte	Baia(Venda)

Figura 50 - Planilha da Área 1 de beneficiamento – Guarita.

A “Área 1 de beneficiamento” deve possuir uma rotina simples, por exemplo: o cliente contrata empresa para recolher os RCD de uma obra, a qual recolhe conforme a demanda, e também disponibiliza um funcionário para ficar na obra, separando os resíduos em baias para, posteriormente, num dia determinado, encaminhá-los para o transporte em caçambas. Os RCD previamente separados na obra são encaminhados para a área de manejo, onde são enviados para a triagem e transformação. Quando necessário uma preparação específica, no caso de venda, de acordo com determinação do comprador, os resíduos separados passam

ainda pela fase de embalagem. Enquanto aguarda a chegada do transporte até o destino, a reciclagem, esse material é depositado em locais apropriados de acordo com resolução 307/02. No caso de materiais não comercializáveis, são encaminhados para o aterro de RCD.

### **3º passo – Informações sobre o licenciamento para as áreas de beneficiamento e de disposição final de RCD**

O licenciamento, nas áreas de beneficiamento e de disposição final de resíduos de construção e demolição (RCD), tem o objetivo de avaliar os impactos ambientais causados pelo empreendimento, estabelecendo-se condições para que tal atividade cause o menor impacto possível ao meio ambiente.

O órgão responsável pelos RCD deverá informar a empresa interessada sobre o licenciamento, sobre o resíduo ser um poluente e que pode causar degradação ambiental. Portanto, é necessário trabalhar, inicialmente, com uma autorização, documento que autoriza pelo prazo de um ano uma determinada atividade bem definida; depois, é encaminhada a Licença Prévia (LP), que deve ser solicitada na fase de planejamento da implantação, alteração ou ampliação do empreendimento, a qual aprova a viabilidade ambiental do empreendimento; na sequência vem a Licença de Instalação (LI), que é a que aprova os projetos, autorizando o início da obra

Formar grupos nos bairros que funcionem independentes do poder público municipal e dos grandes geradores e que tenham como objetivo a recuperação de áreas de deposição irregular, possibilitando o resgate da qualidade urbanística. Pode ser trabalhado com escolas municipais, estendendo-se aos pais e amigos. A mobilização dos moradores na divulgação e na escolha dos locais de deposição também pode ser trabalhada.

### **4º passo - Proibir a disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas**

O poder público municipal deverá formular uma lei municipal que proíba a disposição dos RCD em áreas não licenciadas. Esta lei deverá prever multas às empresas que não a cumprirem, como também ao proprietário do terreno.

O poder público municipal deverá criar, dentro do órgão responsável pelos RCD, um setor que fiscalizará os terrenos baldios e locais perto de rodovias, de forma organizada e sistematizada, para poder acompanhar a evolução de alguma possível deposição e tomar as atitudes pertinentes.

Os dados serão armazenados na Figura 51.

Código	Endereço da obra	Cubagem (m³)	Data	Agente responsável

Figura 51 - Planilha de fiscalização de áreas com deposição irregular.

O poder público municipal deverá criar uma campanha para incentivar a reutilização e reciclagem dos RCD, ou, quando inevitável, adotar a alternativa do Aterro de Resíduos de Construção e Demolição.

#### 5º passo - Cadastrar áreas possíveis de recebimento, triagem e armazenamento

As áreas possíveis de recebimento, triagem e armazenamento dos RCD podem ser cadastradas pela pessoa interessada, proprietária da área, a receber material de resíduo de construção e demolição para um aterramento, um jardim, ou qualquer uso de interesse do proprietário do imóvel. A entrega da carga será acompanhada pela fiscalização pelo setor municipal. A pessoa interessada deverá registrar o cadastro de sua área, juntamente com seu pedido no departamento municipal de RCD, sem nenhum custo. Quem estiver em busca da reutilização do resíduos de construção e demolição poderá usar como instrumentos de registro para cadastrá-las a Figura 52.

Cadastramento de áreas para futuro recebimento de RCD	
Área	Data
Endereço	
Bairro	
OBS	

Figura 52 - Cadastramento de áreas possíveis de recebimento, triagem e armazenamento dos resíduos de construção e demolição.

#### 6º passo - Incentivar a reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados

Realizar ações no tratamento e destinação dos resíduos da construção civil com o objetivo de minimização da geração dos RCD, reinserindo esse material novamente no ciclo produtivo, primeiramente no próprio canteiro de obra utilizado para o reuso, depois sendo encaminhado para um reaproveitamento, já com uma modificação do material, e, por último, sendo este material praticamente destruído, encaminhado para triagem e reciclagem.

Em Belo Horizonte-MG foi criado o Brechó da Construção, que é um local destinado a receber materiais de construção em condições de uso, os quais são vendidos a um valor irrisório.

A Figura 53 apresenta o tratamento e a destinação que podem ser dados ao resíduo Classe A correspondente.

<b>RESÍDUO CLASSE A</b>	
<b>RESÍDUO</b>	<b>TRATAMENTO E DESTINAÇÃO</b>
<b>Terra de remoção</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizada em solicitações cadastradas no departamento específico, na prefeitura municipal, conforme a ordem do cadastro.</li> <li>• Em aterros, terraplenagens, jardins.</li> <li>• Em restauração de solos contaminados.</li> </ul>
<b>Produtos cerâmicos e produtos de cimento.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizados em estações de reciclagem.</li> <li>• Em enchimento de desnível, em contrapiso.</li> <li>• Quando estiver em boas condições, encaminhar para o Brechó da Construção (item 4.5,10).</li> </ul>
<b>Argamassas.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizada em estações de reciclagem.</li> <li>• Em enchimento de desnível, em contrapiso.</li> <li>• Quando estiver em boas condições, encaminhar para o Brechó da Construção (item 10).</li> </ul>

Figura 53 - Resíduos Classe A com seu tratamento e destinação correspondente.

O acondicionamento na obra pode ser próximo ao local do transporte interno, sendo realizado por elevador de carga ou condutor para resíduo até o térreo, onde será colocado em baias, para posterior reutilização, ou encaminhado para caçambas de coleta. Para os resíduos Classe B o procedimento não muda, somente o tratamento e destinação.

A Figura 54 apresenta o tratamento e a destinação para os resíduos Classe B.

<b>RESÍDUO CLASSE B</b>	
<b>RESÍDUO</b>	<b>TRATAMENTO E DESTINAÇÃO</b>
<b>Madeira</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pode ser vendida para empresas que utilizem a madeira como energético ou matéria-prima.</li> <li>• Encaminhada para o Brechó da Construção (item 10).</li> <li>• Reutilizada na obra.</li> </ul>
<b>Metais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quando possível, pode ser reutilizado na obra.</li> <li>• Pode ser vendido para empresas de reciclagem de materiais metálicos e cooperativas.</li> <li>• Entregue a associações de catadores.</li> <li>• Vendido a depósitos de ferros-velhos devidamente licenciados.</li> <li>• Encaminhado para o Brechó da Construção, quando os materiais estiverem em condições de uso (item 10).</li> </ul>

Figura 54 – Parcela dos resíduos Classe B com seu tratamento e destinação correspondente.

A Figura 55 apresenta os demais resíduos que são classificados também como Classe B.

<b>RESÍDUO CLASSE B</b>	
<b>RESÍDUO</b>	<b>TRATAMENTO E DESTINAÇÃO</b>
<b>Embalagens, papel, papelão e plásticos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pode ser utilizado na obra para embalar outros resíduos.</li> <li>• Pode ser vendido para empresas de reciclagem de materiais plásticos e papelão.</li> <li>• Vendido para cooperativas e associações de catadores.</li> <li>• Vendido para depósitos e ferros-velhos devidamente licenciados.</li> </ul>
<b>Vidros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pode ser vendido para empresas de reciclagem de vidros.</li> <li>• Vendido para cooperativas e associações de catadores.</li> <li>• Vendido para depósitos e ferros-velhos devidamente licenciados.</li> </ul>

Figura 55 – Parcela dos resíduos Classe B com seu tratamento e destinação correspondente.

Os resíduos de gesso podem ser colocados em sacos ou caixa de papelão para depois serem transportados até o térreo por elevador de carga e levados até a caçamba de coleta.

A Figura 56 apresenta o tratamento e a destinação que podem ser aplicados ao resíduo Classe C correspondente.

<b>RESÍDUO CLASSE C</b>	
<b>RESÍDUO</b>	<b>TRATAMENTO E DESTINAÇÃO</b>
<b>Gesso e derivados</b>	Até o momento não existe no município uma destinação adequada, cabendo ao gerador buscar soluções junto ao fabricante.

Figura 56 - Resíduos Classe C com seu tratamento e destinação correspondente.

Dentro da obra, os resíduos Classe D devem ser acondicionados dentro das lixeiras em sacos plásticos, sendo transportados manualmente para a baía de resíduos perigosos. A Figura 57 apresenta o tratamento e a destinação que podem ser aplicados a resíduo Classe D correspondente.

<b>RESÍDUO CLASSE D</b>	
<b>RESÍDUO</b>	<b>TRATAMENTO E DESTINAÇÃO</b>
<b>Resíduos perigosos e contaminados (óleos, tintas, vernizes, produtos químicos e amianto)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pode ser vendido para empresas de reciclagem de tintas e vernizes.</li> <li>• Vendido para empresas de co-processamento.</li> </ul>

Figura 57 - Resíduos Classe D com seu tratamento e destinação correspondente.

Para solucionar a mistura de resíduos orgânicos com RCD, como foi ilustrado na Figura 46, pode ser colocado um aparato metálico, utilizado como fechamento superior, como uma tampa na caçamba, a qual pode ser aberta somente pelo contratante e por quem recolher o resíduo.

### **7º passo - Definir critérios para o cadastramento de empresas coletoras**

Alguns critérios de identificação foram definidos para o cadastramento das empresas coletoras, como mostra a Figura 58.

<b>Empresa</b>	<b>CGC</b>	<b>Endereço</b>	<b>Telefone</b>	<b>Veículos utilizados</b>	<b>Equipamentos utilizados</b>	<b>Horário de coleta</b>	<b>Frequência de coleta</b>

Figura 58 - Planilha de cadastramento das empresas coletoras.



### **8º passo - Orientar e educar os agentes envolvidos no processo de coleta e transporte de RCD**

O órgão responsável pelo resíduo de construção e demolição deverá orientar os agentes envolvidos no processo dos resíduos de construção e demolição quanto à educação ambiental. Sugere-se a adoção de algumas atividades:

- Montar grupos de trabalho para o desenvolvimento de soluções para os resíduos da construção, viabilizando soluções práticas para o reuso, reciclagem e correta destinação dos resíduos.
- Orientar os agentes envolvidos sobre o modo de realizar a separação dos resíduos de construção e demolição, como treinar funcionários, quem terá a função de ficar nas obras para separar previamente os resíduos e modo de realizar o transporte dos resíduos previamente separados.
- Realizar reuniões periódicas para avaliar e aperfeiçoar a forma de execução do plano de orientação desenvolvido.
- Orientar sobre o Plano de Comunicação e Educação Ambiental.
- Desenvolver atividades de educação ambiental para os trabalhadores da construção civil, na forma de palestras e seminários, salientando as metas de minimização, reutilização e segregação dos resíduos da construção e demolição (RCD) em sua origem. Também é importante abordar os corretos acondicionamentos, armazenamento e transporte até a disposição final do RCD.

### **9º passo – Programar atividades de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos**

Implantar um programa de fiscalização municipal para garantir o funcionamento dos passos propostos neste item (4.2.5), "Modelo de gestão de resíduo de construção civil para o município de Passo Fundo-RS", e adequar os agentes envolvidos ao novo sistema de gestão. Um exemplo seria a implantação gradativa, com a devida fiscalização, dos pontos de coleta, como também controlar o correto descarte e destinação dos resíduos. Isso facilitaria uma análise das possibilidades de otimização da distribuição das unidades de recebimento de RCD.

Quando definido o número de fiscais, o município pode ser dividido por áreas, definindo o fiscal e mapeando as áreas, com cada fiscal sendo responsável por uma área no controle dos agentes coletores, transportadores e também do modelo proposto.

### **10º passo – Programar atividades educativas com o objetivo de reduzir a geração de RCD e possibilitar a sua segregação**

Descrever atividades de sensibilização, mobilização e educação ambiental para os trabalhadores da construção civil, visando atingir as metas de minimização, reutilização e segregação dos resíduos sólidos na origem, bem como seus corretos acondicionamentos, armazenamento e transporte, sendo, dessa forma, montado o Plano de Comunicação e Educação Ambiental.

Criar um local, uma sede, visando incentivar a reinserção dos resíduos reutilizáveis em outras obras. Para isso é necessário o recolhimento de sobras e restos de materiais em obras já finalizadas, com autorização do proprietário. Esse material que será vendido, a um custo irrisório, nesta sede estará deixando de ser um possível resíduo de construção e demolição para ajudar a população carente do município. A sede pode ser chamada de "Brechó da Construção", a exemplo de outras cidades (BELO HORIZONTE, 2006).

Divulgar entre os pequenos geradores e coletores as opções para a correta disposição de resíduos no município, informando a rede de pontos de entrega voluntária e a possibilidade de solicitação telefônica da prestação de serviços.

Programar atividades educativas prestadas nos bairros residenciais às instituições públicas e privadas, como escolas, igrejas, clubes, associações, lojas e depósitos de materiais para construção; também entre os grandes agentes coletores e geradores. Além disso, realizar atividades de caráter técnico para disseminar informações relacionadas à utilização de agregados reciclados na construção civil.

### **11º passo – Implantar áreas de manejo de RCD**

#### **a) Pequenos volumes**

Na área definida pelo bairro com a concordância do poder público para ser instalado o ponto de entrega para os pequenos geradores de RCD, estes podem depositar até 1m<sup>3</sup> de resíduo. Por isso não há necessidade de áreas muito grandes, e também por ser um volume recolhido freqüentemente pelo poder público. A rede de pontos de entrega para pequenos volumes pode ser uma extensão do serviço público de coleta.

Nessas áreas os espaços devem ser diferenciados, como para a recepção dos resíduos que tenham de ser triados como os resíduos da construção, resíduos volumosos, resíduos secos da coleta seletiva e outros, para que a remoção seja realizada por circuitos de coleta, com equipamentos adequados a cada tipo de resíduo.

Uma medida que auxiliaria o processo nos pontos de coleta públicos é a instalação de uma linha telefônica local com objetivo de “disque coleta” para os geradores com pequenos volumes, com coletores cadastrados atuantes na região, os quais devem ser incentivados a agrupar-se ao seu redor.

#### **b) Grandes volumes**

As áreas destinadas ao processamento de grandes volumes de RCD podem ser públicas ou privadas. O mais usual para as áreas de manejo dos grandes volumes é a operação por agentes privados, por serem responsáveis pela geração e coleta da maior parte dos resíduos.

#### **4.2.6 Ferramenta computacional com aplicação em *web site***

A ferramenta computacional foi desenvolvida a partir da criação de um caminho com base na sistematização de tarefas, com auxílio do modelo. A partir do caminho traçado, foi montada cada página que entraria no *web site*, selecionando-se as figuras e montando o texto.

Após a conclusão dos cadastramentos, o programa está pronto para receber os dados obtidos durante as entrevistas com as pessoas pertencentes ao mercado alvo pesquisado. A digitação das informações adquiridas é realizada conforme a solicitação das telas.

Os dados são armazenados para consultas e análises futuras.

O *web site* foi desenvolvido tendo em sua página principal, além de uma breve apresentação do que se pretende desenvolver, os principais *links* que navegam até as suas páginas específicas. São eles: resíduos, Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, áreas de deposição, cadastros de empresas de coleta e transportes de RCD e um fale conosco para troca de informações e *feed-back*.

No decorrer do trabalho apresentam-se na forma de figuras todas as páginas desenvolvidas no *web site* com uma breve descrição de cada uma delas.

Para desenvolver a linguagem de programação foi contratado um analista de sistemas, o qual obedeceu à estrutura apresentada.

A Figura 59 apresenta o portal de acesso para o *web site* que auxilia o poder público inicialmente, podendo ser adaptado para empresas particulares, a proceder com a gestão dos resíduos de construção e demolição oriundos do município.

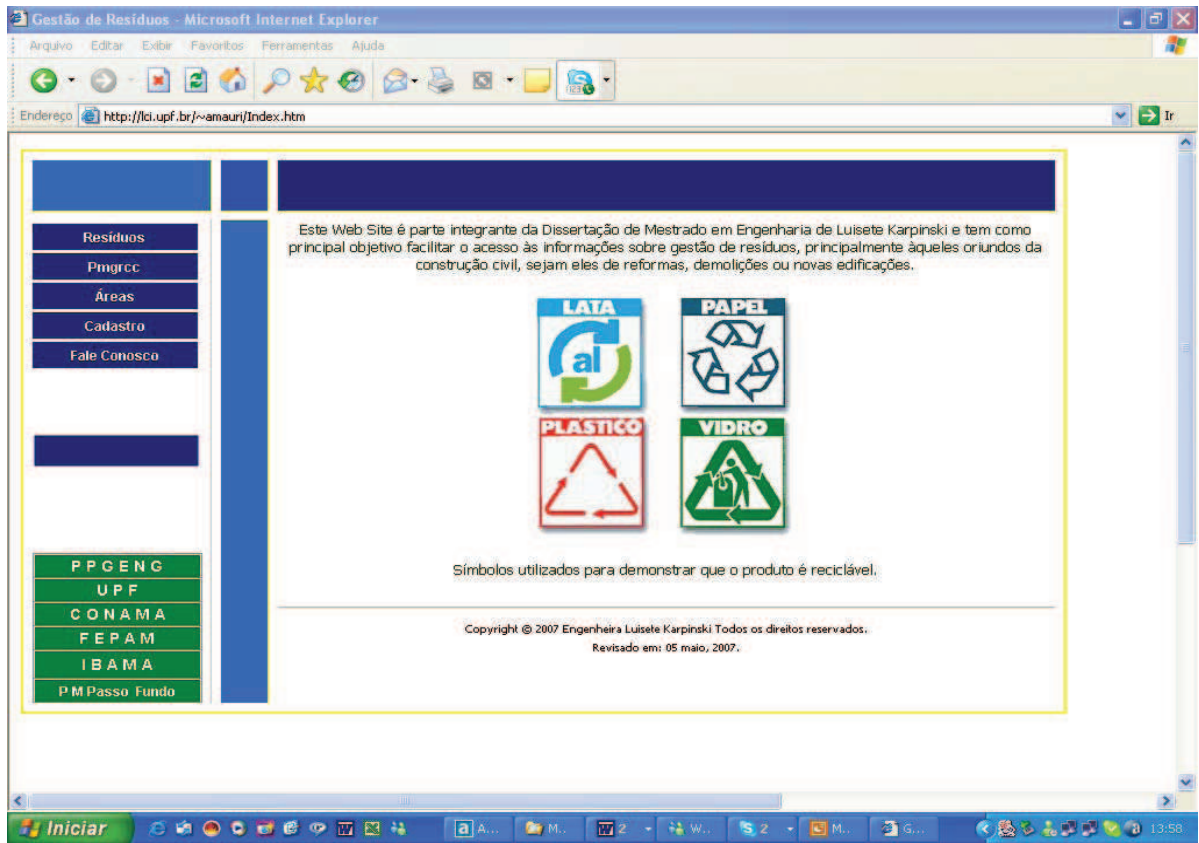


Figura 59 – Página de acesso do *web site* que auxilia a gestão dos resíduos de construção e demolição.

A Figura 60 mostra o primeiro *link* aberto: “Resíduos”, onde apresenta a Classe A.

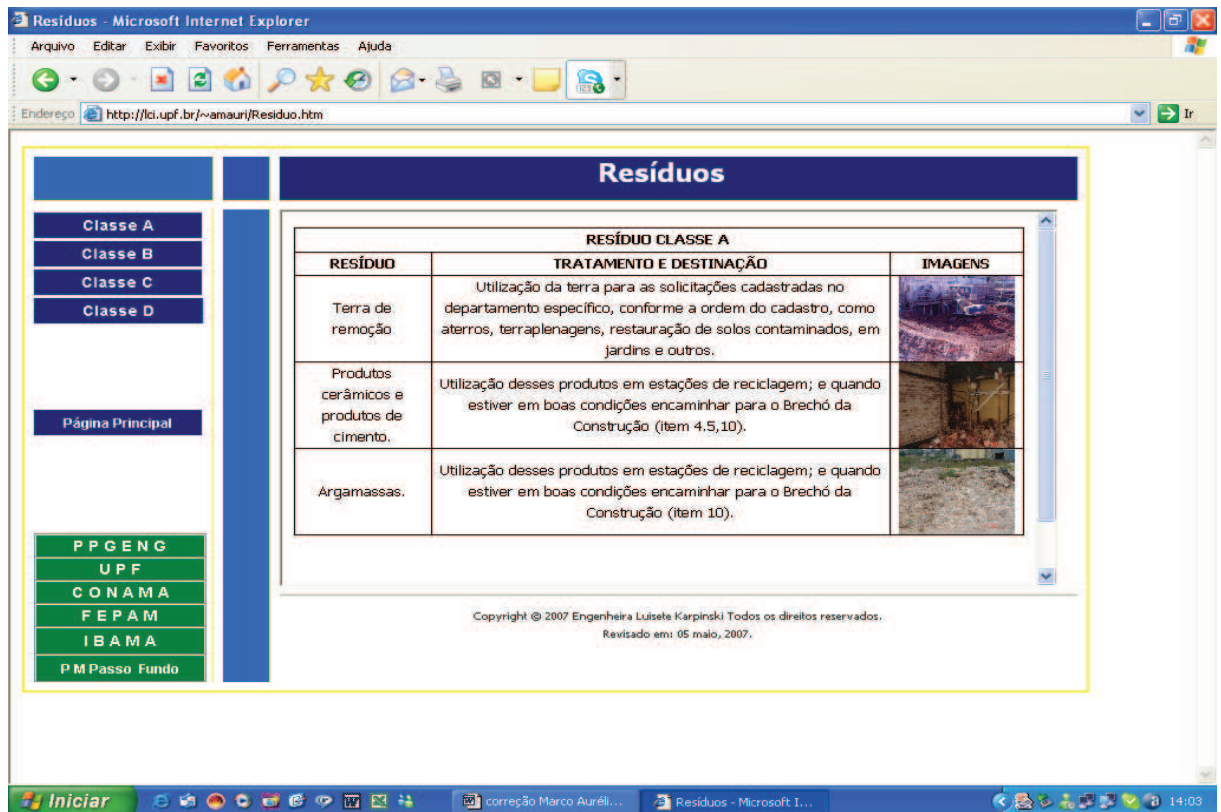


Figura 60 – Tratamento e destinação dos resíduos Classe A.

A Figura 61 mostra o primeiro *link* aberto: “Resíduos”, onde apresenta a Classe B.

**Resíduos**

**RESÍDUO CLASSE B**

RESÍDUO	TRATAMENTO E DESTINAÇÃO	IMAGENS
Madeira	Pode ser vendido para empresas que utilizem a madeira como energético ou matéria prima ou encaminhado para o Brechó da Construção (item 10).	
Metais	Pode ser vendido para empresas de reciclagem de materiais metálicos; Cooperativas e associações de catadores; Depósitos de ferros-velhos devidamente licenciados; Brechó da Construção, quando os materiais estiverem em condições de uso (item 10).	
Embalagens, papel, papelão e plásticos.	Pode ser vendido para empresas de reciclagem de materiais plásticos e papelão; Cooperativas e associações de catadores; Depósitos e ferros-velhos devidamente licenciados.	
Vidros	Pode ser vendido para empresas de reciclagem de vidros; Cooperativas e associações de catadores; Depósitos e	

Copyright © 2007 Engenheira Luísete Karpinski Todos os direitos reservados.  
Revisado em: 05 maio, 2007.

Figura 61 – Tratamento e destinação dos resíduos Classe B.

A Figura 62 mostra o primeiro *link* aberto: “Resíduos”, onde apresenta a Classe C.

**Resíduos**

**RESÍDUO CLASSE C:**

RESÍDUO	TRATAMENTO E DESTINAÇÃO	IMAGEM
Gesso e derivados	Até o momento não existe no município uma destinação adequada, cabendo ao gerador buscar soluções junto ao fabricante.	

Copyright © 2007 Engenheira Luísete Karpinski Todos os direitos reservados.  
Revisado em: 05 maio, 2007.

Figura 62 – Tratamento e destinação dos resíduos Classe C.



A Figura 63 mostra o primeiro *link* aberto: “Resíduos”, onde apresenta a Classe D.

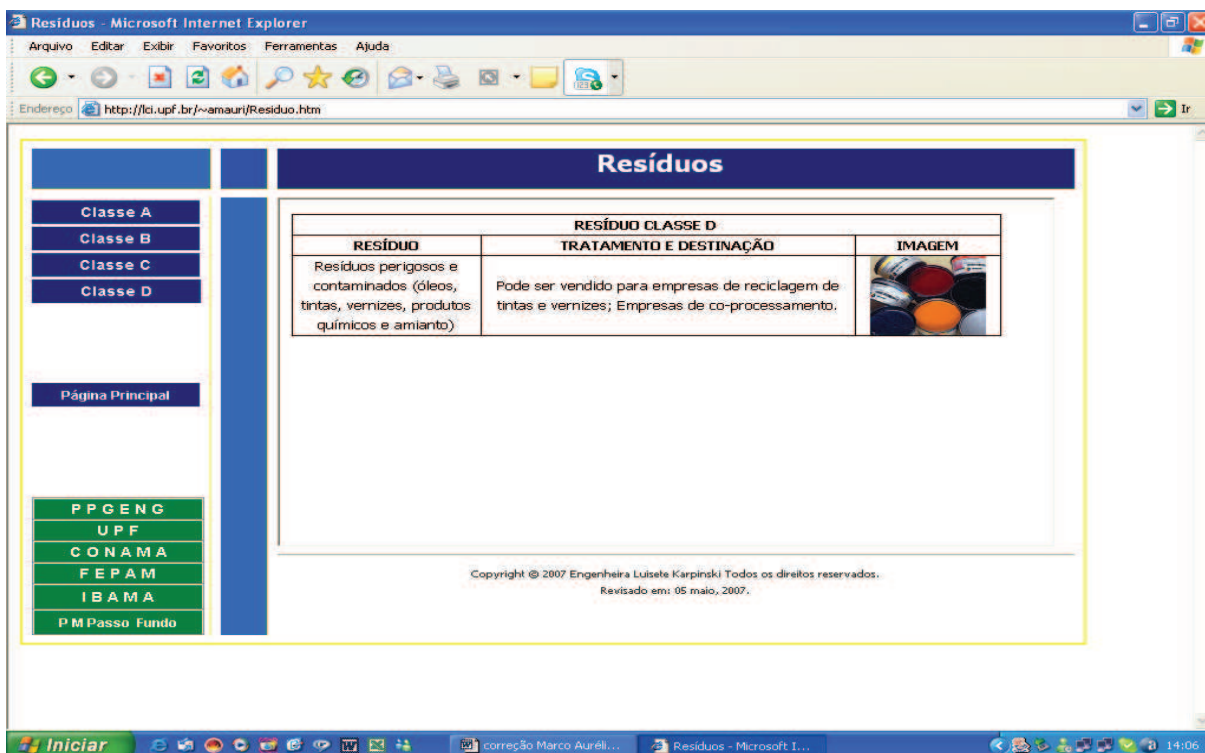


Figura 63 – Tratamento e destinação dos resíduos Classe D.

A Figura 64 mostra o segundo *link* aberto da página principal: “programa municipal de gerenciamento de resíduos da construção civil”, onde apresenta alguns itens importantes.

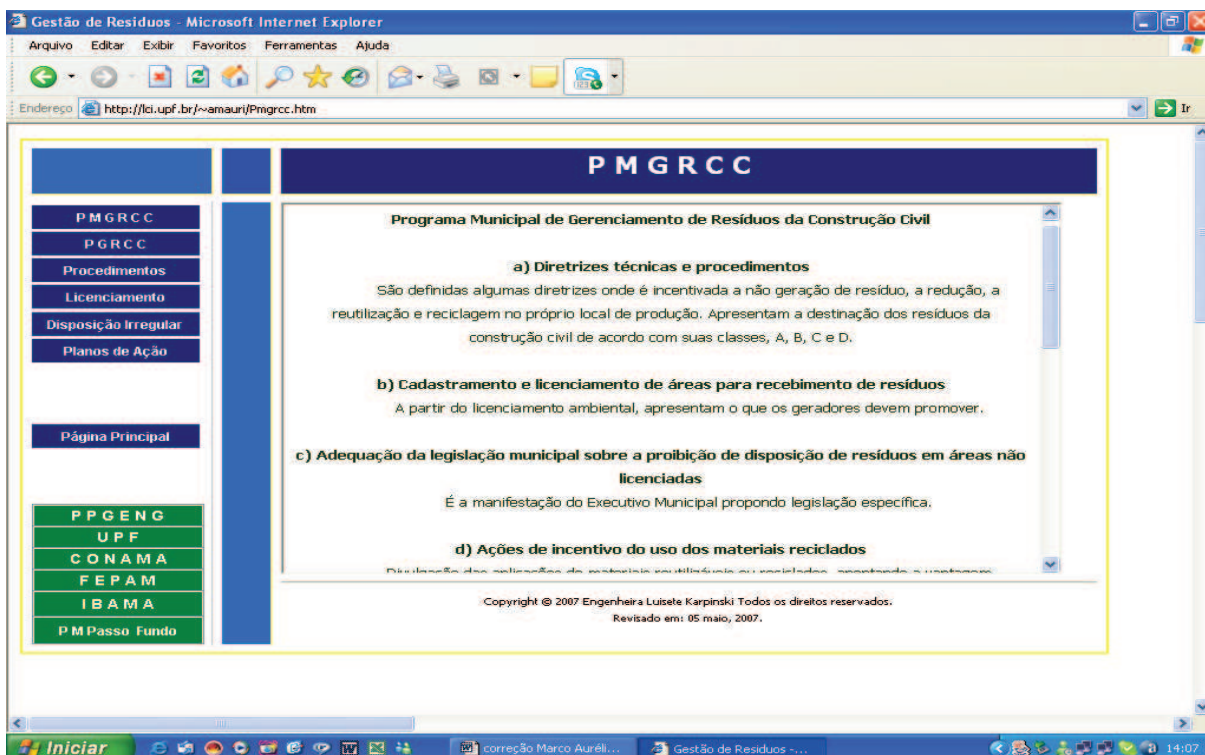


Figura 64 – Apresentação e explicações sobre como realizar o PMGRCC.

A Figura 65 mostra o segundo *link* aberto da página principal, no segundo ícone “projetos de gerenciamento de resíduos da construção civil”, onde apresenta uma breve explicação e mostra etapas e serem seguidas.

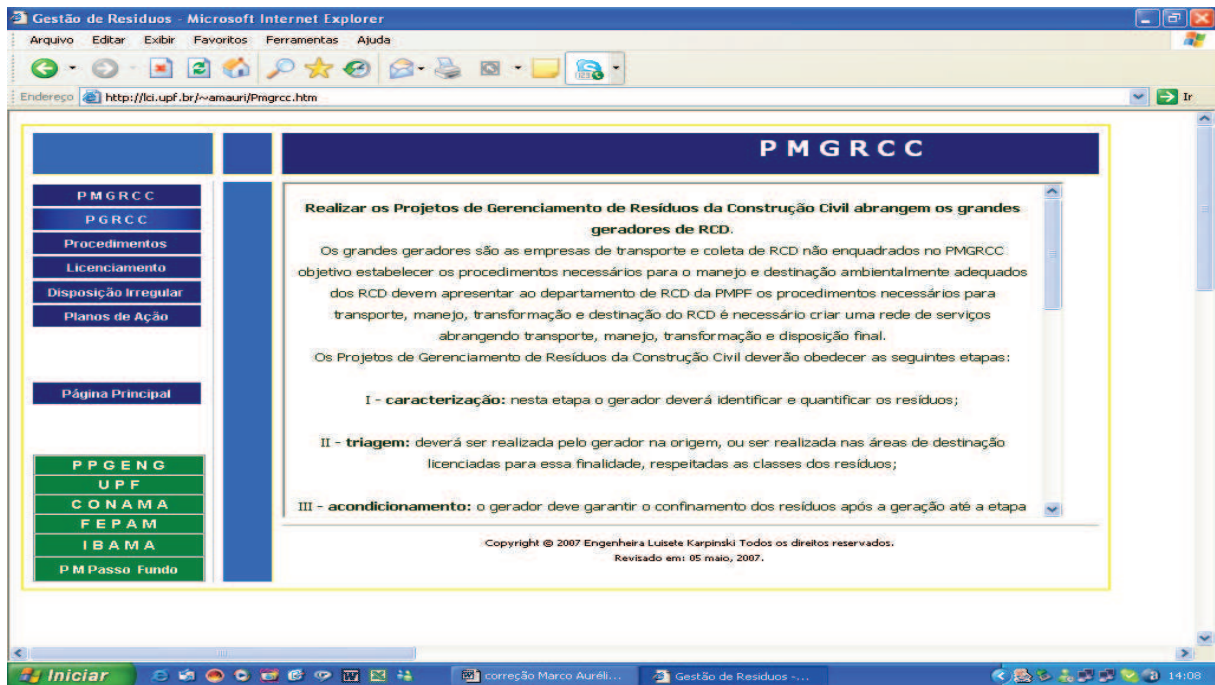


Figura 65 – Apresentação e explicações sobre como realizar o PMGRCC.

A Figura 66 mostra o segundo *link* no terceiro ícone, onde mostra os “procedimentos” que os pequenos e grandes geradores devem seguir para elaborar o PMGRCC.



Figura 66 – Procedimentos para elaboração do PMGRCC.



A Figura 67 mostra o segundo *link* aberto no quarto ícone apresentando o “licenciamento” para as áreas de beneficiamento e de disposição final dos resíduos.

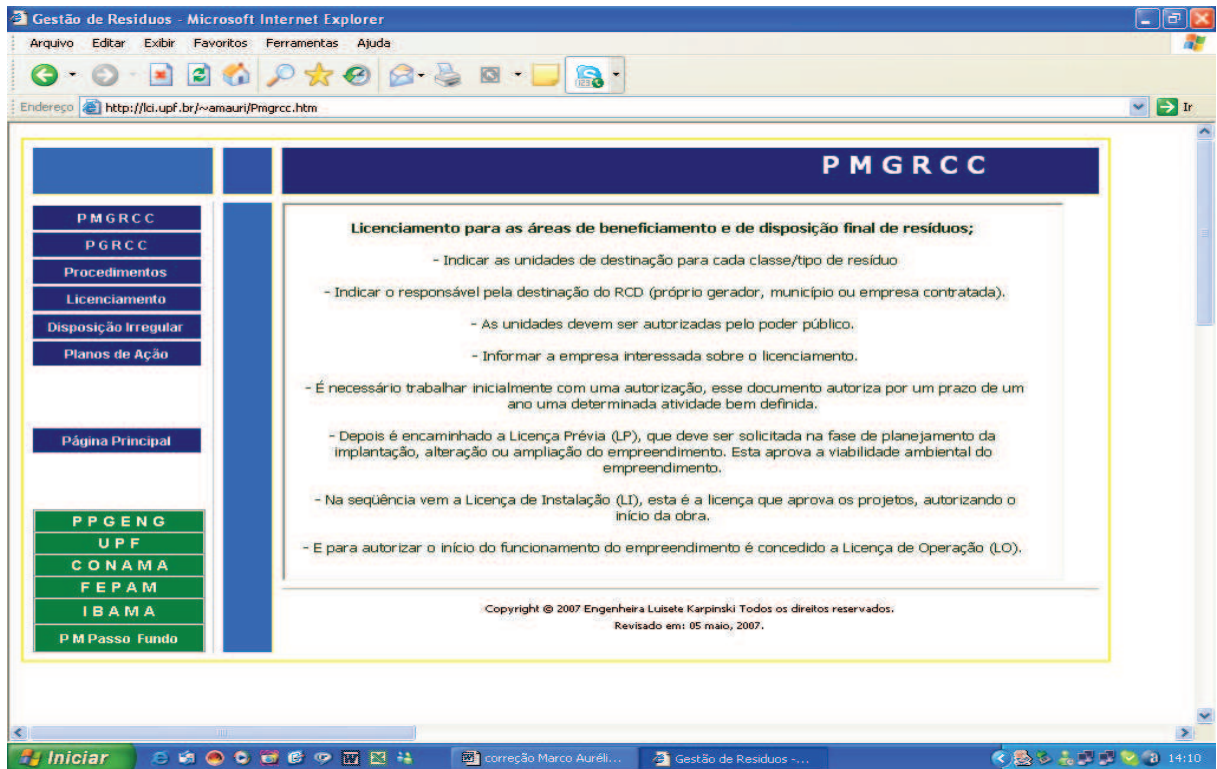


Figura 67 – Informações sobre licenciamento de áreas destinadas à disposição de RCD.

A Figura 68 mostra o segundo *link* aberto do índice no item “disposição irregular”, onde apresenta outro link com a opção dos interessados em preencher um formulário.

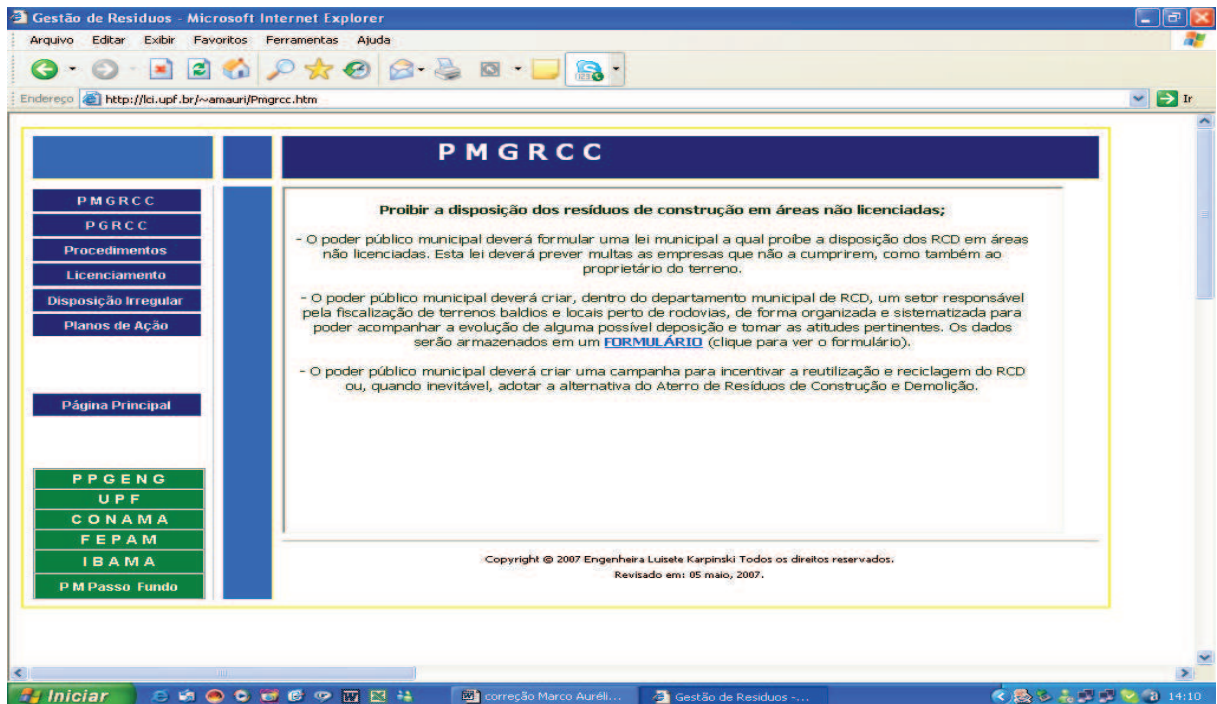


Figura 68 – Como proibir a disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas.

A Figura 69 apresenta o formulário preenchido com uma das áreas hipotéticas cadastradas, mostrando que o sistema funciona.

The screenshot shows a web browser window titled "Gestão de Resíduos - Microsoft Internet Explorer" with the address "http://lci.upf.br/~vamauri/Pmgrcc.htm". The page features a navigation menu on the left with options like "PMGRCC", "PGRCC", "Procedimentos", "Licenciamento", "Disposição Irregular", and "Planos de Ação". The main content area is titled "PMGRCC" and contains a form titled "Planilha de fiscalização de áreas com deposição irregular." The form fields are filled with the following data:

Obra:	RESIDENCIAL MARTIN	Data:	24/11/2006	Código:	05-2006
Endereço:	RUA SENADOR SALGADO FILHO, 428	Bairro:	INDEPENDÊNCIA		
Cidade:	PASSO FUNDO	UF:	Rio Grande do Sul		
Agente Resp.:	ROGÉRIO ALVES	Capacidade:	239	m³	

Buttons for "Enviar Cadastro" and "Limpar Dados" are visible below the form. The footer of the page includes the copyright notice: "Copyright © 2007 Engenheira Luísete Karpinski Todos os direitos reservados. Revisado em: 05 maio, 2007."

Figura 69 – Planilha de fiscalização e controle de área de deposição irregular.

A Figura 70 mostra o segundo *link* aberto da página principal: “Planos de ação”, onde apresenta ações educativas com o objetivo de reduzir a geração de resíduos.

The screenshot shows the same web browser window, but the main content area displays the "Planos de Ação" page. The page title is "PMGRCC" and the main heading is "Realizar ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação;". Below this, the text reads:

Plano de Comunicação e Educação Ambiental:

Descrever as ações de sensibilização, mobilização e educação ambiental para os trabalhadores da construção, visando atingir as metas de minimização, reutilização e segregação dos resíduos sólidos na origem, bem como seus corretos acondicionamentos, armazenamento e transporte.

Incentivar a reinserção de resíduos reutilizáveis em outras obras, recolhendo sobras e restos de materiais em obras já finalizadas, com autorização do proprietário, com o intuito de aproveitar esse material

Informação educativa, prestada nos bairros residenciais, às instituições públicas e privadas, como escolas, igrejas, clubes, associações, lojas e depósitos de materiais para a construção.

Realizar atividades de caráter técnico para disseminar informações relacionadas à utilização de agregados reciclados na construção civil.

É necessária a utilização de material informativo para a população e instituições parceiras devem divulgar a localização dos pontos de entrega voluntária e as responsabilidades dos agentes envolvidos. folheto e cartaz utilizados por município que já programou essas ações.

The footer of the page includes the copyright notice: "Copyright © 2007 Engenheira Luísete Karpinski Todos os direitos reservados. Revisado em: 05 maio, 2007."

Figura 70 – Plano de ação: Plano de comunicação e educação ambiental.

A Figura 71 mostra o terceiro *link* aberto da página Áreas de deposição no ícone “Aterro da Pedreira”, onde apresenta a localização desta e por onde passa o rio Passo Fundo.

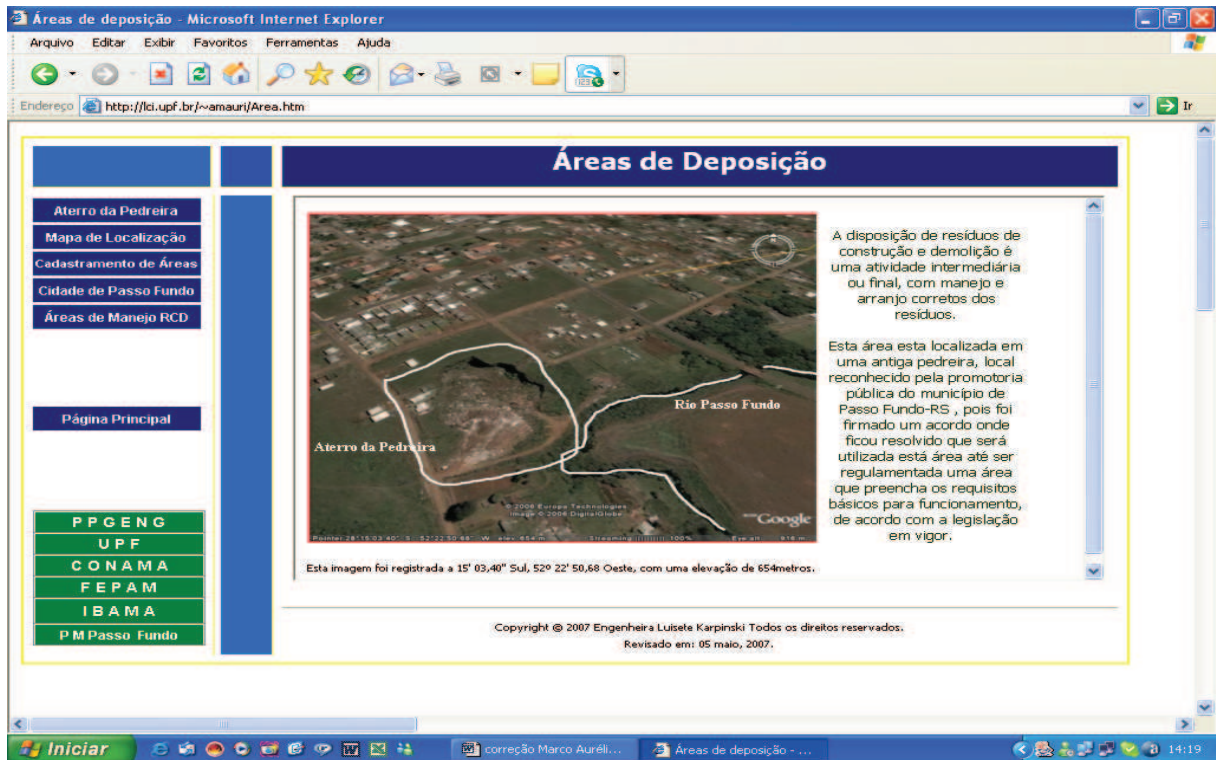


Figura 71 – Vista aérea do Aterro da Pedreira e rio Passo Fundo, próximo ao aterro.

A Figura 72 mostra o terceiro *link* aberto no segundo ícone “mapa de localização”, onde apresenta alguns itens importantes.



Figura 72 – Mapa de localização do Aterro da Pedreira.



A Figura 73 mostra o terceiro *link* aberto no ícone “cadastramento de áreas”, onde há a possibilidade de qualquer pessoa cadastrar uma possível área de recebimento de resíduo de construção e demolição (RCD).

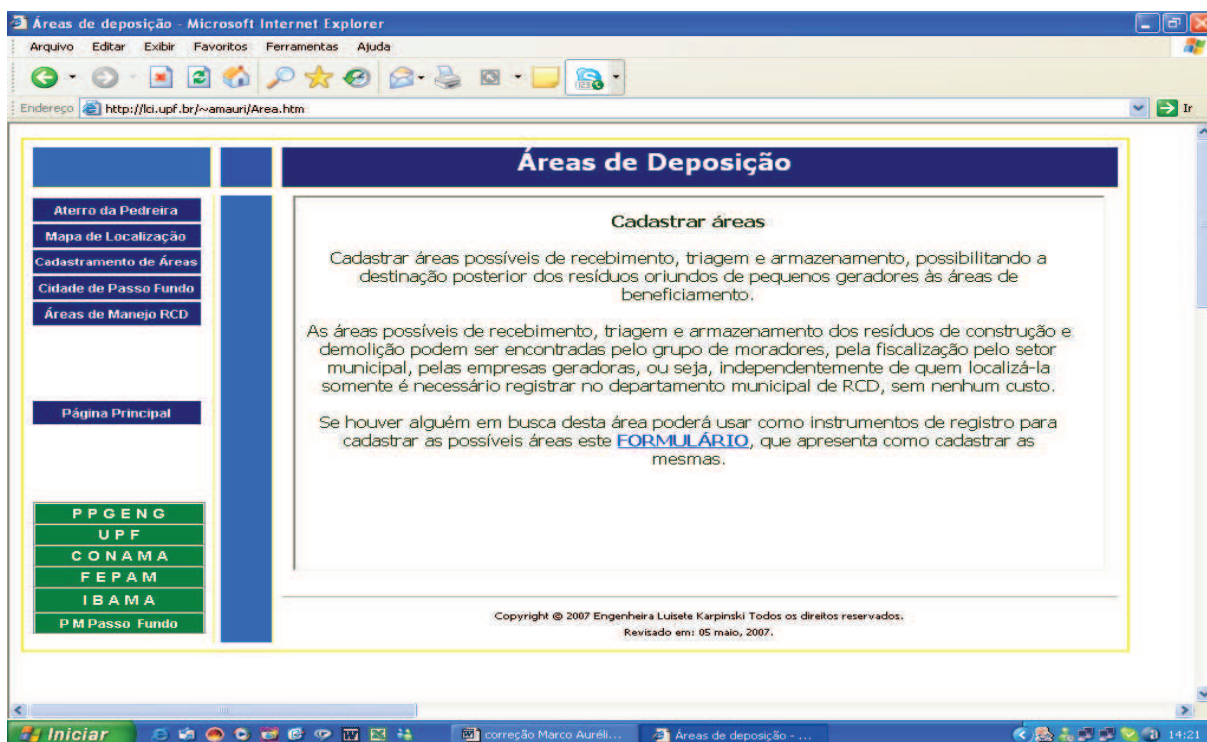


Figura 73 – A população pode auxiliar no cadastramento de áreas para futura análise para escolha de um aterro de RCD.

A Figura 74 apresenta o formulário para o cadastro das áreas.

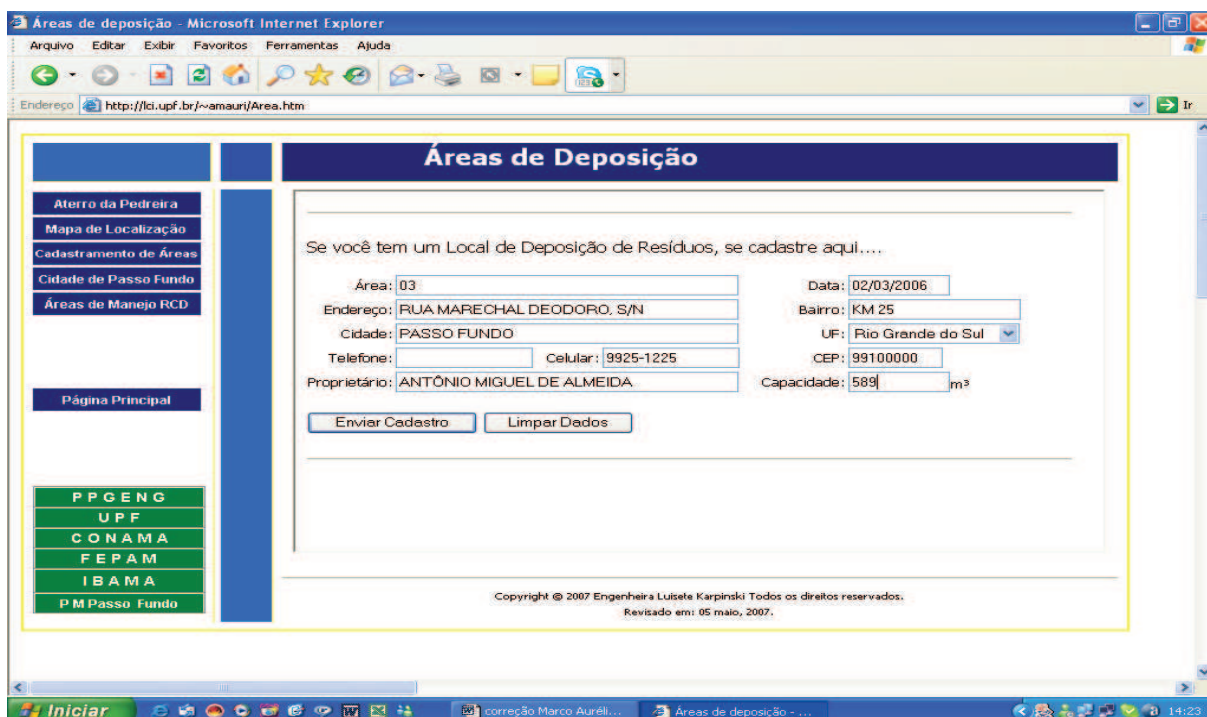


Figura 74 – Cadastro de áreas para futura análise de deposição de RCD.

A Figura 75 mostra o terceiro *link* aberto no ícone “cidade de Passo Fundo”, onde apresenta uma foto aérea do município.

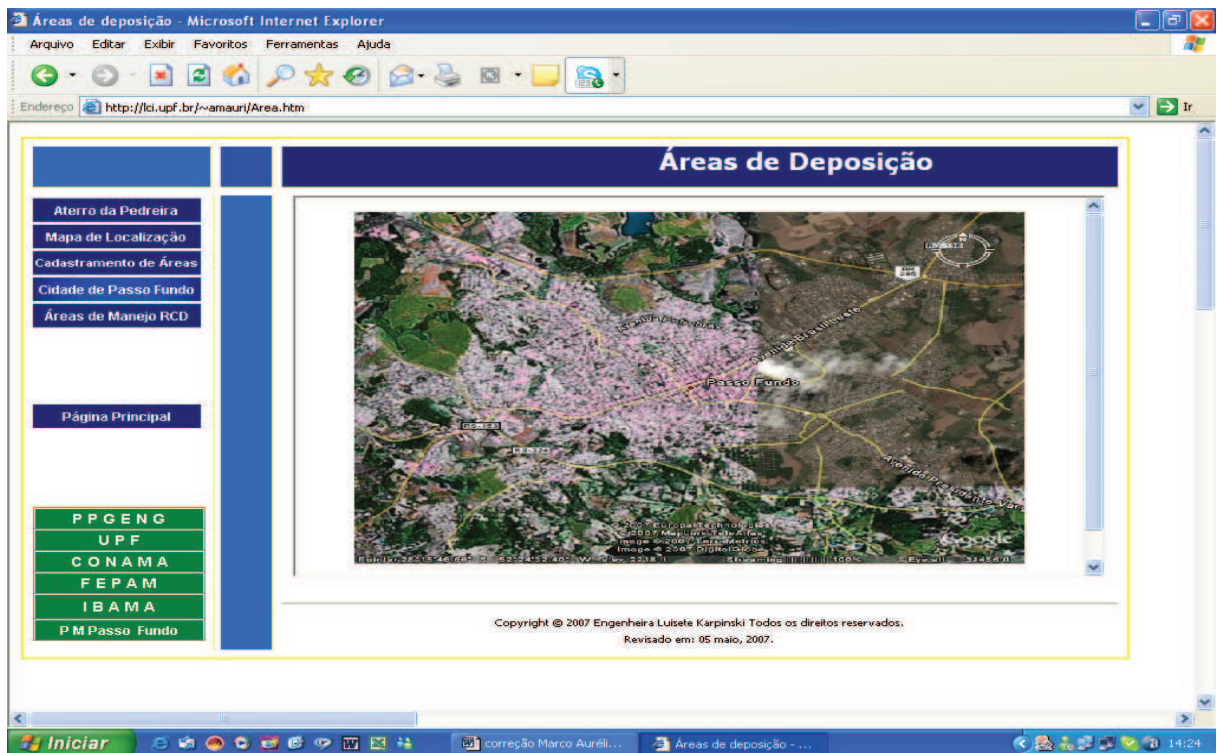


Figura 75 – Foto aérea do município de Passo Fundo-RS.

A Figura 76 mostra o terceiro *link* aberto no ícone “áreas de manejo de RCD”, onde há uma breve definição sobre pequenos volumes e grandes volumes.

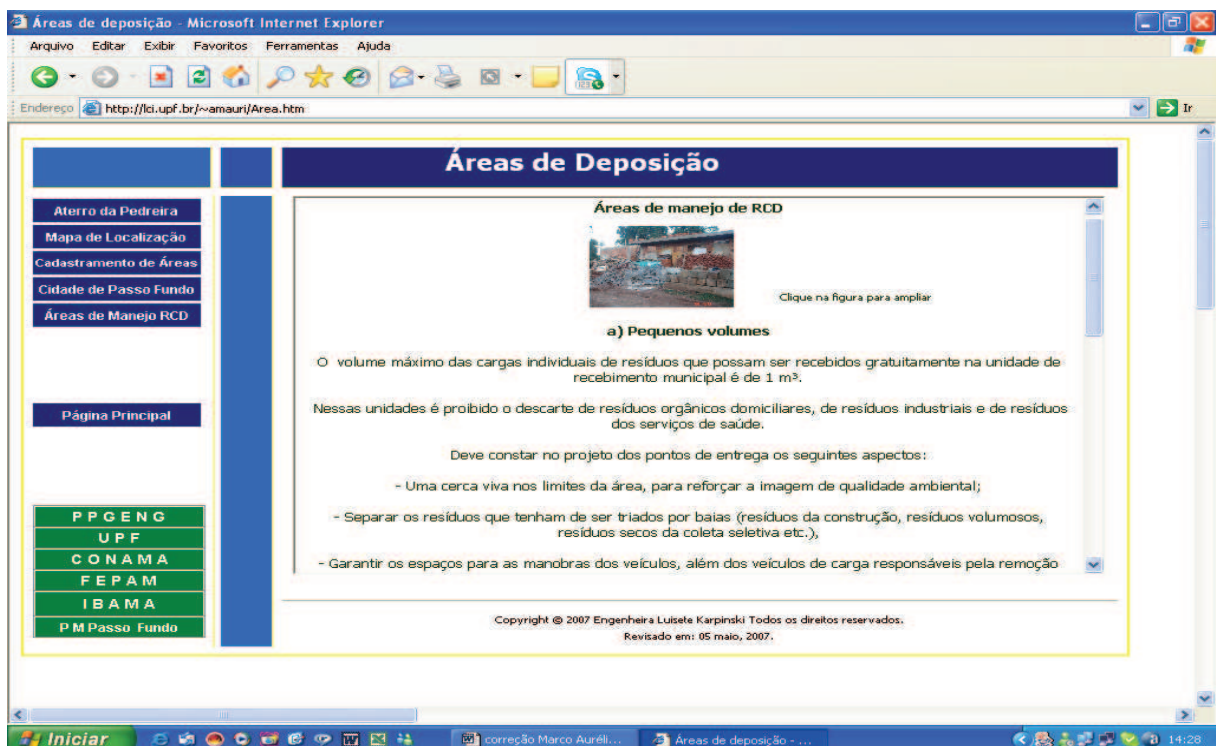


Figura 76 – Áreas de manejo de RCD, com definições de pequenos e grandes volumes.

A Figura 77 mostra o quarto *link* aberto no ícone “empresas geradoras”, onde apresenta o cadastro das empresas geradoras de resíduos de construção e demolição.

**Cadastros**

Se você é uma Empresa Geradora de Resíduos, se cadastre aqui....

Nome: CONSTRUTORA GIACOMAZZI Data: 09/05/2006  
 Endereço: RUA IRMÃO GABRIEL LEÃO, 455 SALA 202 Bairro: CENTRO  
 Cidade: PASSO FUNDO UF: Rio Grande do Sul  
 Telefone: 3311-4225 Celular: 9927-0998 CEP: 99100000  
 Resp. Técnico: ARQUITETA MARIA GIACOMAZZI Contato: JULIANA BRUSCO  
 CNPJ: 781253248982254 I.E.: 5475587539 Municipal: 285118369941

Enviar Cadastro Limpar Dados

Copyright © 2007 Engenheira Luísete Karpinski Todos os direitos reservados.  
Revisado em: 05 maio, 2007.

Figura 77 – Cadastro das empresas geradoras de RCD.

A Figura 78 mostra o quarto *link* aberto no ícone “empresas coletoras”, onde apresenta o cadastro direcionado à empresas coletoras de resíduos de construção e demolição.

**Cadastros**

Se você é uma Empresa Coletora de Resíduos, se cadastre aqui....

Nome: TELE TRANSPORTE ADRIANO LTDA Data: 12/06/2006  
 Endereço: RUA URUGUAI, 287 Bairro: CENTRO  
 Cidade: PASSO FUNDO UF: Rio Grande do Sul  
 Telefone: 3311-2887 Celular: 2897-5222 CEP: 99100000  
 Resp. Técnico: JORGE DOS SANTOS Contato: ADRIANO  
 CNPJ: 1214549845235786 I.E.: 25468216 Municipal: 23546841321  
 Nº Caminhões: 25 Cubagem M3: 789 Outros Equip: |

Enviar Cadastro Limpar Dados

Copyright © 2007 Engenheira Luísete Karpinski Todos os direitos reservados.  
Revisado em: 05 maio, 2007.

Figura 78 – Cadastro de empresas coletoras de RCD.



A Figura 79 mostra o quarto *link* aberto no ícone “áreas de recebimento”, onde apresenta o cadastro de áreas que os proprietários apresentam interesse em receber aterro.

The screenshot shows a web browser window titled 'CADASTROS - Microsoft Internet Explorer'. The address bar shows 'http://lci.upf.br/~amauri/Cadastros.htm'. The page has a blue header with the title 'Cadastros'. On the left, there is a navigation menu with links: 'Empresas Geradoras', 'Empresas Coletoras', 'Áreas de Recebimento' (highlighted), 'Agentes Fiscalização', 'Página Principal', and a vertical stack of logos: 'PPGENG', 'UPF', 'CONAMA', 'FEPAM', 'IBAMA', and 'PM Passo Fundo'. The main content area has a heading 'Se você tem um Local de Deposição de Resíduos, se cadastre aqui....' followed by a registration form. The form fields are: Área: 12, Data: 12/01/2007, Endereço: RUA ALFREDO CHAVES, 485, Bairro: VILA LUCAS ARAÚJO, Cidade: PASSO FUNDO, UF: Rio Grande do Sul, Telefone: (empty), Celular: 9978-8795, CEP: 99100000, Proprietário: MARCO DA SILVA, Capacidade: 198 m³. There are two buttons: 'Enviar Cadastro' and 'Limpar Dados'. At the bottom, there is a copyright notice: 'Copyright © 2007 Engenheira Luísete Karpinski Todos os direitos reservados. Revisado em: 05 maio, 2007.'

Figura 79 – Cadastro de áreas para recebimento de aterro.

A Figura 80 mostra o quarto *link* aberto do ícone “agentes de fiscalização”, onde apresenta um cadastro destinado aos agentes de fiscalização das áreas de deposição irregulares.

The screenshot shows the same web browser window as Figure 79, but the 'Agentes Fiscalização' link is highlighted in the navigation menu. The main content area has a heading 'Espaço reservado ao cadastro dos Agentes de Fiscalização...'. The registration form fields are: Nome: RODRIGO FRANKLIN, Data: 27/02/2006, Endereço: RUA ALEXANDRE, 127, Bairro: PETRÓPOLIS, Cidade: PASSO FUNDO, UF: Rio Grande do Sul, Telefone: 3377-4695, Celular: 9783-2984, CEP: 99100000, CPF: 545416547987654, C.I.: 6879865455. There are two buttons: 'Enviar Cadastro' and 'Limpar Dados'. At the bottom, there is a copyright notice: 'Copyright © 2007 Engenheira Luísete Karpinski Todos os direitos reservados. Revisado em: 05 maio, 2007.'

Figura 80 – Cadastro dos agentes de fiscalização das áreas de deposição irregulares.



## **5 CONCLUSÕES**

### **5.1 Considerações iniciais**

As informações apresentadas demonstram que no setor que a construção civil domina existe uma acentuada geração de resíduos de construção e demolição (RCD); por outro lado, faltam políticas municipais e estaduais que possam atuar juntamente com políticas federais e que criem estruturas de apoio adequadas às empresas coletoras e transportadoras de RCD. A falta de informação da população também é um fator relevante que pode intervir no correto descarte dos RCD gerando impacto ambiental.

Juntando meio ambiente e desenvolvimento aos aspectos econômicos, cultural, político, legal, social e técnico, do ponto de vista coletivo ou individual, estaremos falando do desenvolvimento sustentável, o que seria muito oportuno para o município caso fosse criada uma disciplina nas escolas municipais na qual se abordasse o desenvolvimento sustentável, para garantir a preservação do meio ambiente, com um compromisso firmado pelo corpo docente do ensino médio, para repassar aos seus alunos o respeito pela natureza, o reconhecimento dos resíduos, a coleta e armazenamento dos resíduos, com a definição dos destinos dos volumes recolhidos, conforme classificação pela resolução 307/02 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama).

Esses futuros profissionais auxiliariam na situação encontrada hoje, que é de desconhecimento, descumprimento por parte da municipalidade e pelas empresas coletoras e transportadoras das diretrizes estabelecidas nos documentos legais em vigor. Se há algum processo de gestão ou gerenciamento dos resíduos de construção civil, este está sendo ineficiente e necessita-se de políticas específicas, que dominem e controlem a deposição irregular e o comércio clandestino dos resíduos de construção e demolição no município de Passo Fundo-RS.

Para que uma gestão de resíduos de construção e demolição funcione é necessário um planejamento de ações, sendo a atuação programada para várias frentes de maneira

simultânea. Uma dessas frentes poderia ser a diminuição da geração de RCD na forma de esclarecimentos a empresas e profissionais para que não ocorra deposição desse material em locais indevidos. Outra frente poderia ser a reciclagem de RCD, que pode ser iniciada no canteiro de obras, com o armazenamento da maior parte dos resíduos se estendendo para o local de triagem. Salienta-se, ainda, que a utilização da reciclagem pelo construtor expressa sua responsabilidade ambiental e atuação correta como gerador.

Ainda pode ser trabalhado com o potencial da reciclagem dos resíduos de construção e demolição; logo, a incorporação desses resíduos em produtos específicos pode vir a ser benéfica, já que estudos mostram que esse material proporciona economia de matéria-prima e de energia.

## 5.2 Quanto aos objetivos

Para atingir o objetivo geral do trabalho, quatro objetivos específicos foram delimitados. O primeiro foi identificar os locais de deposição irregular de resíduos oriundos da construção civil no município de Passo Fundo-RS, sendo identificadas onze áreas em atividade. Algumas áreas de deposição temporária eram utilizadas pelas empresas para separar seus resíduos para posterior venda. Não haveria problema algum nessa atividade se essa área fosse devidamente licenciada.

O segundo objetivo específico foi identificar diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil, atendido no item 4.4, que, além que atender às diretrizes da resolução 307/02 do Conama, esclarece-as.

O terceiro objetivo específico foi sistematizar um modelo de gestão de resíduos de construção civil, que também foi atendido, pois nesta etapa foi sistematizada uma ligação de tarefas com auxílio de tabelas para que a estrutura do modelo fosse de fácil acesso para os "clientes".

O quarto objetivo específico foi desenvolver uma ferramenta computacional que auxilie a gestão municipal dos resíduos de construção civil, que foi criado um caminho com base na sistematização de tarefas. A partir do caminho traçado, foi montada cada página que entraria no *web site*, selecionando-se as figuras e montando-se o texto.

O objetivo geral da pesquisa, elaborar uma proposta de gestão de resíduo de construção civil para o município de Passo Fundo-RS, identificando diretrizes de acordo com disposições legais e sistematizando um modelo, tendo como apoio técnico uma ferramenta computacional, foi atendido e apresentado no decorrer do trabalho e, ainda, esta ferramenta computacional teve aplicação em um *web site* onde foi possível navegar pelo sistema.

### 5.3 Quanto aos resultados

A estimativa da geração de resíduos de construção e demolição (RCD) foi realizada com base em dados e informações obtidos por meio de entrevistas realizadas em empresas coletoras, Prefeitura Municipal de Passo Fundo e Secretaria Municipal de Serviços Urbanos. Assim, surgiu a necessidade de realizar o cruzamento de informações obtidas com informações dos dados de pesquisa.

Todas as empresas coletoras responderam à entrevista estruturada que possuem licença na PMPF (Prefeitura Municipal de Passo Fundo), como também responderam que o resíduo que recolhem e transportam é depositado no Aterro da Pedreira, único local autorizado a receber os RCD no município.

A grande preocupação com os problemas ambientais relacionados com os impactos gerados em função dos resíduos dos processos de construção e demolição deve merecer maior atenção por parte das empresas geradoras de resíduos da construção, das empresas coletoras de resíduos, dos considerados pequenos geradores, bem como dos municípios que devem ser os responsáveis pela fiscalização dos locais de destinação final dos resíduos.

Constata-se que o Aterro da Pedreira não obedece às características mencionadas na resolução 307/02, sobre o gerenciamento dos resíduos, reciclagem ou reaproveitamento, sendo o prazo vencido em 2004. Da mesma forma, a área ainda não foi regularizada perante os órgãos competentes, também estando o prazo vencido para tal.

Diariamente entra no Aterro da Pedreira uma média de 47,4 m<sup>3</sup>. Seria simples administrar esse volume de material nos processos e diretrizes apresentados no *web site*, que visam à minimização do descarte em locais inadequados e à redução do volume de aterros pela reciclagem do maior número possível dos resíduos. O objetivo principal é contribuir para a redução do impacto ambiental gerado pela atividade de construção e demolição de obras.

Para isso acontecer é necessário o poder público municipal criar um departamento responsável pela geração do resíduo de construção civil do município, o qual será responsável por apresentar e explicar o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil em sua íntegra, conforme os trâmites legais, para todas as empresas de transporte e coleta de resíduos existentes no município.

O *web site* estará disponível para auxiliar a gestão municipal de resíduos da construção civil, com seus dados que são armazenados para consultas e análises futuras.

#### 5.4 Recomendações para trabalhos futuros

Tendo por parâmetro a análise dos resultados obtidos e considerando que é impossível vencer todas as possibilidades de estudos, existem muitos outros trabalhos que podem ser desenvolvidos no sentido de contribuir para aumentar o conhecimento sobre o assunto tratado, como, por exemplo:

- implantar a proposta de gestão de resíduos da construção civil;
- acrescentar a reciclagem ao final do processo de triagem;
- explorar o uso de tecnologia de informação para automação da coleta municipal de RCD;
- investigar as mudanças de comportamentos das gerências das empresas construtoras da região de Passo Fundo, com a introdução da gestão dos resíduos da construção civil;
- investigar a possibilidade de utilização do *web site* como ferramenta de auxílio para a formulação das estratégias competitivas das empresas construtoras;
- analisar economicamente o crescimento da atividade de reciclagem dos resíduos de construção e demolição na forma da compreensão de sua relação com o meio ambiente, com o que pode haver o surgimento de novos modelos de atuação, fundamentados no desenvolvimento sustentável;
- comparar resíduos de obras novas (especialmente incorporação) com a produção particular em quantitativo e qualitativo;
- avaliar os impactos ambientais e sociais das deposições irregulares.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. A problemática do desenvolvimento sustentável. In: **Desenvolvimento Sustentável necessidade e/ou possibilidade?**. 4º ed. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2002. 21 – 30

ÂNGULO. S.C. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos da construção e demolição reciclados**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia em Engenharia Civil) – Universidade Politécnica, São Paulo, 2000.

ARAÚJO JMA. **Caçambas metálicas nas vias públicas para a coleta de resíduos sólidos inertes e riscos à saúde pública: um enfoque para a gestão ambientalmente adequada de resíduos sólidos**. (monografia on-line). 2000. Disponível em <URL:[http://www.ciesp.org.br/bolsa/outros\\_textos/detalhes\\_texto](http://www.ciesp.org.br/bolsa/outros_textos/detalhes_texto) > Acesso em maio de 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. NBR 15112: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. NBR 15114: Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. NBR 15115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. 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.

\_\_\_\_\_. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. NBR ISO 14001: Sistemas de gestão ambiental - Especificação e diretrizes para uso. Rio de Janeiro, 1996.

BECKER, D.F. Introdução. In: **Desenvolvimento sustentável: necessidade e/ou possibilidade?**. 4º ed. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2002.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. Meio Ambiente. Disponível em: <<http://portal1.pbh.gov.br/pbh/index.html>>. Acesso em: 10 jan. 2006.

BERNARDES, A. **Quantificação e classificação dos resíduos da construção e demolição na cidade de Passo Fundo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia, Infra-estrutura e Meio Ambiente) – Universidade de Passo Fundo, 2006.

BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e controle da produção**. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº. 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, nº. 136, 17 de julho de 2002. Seção 1, p. 95-96.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. Resolução nº. 348, de 16 de agosto de 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Programa Nacional de Educação Ambiental. Sistema Brasileiro sobre Educação Ambiental e Práticas Sustentáveis. Brasília: 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/index.cfm>> Acesso em: 17nov.2005.

CAMARGO, A. Minas de entulho. **Revista de Tecnologia da Construção** – Tèchne, ano 3, n. 15, p. 15-19, 1995.

CARNEIRO, F.P., **Diagnóstico e ações da atual situação dos resíduos de construção e demolição na cidade do Recife**. Dissertação (Mestrado em engenharia urbana, Gerenciamento e Planejamento do Uso de Água e Resíduos) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa - PB, 2005.

EDEM, C.; HUXHAM, C. Action research for management research. **British Journal of Management**, v. 7, p.75-86, 1996.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY: EPA. **Characterization of building: Related construction and demolition debris in the United States**. Report n. EPA 530-R-98-010 Monografia on line). 1998. Disponível em: <<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/sqg/c&drpt.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2005.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). General Guidance for Risk Management Programs (40 CFR Part 68). Chemical Emergency Preparedness and Prevention Office. July, 1998. (EPA 550B-98-003).

GALBIATI, A.F. O gerenciamento integrado de resíduos sólidos e a reciclagem. Educação ambiental para o Pantanal. Disponível em [www.redeaguape.org.br/desc\\_artigo.php?cod=92](http://www.redeaguape.org.br/desc_artigo.php?cod=92). Acesso em: 06 dez. 2005.

GLOBAL Recycling Network. Green Recycling exchange. Disponível em <<http://www.grn.com/>>. Acesso em 15 de novembro 2005.

GONZALEZ, M.A.S.; RAMIRES, M.V.V. Análise de gestão dos resíduos gerados dentro dos canteiros de obras. In: IV SIBRAGEC, I ELAGEC, 2005, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2005. CD-ROM.

GUIANET. Mapa da localização de Passo Fundo-RS. Disponível em [www.itatiaiapalace.com.br;mapas.php](http://www.itatiaiapalace.com.br;mapas.php). Acesso em: 22 dez. 2005.



- HARTMANN, F.; SAMBERG, J. R. D. **A variável ambiental na conservação rodoviária**. In: ENACOR – ENCONTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA, 8º, 2003, Gramado. Minicurso. Artigos Meio Ambiente. p.75-80. **Anais...** Gramado, 2003. CD-ROM.
- JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil**: contribuição a metodologia de pesquisa e desenvolvimento. Tese (Livre Docência) – USP, São Paulo, 2000.
- JOHN, L. (Ed.) Ciência e Meio Ambiente. **O Estadão**, São Paulo, 4 jun. 2002. Disponível em: <http://www.estadao.com.br/ciencia/noticias/2002/jun/04/261.htm>>. Acesso em: 17 nov. 2005.
- LEITE, B. M. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. 2001 Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande dos Sul , Porto Alegre, 2001.
- LEIS, H. R. Ambientalismo: um projeto realista-utópico para a política mundial. In: **Meio ambiente, desenvolvimento e cidadania**: desafios para as ciências sociais. 3 ed. São Paulo: Cortez; Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2001. p. 15 – 44.
- LIMA, J.D. **Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. João Pessoa: EMLUR: PMJP: ECOSAN, 2001.
- LIMA, G.C. O discurso da sustentabilidade e suas implicações para a educação. **Ambiente & Sociedade**, V. VI, n. 2, jul./dez. 2003.
- MARCONE, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- MEDEIROS, F. Resíduos de construção: leis e projetos tentam solucionar o destino final do material que sobra nas obras. **Qualidade na Construção**, São Paulo, n. 26, p. 6-10, abr./maio/2002.
- MENDES, T. A. et al. Parâmetros de uma pista experimental executada com entulho reciclado. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO – 35, 2004, Rio de Janeiro. **Resumo**. Rio de Janeiro, 2004. p.1-12.
- MULLER, G. Desenvolvimento sustentável: notas para a elaboração de um esquema de referência. In: **Desenvolvimento sustentável: necessidade e/ou possibilidade?**. 4 ed. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2002. 121 – 142.
- MURAKAMI, S. et al. **Sustainable building and policy design**. Tokyo: Institute of International Harmonization for Building and Housing, 2002.
- PASSO FUNDO. **Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. Passo Fundo, 2005.
- PASSO FUNDO. Prefeitura Municipal. Mapas. Disponível em: <[www.pmpf.rs.gov.br](http://www.pmpf.rs.gov.br)>. Acesso em: 13 fev. 2006.
- PASSO FUNDO. Prefeitura Municipal. Secretaria de Transporte Modalidade Urbana e Segurança. Disponível em: <[www.pmpf.rs.gov.br](http://www.pmpf.rs.gov.br)>. Acesso em: 13 fev. 2006.

- PINTO, T.P. Reaproveitamento de resíduos da construção. **Projeto**, n. 98, p. 137-138, 1987.
- PINTO, T.P. **Perda de materiais em processos construtivos tradicionais**. São Carlos: Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos, 1989. 33 p.
- PINTO, T.P. Entulho de construção: problema urbano que pode gerar soluções. **Construção**, São Paulo, n. 2325, 31 ago. 1992.
- PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- PINTO, T. de P. Resultados da gestão diferenciada. **Revista de Tecnologia da Construção – Tèchne**, ano 5, n. 31, p. 31-34, 2000.
- PINTO, T. de P. Reciclagem no canteiro de obras – responsabilidade ambiental e redução de custos. **Revista de Tecnologia da Construção – Tèchne**, ano 9, n. 49, p. 64-68, 2000.
- PINTO, T. P. (Coord.) **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do Sinduscon-SP**, São Paulo: Obra Limpa: I&T: Sinduscon-SP, 2005.
- PINTO, T.P.; GONZALES, J.L.R., (Coord.) **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Manual de orientação 1. Como implantar um sistema de manejo e gestão dos resíduos da construção civil nos municípios. Parceria Técnica entre o Ministério das Cidades, Ministérios do Meio Ambiente e Caixa Econômica Federal. Brasília: CAIXA, 2005.
- PUT, J. Recycling of C&DW: success factors. In: RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E AS NORMAS TÉCNICAS PARA SUA UTILIZAÇÃO, **Anais...** São Paulo, 2001.
- RAMPAZZO, S.E. A questão ambiental no contexto do desenvolvimento econômico. In: *Desenvolvimento sustentável: necessidade e/ou possibilidade?*. 4. ed. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2002. 161 – 190
- RECIFE. Secretaria de Serviços Públicos. Secretaria de planejamento participativo, obras e desenvolvimento urbano e ambiental. Qualidade ambiental do território. Disponível em: <http://www.recife.pe.gov.br/pr/servicospublicos/emlurb/civil.php> Acesso em: 8 jan. 2006.
- RIBEIRÃO PRETO. Prefeitura Municipal. Disponível em: <http://www.ribeiraopreto.sp.gov.br/index.html>. Acesso em: 10 jan. 2006. ROCHA, A.A. **Fatos históricos do saneamento**. São Paulo: João Scortecci, 1997.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual do Meio Ambiente, Conselho Estadual do Meio Ambiente (Consema). **Resolução nº. 017** de 06 de dezembro de 2001. Disponível em [www.sema.rs.gov.br/sema/html/res\\_ca1701.htm](http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/res_ca1701.htm). Acesso em: 5 maio 2006.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual do Meio Ambiente, Conselho Estadual do Meio Ambiente (Consema). **Resolução nº. 109** de 22 de setembro de 2005. Disponível em [www.sema.rs.gov.br/sema/html/res\\_ca1701.htm](http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/res_ca1701.htm). Acesso em: 2 jun. 2006.
- SCHNEIDER, R. R. /et. al: **Sustainable Amazon: limitations and opportunities for rural development**. World bank and IMAZON. (Partnership Series 1). Brasília, 2000.

SCHNEIDER, D.M. **Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Universidade de São Paulo, 2003.

SCHNEIDER, D.M.; PHILIPPI, A.JR. Public management of construction and demolition waste in the city of São Paulo. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, 2004.

SHINGO, S. *A study of Toyota production system from an industrial engineering viewpoint*. Tóquio: Japan Management Association, 1981.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E.M., **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**, 3. ed. rev. atual Florianópolis (SC): Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001, 121p.

SINDUSCON-MG; SENAI-MG. **Gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil**, 2. Ed. rev. e aum. Belo Horizonte: Sinduscon-MG, 2005. 68p.

SOUZA, U.E.L.de et al., Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Ambiente Construído**, v.4, n.4, p.33-46, 2004.

SPOSTO, R.M. Os resíduos da construção: problema ou solução? **Espaço Acadêmico**, ano VI, n. 61, jun. 2006.

VARGAS, P.R. O insustentável discurso da sustentabilidade. **Desenvolvimento sustentável necessidade e/ou possibilidade?**. 4 ed. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2002. 211 – 241.

ZORDAN, S. E. **A utilização do entulho como agregado na confecção do concreto**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Campinas, 1997.

## APÊNDICES

**APÊNDICE 1 – Entrevista estruturada aplicada às empresas coletoras de RCD licenciadas pelo poder público**

**ENTREVISTA ESTRUTURADA - EMPRESAS COLETORAS DE ENTULHO**

1. Possui licença na prefeitura? Qual?  
( )sim ( )não
2. Dispõe de quantos veículos para coleta e de que tipos são?
3. Quais os bairros de maior atuação?
4. Qual o percentual, do total de custos gasto com os seguintes itens:
  - \_ deslocamentos
  - \_ mão-de-obra
  - \_ administração
  - \_ taxa de descarte em bota-foras
5. Quantas viagens, em média, são feitas por mês?
6. Onde é depositado o resíduo coletado?
7. Em média, qual a participação dos resíduos de construção e demolição no total de resíduos coletados?
8. Dispõe de quantas caçambas para coleta de RCD?
9. Qual o volume transportado na caçamba?
10. Possui algum registro da quantidade de resíduos coletados nos anos anteriores?
11. Como e quanto é cobrado para o recolhimento do entulho?
12. Tem conhecimento de locais de deposição irregular de resíduos? Onde?
13. Qual sua opinião a respeito da implantação de usinas de reciclagem de RCD?
14. Qual o volume mensal médio que sua empresa transporta?
15. Sua empresa possui algum terreno que é utilizado para deposição de resíduo de construção e demolição?
16. Em caso positivo, qual o objetivo desta área e ela possui licenciamento?
17. Tem alguma sugestão no que diz respeito à gestão dos resíduos de construção e demolição?

## **APÊNDICE 2 – Entrevista estruturada aplicada à Prefeitura Municipal de Passo Fundo-RS**

### **ENTREVISTA ESTRUTURADA – PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO-RS**

1. A Prefeitura Municipal fornece algum tipo de licença para as empresas coletoras de resíduos da construção civil (RCD) operar na cidade? Em caso positivo, qual é a licença e qual secretaria fornece?
2. Existe algum estudo de como implantar o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do município?
3. Qual o ponto mais crítico quando falamos em gerenciamento de resíduos como um todo?
4. Qual o número de veículos de que a prefeitura dispõe para realizar o recolhimento dos RCD? Qual a capacidade das caçambas para coleta e de que tipos são?
5. Qual o procedimento utilizado para recolhimento desses resíduos?
6. Qual o percentual do total de custos gasto com os seguintes itens:
  - \_ deslocamentos
  - \_ mão-de-obra
  - \_ administração
7. Quantas viagens, em média, são feitas por dia?
6. Onde é depositado o resíduo coletado? Quem é o proprietário da área?
7. Em média, qual a participação dos RCD no total de resíduos coletados?
8. Possui algum registro da quantidade de resíduos coletados nos anos anteriores?
9. Como e quanto é cobrado para o recolhimento do entulho?
10. Tem conhecimento de locais de deposição irregular de resíduos? Onde?
11. Qual sua opinião a respeito da implantação de usinas de reciclagem
12. Quem formulou o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de Passo Fundo-RS?
13. Por quem é composto o Conselho do Meio Ambiente do município?



### APÊNDICE 3 – Estimativa da geração de RCD

A presente pesquisa apresenta uma proposta de um modelo de gestão de resíduos da construção civil para o município de Passo Fundo-RS, fornecendo subsídios para a fase de implantação, a qual não foi abordada no presente estudo. Para isso foi realizada pesquisa visando levantar os locais de deposição regulares e irregulares dentro do perímetro urbano de Passo Fundo-RS. Foram identificados um local de deposição regular e dez irregulares. Também foram entrevistadas todas as empresas coletoras e transportadoras de RCD com registro na prefeitura municipal.

#### 1. Estimativa da geração de RCD

Em conformidade com as informações obtidas junto às empresas coletoras de RCD do município de Passo Fundo-RS, foi possível caracterizar os agentes coletores atuantes no município. No Quadro 1 estão apresentadas as questões respondidas pelas cinco empresas que atuam em Passo Fundo-RS. O questionário em sua íntegra encontra-se no Apêndice 1. Algumas questões não foram respondidas em sua totalidade por razões de sigilo profissional.

O Quadro 1 apresenta a síntese das respostas ao questionário aplicado às empresas coletoras e transportadores atuantes no município de Passo Fundo-RS.

Questões	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Empresa D	Empresa E
Possui licença na PMPF? Qual?	sim	sim	sim	Sim	sim
Qual a média de coletas de RCD /mês?	8	20	10	40	10
Onde é depositado o resíduo coletado?	Aterro da Pedreira	Aterro da Pedreira	Aterro da Pedreira	Aterro da Pedreira	Aterro da Pedreira
Dispõe de quantas caçambas para coleta de RCD?	22	-	-	-	-
Qual o volume transportado nas caçambas?	4m <sup>3</sup>	4m <sup>3</sup>	4m <sup>3</sup>	4m <sup>3</sup>	4m <sup>3</sup>

Quadro 1 – Resumo das respostas ao questionário aplicado às empresas coletoras e transportadores atuantes no município de Passo Fundo-RS.

A Tabela 1 apresenta-se a estimativa de resíduos de construção e demolição coletados, obtido a partir de dados fornecidos pelos responsáveis das empresas coletoras e que são depositados no Aterro da Pedreira.

Salienta-se que a informação que o responsável pelas empresas forneceu foi que todas as coletas de RCD realizadas pelas empresas coletoras e transportadoras são encaminhadas para o Aterro da Pedreira.

Tabela 1 - Estimativa mensal e anual de RCD das empresas coletoras de Passo Fundo-RS.

Discriminação	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Empresa D	Empresa E	Total
Número de coletas	8	20	10	40	10	88
Média mensal (m <sup>3</sup> ) *	32	80	40	160	40	352
Média anual (m <sup>3</sup> )	384	960	480	1920	480	4220

\* estimativa feita com referência ao volume das caçambas em 4m<sup>3</sup>.

No gráfico da Figura 1 apresenta-se a porcentagem das médias de viagens mensais realizadas pelas empresas coletoras na coleta e transporte dos resíduos de construção civil até o local de deposição habilitado.

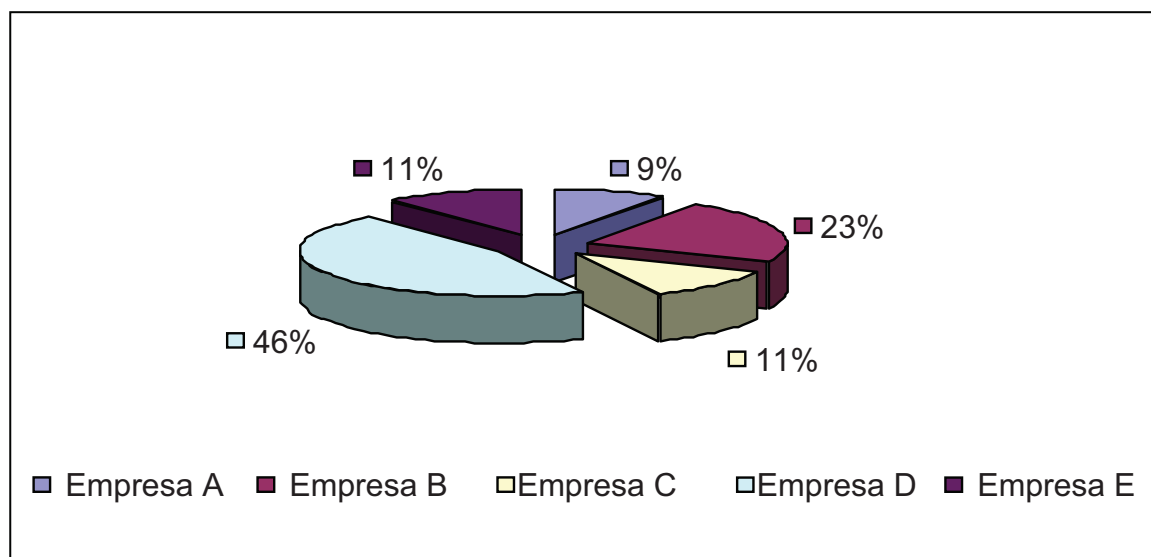


Figura 1 - Média de viagens mensais das empresas na coleta de RCD.

Com os dados do Quadro 1 obteve-se uma média geral de cargas de cada empresa que é de 17,6 cargas mensais de RCD que são transportadas para o Aterro da Pedreira; assim, pode-se calcular a média geral de cargas de todas as empresas pesquisadas, que é de 88 cargas mensais (Tabela 1).

Tendo por base o volume da caçamba de transporte de 4m<sup>3</sup>, em média, e o número médio de cargas, 88 cargas mensais, pode-se obter o volume mensal médio estimado de RCD, que é de 352 m<sup>3</sup>, que, multiplicado pelos 12 meses do ano, totaliza 4.224 m<sup>3</sup> de resíduos anualmente depositados no Aterro da Pedreira, único local autorizado para disposição regular. Calculando diariamente o Aterro da Pedreira recebe 13,50m<sup>3</sup> de resíduos de construção e demolição das empresas coletoras e transportadoras de RCD.

### 1.1 Coleta de informações no órgão municipal

A SMSU dispõe de quatro caminhões caçamba com capacidade para 5 m<sup>3</sup> cada caminhão, resultando em 20 m<sup>3</sup> por todos os caminhões, que, multiplicados pelas cinco viagens diárias, totaliza um volume de 100 m<sup>3</sup> de resíduos transportados até o Aterro da Pedreira.

O volume mencionado na entrevista é apresentado na Figura 2, que apresenta o percentual das quantidades de RCD, de terra e de podas depositados pela SMSU no Aterro da Pedreira, de acordo com informações obtidas na entrevista.

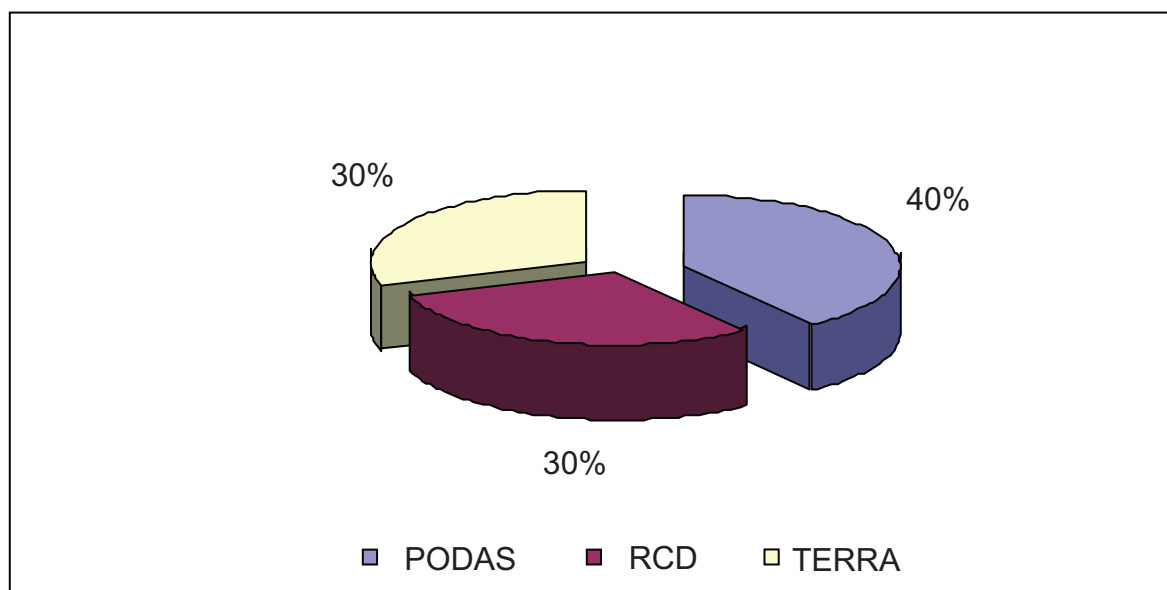


Figura 2 – Composição média das cargas provenientes da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos.

Portanto, será considerado somente o valor correspondente aos 30% de resíduo de construção e demolição que, de acordo com a SMSU, é de 30 m<sup>3</sup>.

### 1.2 Coleta de informações obtida a partir de pesquisa no Aterro da Pedreira

A Tabela 2 apresenta por empresa coletora e pela Secretaria Municipal de Serviços Urbanos.

Tabela 2 – Volume em m<sup>3</sup> depositado no Aterro da Pedreira pelas empresas coletoras de Passo Fundo-RS e pela SMSU nos meses de abril a setembro de 2006.

Mês 2006	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Empresa D	Empresa E	SMSU*	Total
Abril	28	266	164	52	52	780	1342
Maio	20	288	84	36	48	984	1460
Junho	20	**	32	40	**	990	1082
Julho	32	140	16	28	**	912	1128
Agosto	32	158	16	72	**	792	1070
Setembro	12	156	28	100	20	990	1306
<b>Total</b>	<b>144</b>	<b>1008</b>	<b>340</b>	<b>328</b>	<b>120</b>	<b>5448</b>	<b>7388</b>
<b>Média mensal</b>	<b>24</b>	<b>168</b>	<b>57</b>	<b>55</b>	<b>20</b>	<b>908</b>	<b>1231,3</b>
<b>Média diária</b>	<b>0,9</b>	<b>6,5</b>	<b>2,2</b>	<b>2,1</b>	<b>0,8</b>	<b>34,9</b>	<b>47,4</b>

\*SMSU - Secretaria Municipal de Serviços Urbanos

\*\* Não depositado.

Com os dados coletados foi possível calcular a média mensal de cada empresa e da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos de abril a setembro de 2006. A Figura 3 apresenta a média mensal desses seis meses do volume (m<sup>3</sup>) de resíduo de construção e demolição que é depositado no Aterro da Pedreira.

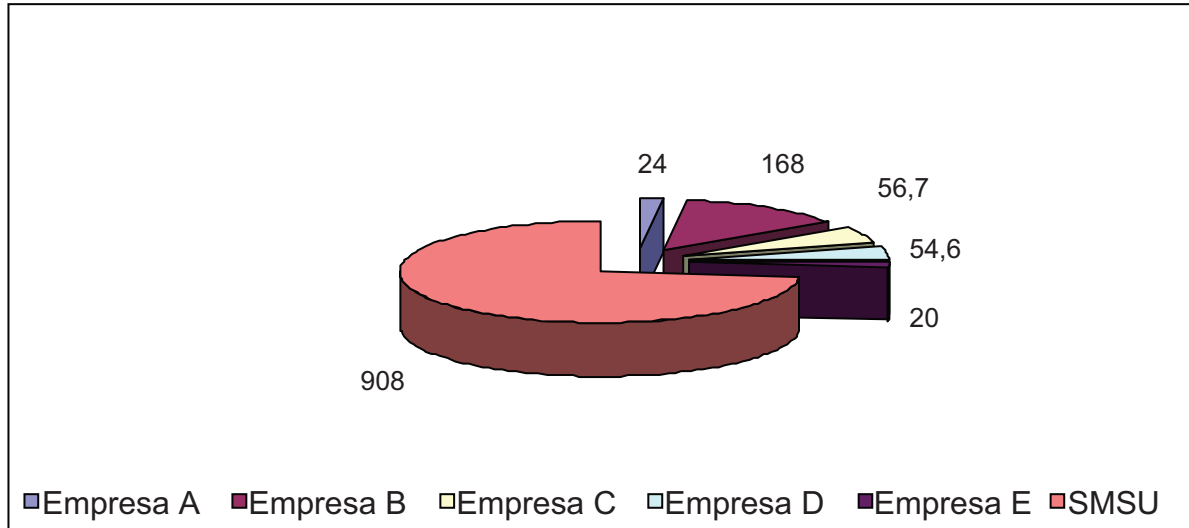


Figura 3 – Volume mensal médio de RCD depositado no Aterro da Pedreira por agente coletor.

Como o volume depositado pela Secretaria Municipal de Serviços Urbanos é considerável quando comparado aos das empresas coletoras, entende-se a relevância de apresentar os mesmos dados em percentuais (Figura 4).

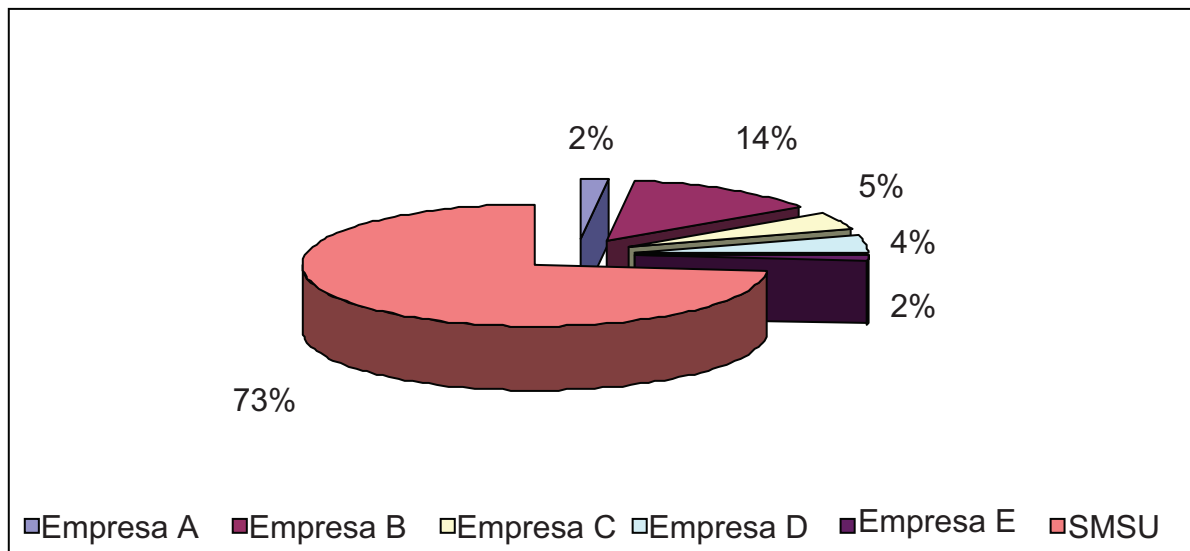


Figura 4 – Volume médio mensal, em percentagem, depositado no Aterro da Pedreira por agente coletor.

No cálculo somaram-se os valores da média mensal total da Tabela 2, que é de 1231,3 m<sup>3</sup>, e mais o dado da Figura 4, do volume médio mensal de RCD das empresas coletoras de 27%. Com essas informações foi possível calcular o volume médio mensal, obtendo-se um valor de 332,45m<sup>3</sup> de resíduo de construção e demolição depositado no Aterro da Pedreira pelas empresas coletoras de Passo Fundo-RS. Para obter-se o volume diário médio,

considerando que o mês possui vinte e seis dias úteis para coleta de resíduos, conclui-se que é de 12,78m<sup>3</sup>.

Para o cálculo foi desconsiderado o resíduo depositado pela SMSU, pois o conteúdo das cargas que são transportadas ao Aterro da Pedreira, é composto por podas (40%), terra (30%) e resíduos (30%). Para obter uma amostra mais homogênea para o cálculo utilizaram-se somente as empresas depositantes. Os 30% (Figura 3) de RCD correspondente ao resíduo depositado pela SMSU no Aterro da Pedreira e representam 369,39 m<sup>3</sup> do material. Esse volume equivale a 21,9% do total transportado. Com esses dados obtidos através da pesquisa descrita, pode-se afirmar que, o volume médio mensal total depositado no Aterro da Pedreira é de 701,84 m<sup>3</sup> de resíduos de construção e demolição.

O Quadro 2 apresenta o volume mensal médio de RCD obtido nas fontes de pesquisa a partir do diagnóstico realizado.

<b>Fonte Período</b>	<b>Pesquisa no Aterro da Pedreira</b>	<b>Entrevista em empresas coletoras</b>	<b>SMSU</b>
Volume diário médio estimado de RCD	12,79 m <sup>3</sup>	13,50 m <sup>3</sup>	30 m <sup>3</sup>
Volume mensal médio estimado de RCD	332,45 m <sup>3</sup>	352 m <sup>3</sup>	272,40 m <sup>3</sup>
Volume anual médio estimado de RCD	3.989,40 m <sup>3</sup>	4.224 m <sup>3</sup>	3.268,80 m <sup>3</sup>

Quadro 2 – Comparativo do volume mensal médio de RCD

Em relação à Secretaria Municipal de Serviços Urbanos é depositada mensalmente no Aterro da Pedreira a composição apresentada no Quadro 3.

<b>SMSU</b>	<b>RCD</b>	<b>Terra</b>	<b>Podas</b>
Volume mensal médio de resíduos de construção e podas	272,40 m <sup>3</sup>	272,40 m <sup>3</sup>	363,20 m <sup>3</sup>

Quadro 3 – Volume mensal médio de resíduos de construção e demolição, terra e podas da SMSU-PF.

**ANEXO**



## **ANEXO 1 – Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do Município de Passo Fundo-RS**

### **Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do Município de Passo Fundo-RS**

A cadeia da construção civil é responsável por uma parcela considerável na geração de resíduos gerados pela sociedade moderna devido aos desperdícios provocados nas obras, que vão para as encostas de rios, ameaçam áreas de proteção ambiental, invadem pistas, provocam bota-foras em terrenos baldios, geram entupimentos de galerias, enchentes, degradação de áreas urbanas e afetam a qualidade de vida da sociedade. As soluções usadas pelo poder público para esses problemas sempre foram os aterros ou os lixões, com vários inconvenientes ambientais, tornando-se cada vez mais caros pela crescente escassez de espaço. Além disso, a simples disposição do entulho em aterros significa desperdício de um material que pode ter um destino mais nobre com sua reutilização e reciclagem.

Procura-se com a regulamentação a implementação de diretrizes que objetivem a minimização do descarte em locais inadequados e a redução do volume de aterros através da reciclagem da maior quantidade possível, contribuindo para a redução dos impactos ambientais gerados na atividade. A reciclagem é a melhor forma conhecida de redução desses volumes e, se não existirem atualmente condições técnicas/econômicas que viabilizem a execução do processo de reciclagem, deve-se procurar dispor os resíduos de maneira que possam ser trabalhados quando a viabilidade se apresentar. Haverá um momento em que os investimentos a realizar para a reciclagem do entulho serão significativamente menores que os prejuízos econômicos e ambientais causados. A implantação da reciclagem promove o desenvolvimento econômico social sustentável, com a geração de emprego e renda.

A gestão integrada dos resíduos da construção civil deve proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental.

#### **1.1 Definições**

- a) Agregado reciclado: é o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos da construção que apresente características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infra-estrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia;
- b) Áreas de destinação de resíduos: são áreas destinadas ao beneficiamento ou à disposição final dos resíduos;
- c) 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 à preservação 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;
- d) Beneficiamento: é o ato de submeter um resíduo a operação e/ou processos que tenham por objetivo datá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria-prima ou produto;
- e) Geradores: são pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos como da construção civil;

- f) 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;
- g) Pequenos geradores: são geradores que produzem até meio metro cúbico de resíduo da construção civil por dia, até o limite de oito metros cúbicos por mês;
- h) Reutilização: é o processo de reaplicação de um resíduo sem transformação;
- i) Reciclagem: é o processo de reaproveitamento de um resíduo após ter sido submetido à transformação;
- j) Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras da 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;
- k) Resíduo da construção civil Classe A: são só 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 terraplenagem; 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;
- l) Resíduo da construção civil Classe B: são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plástico, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;
- m) Resíduo da construção civil Classe C: são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como produtos oriundos de gesso;
- n) Resíduo da construção civil Classe D: são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção (tintas, solventes, óleos e outros) ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros;
- o) Transportadores: são as pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação.

## 1.2. Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

### a) Diretrizes técnicas e procedimentos

Será incentivada, como objetivo prioritário, a não-geração de resíduo e, secundariamente, a redução da geração de resíduos pela racionalização dos processos que geram resíduos, reutilização e reciclagem no próprio local de produção.

As áreas licenciadas para o recebimento do entulho devem estar localizadas em locais de fácil acesso ao pequeno gerador, e, existindo necessidade, podem-se eleger locais para a disposição provisória do entulho pelo pequeno gerador, que será removido periodicamente pelo Executivo municipal para o local de disposição definitiva.

Os resíduos da construção civil deverão ser destinados das seguintes formas: 1) 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 *in natura* e/ou reciclagem futura; 2) 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; 3) Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas; 4) Classe D: deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

**b) Cadastramento e licenciamento de áreas para recebimento de resíduos**

Será procedido pelos geradores, até a data-limite de 02/06/2004, o licenciamento ambiental de uma área apta ao recebimento, triagem e disposição de resíduos da construção civil para atender o município de Passo Fundo durante, pelo menos, três anos.

A partir do licenciamento ambiental de uma área para receber o resíduo, os geradores devem promover estudos que indiquem e viabilizem outras áreas aptas ao recebimento de entulho e encaminhar o licenciamento antes do esgotamento das áreas em utilização, para que o processo tenha sempre continuidade.

**c) Adequação da legislação municipal sobre a proibição de disposição de resíduos em áreas não licenciadas**

O Executivo Municipal proporá legislação específica que proíba a disposição de resíduos sólidos da construção civil em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de “bota-fora”, em encostas, corpos de águas, lotes vagos, em áreas protegidas por lei e em áreas não licenciadas ou sem autorização do órgão licenciador competente, de tal maneira que se coíba a disposição irregular e se regule e incentive a utilização *in natura* do resíduo.

**d) Ações de incentivo do uso dos materiais reciclados**

Divulgação das aplicações de materiais reutilizáveis ou reciclados, apontando a vantagem econômica na execução da reciclagem na própria obra.

Criação de uma Bolsa de Procura e Oferta de Aterros e Entulhos.

Será incumbência do Executivo Municipal, por intermédio da Secretaria do Meio Ambiente, a organização de evento, de periodicidade anual, para a discussão da problemática da geração, acondicionamento, transporte, reciclagem e disposição final do entulho gerado no município de Passo Fundo.

**e) Critérios para o cadastramento de transportadores**

Os transportadores devem cadastrar-se na SMAM através do preenchimento de uma ficha cadastro, por exemplo, e os pequenos transportadores (até 20 m<sup>3</sup>/mês) podem transportar entulho e dispor sem custo nas áreas licenciadas.

Os grandes transportadores, pessoas jurídicas, devem obter licenciamento ambiental e alvará de funcionamento.

**f) Ações de orientação, fiscalização e controle.**

As ações de orientação, fiscalização e controle dos transportadores, disciplinando métodos e procedimentos em relação às áreas licenciadas, serão executadas pelo Executivo Municipal, por intermédio da Secretaria do Meio Ambiente.

**g) Ações educativas visando a redução de resíduos**

Os geradores devem promover campanhas de esclarecimento sobre os benefícios econômicos e ambientais da racionalização de uso dos materiais e reutilização dos resíduos na própria obra e, ainda, quanto às características e peculiaridades desses resíduos, de tal forma que se facilite a eventual reciclagem e se coíba a colocação de lixo doméstico nas caçambas que recolhem entulho.

#### **h) Diretrizes técnicas e procedimentos para os pequenos geradores**

O pequeno gerador será incentivado a dispor o resíduo sólido da construção civil nas áreas licenciadas e poderá fazê-lo custo.

### **1.3. Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**

Os geradores deverão apresentar projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de empreendimentos e atividades geradoras de resíduos tipificados como de construção civil, contemplando locais para armazenamento do entulho no local de geração e o transporte do material, a partir da data-limite de 02/01/2005, os quais deverão estar licenciados pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente e de acordo com o que estabelece a resolução Conama nº 307/02, sendo exigíveis por ocasião do requerimento e/ou renovação do Alvará de Localização e Funcionamento.

Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverão contemplar as seguintes etapas:

- 1) caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;
- 2) triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para esta finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas nas definições;
- 3) 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 reciclagem;
- 4) transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;
- 5) destinação: deverá ser prevista de acordo com o disposto no presente Plano Integrado de Gerenciamento.

### **1.4 Definições dos agentes envolvidos e suas responsabilidades**

Pode-se citar como os agentes envolvidos no Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do Município de Passo Fundo-RS (Anexo 1) os geradores de resíduos, Prestadores de serviços, como o transportador, o proprietário da área que a cede para o recebimento de RCD e o poder público.

Como exemplo do Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil de Belo Horizonte, as responsabilidades do gerador de resíduos é gerenciar os resíduos de construção e demolição a partir de sua geração até o momento de sua destinação final, adotando métodos e técnicas que estejam de acordo com a legislação vigente. No caso das responsabilidades do transportador, deve cumprir as determinações normativas que disciplinam os procedimentos e operações do processo de gerenciamento de resíduos sólidos e de RCD. Já do cedente de área para recebimento de inertes, a responsabilidade também é cumprir as determinações normativas que disciplinam os procedimentos e operações de aterros de inertes e seu controle ambiental. O poder público tem como responsabilidades normalizar, orientar, controlar e fiscalizar a conformidade da execução dos processos de gerenciamento do Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil. Compete-lhe, também, equacionar soluções e adotar medidas para estruturação da rede de áreas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes de resíduos de obra civil para posterior destinação às áreas de beneficiamento (SINDUSCON-MG,2005).

### 1.5 Apontamento das diretrizes

No Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil devem constar o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC), os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) e vários outros procedimentos necessários para o bom funcionamento, como também para sua continuidade. Na seqüência são apresentadas as diretrizes que devem ser seguidas:

- Construir os procedimentos do PMGRCC;
- Realizar os PGRCC;
- Licenciatar as áreas de beneficiamento e de disposição final de resíduos;
- Proibir a disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;
- Cadastrar áreas possíveis de recebimento, triagem e armazenamento, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento;
- Incentivar a reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;
- Definir critérios para o cadastramento de empresas coletoras;
- Realizar ações de orientação e educação ambiental para os agentes envolvidos;
- Realizar ações de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;
- Realizar ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação.