

**UNIVERSIDADE DE RIBEIRÃO PRETO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, NATURAIS E TECNOLÓGICAS**  
**Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental**

**DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO**  
**PARA ELABORAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DA GESTÃO INTEGRADA**  
**NO MUNICÍPIO DE PATROCÍNIO - MG**



*Hilda Beatriz de Queiroz Elias*

*Ribeirão Preto*  
*2006*

**Hilda Beatriz de Queiroz Elias**

**Diagnóstico dos Resíduos de Construção e Demolição para  
Elaboração e Implantação da Gestão Integrada dos RCD no  
Município de Patrocínio - MG**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Tecnologia Ambiental da Universidade de Ribeirão Preto para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Pisani Júnior

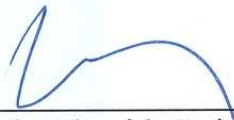
**RIBEIRÃO PRETO  
2006**

**Hilda Beatriz de Queiroz Elias**

**Diagnóstico dos Resíduos de Construção e Demolição para  
Elaboração e Implantação da Gestão Integrada dos RCD no  
Município de Patrocínio - MG**

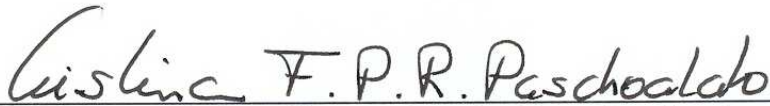
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Tecnologia Ambiental da Universidade de Ribeirão Preto para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia Ambiental.

**BANCA EXAMINADORA**




---

Wellington Cyro de Almeida Leite  
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho



---

Profª Drª Cristina Filomena Pereira Rosa Paschoalato  
Universidade de Ribeirão Preto



---

Prof. Dr. Reinaldo Pisani Júnior – Orientador  
Universidade de Ribeirão Preto

**Ribeirão Preto  
2006**

*Dedico a Deus,  
que me proporcionou  
chegar a esta importante etapa  
de minha vida...*

## **AGRADECIMENTO**

É inegável que a cada conquista que fazemos, há também o esforço de outros para que possamos alcançar nossos objetivos.

A Deus pela fé, força, perseverança e por estar presente em todos os momentos na minha vida.

Aos meus pais, Elias e Marta, pela compreensão dos momentos distantes, pela ajuda, dando-me ânimo, incentivo para prosseguir.

Aos meus irmãos, Níkolás, Greyce e Frederico e aos meus avós, Jorge e Hilda, que sempre me incentivaram a lutar por meus objetivos. A atenção e preocupação incansável dispensada a mim.

Ao Fábio, que comigo se alegrou, padeceu, vibrou e lutou para este trabalho apresentar-se como está. Ensinando-me a definir os objetivos e alcançá-los.

Ao orientador Professor Doutor Reinaldo Pisani Júnior, a quem devo o início desta caminhada e imprescindível assistência durante todo o trabalho.

À Prof<sup>a</sup> Dra. Cristina Paschoalato pelo cuidado, atenção e estímulo durante todo o tempo em que estive aqui, minha eterna gratidão.

Ao colega, José da Costa Marques Neto, pela atenção, pelas conversas no CRHEA e acima de tudo, pelo auxílio durante esta jornada.

Deste modo agradeço a todos que participaram para a realização deste meu trabalho em especial as empresas coletoras de RCD de Patrocínio pelo fornecimento de dados para a realização deste

A Prefeitura Municipal de Patrocínio, com atenção especial a Secretaria de Obras e a Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente, em nome dos secretários Ronaldo Correa e Lúcia Mara por me proporcionar o acesso aos dados requeridos.

A todos que contribuíram de alguma forma para o desenvolvimento deste trabalho, meu “Muito Obrigado”.

## RESUMO

O gerenciamento inadequado dos resíduos de construção e demolição acarreta em elevados custos devido às grandes quantidades geradas. O diagnóstico envolveu um estudo de caso com o levantamento das informações referentes aos resíduos sólidos, Resíduos de Construção e Demolição, a saber: composição gravimétrica dos resíduos; quantidade gerada no município; taxa de geração (com base na metragem,  $TG_a$  e *per capita*,  $TG_p$ ) e a identificação dos locais de disposição atuais. Na revisão da bibliografia, demonstrou-se que o tema RCD é recente. Sua abordagem enfoca, em sua maioria, estudos de viabilidade técnica do uso dos RCD para diversas aplicações e alternativas de produtos a serem utilizados. Observou-se, porém, a carência de trabalhos que discutem o gerenciamento dos resíduos e a reciclagem. O diagnóstico do panorama dos RCD do município de Patrocínio-MG é instrumento basilar à elaboração e implementação da Gestão Integrada dos RCD. A metodologia de caracterização levantou aspectos da geração, composição, manejo e disposição final, que puderam ser sistematizados por planilhas eletrônicas. O estudo se iniciou com uma pesquisa bibliográfica, a fim de conhecer e identificar as melhores contribuições técnicas e científicas a respeito dos RCD, sua caracterização, problemas gerados, localização das áreas de disposição, o impacto sob o meio, normas, leis, decretos resoluções que delimitam o gerenciamento dos resíduos sólidos. A descrição dos aspectos básicos do município, caracterização quantitativa e qualitativa dos RCD forneceu a dimensão da sua geração, origem da matéria-prima, composição percentual dos materiais componentes, mapeamento das áreas de deposição clandestina no município e das áreas autorizadas pela Prefeitura de Patrocínio. A composição do RCD verificou a presença de 39% de concretos e argamassas, que são passíveis de reciclagem, e a relação massa/volume de  $0,95 \text{ t/m}^3$ . Desta forma, o volume gerado é de  $51,3 \text{ m}^3/\text{dia}$  e a massa descartada é  $48,76 \text{ t/dia}$ . O estudo das áreas licenciadas apresentou que 54% do volume gerado são provenientes de construções em reforma e a taxa de geração por área construída é de  $151,3 \text{ kg/m}^2$ , valor próximo ao da literatura. O mapeamento das áreas de descarte destacou 22 pontos, sendo a maioria às margens do Córrego Rangel e seus afluentes, às margens das rodovias MG230 e BR365 e nas áreas com alta declividade. Portanto, a manipulação desses dados gerou uma taxa de geração per capita de RCD de  $0,60 \text{ kg/hab. dia}$ .

**Palavra-chave:** resíduo da construção civil; resíduo de construção e demolição; diagnóstico; gerenciamento integrado

## SUMÁRIO

### RESUMO

### ABSTRACT

### SUMÁRIO

### LISTA DE FIGURAS

### LISTA DE TABELAS

### LISTA DE QUADROS

### LISTA DE EQUAÇÕES

### LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	14
<b>1.1</b>	<b>OBJETIVOS</b>	16
1.1.1	Objetivos Gerais	16
1.1.2	Objetivos Específicos	16
1.2	Justificativa	17
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	18
2.1	Desenvolvimento e Construção Sustentável	18
2.1.1	Agenda 21 e Construção Sustentável	19
2.2	Resíduos Sólidos	21
2.2.1	Resíduos de Construção e Demolição – Definição, Origem e Caracterização	24
2.2.2	Composição Química e Caracterização	25
2.2.3	Origem, Geração, Perdas e Disposição Final	28
2.2.4	Requisitos Legais	32
2.2.5	Métodos de Caracterização	34
2.2.5.1	Identificação dos agentes envolvidos na geração, transporte e recepção de RCD	35
2.2.5.2	Estimativa da quantidade de RCD gerada no município	37
2.3	Reciclagem	43
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	48
3.1	Indicadores Básicos do Município	49
3.2	Identificação da Origem da Matéria-Prima	49
3.3	Geração de RCD	49
3.3.1	Cálculo da Geração de RCD pelos parâmetros Áreas Licenciadas	50

3.3.2	Cálculo do Movimento de Cargas das Empresas Coletoras	50
3.3.3	Provável Geração Total de RCD e Geração Per Capita do Município	51
3.4	Composição dos RCD	52
3.5	Coleta e Transporte	53
3.6	Disposição Final dos RCD	53
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>54</b>
4.1	Indicadores Básicos do Município de Patrocínio	54
4.2	Identificação da Origem da Matéria-Prima	56
4.3	Geração de RCD no Município	56
4.4	Cálculo da Geração de RCD pelos Parâmetros Áreas Licenciadas	57
4.5	Cálculo do Volume de RCD por Movimento de Cargas das Empresas Coletoras	60
4.6	Composição dos RCD	63
4.7	Característica da Situação Atual das Áreas de Descarte de RCD	66
4.8	Resumo das Áreas de Descarte de RCD no Perímetro Urbano	68
<b>5</b>	<b>PROPOSTA DE INTERVENÇÃO</b>	<b>82</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>83</b>
<b>7</b>	<b>PROPOSTA PARA ESTUDOS FUTUROS</b>	<b>85</b>
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>86</b>
	<b>APÊNDICE</b>	<b>90</b>
	<b>ANEXO</b>	<b>102</b>



## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Diagrama de blocos do gerenciamento dos RCD	47
Figura 4.1	Município de Patrocínio	56
Figura 4.2	Pontos de disposição inadequada de RCD	69
Figura 4.3	Av. Manuel Nunes. Bairro Cidade Jardim	70
Figura 4.4	Rua Heloísa Capuano. Bairro São Lucas	71
Figura 4.5	Rua Major Tobias. Bairro Cidade Jardim	72
Figura 4.6	Rua Sebastião Horácio Teixeira. Bairro Cruzeiro da Serra, às margens da Rodovia BR 365	73
Figura 4.7	Rua 44. Bairro Olímpio Nunes	74
Figura 4.8	Av. Rússia. Bairro Nações	75
Figura 4.9	Rua Tadao Nobuyasu. Bairro Morada Nova	76
Figura 4.10	Rua Alameda dos Eucaliptos. Área de Preservação Permanente do Córrego Rangel	76
Figura 4.11	Rua Joaquim Constantino. Bairro São Lucas	77
Figura 4.12	Rua Camilo Augusto de Andrade. Bairro Cidade Jardim	78
Figura 4.13	Av. José Armando de Queiroz. Bairro São Vicente	79
Figura 4.14	Rua Governador Valadares. Bairro São Vicente	80

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Composição gravimétrica do entulho de diversas regiões ou país	26
Tabela 2.2	Estimativa da quantidade do entulho produzido no país e no exterior	27
Tabela 2.3	Participação dos resíduos de construção no total dos resíduos sólidos urbanos	28
Tabela 2.4	Comparação de resultados de pesquisas de perdas de materiais	30
Tabela 2.5	Índice de perdas verificadas na construção de um edifício	31
Tabela 2.6	Disposição irregular e número de bota-foras identificados em alguns municípios	36
Tabela 2.7	Condições de geração de RCD	42
Tabela 4.1	Áreas licenciadas para construções novas, áreas a demolir e áreas a ser incluída em edificações já existente	58
Tabela 4.2	Aprovação de projetos no município Patrocínio-MG	58
Tabela 4.3	Geração estimada de RCD por áreas licenciadas em Patrocínio a partir da taxa de Marques Neto (2005)	59
Tabela 4.4	Geração estimada de RCD por áreas licenciadas em Patrocínio a partir da taxa de Pinto (1999)	59
Tabela 4.5	Empresas coletoras em Patrocínio e atuantes com poliguindaste	60
Tabela 4.6	Volume estimado de RCD removido pelas empresas coletoras nos meses de setembro a dezembro de 2005	61
Tabela 4.7	Geração da estimativa de RCD por movimento de carga das empresas coletoras	62
Tabela 4.8	Número de viagens em função do tipo de obras e empresas coletoras	62
Tabela 4.9	Massa dos Materiais caracterizados no estudo	65
Tabela 4.10	Registro dos locais de disposição de RCD em Patrocínio	68

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1	Resumo dos problemas e desafios da Agenda 21 para a construção civil	20
Quadro 2.1	Fontes e causas de ocorrências de resíduos de construção	29
Quadro 2.2	Classificação dos RCD pela Resolução CONAMA 307/02	34
Quadro 2.3	Características gerais dos bota-foras existentes	36

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Indicador de Resíduos em novas construções, na equação 2.1
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Art	Artigo
B	Total de resíduos (t/ano), na equação 2.2
C	Média anual da área total aprovada (m <sup>2</sup> ), na equação 2.3
CIB	Construction Industry Building
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
D	Área total aprovada (m <sup>2</sup> ), na equação 2.3
DD	Difícilmente degradáveis
E	Período analisado (anos), na equação 2.3
F	Indicador dos Resíduos em reformas, ampliações e demolições (t/dia), na equação 2.4
FD	Facilmente degradáveis
FINEP	Financiadora de Estudos e Pesquisa
G	Massa total transportada (t/mês), na equação 2.4
°C	Grau Celsius
H	Número de viagens em reformas, ampliações e demolições, na equação 2.4
I	Indicador dos resíduos em deposições irregulares, t/dia, na equação 2.5
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
I&T	Informações e Técnicas em Construção civil
J	Massa de resíduos de construção transportada (t/mês), na equação 2.6
kg	Quilograma
K	Carga típica é a massa transportada por viagem (t/viagem), na equação 2.6
L	Número de viagens mensais, na equação 2.6
M	Número de viagens exclusivas com resíduos de construção (%), na equação 2.6
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
MD	Moderadamente degradáveis

MG	Minas Gerais
N	Indicador de resíduos em novas edificações (t/dia), na equação 2.8
ND	Não degradáveis
NBR	Normas Brasileiras de Regulamentação
O	Indicador dos resíduos em reformas, ampliações e demolições (t/dia), na equação 2.8
P	Indicador dos resíduos em deposições irregulares (t/dia), na equação 2.8
%	Porcentagem
Q	Estimativa de geração de RCD (t/dia), na equação 2.7
R	População atual (mil habitantes), aplicada a taxa de crescimento anual médio, na equação 2.7
RCD	Resíduo da Construção e Demolição
S	S é a taxa de geração per capita (t/ano por hab.), na equação 2.7
SLU	Sistema de Limpeza Urbana
t	Tonelada
TG <sub>a</sub>	Taxa de geração baseada na área licenciada
TG <sub>p</sub>	Taxa de geração per capita (kg/m <sup>2</sup> hab)

## 1 INTRODUÇÃO

O Resíduo de Construção e Demolição, RCD, uma montanha diária de resíduos formada por argamassa, areia, cerâmicas, concretos, madeira, metais, papéis, plásticos, pedras, tijolos, tintas, matéria orgânica, etc., tornou-se um sério problema nas cidades brasileiras.

A consolidação oficial da preocupação de diversos governos com o sério problema do destino final dos resíduos sólidos adequados, ocorre na Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente, realizada no Rio de Janeiro em 1992, ECO 92, com a dedicação de alguns capítulos (20, 21, 22) sobre as “diretrizes para o gerenciamento dos resíduos sólidos de forma compatível com a preservação ambiental” (MMA, 1992).

Segundo a HABITARE, Programa de Tecnologia de Habitação da FINEP Financiadora de Estudos e Projetos, o RCD representa 40 a 60% da massa de resíduos sólidos urbano nas grandes cidades. Uma parcela desses resíduos é espalhada em áreas clandestinas junto aos leitos de córregos e rios, o que gera poeira em suspensão, além de conter substâncias tóxicas das tintas.

O Brasil, historicamente, emprega um modelo desenvolvimentista que cresce economicamente, desde a metade do século XIX, sem a devida preocupação com o meio ambiente. O excesso de consumo e desperdício geram um grande volume de resíduos, cujo destino final é de responsabilidade do gerador. Normalmente, as áreas escolhidas para a disposição correta desses resíduos devem se localizar o mais distante possível dos centros urbanos para evitar proliferação de vetores e ação de catadores.

A preocupação de parte da sociedade brasileira em relação à quantidade gerada de RCD diariamente e com os problemas causados em decorrência da disposição indevida, é quase irrisória. O poder público e o setor da construção civil parecem não estabelecer prioridades para o gerenciamento dos RCD. Contudo, esses resíduos são provenientes de uma

atividade fundamental para o desenvolvimento econômico e para suprir as necessidades básicas, como moradia, saneamento e infra-estrutura básica (COSTA, 2003).

O gerenciamento adequado dos resíduos de construção e demolição acarreta em elevados custos devido às grandes quantidades geradas. Em algumas cidades esse problema é ainda maior em função da falta de áreas ambientalmente adequadas para a disposição final.

Dentro deste contexto, é fundamental a realização de um diagnóstico com base nos conhecimentos disponíveis sobre os Resíduos de Construção de Demolição, assim é importante identificar e analisar os problemas, impactos oriundos dessa dinâmica e nortear o poder público na elaboração e implantação da gestão integrada dos RCD, em congruência com a Resolução CONAMA 307/2002.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivos Gerais**

Este trabalho visa diagnosticar a situação dos resíduos de construção e demolição no município de Patrocínio no Estado de Minas Gerais, segundo a Resolução CONAMA 307/2002.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

O diagnóstico envolve um estudo de caso com o levantamento das informações referentes aos resíduos sólidos, Resíduos de Construção e Demolição, a saber: composição gravimétrica dos resíduos; quantidade gerada no município; taxa de geração (com base na metragem,  $TG_a$  e *per capita*,  $TG_p$ ) e a identificação dos locais de disposição atuais.



## 1.2 Justificativa

A principal justificativa e relevância deste trabalho é o aspecto ambiental, a alta produção de resíduos e a disposição inadequada acarretam sérios problemas ao meio ambiente, como doenças, exploração dos recursos naturais, carências de locais para disposição, poluição do ar, água e solo, obstrução de vias de tráfego, porém, estes resíduos podem reduzir o custo de obras e contribuir para economia local. Este tema engloba recursos naturais e os setores econômico, social, cultural, saúde.

Na revisão da bibliografia, demonstra-se que o tema RCD é recente. A abordagem é especialmente destinada a estudos de viabilidade técnica do uso dos RCD para as diversas aplicações, alternativas de produtos a serem utilizados, dentre outros. Observa-se, porém, a carência de trabalhos que discutem gerenciamento dos resíduos e a reciclagem.

Esses estudos contribuem com as municipalidades, “tomadores” de decisão e empresários, na elaboração de planos e programas de gerenciamento de resíduos e reciclagem, que contemplem à realidade local, considerando as características regionais.

Dentro deste contexto, compreende-se a importância da geração de dados e informação que possam nortear o poder público para elaborar e implantar a gestão integrada dos RCD vigorando a Resolução CONAMA 307, 5 de junho de 2002.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A industrialização, o crescimento populacional, o aumento do número de pessoas em centros urbanos e a diversificação do consumo de bens e serviços contribuíram para um gerenciamento oneroso e complexo dos resíduos de construção e demolição principalmente após 1980 (ZORDAN, 2002).

### **2.1 Desenvolvimento e Construção Sustentável**

A revolução industrial originou a sociedade industrial. O desenvolvimento possui significado de transformação da natureza a fim de melhorar a qualidade de vida de uma parcela da população beneficiada. A função da construção civil é transformar o ambiente natural em ambiente construído, adequado ao desenvolvimento das diferentes atividades (JOHN, 2000).

Segundo o autor, a percepção das implicações ambientais revela os efeitos adversos das alterações descontroladas do meio ambiente sobre a vida humana. Ressalta-se, que a atividade da construção civil não possui controle, exceto no que toca ao ruído, porém o início da preocupação ambiental como resultado desta atividade, foi resultado da crise de energia na década de 70, que estimulou os países de clima frio a regulamentar as tecnologias construtivas de forma a permitir uma redução no consumo energético na fase de uso dos edifícios.

A conferência sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente das Nações Unidas (Rio 92) consolida através da AGENDA 21 a visão de que desenvolvimento sustentável não apenas demanda a preservação dos recursos naturais de maneira a garantir para as gerações futuras em iguais condições de desenvolvimento, igualdade entre gerações, mas, outrossim, uma maior equidade no acesso aos benefícios do desenvolvimento, igualdade intra-geração

(JOHN, 2000; MMA, 1992).

Segundo a MMA (1992), a meta de desenvolvimento sustentável exigirá ações coordenadas tanto no nível macro (global, regional, nacional, local e empresarial), quanto no nível micro (empresas e consumidores individuais). Com o objetivo de alcançar o proposto, deverá haver mudanças tecnológicas, institucionais, na exploração de recursos naturais e aprimorar o relacionamento entre nações e na cultura. Portanto, é imprescindível participação social multidisciplinar, no processo de mudanças culturais, educação ambiental e visão sistêmica (COSTA, 2003; ÂNGULO, 2000; JOHN, 2000;).

A Construção Sustentável é uma forma para que a indústria de construção alcance o desenvolvimento sustentável dos pontos de vista ambiental, socioeconômico e cultural.

Vásquez (2001, *apud* Althelman, 2002) expõe que a Construção Sustentável baseia-se “na prevenção e redução dos resíduos pelo desenvolvimento de tecnologias limpas, no uso de materiais recicláveis ou reutilizáveis, no uso dos resíduos como materiais secundários e na coleta e deposição inerte. Portanto, devem ser tomadas medidas que transformem as correntes de resíduos em recursos reutilizáveis”.

Segundo, relatório do CIB, a indústria de construção e o ambiente construído são dois elementos-chave a serem considerados quando se busca o desenvolvimento sustentável em uma sociedade, pois a cadeia produtiva da construção civil é uma das maiores da economia, principal consumidora de matérias-primas, uma das maiores geradoras de resíduos, possui enorme impacto ambiental e colabora significativamente na poluição ambiental (COSTA, 2003; JOHN, 2000).

### **2.1.1 Agenda 21 e Construção Sustentável**

Agenda 21 é um documento que apresenta práticas, programas, dificuldades a serem

almeçadas ao alcance do desenvolvimento sustentável, inclusive na indústria da construção civil, a fim de responder as “pressões” de regulamentação e da sociedade. A participação de representantes de vários países desenvolveu o documento denominado Agenda 21 para o Setor de Construção. Esta seção descreve as ações e iniciativas voltadas para o desenvolvimento sustentável na indústria de construção civil (MORAIS, 2006).

O objetivo da Agenda 21 foi permitir às empresas comparar visões e percepções de desenvolvimento sustentável e avaliar o futuro de setor de construção. Outra proposta é servir de manual para a construção sustentável para as empresas do setor, que queiram desenvolver sua própria agenda e, dessa forma, diferenciar sua organização.

O Quadro 2.1 resume os principais problemas e desafios para a construção sustentável, detalhados na Agenda 21.

Quadro 2.1 Resumo dos problemas e desafios da Agenda 21 para a construção civil

<b>Ações e desafios para o setor de construção</b>	<b>Conteúdo</b>
<b>Gerenciamento e Organização</b>	Melhorar o projeto de processos; Melhoria dos padrões ambientais da indústria de construção; Reengenharia do processo construtivo; A penetração de novas tecnologias definirá um novo conceito de edificação; Melhorar o desempenho de todos os participantes do processo, uso de ferramentas da qualidade, tecnologia da informação; Promover o treinamento em multitarefas; Incorporar a sustentabilidade no processo de tomada de decisão; Educação e treinamento do grupo de atores do setor; Garantir a completa aceitação do público do conceito de sustentabilidade via projetos demonstrativos e campanhas de informação; Promover o uso de selos ambientais, certificação e padrões ambientais.
<b>Aspectos de edifícios e produtos de construção</b>	Análise do desempenho ambiental das edificações; Melhoria da qualidade do ar interno das edificações; Reduzir a quantidade de materiais e energia durante a fabricação dos produtos; Diminuir as emissões dos produtos; Reparar e reciclar; Uso da ferramenta avaliação do ciclo de vida do produto; Padronização dos métodos para avaliar a qualidade ambiental das edificações;

Quadro 2.1 Resumo dos problemas e desafios da Agenda 21 para a construção civil (continuação)

<b>Ações e desafios para o setor de construção</b>	<b>Conteúdo</b>
	Utilizar materiais reciclados ou fabricados com recursos renováveis. Padronização e modularização de componentes; Melhorar a logística para a reciclagem de ciclos fechados; Utilizar a ferramenta de análise de ciclo de vida;
<b>Consumo de recursos</b>	Reduzir a demanda de energia nos processos e durante a vida da edificação; Uso de novas tecnologias para diminuir energia em novos edifícios e no estoque atual. Uso de recursos renováveis e materiais reciclados; Seleção de materiais na fase de construção; Uso eficiente da terra; Projetar para longa vida de serviço; Adaptação/conservação de edifícios existentes.
<b>Impactos da construção sobre o desenvolvimento sustentável urbano</b>	Melhoria da qualidade do ambiente: reduzir os problemas de poluição sonora e do ar; Gerenciamento de recursos como água, terra, energia e matérias-primas; Gerenciamento do risco; Crescimento urbano: fixar o crescimento urbano, uso do conceito de cidades compactas; Uso de recursos e gerenciamento de resíduos: aplicar o conceito de metabolismo circular

Fonte: John (2000)

## 2.2 Resíduos Sólidos

Segundo a NBR 10.004, Resíduos Sólidos são os “resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição dos lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles geados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como alguns líquidos que é inevitável o lançamento em redes públicas de esgoto ou corpos d’água” (ABNT, 2004).

A palavra lixo origina-se do latim *lix*, que significa cinzas ou *lixívia*, termo que foi substituído por resíduo (BIDONE e POVINELLI, 1999).

Assim, o termo resíduo originado do latim residuu, que significa aquilo que sobra de qualquer substância, foi utilizado como termo técnico e o adjetivo sólido foi dado com o objetivo de diferenciar de outros tipos de resíduo, como líquidos e gasosos. (MARQUES NETO, 2005).

Resíduos são materiais heterogêneos (inertes, minerais e orgânicos), resultantes das atividades humanas e da natureza, os quais podem ser parcialmente utilizados, gerando, entre outros aspectos, proteção à saúde pública e economia de recursos naturais. Os resíduos sólidos constituem problemas sanitário, ambiental, econômico e estético. Os resíduos podem ser classificados segundo suas características físicas, composição química, origem e biodegradabilidade.

Os resíduos sólidos podem ser classificados com base em características físicas em secos e molhados em função do teor de umidade e, no que se refere à composição química, em orgânico e inorgânico (Ambiente Brasil, 2006).

A classificação determina a disposição final e a responsabilidade do gerenciamento do resíduo corresponde ao setor gerador. Segundo sua origem, os resíduos podem ser classificados em:

- Urbano: resíduo domiciliar (embalagens diversas, varredura, folhagens, restos de alimentos); Resíduos de serviços (RCD, feiras livres, poda e capinação, comercial e limpeza de bocas de lobo, parques e jardins); de varrição de ruas e serviços de saúde; O gerenciamento é de responsabilidade do município e setor gerador.
- Agrícola: enquadram os resíduos originados de atividades agrícolas e pecuárias (embalagens de agrotóxicos, ração, restos de colheita e esterco animal);
- Industrial: provenientes do processo industrial, em geral, possuem constituição multi variada; O gerenciamento é de responsabilidade do gerador.
- Radioativo: originados dos combustíveis nucleares (lixo nuclear), cujo gerenciamento

é sob tutela da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

De acordo com sua biodegradabilidade, os resíduos podem ser subdivididos da seguinte forma:

- Facilmente degradáveis (FD): putrescíveis, matéria orgânica presente nos resíduos sólidos de origem urbana;
- Moderadamente degradáveis (MD): papel, papelão e material celulósicos;
- Dificilmente degradáveis (DD): couro, borracha, madeira e retalhos;
- Não degradáveis (ND): terra, pedras, vidros, metais, plásticos, dentre outros (BIDONE e POVINELLI, 1999; MARQUES NETO, 2005).

Ao considerar que essas classificações, físicas, composição química, origem e grau de biodegradabilidade não aprofundam a questão da periculosidade dos resíduos sólidos. A Associação Brasileira de Normas Técnicas, por meio da NBR 10004/2004 - Resíduos Sólidos apresenta procedimentos, que viabilizam a identificação quanto aos riscos potenciais que os quais oferecem ao meio ambiente e à saúde. Contudo, é possível constituir uma sistemática apropriada, a fim do adequado manuseio e destinação final.

Segundo a NBR 10004/04, classifica os resíduos como:

- Resíduos classe I – Perigoso: resíduos que apresentam periculosidade (apresentam riscos à saúde pública e riscos ao meio ambiente), inflamabilidade (caracterizado como inflamável), corrosividade (qualificado como corrosivo), reatividade (resíduo reativo), toxicidade (resíduos caracterizado tóxico) e patogenicidade (caracterizado como patogênico).
- Resíduos Classe II – Não Perigosos; Esta classe subdivide em II A e II B
- Resíduos Classe II A – Não Inertes: Resíduos que não se enquadram-se na Classe I –

Perigosos ou Resíduo classe II B – Inertes. Nestes é possível ter propriedade como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

- Resíduos Classe II B – Inertes: Resíduos que não tiveram seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se a aspectos, sabor, dureza, cor e turbidez.

### **2.2.1 Resíduos de Construção e Demolição – Definição, Origem e Caracterização**

Vulgarmente os RCD são denominados entulho.

*“Entulho significa caliça, pedregulho, areia, terra, tudo quanto sirva para entupir, aterrar, nivelar depressão de terreno, escavação, fossa, vala, etc.; conjunto de fragmentos ou restos de tijolo, argamassa, madeira, etc.; provenientes da construção de um prédio; materiais inúteis resultantes de demolição; escombros, ruínas” (FERREIRA, 1999).*

Para Pinto (1999), intrínseco ao termo RCD, há produtos de diferentes origens e natureza, sendo estes: solos, rochas, concreto, armado ou não, argamassas a base de cimento e cal, metais, madeira, plásticos diversos, materiais betuminosos, vidro, gesso (pasta e placa), tintas e adesivos, restos de embalagens, resíduos de cerâmica vermelha, como tijolos e telhas, cerâmica branca, especialmente a de revestimento, cimento amianto, produtos de limpeza de terrenos, entre outros, em proporções segundo a origem.

A Resolução CONAMA 307/02 define: são os “resíduos provenientes de construção, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc.”.



Verifica-se na análise destes compostos a presença de resíduos perigosos, como adesivos, tintas, óleos, baterias, biocidas incorporados em madeira tratada, podem ser verificadas nas análises do lixiviados dos aterros quantidade de substâncias tóxicas acima dos limites, o que permite suspeitar e ser tema possível de próximos estudos (JOHN, 2000).

### **2.2.2 Composição Química e Caracterização**

Segundo Levy (1997), os resíduos de construção têm uma composição que depende muito da fonte que o originou e do momento em que foi colhida a amostra. Como o setor de construção desenvolve várias atividades dentro do canteiro de obras (LEITE, 2001). O entulho é, talvez, o mais heterogêneo dentre os resíduos. Ele é constituído de restos de praticamente todos os materiais de construção (argamassa, areia, cerâmicas, concretos, madeira, metais, papéis, plásticos, pedras, tijolos, tintas, etc.) e sua composição química está vinculada à composição de cada um de seus constituintes. No entanto, a maior fração de sua massa é formada por material não mineral (madeira, papel, plásticos, metais e matéria orgânica).

De acordo com Leite (2001), ao estudar a composição média dos resíduos de construção, devem ser considerados fatores como: a tipologia construtiva utilizada; as técnicas construtivas existentes; os materiais disponíveis em cada local. Dentro deste contexto, ainda merecem interessar os índices de perdas de materiais mais significativos. Todos estes fatores estarão atrelados à composição do resíduo de construção e demolição.

A diferente composição física do RCD, entre as cidades pode ser justificada por diversos fatores. Contudo, os mesmos possuem características peculiares, devido à diversidade de técnicas e metodologia de produção, pois isto depende do estágio de desenvolvimento da indústria de construção civil local. As interferências podem ocorrer na

composição e na quantidade desses resíduos, definidos por:

- Nível de desenvolvimento da indústria da construção civil local;
- Qualidade e treinamento da mão-de-obra disponível;
- Técnicas de construção de demolição empregada;
- Adoção de programas de redução de perdas e desperdícios e da melhora da qualidade;
- Adoção de processos de reciclagem com reutilização dos materiais predominantes disponíveis na região;
- Desenvolvimento de obras de infra-estrutura na região (metrô, estação de tratamento de esgoto, entre outras);
- Desenvolvimento econômico e tecnológico da região; demanda por novas construções (CARNEIRO et al, 2001; MARQUES NETO, 2005).

As Tabelas 2.1 e 2.2 mostram a composição gravimétrica e o montante gerado de RCD de algumas localidades.

Tabela 2.1 Composição gravimétrica em base mássica do entulho de diversas regiões ou país

Material	Origem					
	Reino Unido (%)	Hong Kong (%)	São Carlos (%)	São Paulo (%)	Ribeirão Preto (%)	Salvador (%)
Concreto e argamassa	9	17	69	33	59	53
Solo e areia	75*	19	-	32	-	22
Cerâmica	5	12	29	30	23	14
Rochas	-	23	1	-	18	5
Outros	11	28	1	5	-	6

\* solo, areia e rochas.

FONTE: Carneiro *et al* (2001)

Segundo Zordan (2002), a caracterização média dos resíduos de construção e demolição está condicionada a parâmetros específicos da região geradora do resíduo

analisado, entretanto, a peculiaridade das características envolvidas é devida à diversidade de técnicas e métodos de produção da construção civil.

O controle da qualidade do produto, a obra civil, é uma atividade recente e não abrange a totalidade dos empreendimentos. A caracterização dos RCD está diretamente relacionada aos métodos construtivos, de gerenciamento e da qualificação da mão-de-obra (ZORDAN, 2002). Portanto, caracterizações realizadas nos canteiros de obra devem diferir dos valores obtidos em locais de disposição final ou “botas-fora”.

Tabela 2.2 Estimativa da quantidade do entulho produzido no país e no exterior

<b>Local Gerador</b>	<b>Geração Estimada (t/mês)</b>
São Paulo	372.000
Rio de Janeiro	27.000
Brasília	85.000
Belo Horizonte	102.000
Porto Alegre	58.000
Salvador	44.000
Recife	18.000
Curitiba	74.000
Fortaleza	50.000
Florianópolis	33.000
<b>Brasil</b>	
Santo André (base 1997)	30.390
S. J. Rio Preto (base 1997)	20.610
S. J. Campos (base 1995)	21.990
Ribeirão Preto (base 1995)	31.290
Jundiaí (base 1997)	21.360
Vitória da Conquista (base 1997)	930
Uberlândia (base 2000)	29.740
Guarulhos (base 2001)	39.240
Diadema (base 2001)	13.740
Piracicaba (base 2001)	18.600
Araraquara (base 2004)	11.640
<b>Europa</b>	16.000 a 25.000
<b>Reino Unido</b>	6.000
<b>Japão</b>	7.000

FONTE: Zordan (2002); Informações e Técnicas (2004)

### 2.2.3 Origem, Geração, Perdas e Disposição Final

A construção civil é uma atividade geradora de resíduo, porém a estimativa de geração é muito variada, valores iguais ou superiores aos do lixo urbano (ALTHEMAN, 2002).

O setor da construção brasileiro apresenta uma significativa taxa de desperdício de materiais, gerando grandes quantidades de resíduos, em obras novas ou demolições.

Segundo Pinto (1997, *apud* Lima, 1999) estes resíduos representam em torno de 2/3 (em massa) do total dos resíduos coletados em cidades médias e de grande porte no país, conforme indicam informações na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 Participação dos resíduos de construção no total dos resíduos sólidos urbanos

<b>Município ou local</b>	<b>Fonte</b>	<b>Em massa (%)</b>
<b>Suíça</b>	FOEFL 1998	45
<b>São José dos Campos/SP</b>	I&T – 1995	68
<b>Ribeirão Preto/ SP</b>	I&T – 1995	67
<b>Belo Horizonte/MG</b>	SLU – 1996 <sup>1</sup>	51
<b>Brasília/ DF</b>	SLU – 1996	66
<b>Campinas/ SP</b>	SSP – 1996	64
<b>Jundiaí/SP</b>	I&T – 1997 <sup>2</sup>	64
<b>São Jose do Rio Preto/ SP</b>	I&T – 1997 <sup>2</sup>	60
<b>Santo André/ SP</b>	I&T – 1997 <sup>2</sup>	62

1 - considerando apenas resíduos em aterros públicos; 2 – informações obtidas na Informações e Técnicas em Construção Civil (São Paulo/SP): Fonte: Lima (1999)

No complexo da construção civil, os resíduos de novas construções são originados das perdas físicas provenientes de canteiros de obra (ÂNGULO, 2000a). O quadro 2.1 apresenta as fontes e as possíveis causas da geração de resíduo em obras.

Os altos índices de desperdícios provocam a redução da disponibilidade de futuros recursos naturais (matéria-prima) e energia, geram demandas desnecessárias ao complexo logístico e determina transtornos nos panoramas urbanos, em especial em grandes centros (LEITE, 2001).

Quadro 2.1 Fontes e causas de ocorrências de resíduos de construção

<b>FONTE</b>	<b>CAUSA</b>
<b>Projeto</b>	Erro nos contratos. Contratos incompletos. Modificações de projeto
<b>Intervenção</b>	Ordens erradas, ausência ou excesso de ordens. Erros no fornecimento.
<b>Manipulação de Materiais</b>	Danos durante o transporte. Estoque inapropriado.
<b>Operação</b>	Erros do operário. Mau funcionamento de equipamentos. Ambiente impróprio. Dano causado por trabalhos anteriores e posteriores. Uso de materiais incorretos em substituições. Sobras de cortes. Sobras de dosagens. Resíduos do processo de aplicação.
<b>Outros</b>	Vandalismo e roubo. Falta de controle de materiais e de gerenciamento de resíduos.

Fonte: Ângulo (2000a)

O elevado índice de perda no processo construtivo é a causa principal do subproduto gerado – entulho. Em sua maioria, as atividades no setor da construção civil são potencialmente geradoras de entulho, porém nem toda perda se transforme em RCD e nem todo material pode ser caracterizado por resíduos retirado da obra, como os materiais com defeitos de fabricação (LIMA, 1999).

Especialmente nas demolições, a quantidade de entulho produzida não depende dos métodos empregados ou da qualificação da mão-de-obra, mas sim do tamanho da edificação a ser demolida. Nas obras de reforma grande parte do entulho gerado ocorre pela falta de uma cultura de reutilização e reciclagem (ZORDAN, 2002).

As perdas de materiais durante o processo de construção aumentam o impacto, pois consiste em um consumo de materiais muito além do necessário à produção de uma edificação.

As perdas têm origens nas diferentes etapas do ciclo de vida do edifício. Em sua

maioria, ocorre por ingerência nos processos construtivos. Normalmente, os rejeitos são decorrentes da falta de coordenação da etapa inicial de implantação da obras até a etapa final quando da manutenção. A falta de padrão dos elementos construtivos, ausência de especificações técnicas, baixa qualidade e irrisório detalhamento dos projetos executivos, carência de gestão comercial, logístico, estoque e manuseio dos materiais (LEITE, 2001).

Lima (1999) apresenta uma comparação dos resultados de pesquisa sobre perdas, e verificou as divergências entre autores e os valores indicados, apresentados na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 Comparação de resultados de pesquisas de perdas de materiais

Material	Índice de perdas (% Material em massa)			
	FRANCHI	PINTO	SKOYLES	USUAL
<b>Aço</b>	19,07	26,19	3,60	20,00
<b>Areia</b>	45,76	39,02	12,00	15,00
<b>Argamassa</b>	91,25	101,94	12,00	15,00
<b>Cimento</b>	84,13	33,11	12,00	15,00
<b>Concreto pré-misturado</b>	13,19	1,34	5,00	5,00
<b>Tijolos furados</b>	27,64	12,73	13,00	10,00
<b>Tijolos maciços</b>	26,94	12,73	13,00	10,00

Fonte: Lima (1999)

De acordo com, Lima (1999, *apud* Pinto, 1999), a principal consequência proveniente é a grande geração de entulho, porém a outros como custos provenientes da remoção e transporte dos resíduos, compra de matérias para contrabalançar as perdas, consumo excedente de horas-homem no canteiro de obra, etc. A Tabela 2.5 demonstra o índice de perdas verificado na construção de um edifício.

O complexo da construção civil é um gerador de poluição ambiental. As atividades no canteiro geram dentre outras poluições, a sonora e a emissão de material particulado respirável. A extração de agregados e a moagem de matérias-primas, como cimento e cal, igualmente emitem material particulado inalável. A produção de materiais para construção envolve importante fonte de poluição na fabricação de cimento e cal. O processo

de calcinação de carbonatos de cálcio e magnésio elimina dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), um dos gases responsáveis pelo efeito estufa (JOHN, 2000).

Tabela 2.5 Índice de perdas verificadas na construção de um edifício

<b>Material</b>	<b>Desperdício (% em massa)</b>	
	<b>Real</b>	<b>Usual</b>
<b>Aço</b>	26,19	20,00
<b>Areia</b>	39,02	15,00
<b>Argamassa Colante</b>	86,68	10,00
<b>Azulejos</b>	9,55	10,00
<b>Cal Hidratada</b>	101,94	15,00
<b>Cerâmica de piso</b>	7,32	10,00
<b>Cimento</b>	33,11	15,00
<b>Concreto usinado</b>	1,34	5,00
<b>Componentes de vedação</b>	12,73	5,00
<b>Madeiras em geral</b>	47,75	15,00

Fonte: Lima (1999, *apud* Pinto, 1998)

Segundo John (2000), um dos maiores efeitos da construção civil é a exploração de matérias-primas por mineração e extrativismo, o que prejudica a fauna, flora e modifica a paisagem local. De forma geral, o impacto ambiental do setor de construção civil, direta ou indiretamente, é proporcionalmente igual à sua função social.

É de competência dos municípios conduzirem políticas públicas para o adequado manejo dos RCD nas urbes, com o objetivo de providenciar o local de disposição final e fiscalizar a disposição em áreas não regulamentadas. Esta é uma função árdua, devido ao grande volume de entulho gerado diariamente. O descarte incide nas áreas periféricas, terrenos baldios e ao longo dos mananciais, o que pode ocasionar problemas urbanos como enchentes, tráfego dificultado, aspectos negativos na paisagem urbana, foco de insetos, roedores, dentre outros.

Marques Neto (2005) afirma que, para reduzir o acondicionamento irregular dos resíduos é importante a instalação de diversos pontos de recebimento de RCD em diferentes

localidades, para descentralização do trabalho das empresas coletoras e os pequenos geradores. Portanto, a concentração de RCD nesses pontos reduz custos com logística, etapa com maior custo no processo de reciclagem.

A solução para as áreas de “bota-foras”, segundo Pinto (1999), é a implantação de centrais de triagem e reciclagem dos RCD nesses locais. O conjunto de ações descritas pode garantir a sustentabilidade dos locais de disposição de RCD e reduzir os efeitos do descarte inadequado.

#### **2.2.4 Requisitos Legais**

O projeto de Lei da Política Nacional dos Resíduos Sólidos que está em processo de aprovação pelo Congresso Nacional prevê alguns incentivos à reciclagem (LOPES, 2003):

##### **SEÇÃO IV – DA RECICLAGEM**

“O artigo 164 da seção IV, da Reciclagem enfoca que a reciclagem de resíduos deve ser adotada quando ocorrerem alternativamente as seguintes hipóteses: Inciso I – considerada economicamente viável e quando exista um mercado, ou este possa ser criado, para as substâncias produzidas e os custos que isso requer não sejam desproporcionais em comparação com os custos que a disposição final requereria.

Parágrafo Único: A reciclagem deve ocorrer de forma apropriada e segura, de acordo com a natureza do resíduo, e de forma a não ferir os interesses públicos, nem aumentar a concentração de poluentes”.

A Resolução CONAMA 307/02 estabelece diretrizes e procedimentos para gerenciamento integrado dos resíduos da construção civil, que visa promover benefícios de ordem social, econômica e ambiental, sendo assim:

- Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da



construção civil;

- Classifica os resíduos da construção civil;
- Estabelece que os geradores devam ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e em seqüência a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final;
- Determina que o instrumento para a gestão dos resíduos da construção civil o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil seja elaborado pelos Municípios e pelo Distrito Federal. O plano deve conter diretrizes, técnicas e procedimentos para o Programa de Gerenciamento e Projetos de RCD;
- Define formas de disposição dos resíduos segundo sua classificação.

A Associação Brasileira de Normas Técnica classifica os diversos tipos de resíduos sólidos segundo os riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, a fim de manejo e disposição adequada dos resíduos sólidos.

A NBR 10.004/2004 classifica os resíduos em classes: Classe I – Perigosos e Classe II – Não Perigosos. A classe II subdivide em: classe IIA Não Inerte e classe IIB – Inertes.

Ainda que, a classificação realizada pela Resolução CONAMA 307/02 seja específica e ampla para os RCD, é importante ressaltar que há sub classificação, pode estabelecer referências complementares, inevitáveis para o adequado tratamento e disposição final.

A NBR 10004/2004 classifica ambientalmente os RCD como inerte (Inerte II B), pois quando submetidos a teste de solubilização não apresentam nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores a padrões de potabilidade da água.

No entanto, as Classes C e D da Resolução CONAMA 307/2002, podem apresentar níveis de contaminante, que os enquadram na classe de Não inertes IIB e na Classe I Perigosos, devido a elementos como amianto, solventes. O Quadro 2.2 apresenta a classificação, integrante e a destinação dos RCD em conformidade com a série NBR 15.112 a

15.116 (ABNT, 2004) e a Resolução CONAMA 307/02.

Quadro 2.2 Classificação dos RCD pela Resolução CONAMA 307/02

<b>Classe</b>	<b>Origem</b>	<b>Destinação</b>
<b>Classe A</b>	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como componentes cerâmicos, argamassa, concreto e outros inclusive solos.	Deverão ser utilizados ou reciclados na forma de agregado; ou encaminhados a áreas de aterro de RCD, onde deverão ser dispostos de modo a permitir sua posterior reciclagem, ou futura utilização, para outros fins, da área aterrada.
<b>Classe B</b>	Resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e outros.	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
<b>Classe C</b>	Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem e recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso.	Deverão ser armazenados, transportados e receber destinação adequada, em conformidade com as normas técnicas específicas.
<b>Classe D</b>	Resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros, como o amianto, ou aqueles efetiva ou potencialmente contaminados, oriundos de obras de clínicas radiológicas, instalações industriais e outras.	Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e receber destinação adequada, em conformidade com a legislação e as normas técnicas específicas.

Fonte: CONAMA 307/2002

### 2.2.5 Métodos de Caracterização

A caracterização é resultante da informação obtida nas etapas de geração, remoção, recebimento e destinação final. Ela assinala os impactos envolvidos, a fim de permitir a definição de prioridade de soluções adequadas (PINTO e GONZÁLEZ, 2005). Para Marques Neto (2005), diagnosticar a situação dos RCD é determinar os aspectos de geração, composição, manejo e disposição. Contudo, o segundo abrange o tópico RCD de forma mais

ampla que Pinto e González (2005) e assim, a realidade do dia-a-dia confirma a interdependência dos agentes envolvidos na limpeza urbana.

### 2.2.5.1 Identificação dos agentes envolvidos na geração, transporte e recepção de RCD

Pinto e González (2005) propõem os parâmetros de identificação dos coletores e modelos para a apresentação dos resultados, que definem a capacidade volumétrica dos equipamentos utilizados, à distância dos percursos e valores dos serviços.

Marques Neto (2003), outrossim, adota esses indicadores para caracterizar os agentes coletores. Sugere também a aplicação de questionários e visita in loco, uma vez que Pinto e González (2005) não fizeram menção a um método a ser utilizado na obtenção desses dados. O primeiro autor não fixa valores de referência de capacidade dos equipamentos para o cálculo dos indicadores, no entanto Pinto e González (2005) indicam valores de referência.

A não predefinição de valores permite a determinação de dados mais realistas. As visitas in loco e os questionários facilitam a compreensão dos agentes e intensifica a veracidade dos dados fornecidos. É importante analisar o uso de lixões ou aterros como destino final dos entulhos. O Quadro 2.3 mostra um exemplo de dados a ser recolhidos a fim de caracterizar os bota-foras existentes.

Quadro 2.3 Características gerais dos bota-foras existentes

Nome do bota-fora	Bairro	Proprietário do terreno	Responsável pela operação	Número de viagens/mês		
				Caminhões / caçambas	camionetes	carroças

Fonte: Pinto e González (2005)

Com os inúmeros bota-foras identificados nos municípios já estudados a Tabela 2.6 apresenta áreas de disposição irregular identificadas em alguns municípios pesquisados por Pinto (2005) e Informações e Técnicas (2004).

Tabela 2.6 Disposição irregular e número de bota-foras identificados em alguns municípios

<b>Município (mês e ano)</b>	<b>Total de disposição</b>	<b>Total de bota-foras</b>
<b>São José dos Campos, SP (09/95)</b>	150	13
<b>Ribeirão Preto, SP (11/95)</b>	170	08
<b>Jundiaí, SP (07/97)</b>	226	2
<b>São José do Rio Preto, SP (09/97)</b>	-	17
<b>Santo André, SP (10/97)</b>	383	04
<b>Vitória da Conquista, BA (06/98)</b>	62	03
<b>Uberlândia, MG (10/00)</b>	158	02
<b>Guarulhos (06/01)</b>	100	17
<b>Piracicaba, SP (10/01)</b>	170	14

Fonte: Informações e Técnicas em Construção Civil (2004)

Pinto e González (2005) demonstram os procedimentos a serem seguidos para obtenção dos dados necessários. A coleta dos dados se torna mais real se estes forem coletados em pesquisa de campo. O Quadro 2.3 possibilita a comparação dos dados o que facilita a percepção da questão envolvida.

De acordo com os autores citados acima, para que se estime a quantidade de RCD gerada no município devem-se analisar três indicadores, sendo os mesmo indicados por Marques Neto (2003);

- A quantidade de resíduo oriundo de edificações novas construídas na cidade, em um determinado tempo (pelo menos dois exemplos);
- A quantidade de resíduos provenientes de reformas, ampliações e demolições regularmente removidas no mesmo tempo;
- A quantidade de resíduos removidos de deposições irregulares pela municipalidade, igualmente no mesmo período.

A diversidade de informações a serem levantadas e de fontes a serem requeridas garantem, que as estimativas sejam razoavelmente verídicas e seguras (PINTO e GONZÁLEZ, 2005). Contudo, às coletados a campo demonstram uma veracidade muito

maior que estimativas.

### 2.2.5.2 Estimativa da quantidade de RCD gerada no município

A quantidade de resíduos gerados em edificações novas é obtida através dos registros da prefeitura municipal relacionados à aprovação de projetos de edificação, como alvará de construção na área correspondente. O levantamento dos dados deve abranger um período de tempo necessário para que as variações conjunturais da atividade construtiva decorrente de desequilíbrios econômicos, assim como as ocorrências sazonais que influem no desenvolvimento das obras civis.

A massa de resíduos transportada é obtida pela tabulação dos dados referentes aos empreendimentos que coletam estes, em um período de 26 dias/mês, desta forma para calcular a estimativa da quantidade de resíduos gerada em novas edificações, obtêm-se o Indicador de Resíduos em novas construções (A), conforme as equações 2.1, 2.2 e 2.3.

$$A(t / dia) = \frac{B}{(12meses.26dias)} \quad (2.1)$$

em que B é total de resíduos (t/ano)

$$B(t / ano) = C.0,150 \quad (2.2)$$

com  $150 \text{ kg/m}^2 = 0,150 \text{ t/m}^2$ , quantidade de resíduo a ser removida durante as construções, estimativa por metro quadrado construído.

$$C(m^2) = \frac{D}{E} \quad (2.3)$$

em que

C é média anual da área total aprovada;

D (m<sup>2</sup>) é a área total aprovada;

E (anos) é o período analisado.

Verificada a insegurança dos dados do poder público, em decorrência da não contemplação da maioria das obras realizadas (pequenas edificações zona periférica urbana, autoconstruções e outros) e da falta do licenciamento da obra, por diversos motivos, Marques Neto (2005) propõe a quantificação do movimento diário dos coletores, através de entrevista in loco e a aplicação de formulários. Os indicadores de perdas pesquisados em diversas regiões brasileiras é a base para a estimativa da quantidade RCD gerado pela construção civil. Entretanto, estima-se a remoção de 150 kg/m<sup>2</sup> (PINTO e GONZÁLEZ, 2005).

Raras são as obras de reformas, ampliações e demolições levadas à aprovação dos órgãos municipais. Porém, é sabido que, as pequenas metragens não levam a geração de Resíduos. As empresas coletoras exprimem com maior segurança as informações para o cálculo do Indicador dos resíduos em reformas, ampliações e demolições. Pinto e González (2005) propõem a equação 2.4 para estimativa da quantidade de resíduo gerada em reformas, ampliações e demolições, através do indicador de resíduos gerados em reformas, ampliações e demolições (F):

$$F(t / dia) = \frac{(G.H)}{diastrabalhados.mês} \quad (2.4)$$

No qual

G (t/mês) é a massa mensal total transportada;

H é o número de viagens em reformas, ampliações e demolições (% - percentual coletado das reformas, ampliações e demolições)

Estimado o número total de viagens e massas de RCD transportada pelos agentes coletores, deve-se computar apenas o percentual coletado em reformas, ampliações e demolições para o cálculo destas contribuições através do indicador de geração de resíduo (PINTO e GONZÁLEZ, 2005). Além dos dados apresentados no Quadro 2.3, Marques Neto (2005) contempla os dados das empresas de terraplanagens, que contribuem significativamente na quantidade gerada de RCD. A capacidade das caçambas e dos caminhões envolvidos na atividade traduz o volume coletado por dia e por mês, que é a base de informações para o cálculo da massa de resíduo.

O serviço de limpeza das áreas de deposições irregulares de entulho, normalmente, é realizado pelo setor de limpeza pública urbana por caminhões com caçambas basculantes, caminhões Toco (4 m<sup>3</sup>) e Truck (6 m<sup>3</sup>); tratores, Pá-carregadeira e esteira. Contudo, o cálculo da geração de RCD deve contabilizar apenas o percentual, que se refere aos resíduos da construção civil.

Marques Neto (2005) contabilizou informações do local de descarte autorizado pelo poder público, das empresas de terraplanagem e de empresas que oferecem serviço de limpeza de lotes, porém exclui as áreas de disposição irregular. Entretanto, este procedimento é inadequado às duas contribuições.

A Equação 2.5 mostra itens a serem contemplados na aquisição dos dados gerados pelo poder público e empresas privadas que prestam esse serviço. A estimativa da quantidade de resíduo recolhida em disposições irregulares (I - Indicador dos resíduos em disposições irregulares – t/dia) é feita por Pinto e González (2005):

$$I(t / dia) = \frac{J}{diastrabalhadosmês} \quad (2.5)$$

Em que, a massa de resíduos de construção transportada (J) é obtida pela Equação 2.6:

$$J(t / mês) = L.M.K \quad (2.6)$$

sendo que:

J é a massa de resíduos de construção transportada (t/mês)

K é a carga típica é a massa transportada por viagem (t/viagem);

L é o número de viagens mensais;

M é o número de viagens exclusivas com resíduos de construção.

A estimativa do total de RCD gerado no município expresso por Marques Neto (2005) permite uma análise crítica, por meio de comparação dos dados. Os três parâmetros indicados, construção nova, demolições e disposição irregular, diferem no valor da massa final de RCD gerado no município, o que traduz que as estimativas finais não conseguem reproduzir com precisão a situação real.

De acordo com Pinto (1999), o cálculo total de RCD deve ser obtido pela média anual das áreas aprovadas, multiplicado pelo valor de referência, taxa de geração de resíduo por metro quadrado de 150 kg/m<sup>2</sup>. A utilização desses indicadores baseia-se nas seguintes estimativas:

- Massa estimada para as edificações, executada predominantemente por processo convencional de 1.200 kg/m<sup>2</sup>;
- Perda média de materiais nos processos construtivos, em relação a massa de materiais



levados ao canteiro de obra de 25 %;

- Percentual da perda de materiais, removido como entulho, durante o transcorrer da obra de 20% a 50%.

A composição gravimétrica do RCD difere entre os municípios brasileiros. Marques Neto (2005) propõe o cálculo da composição dos materiais contidos no RCD pelo método do quarteamento. A massa específica dos resíduos de construção civil é amostrada in natura. Para o autor, o valor de  $1.200 \text{ kg/m}^3$  é um parâmetro importante para a reciclagem dos RCD, após a trituração. A fim de diagnosticar a geração de resíduos da construção e demolição, considera-se a massa unitária com vazios, conseqüentemente a relação massa/volume resulta em valores menores. Entretanto, o índice a ser utilizado no cálculo de geração de RCD deve ser obtido, a partir da composição dos resíduos amostrados no município.

Para o cômputo final, as contribuições referentes à limpeza das disposições irregulares não devem ser consideradas, exceto as de registro do movimento dos pequenos coletores, que apresentem consistência e estejam agregados aos dados dos outros coletores.

Os indicadores necessários para estimar a geração de RCD e a Taxa per capita de geração de RCD são (Pinto e González 2005):

- N é o indicador de resíduos em novas edificações (t/dia);
- O é o indicador dos resíduos em reformas, ampliações e demolições (t/dia);
- P é o indicador dos resíduos em deposições irregulares (t/dia);
- Q é a estimativa de geração de RCD (t/dia);
- R é a população atual (mil habitantes), aplicada a taxa de crescimento anual médio;
- S é a taxa de geração per capita (t/ano por hab.)

As equações 2.7 e 2.8 permitem obter a taxa de geração per capita (S).

$$S(t / dia.por.hab) = \frac{(Q.diastrabalhadosmês.12meses)}{R} \quad (2.7)$$

com

R é a população atual, aplicada a taxa de crescimento anual médio verificado na década anterior,

e

$$Q(t / dia) = N + O + P \quad (2.8)$$

O número de dias de trabalho por mês adotado por Pinto e González (2005) é de 26 dias por mês, pois contabilizam o sábado como dia integral de trabalho nas empresas, sendo que as mesmas trabalham apenas 4 horas neste dia. No entanto, Marques Neto adota 24 dias/mês de trabalho em seus estudos, o qual desconta às 4 horas não trabalhadas aos sábados durante o mês.

A taxa de geração per capita deve ser calculada a partir dos dados demográficos atualizados a taxa de crescimento anual médio verificado na década anterior. O valor da taxa de geração possibilita fazer o planejamento integrado da gestão e do gerenciamento dos RCD, conforme as diretrizes legais. Sendo assim, a Tabela 2.7 apresenta a estimativa e o indicador, como referência de diagnósticos municipais, em municípios já analisados.

Tabela 2.7 Condições de geração de RCD

Município (ano)	População Censo 2000 (mil)	Novas edificações ( $Q_{EDIFI}$ ) (t/dia)	Reformas, ampliações ( $Q_{REF}$ ) (t/dia)	Remoção de deposição ( $Q_{PUB}$ ) (t/dia)	Total de RCD (t/dia)	Taxa (t/ano hab)
<b>Guarulhos (01)</b>	1.073	576	732	-	1.308	0,38
<b>Santo André (97)</b>	649	477	536	-	1.013	0,51
<b>S. José dos Campos (95)</b>	539	201	184	348	733	0,47
<b>Ribeirão Preto (95)</b>	505	577	356	110	1.043	0,71
<b>Uberlândia (00)</b>	501	359	359	241	958	0,68
<b>S. J. do Rio Preto (97)</b>	359	244	443	-	687	0,66
<b>Diadema (01)</b>	357	357	137	240	81	0,40
<b>Piracicaba (01)</b>	329	204	416	-	620	0,59
<b>Jundiaí (97)</b>	323	364	348	-	712	0,76
<b>Vitória. Da Conquista (97)</b>	262	57	253	-	310	0,40
<b>Araraquara (04)</b>	182.	165	223	87	388	0,63

Fonte: Pinto e González (2005)

### 2.3 Reciclagem

Genericamente, define-se reciclagem como um processo de transformação em que um resíduo é convertido em matérias-primas ou energia.

Na construção civil, os resíduos da construção e demolição são transformados em bens de consumo duráveis (edifícios, pontes, e estradas) ou não duráveis (embalagens descartáveis). Neste processo, a produção/beneficiamento de materiais de construção utiliza matérias-primas não renováveis de origem natural. Este modelo não apresentava restrições até recentemente, em razão da abundância de recursos naturais e menor quantidade de pessoas incorporadas à sociedade de consumo (ÂNGULO, ZORDAN e JOHN, 2001).

A reciclagem de resíduos pela indústria da construção civil vem se consolidando como uma prática importante para a sustentabilidade, com diminuição do impacto ambiental gerado e redução de custos, conforme os autores citados acima.

De acordo com Rocha e John (2003), é importante determinar o valor médio e a variação de cada aspecto relevante do resíduo para o projeto adequado do sistema de reciclagem, a fim de se ter benefícios econômicos e em prol do meio ambiente. Os programas de reciclagem de RCD devem ser avaliados com base em:

- Redução no consumo de recursos naturais não-renováveis, quando substituídos por resíduos reciclados (JOHN, 2000);
- Redução de áreas necessárias para aterro uma vez que os resíduos são utilizados novamente como bens de consumo (PINTO, 1999);
- Redução do consumo de energia durante o processo de produção. (JOHN, 2000);
- Redução da poluição (JOHN, 2000);
- Geração de emprego e renda;
- Aproximação do complexo da construção civil da sustentabilidade.

A grande diversidade de composição dos RCD consiste em um desafio para a reciclagem. Os subprodutos gerados na reciclagem são normalmente empregados como agregados, base e sub-base de pavimentos. Sugere-se o emprego dos agregados em diversas finalidades, porém, com um adequado controle de qualidade, permitindo a valorização do resíduo e não simplesmente estimá-lo para as necessidades de pavimentação, que são as de menores exigências de qualidade (ÂNGULO, 2000).

O RCD reciclado tem outras aplicações.

- Agregado para concreto: em substituição aos agregados convencionais;
- Agregado para argamassa: utilizado em argamassa de assentamento de tijolos e blocos ou revestimentos internos e externos (chapisco, emboço e reboco) (ZORDAN, 2002);
- Utilização de concreto reciclado como agregado
- Cascalhamento de estradas;

- Preenchimento de vazios em construções;
- Preenchimento de valas de instalações (ZORDAN, 2002).

A reciclagem dos RCD no canteiro de obra pode ser realizada em todas as fases executivas na forma de argamassas; concreto; assentamentos de pedaços de blocos cerâmicos; enchimento de rasgo de paredes, de degraus de escada; assentamento de batentes e esquadrias metálicas; contrapisos internos de unidades habitacionais; enchimentos de casas de máquinas e áreas comuns de tráfegos leves; pilares e vigas de concreto com baixa solicitação; drenos de floreiras e de escoamento de águas de chuvas; dentre outros usos. A mão-de-obra qualificada e consciente reduz o desperdício de materiais e, conseqüentemente, a geração de resíduos (GRIOLLI, 2002 *apud* MARQUES NETO, 2005).

Segundo Bidone e Povinelli (1999), a reciclagem para recuperação de um resíduo depende dos seguintes fatores: sistema de coleta eficiente e descentralizado, proximidade da instalação de reprocessamento, custos de transporte dos resíduos, volume de resíduos disponíveis para o processamento e custos de estocagem do resíduo no ponto de geração ou fora do local de origem.

Dessa forma, para que a reciclagem de um determinado resíduo seja viável, faz-se necessário uma análise dos custos e benefícios. Sendo assim, um material poderá ser recuperado, caso seu valor de venda tenha condições de concorrer com o valor de mercado de um material não recuperado, ou ainda, se os gastos com sua recuperação forem menores que os gastos com o transporte, tratamento e disposição (LOPES, 2003).

Há dois meios de processo de reciclagem dos RCD:

- Reciclagem no próprio local da geração: é realizado pelo próprio responsável pela construção ou demolição. Há a facilidade de selecionar a composição do entulho reciclável, sendo assim uma técnica mais viável técnica/economicamente do que a

reciclagem do entulho urbano.

- Reciclagem do entulho urbano: este processo exige avaliar coleta, transporte e local apropriado para a disposição. A iniciativa é normalmente do poder público, cuja decisão de reciclar envolve questões sociais, técnicas e financeiras.

Ambos os processos de reciclagem de RCD envolvem etapas de transporte, coleta, classificação dos materiais de interesse, triagem, separação manual dos materiais não recicláveis dos RCD (plástico, metais, papel, papelão, trapos, orgânicos e outros), limpeza e moagem. Os moinhos podem ser de mandíbulas, mais velozes e rústicos, ou de bolas, mais lentos, mas com moagens mais intensas e com altos custos. As usinas de reciclagem normalmente são equipadas com maquinário de maior capacidade, como britadores primários de impacto, capazes de definir as dimensões máximas dos agregados, devido à regulação do equipamento.

A Figura 2.1 mostra o fluxograma do processo de gerenciamento dos RCD e da geração subproduto.

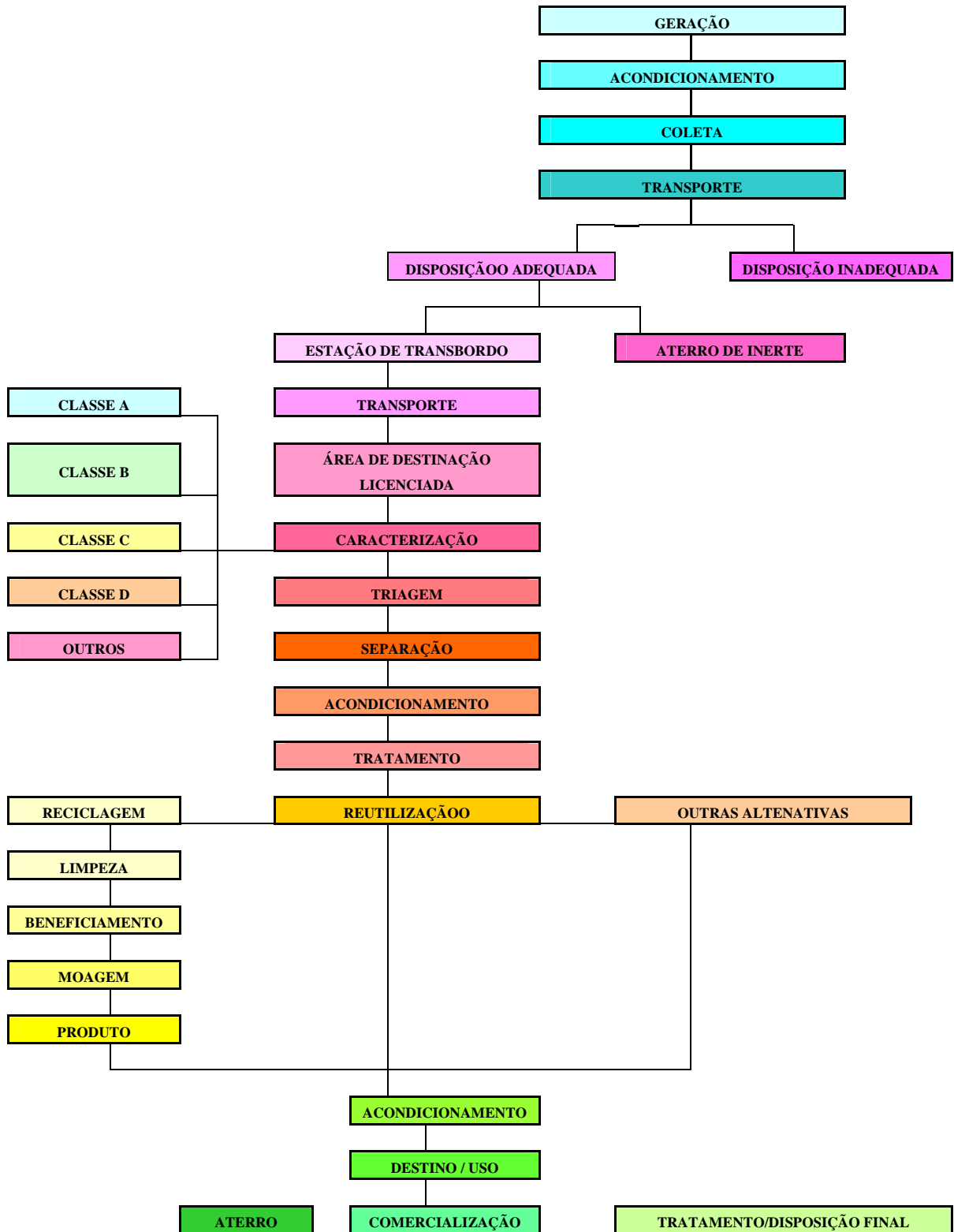


Figura 2.1 Diagrama de blocos do gerenciamento dos RCD

### 3 METODOLOGIA

O diagnóstico do panorama dos RCD do município de Patrocínio-MG é o instrumento basilar à elaboração e implementação da Gestão Integrada do RCD. A metodologia de caracterização busca levantar os aspectos que cercam a geração, composição, manejo e disposição final.

A metodologia desenvolvida por Marques Neto (2005) foi premissa básica para a elaboração desta. O uso das características principais da metodologia do referido autor e outras da I&T, Informações e Técnicas em Construção Civil (2004), forneceu dados suficientes para propor esta metodologia para o município estudado.

O desenvolvimento do estudo se inicia com uma pesquisa bibliográfica, a fim de conhecer e identificar as melhores contribuições técnicas e científicas a respeito dos RCD, bem como sua caracterização, problemas gerados, localização das áreas de disposição, o impacto sob o meio, normas, leis, decretos resoluções, os quais delimitam o gerenciamento dos resíduos sólidos.

A descrição dos aspectos básicos do município, de relevância para a análise do setor gerador de RCD e seu desenvolvimento.

A caracterização quantitativa dos RCD fornece a dimensão da sua geração e após sua produção, é possível desenvolver-se a fase de manejo, como os processos de coleta, transporte e disposição final.

A origem da matéria-prima e geração dos resíduos serão tópicos determinantes na caracterização qualitativa dos RCD, o qual fornece a composição percentual dos materiais presentes no entulho.

O mapeamento das áreas de deposição clandestina no município e das áreas autorizadas pela Prefeitura de Patrocínio fornece uma visão dos locais mais vulneráveis a



impactos ambientais.

### **3.1 Indicadores Básicos do Município**

A identificação do local e as especificidades podem gerar indicadores no auxílio deste trabalho através de levantamentos bibliográficos, índices estatísticos e mapas, cujas diretrizes são:

- Estudo dos aspectos físicos: localização, relevo, hidrografia, vegetação;
- Estudo dos aspectos populacionais;
- Estudo dos aspectos econômicos: setores primário, secundário e terciário.

### **3.2 Identificação da Origem da Matéria-Prima**

A extração de recursos não renováveis, a qual impacta o ambiente é importante no estudo da origem dos insumos empregados no processo produtivo no complexo da construção civil. Desta forma, a identificação das atividades de exploração de jazidas de areia e britas foi realizada por meio de entrevista.

### **3.3 Geração de RCD**

A metodologia de geração dos RCD visa estabelecer diretrizes para a caracterização da evolução do setor responsável por sua formação e a quantificação do volume total produzido na urbe.

O método para análise do setor gerador demonstra os indicadores da evolução das atividades produtoras de RCD no município, através de análises estatísticas com manipulação

de índices e dados dos últimos dois anos (julho 2003 a junho 2005).

O método para a quantificação do volume total produzido de massa de RCD formado pode demonstrar a dependência em relação às fases da obra e ao destino de seu uso.

A caracterização quantitativa foi aplicada métodos para a criação de indicadores da geração de RCD, por meio de três bases de dados: cálculo da geração de entulho por meio de áreas licenciadas nos últimos dois anos; o cálculo do movimento de cargas das empresas coletoras;

A análise desses parâmetros de cálculo pôde fornecer uma estimativa da provável geração total dos RCD do município e sua produção per capita.

### **3.3.1 Cálculo da Geração de RCD pelos parâmetros Áreas Licenciadas**

Para a quantificação do volume e massa de RCD produzidos no município por meio do parâmetro áreas licenciadas pela prefeitura, foram adotadas diretrizes como:

- Levantamento do total de áreas licenciadas no município nos últimos dois anos (junho 2003 a julho 2005), através do formulário do Alvará de Licença para Construção, Demolição e Inclusão (Apêndice A);
- Cálculo do volume total produzido através da extrapolação dos índices padronizados volume/área das obras em relação às áreas totais licenciadas no município;
- Cálculo da massa total produzida através da relação massa/volume obtida da massa unitária oriunda da composição dos RCD.

### **3.3.2 Cálculo do Movimento de Cargas das Empresas Coletoras**

O movimento das empresas coletoras privadas e o poder público, os quais são

responsáveis pela retirada diária de um volume expressivo de RCD originado de construções novas, reformas e principalmente de demolições. Portanto, é um importante parâmetro na quantificação da geração dos resíduos de construção e demolição.

O método que foi adotado para o cálculo desse volume foi baseado em entrevistas junto às empresas, por meio de questionário, no qual se estimou:

- Avaliação percentual da origem dos RCD no município de Patrocínio, através de entrevistas junto às empresas coletoras;
- Cálculo do volume de RCD oriundo das edificações na cidade pelo movimento de cargas das empresas coletoras, através de uma planilha (Apêndice B)

### **3.3.3 Provável Geração Total de RCD e Geração Per Capita do Município**

A relação entre as cinco bases de cálculo forneceu a dimensão da provável geração de RCD do município e sua produção per capita.

Pelo parâmetro das áreas licenciadas do município, a geração total é a somatória da massa gerada pelas áreas licenciadas mais a geração em reformas, a massa coletada pela administração municipal e a massa descartada por particulares.

O parâmetro movimento de carga confere às empresas coletoras a responsabilidade pelos dados da geração, os quais somados à massa coletada pela administração municipal, por particulares e empresas diversas, formaram o quadro da produção total.

Cálculo do volume e massa diariamente descartada em áreas autorizadas por empresas de coleta, de terraplanagem, por particulares e empresas diversas pôde fornecer indicadores mais confiáveis e reais da geração de RCD total da cidade.

O cálculo da geração média per capita do município finalizou o quadro da geração e pôde fornecer um indicador por habitante da produção de RCD.

### 3.4 Composição dos RCD

A determinação gravimétrica foi realizada por meio de separação e pesagem dos materiais originados de diversas localidades do município em obras de reforma e construção nova.

O método consistiu nas etapas:

- Seleção de 10 obras em reforma e 10 obras de construção nova em bairros de classe social diferentes;
- Coleta de uma amostra de 20 litros de cada caçamba, para construções em reformas;
- Coleta de uma amostra de 20 litros de cada caçamba, para construções novas;
- Reunião das 10 amostras de 20 litros das construções em reforma;
- Reunião das 10 amostras de 20 litros das construções novas;
- Separação dos componentes;
- Peneiração dos componentes menos graúdos. Peneiras utilizadas: Coro Telas malha 4, malha  $\frac{3}{4}$  e Peneiras São Jorge, arame Belgo malha 60 feijão e 60 arroz.
- Medição de volume, através dos galões de 20 L utilizados para a coleta nas caçambas.
- Somatória do volume de 400 litros de resíduos de reforma e de construção nova, amostrados e considerados amostra representativa da composição dos RCD do município de Patrocínio;
- Determinação da massa total de resíduos da amostra de 400L;
- Cálculo de massa de cada componente;
- Cálculo percentual da composição dos materiais contidos no RCD;
- Cálculo da densidade aparente.

### 3.5 Coleta e Transporte

A caracterização da coleta e dos meios de transporte utilizados no município foi feita através de:

- Cadastramento das prestadoras de serviços de locação de caçambas, em trabalho de campo (Apêndice C);
- Levantamento da capacidade operativa das empresas (número de caçambas, volume das caçambas, número de funcionários, etc.) (Apêndice C);
- Levantamento do número de carroceiros e capacidade das suas “carroças”;
- Principais roteiros de transporte de entulho até sua disposição final.

### 3.6 Disposição Final dos RCD

As etapas para identificação dos locais utilizados para disposição final dos RCD, foram:

- Cadastramento e mapeamento das áreas autorizadas pela prefeitura, atualmente utilizadas como destinação final dos resíduos da construção civil do município de Patrocínio, através de visitas *in loco*;
- Cadastramento e mapeamento das áreas clandestinas de disposição de RCD espalhadas pela cidade, também *in loco*.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 Indicadores Básicos do Município de Patrocínio**

Patrocínio possui uma população estimada de 80.884 habitantes (IBGE, 2005), é uma Estância Hidromineral, que ocupa um lugar estratégico na zona fisiográfica do Alto Paranaíba, pertencendo da microrregião homogênea 171 formada por 12 municípios. São vizinhos de fronteira: Monte Carmelo, Coromandel, Guimarânia, Cruzeiro da Fortaleza, Serra do Salitre Perdizes e Irai de Minas. Na Divisão do Estado, para o planejamento, o município pertence à região IV, formada por 05 microrregiões: Alto Paranaíba, Pontal do Triângulo, Uberlândia, Uberaba e Planalto de Araxá. A área do município é de 2.867 km<sup>2</sup>, correspondente a 22% da Microrregião do Alto Paranaíba. Patrocínio possui 04 distritos: Salitre de Minas, São João da Serra Negra, Silvano e Santa Luzia dos Barros. Os principais povoados são: São Benedito, Tejuco, Chapadão de Ferro, Dourados, Boa Vista, Santo Antônio do Quebra Anzol, Pedros e Macaúbas.

A posição Geográfica da cidade é determinada pelas coordenadas de: Latitude 18° 17'00"S; longitude: 46° 59'36" N. A altitude máxima é de 1.258 metros (Morro das Pedras); mínima de 750 metros (Foz Córrego dos Cocais) e média de 972 metros acima do nível do mar.

O município pode ser dividido em duas grandes áreas: a parte leste, caracterizada por menores altitudes, em torno de 800 m, e a porção oeste, de maiores altitudes, em torno de 1.000 metros. Cerca de 60% da área do município é constituída de áreas planas, 30% de ondulados e 10% montanhosos, destacando-se as Serras Negra, Gavião, Ventania e Boa Vista e Morro da Mesa localizado na comunidade do Boqueirão.

Com relação à geologia do município, predomina os Latossolos vermelhos-amarelos e

vermelho-escuros, com algumas faixas de solo podzólico vermelho-escuro.

O uso agrícola dividiu em 3 classes o solo, de acordo com a declividade:

Na primeira predominam os terrenos com declividade entre 0 a 12%, correspondentes aos que abrangem os topos das colinas e serras, e as planícies fluviais dos rios Dourados e Espírito Santo e seus tributários. Os solos aí englobados podem ser arados em todas as direções e sentidos e, em alguns casos, também por tratores de rodas, em curvas de nível;

Pertencem à segunda classe, os solos com declividade de 12 a 50%, declives fortes, e que correspondem às vertentes das Serras do Gavião, Negra, do Marimbondo, da Pipoca e do Morro Agudo. Estes terrenos só podem ser trabalhados mecanicamente em curvas de nível, por máquinas simples de tração animal ou, em certos limites, por tratores de esteiras;

Na terceira classe, encontram-se os terrenos com declividade superior a 50%, que abrangem uma pequena área no norte do município. Tais terrenos não podem ser trabalhados mecanicamente e nem mesmo por máquinas simples de tração animal.

O clima de Patrocínio é típico da região de cerrados, com temperatura média do mês mais frio não muito superior a 18°C; um período seco no Outono-Inverno e úmido na Primavera-Verão, quando atinge a temperatura média máxima de aproximadamente 28°C. O índice pluviométrico anual gira em torno de 1.600/1.700 mm.

A rede hidrográfica do município é bastante densa e pertencente à Bacia do Paranaíba. Seus principais cursos d'água são os rios: Quebranzol e Santo Antônio (afluentes do Rio Araguari); Dourados e Perdizes (afluentes do Rio Piracicaba) e o Rio Espírito Santo e ainda os ribeirões Salitre, Pavões, Macaúbas e o Córrego do Ouro. O município é banhado por outros córregos e riachos, que permitem a irrigação de lavouras e a piscicultura.

A vegetação predominante no município é a de cerrado que, em alguns trechos, se apresenta mais alta e compacta (cerradão), além de coexistir com áreas de matas. Nos vales fluviais são encontrados às matas-galerias (ciliares).

De acordo com levantamentos da Prefeitura Municipal de Patrocínio em 2001 existiam mais de 24.000 construções residenciais, incluindo casas de fundo, zona rural e distritos. Se forem contadas outras construções, como alojamentos de fazendas, o número sobe para mais de 28.000 edificações. Os imóveis da cidade são: 1.500 construções comerciais, 14.391 construções residenciais e 7.760 lotes vagos. A Figura 4.1 ilustra o município de Patrocínio.



Figura 4.1 Município de Patrocínio

#### 4.2 Identificação da Origem da Matéria-Prima

Os recursos naturais, areia e brita são insumos básicos à atividade da construção civil. O município dispõe de uma areeira de extração de areia fina e os outros tipos de areia, grossa, reboco, dragada, são procedentes dos municípios vizinhos de Coromandel, Abadia dos



Dourados e Ibiá. A brita 0 e brita 01 são oriundas dos municípios de Coromandel e Arcos.

A extração de recursos naturais e sua transformação em materiais de construção têm provocado diversos problemas ambientais, como a disposição inadequada dos resíduos, degradação de áreas de preservação, assoreamento de margens de rios.

#### **4.3 Geração de RCD no Município**

O setor da construção civil está diretamente ligado à economia do país. Desde os anos de 1980, com a implementação dos programas de financiamentos para área da construção civil, a atividade da construtiva encontra-se em processo de transformação, em especial na última década cuja inflação, o preço dos produtos ligados à construção oscilou pouco, o que permitiu um planejamento dos empreendimentos a médio-longo prazo. O aumento do número de obras civis evidencia o desenvolvimento e o acréscimo na produção de RCD.

#### **4.4 Cálculo da Geração de RCD pelos Parâmetros Áreas Licenciadas**

O formulário de Alvará de Licença para construção, demolição e inclusão requer as informações descritivas das edificações. Nele contem a finalidade do documento, área a construir, a demolir e a incluir; tipologia da edificação residencial, comercial, misto e institucional e as seguintes características: área do terreno, área a ser inclusa, demolidas e/ou construídas. A Tabela 4.1 mostra as áreas licenciadas para construções novas, áreas à demolir e áreas a ser inclusas em edificações já existentes.

Tabela 4.1 Áreas licenciadas para construções novas, áreas a demolir e áreas a ser incluída em edificações já existente

	<b>2º. Semestre 2003</b>	<b>1º. Semestre 2004</b>	<b>2º. Semestre 2004</b>	<b>1º. Semestre 2005</b>	<b>Total (24 meses)</b>	<b>Total %</b>
<b>Edificações novas - construídas (m<sup>2</sup>)</b>	21.974,90	29.836,45	26.148,45	13.173,95	91.160,75	51,0
<b>Edificações que sofreram inclusão (m<sup>2</sup>)</b>	19.643,10	12.424,40	41.915,60	7.340,80	81.323,90	43,0
<b>Edificações demolidas (m<sup>2</sup>)</b>	818,35	2.615,90	549,40	112,80	4.096,45	3,0
<b>Total (semestral) (m<sup>2</sup>)</b>	<b>42.436,35</b>	<b>44.903,75</b>	<b>68.613,45</b>	<b>20.627,55</b>	<b>176.581,10</b>	<b>100</b>

A Tabela 4.2 mostra o total de áreas licenciadas no período de Julho de 2003 a Junho de 2005 e as tipologias.

Tabela 4.2 Aprovação de projetos no município Patrocínio-MG

<b>Item</b>	<b>Julho 2003 a Junho 2005</b>	<b>Média anual</b>
<b>Área licenciada (m<sup>2</sup>)</b>	185.593	92.796
<b>Alvarás de licença concedidos</b>	1.508	754

<b>Item</b>	<b>Unidades</b>	<b>Média anual</b>
<b>Uso residencial</b>	1.398	699
<b>Uso comercial</b>	79	40
<b>Uso misto</b>	20	10
<b>Uso institucional</b>	48	24

Para Marques Neto (2003), a taxa de geração de RCD é expressa em kg/m<sup>2</sup> por área licenciada. A contabilização do volume de RCD retirado das 5 obras analisadas, correlacionando-as com a área das mesmas, resultou em uma taxa de geração de 137,02 kg/m<sup>2</sup>.

Os resultados das Tabelas 4.3 e 4.4 foram obtidos pelo produto da área construída licenciada com o fator de geração de Marques Neto (2005) e Pinto (1999), respectivamente.

Tabela 4.3 Estimativa da geração de RCD por áreas licenciadas em Patrocínio a partir da taxa de Marques Neto (2005)

	Patrocínio			
	2º Sem 2003	1º Sem. 2004	2º Sem. 2004	1º Sem. 2005
<b>Áreas totais licenciadas (m<sup>2</sup>)</b>	42.436,35	44.903,75	68.613,45	20.627,55
<b>Taxa de Geração kg/m<sup>2</sup> (*)</b>	137,02	137,02	137,02	137,02
<b>Geração de RCD (t/ano)</b>	5.814,62	6.152,71	9.401,41	2.826,38
<b>Geração de RCD (t/mês)</b>	485	513	784	236
<b>Geração de RCD (t/dia)**</b>	20,20	21,37	32,66	9,83

\*\* Mês com 24 dias (exceto domingo e 4 meio períodos de sábado)

Para Pinto (1999), a taxa de geração é uma estimativa através da caracterização dos RCD analisado em sua dissertação de mestrado, em 1989, o que resultou em um valor de 150 kg/m<sup>2</sup>. Este valor é adotado quase na totalidade dos estudos realizados no país, inclusive pelo I&T e o Governo Federal em seu manual de orientação organizado por Pinto e González (2005).

Tabela 4.4 Estimativa da geração de RCD por áreas licenciadas em Patrocínio a partir da taxa de Pinto (1999)

	Patrocínio			
	2º Sem 2003	1º Sem. 2004	2º Sem. 2004	1º Sem. 2005
<b>Áreas totais licenciadas (m<sup>2</sup>)</b>	42.436,35	44.903,75	68.613,45	20.627,55
<b>Taxa de Geração kg/m<sup>2</sup> (*)</b>	150	150	150	150
<b>Geração de RCD (t/ano)</b>	6.365,45	6.735,56	10.292,02	3.094,13
<b>Geração de RCD (t/mês)</b>	530,45	561,30	857,67	257,84
<b>Geração de RCD (t/dia)**</b>	22,10	23,39	35,74	10,75

\* taxa adotada por Informações e Técnicas

\*\* Mês com 24 dias (exceto domingo e 4 meio períodos de sábado)

Os valores obtidos nas tabelas 4.3 e 4.4 foram bastante necessário verificar a geração com base em resultados experimentais levantados no município em estudo.

#### 4.5 Cálculo do Volume de RCD por Movimento de Cargas das Empresas Coletoras

A quantificação da geração dos RCD por movimento de cargas foi realizada com o levantamento do número de caçambas removidas por dia pelas três empresas coletoras através de entrevista e questionário, junto às empresas. A Tabela 4.5 apresenta os dados das empresas coletoras atuantes no município estudado, no ano de 2005.

Tabela 4.5 Empresas coletoras em Patrocínio e atuantes com poliguindaste

Empresa (Nome fantasia)	Localização (Bairro)	Início de operação	Número de funcionários	Quantidade de equipamentos	
				Caçambas (03, 04, 05 m <sup>3</sup> )	Caminhão poliguindaste
<b>Alô Caçamba</b>	Morada Nova	1998	02	52	01
<b>Ideal Caçamba</b>	Centro	1993	02	105	02
<b>Caçambão</b>	Distrito Industrial	1997	03	45	02

Os coletores com caçambas “brooks” representam, todavia a porção mais visível, organizada e acessível dos agentes coletores que atuam no município.

O processo de coleta e transporte dos resíduos de construção e demolição se dá inicialmente no canteiro de obra, o que pode acumular em pequenos pontos isolados, no mesmo quarteirão e vizinhos. A própria atividade das empresas coletoras poderia ser os responsáveis pela a reutilização e/ou reciclagem dos resíduos na própria obra.

As empresas coletoras possuem caçambas de 03, 04, 05 m<sup>3</sup>, que ficam estacionadas por um período médio de 05 a 10 dias. O transporte até o destino final é feito por caminhões poliguindaste. O valor cobrado pelo serviço no ano de 2005 oscilava de acordo com a capacidade das caçambas R\$ 30,00, R\$ 35,00 e R\$ 40,00, respectivamente e o caminhão de terra custa o valor de R\$ 40,00.

A planilha de resultados dos dados das empresas coletoras (Apêndice C) apresenta o

volume transportado mensalmente pelas três empresas. A empresa Caçambão movimenta quase 50% a mais que a empresa Ideal Caçamba e Alô Caçamba, mesmo com uma quantidade menor de caçambas. Nas informações requisitadas aos proprietários, quanto ao número de funcionários, equipamentos e veículos, os mesmos declararam os dados descritos na Tabela 4.5.

Portanto, nota-se claramente, que a empresa Caçambão apesar de possuir um número menor de equipamentos disponíveis para o trabalho, em relação as outras empresas, esta através de uma gestão de trabalho diferenciada consegue uma melhor eficiência em seu trabalho.

Os dados possibilitam calcular o volume coletado diária e mensalmente e suas massas. Uma empresa de distribuição de areia, brita e terra, a mais representativa, é a Secretaria Municipal de Obras, em que os dados obtidos contribuem para o cálculo do volumes de RCD gerado diariamente, coletados e distribuídos por caminhões basculantes de médio porte. O poder público também executa esse tipo de serviço, limpeza gratuita de lotes, que está contabilizado nesse estudo. A Tabela 4.6 apresenta o resultado da coleta de RCD, pelo número de caçambas removidas durante os quatro meses de análises, setembro a dezembro de 2005, pelas empresas coletoras do município de Patrocínio.

Tabela 4.6 Volume estimado de RCD removido pelas empresas coletoras nos meses de setembro a dezembro de 2005

<b>Município de Patrocínio</b>					
	<b>Setembro</b>	<b>Outubro</b>	<b>Novembro</b>	<b>Dezembro</b>	<b>Total</b>
<b>Número de viagens</b>	338	385	302	305	1.330
<b>Volume Transportado (m<sup>3</sup>)</b>	1.376	1.055	1.242	1.255	4.928

A quantidade de resíduos estimada a partir do volume transportado possibilitou determinar a geração diária de 51,33 m<sup>3</sup>/dia de RCD, o que representa a produção estimada em massa de 48,76 t/dia de resíduos no município (Tabelas 4.7 e 4.8). Para fins de cálculo, foi

considerada a massa específica de 0,95 t/m<sup>3</sup>.

Tabela 4.7 Geração da estimativa de RCD por movimento de carga das empresas coletoras

<b>Município de Patrocínio</b>			
<b>Volume de entulho coletados pelas empresas (m<sup>3</sup>/mês)</b>	<b>Volume de entulho coletado pelas empresas (m<sup>3</sup>/dia)</b>	<b>Massa de entulho coletados pelas empresas (t/mês)*</b>	<b>Massa de entulho coletado pelas empresas (t/dia)</b>
1.232	51,33	1.174,40	48,76

\* Massa unitária de 0,95 t/m<sup>3</sup> e mês de 24 dias

Tabela 4.8 Número de viagens em função do tipo de obras e empresas coletoras

<b>Ano 2005</b>	<b>Reforma</b>	<b>Construção térrea</b>	<b>Construção vertical</b>	<b>Demolição</b>	<b>Limpeza de lote</b>	<b>Outros</b>	<b>Total</b>
<b>Setembro</b>	145	54	6	10	62	42	<b>277</b>
<b>Outubro</b>	136	35	7	4	36	31	<b>218</b>
<b>Novembro</b>	177	47	4	7	35	27	<b>270</b>
<b>Dezembro</b>	185	47	1	3	28	30	<b>264</b>
<b>Total</b>	<b>643</b>	<b>183</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>161</b>	<b>130</b>	<b>1.159</b>

A relação entre a massa média de resíduos gerados diariamente (48,76 t/d), obtida de Setembro a Dezembro de 2005, com as áreas médias construídas em cada semestre (46397,8 m<sup>2</sup>) permitiu determinar a taxa de geração TG<sub>a</sub> para o município de Patrocínio.

$$TG_a = 48760 \frac{kg}{d} \frac{24d}{1mês} \frac{6meses}{1semestre} \frac{1semestre}{46397,8m^2}$$

$$TG_a = 151,3 \frac{kg}{m^2}$$

Nota-se pela Tabela 4.8 que as reformas representam 55% do número de viagens realizadas pelas empresas coletoras. O número total de viagens por tipo de obra e volume de caçamba do Apêndice E permitiu calcular o volume médio de cada viagem:

**Erro! Não é possível criar objetos a partir de códigos de campo de edição.**

**Erro! Não é possível criar objetos a partir de códigos de campo de edição.**

Portanto, a massa de resíduos gerada em reforma no ano de 2005 foi de:

$$M_{reforma} = 643 \text{ viagens} \cdot \frac{4,167 \text{ m}^3}{\text{viagem}} \cdot \frac{0,95 \text{ t}}{\text{m}^3}$$

$$M_{reforma} = 2545,31 \text{ t}$$

que convertida em percentual da massa total de resíduo representa 54%. Portanto, os programas de gerenciamento de RCD devem priorizar ações para a redução do montante de resíduos gerados nesse tipo de obra.

A geração per capita ( $TG_p$ ) pode ser obtido através da massa de resíduo diária pelo número de habitantes:

$$TG_p = 48760 \frac{\text{kg}}{\text{d}} \frac{1}{80884 \text{ hab}}$$

$$TG_p = 0,60 \frac{\text{kg}}{\text{hab.d}}$$

#### 4.6 Composição dos RCD

A caracterização qualitativa é uma etapa primordial para o resultado final do diagnóstico da situação dos RCD no município estudado. A tipologia dos materiais encontrados nos resíduos e seus percentuais é indicador fundamental na proposição de estratégias para o plano de gestão e gerenciamento, como proposto na Resolução CONAMA

307/02.

A composição dos RCD foi realizada em diferentes pontos da área urbana, a partir do resultado de planilha resumo das empresas coletoras (Apêndice B). Foram selecionadas 10 caçambas de 4m<sup>3</sup> provenientes de construção nova e 10 caçambas de construção em reforma, destas foram retirados 01 lata de 20 L, totalizando assim um montante de 200L de resíduo de construção nova e 200 L de construção em reforma.

O processo de limpeza, seleção por tipo de material e pesagem dos mesmos se deu momentos distintos. Com uma peneira de areia, os materiais com maior granulometria foram separados dos menores e assim passou por 03 peneiras até a obtenção de um material sólido para uso em argamassa de acabamento fino. Ao final desta etapa realizou a pesagem.

No momento da coleta dos RCD nas construções, os pedreiros ressaltaram a presença de catadores, os quais coletam matérias como vidro, papel, plástico, madeira e em especial os materiais em ferro. As coletas foram amostradas aleatoriamente, respeitando o tamanho do recipiente de coleta.

A massa unitária de cada componente dos RCD resultou em massa total de 381,70 kg representado pela caracterização dos 400 L amostrados. Desta forma, a relação massa/volume da amostra de RCD deste estudo, é de 0,95 kg/L ou 0,95 t/m<sup>3</sup>.

Marques Neto (2003) utiliza a densidade aparente de RCD de 0,60 t/m<sup>3</sup>, valor muito inferior ao usado nos estudos de Pinto (1999) e os do I&T - Informações e Técnicas para Construção Civil, que adotam o índice de 1,2 t/m<sup>3</sup>. A divergência entre os valores para Marques Neto é originada no momento da coleta, em que deve considerar os vazios, enquanto o valor de 1,2 t/m<sup>3</sup> deve ser considerado um indicador para os RCD após o beneficiamento, ou seja, após a trituração. Portanto, conclui que, as quantidades de RCD gerada são menores que as obtidas pelos índices utilizados nos estudos, pois para diagnosticar a geração de RCD deve-



se considerar a massa unitária com vazios, por representarem à realidade no momento da coleta.

A Tabela 4.9 demonstra as massas de cada material caracterizado dentre as caçambas de RCD estudadas.

Tabela 4.9 Massa dos materiais caracterizados no estudo

Materiais	Massa dos materiais			
	Construções novas -200L (kg)	Construções em reforma -200L (kg)	Total - 400L (kg)	% Total
<b>Concreto/Argamassa</b>	78,80	69,00	147,80	39,00
<b>Cerâmica</b>	26,00	15,80	41,80	11,00
<b>Cerâmica lisa</b>	4,20	20,00	24,20	6,00
<b>Madeira</b>	2,00	3,40	5,40	1,50
<b>Fibrocimento</b>	-	-	-	-
<b>Ferro</b>	4,40	-	4,40	1,00
<b>Gesso</b>	-	5,00	5,00	1,30
<b>Vidro</b>	-	-	-	-
<b>Plástico</b>	0,60	2,60	3,20	0,80
<b>Isopor</b>	0,20	0,40	0,60	0,20
<b>Pedra</b>	-	5,20	5,20	1,40
<b>Granulo grande (cascalho grosso)</b>	45,60	12,40	58,00	15,20
<b>Grânulo médio (cascalho fino)</b>	6,80	3,10	9,90	2,60
<b>Grânulo pequeno (terra e areia grossa)</b>	10,80	3,60	14,40	3,80
<b>Grânulo fino (terra e areia fina)</b>	45,80	16,00	61,80	16,20
<b>Total</b>	<b>225,2</b>	<b>156,50</b>	<b>381,70</b>	<b>100</b>

A caracterização do município de Patrocínio obteve um índice de 0,95 t/m<sup>3</sup>, valor muito próximo ao utilizado por outros estudos. Esse valor se deve em razão da coleta seletiva pelos catadores, restando nas caçambas o material dado como não reciclado. A Tabela 4.9 evidencia este fato pelo resultado dos materiais mais representativos são as argamassas, concreto, terra, areia e cascalho.

#### 4.7 Característica da Situação Atual das Áreas de Descarte de RCD

Patrocínio é mais uma cidade brasileira, onde a disposição clandestina de RCD é um problema de social, econômico, falta de infra-estrutura básica e em especial ambiental. Portanto, falta de políticas públicas e a ausência de prioridades das ações do poder público é a principal causa da disposição inadequada dos RCD.

Na pesquisa de campo foram detectadas e visitadas áreas de despejo de diversos tipos resíduos, em especial da construção civil. Por toda a cidade há pequenos volumes em lotes vagos, mas volumes maiores de RCD são encontrados às margens dos córregos, das rodovias de acesso à cidade, nas áreas de proteção entre a rodovia e a área urbanizada.

Os locais de disposição foram denunciados pelos fiscais da Prefeitura, pelas empresas coletoras e pelo conhecimento da autora sobre esta disposição inadequada. A situação legal dos mesmos foi descrito pelos responsáveis da Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente e Secretaria de Obras.

O Poder Público é o maior responsável pelo descarte inadequado, uma vez que pré-determina e autoriza áreas de disposição inadequada, que estabelece e autoriza áreas de disposição inadequada para este tipo de resíduo. Nessas áreas, a ação dos catadores é evidente, assim como a situação precária, sem segurança realizam a triagem do material para sua própria reutilização.

O poder público autoriza o descarte em determinado local sem o devido cuidado técnico e não dispõe de uma área licenciada para a disposição de RCD. A autorização de disposição no local se dá pela “necessidade” de aterrar o solo tanto para o poder público quanto para particulares.

A área de depressão, alta declividade e topograficamente não favorável para a edificação são os locais favoráveis para o descarte. Em razão da facilidade de descarte, os pequenos geradores descartam clandestinamente o entulho nas encostas dos dois córregos que

atravessam a cidade, já as empresas coletoras seguem as instruções dadas pela Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente. A estratégia utilizada para evitar o descarte clandestino é autorizar uma área em cada lado da cidade e assim que estas esgotarem a capacidade, verificam outra área para a autorização. O descarte no aterro sanitário legalizado é raro, exceto quando os RCD são provenientes dos Distritos, devido à proximidade das áreas autorizadas no perímetro urbano em favor do menor custo.

A Secretaria Municipal da Saúde, Controle de Zoonoses, e de Obras, desde janeiro de 2005, realizou 3 mutirões de limpeza de lotes com a finalidade de reduzir os índices de proliferação de vetores e de dengue. Essas ações foram situadas nos bairros que apresentaram aumento de casos de doenças.

No Bairro Olímpio Nunes, na grande depressão, que existia foi preenchida com entulho por um longo período, todavia os moradores vizinhos à área não permitem mais a disposição alegando problemas com a limpeza pública, com os vetores e com a poluição sonora produzida pelos caminhões, aumento do número de catadores, violência e descaso do Poder Público para com a infra-estrutura urbana existente.

Foi constatado que uma das empresas utiliza de áreas próprias e alugadas, sem o devido licenciamento ambiental, para a disposição final dos RCD. Alguns desses materiais são reutilizados pela própria empresa na comercialização direta a comerciantes, madeira, papel, plástico, metais, ou por construtores que os utilizam em aterros de terrenos e em obras de infra-estrutura.

As quatro áreas autorizadas para a disposição dos resíduos da construção e demolição pela Secretaria Municipal de Urbanismo já se esgotaram, o que dificulta o trabalho das empresas de caçambas e a Secretaria Municipal de Obras. Sendo assim, está havendo o colapso na Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos no Município, antes mesmo de sua existência.

#### 4.8 Resumo das Áreas de Descarte de RCD no Perímetro Urbano

Na pesquisa de campo, foram diagnosticadas treze áreas de disposição final de RCD, sendo estas áreas às margens de córregos, terrenos baldios e áreas limítrofes do perímetro urbano e rural.

A Tabela 4.10 resume informações a respeito dos locais identificados.

Tabela 4.10 Registro dos locais de disposição de RCD em Patrocínio

<b>Figura</b>	<b>Local</b>	<b>Bairro</b>	<b>Recurso hídrico</b>	<b>Situação atual</b>
<b>Áreas já autorizadas</b>				
4.3	Av. Manuel Nunes	Cidade Jardim	Afluentes Córrego Rangel	Estável
4.4	Rua Heloísa Capuano	São Lucas	Afluentes Córrego Rangel	Estável
4.5	Rua Major Tobias	Cidade Jardim	Afluentes Córrego Rangel	Estável
4.6	Rua Sebastião Horácio Teixeira	Cruzeiro da Serra	-	Ativo
4.7	Rua 44	Olímpio Nunes	-	Estável
4.8	Av. Rússia	Nações	-	Estável
4.9	Rua Tadao Nobuyasu	Morada Nova	Córrego Rangel	Ativo
4.10	Rua Alameda dos Eucaliptos	Morada Nova	Córrego Rangel	Ativo
<b>Áreas Clandestinas</b>				
4.11	Rua Joaquim Constantino	São Lucas	Afluentes Córrego Rangel	Estável
4.12	Rua Camilo Augusto de Andrade	Cidade Jardim	Afluentes Córrego Rangel	Estável
<b>Já autorizadas e atualmente clandestinas</b>				
4.13	Av. José Armando de Queiroz	São Vicente	Córrego Rangel	Já autorizada para aterro
<b>Área de disposição clandestina limpa pelo poder público municipal</b>				
4.14	Rua Governador Valadares	São Vicente	-	Limpeza de área clandestina

A figura 4.2 ilustra os diversos pontos de disposição inadequada dos RCD no município.

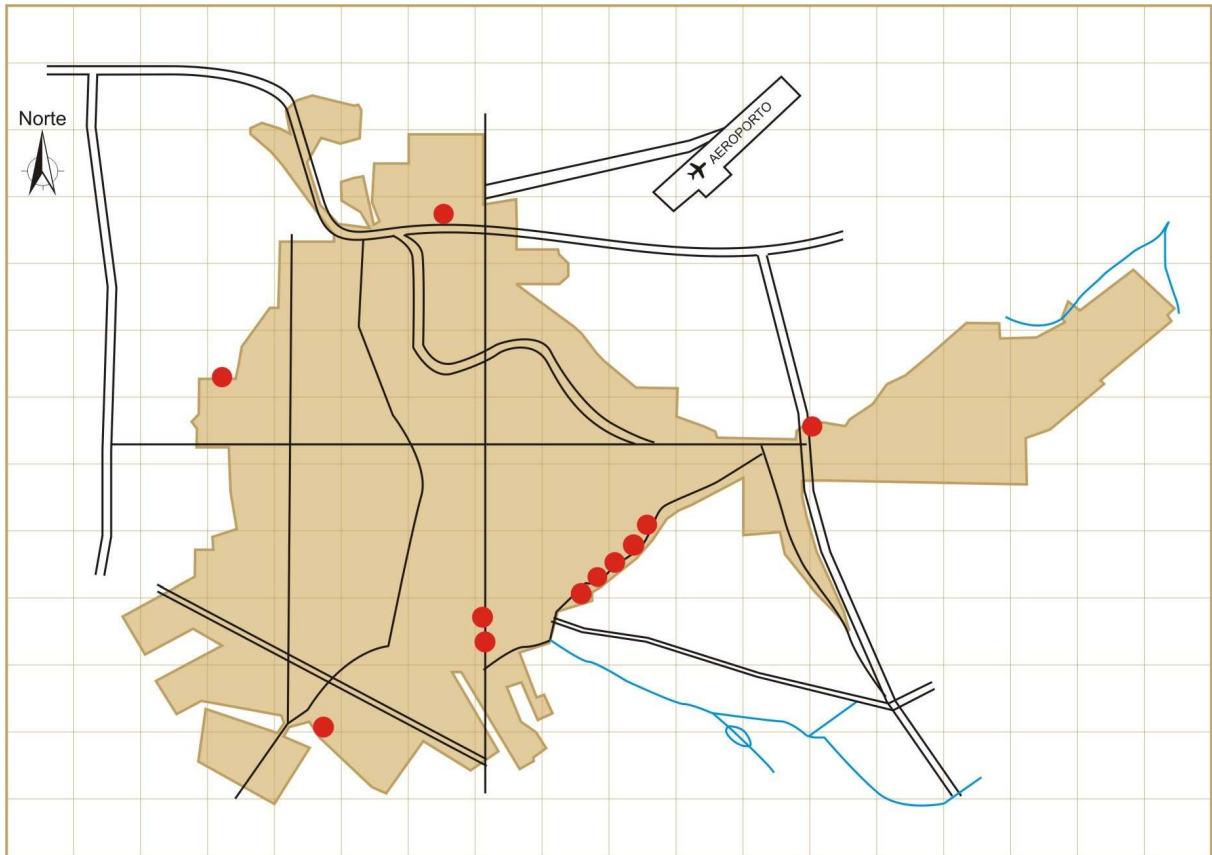
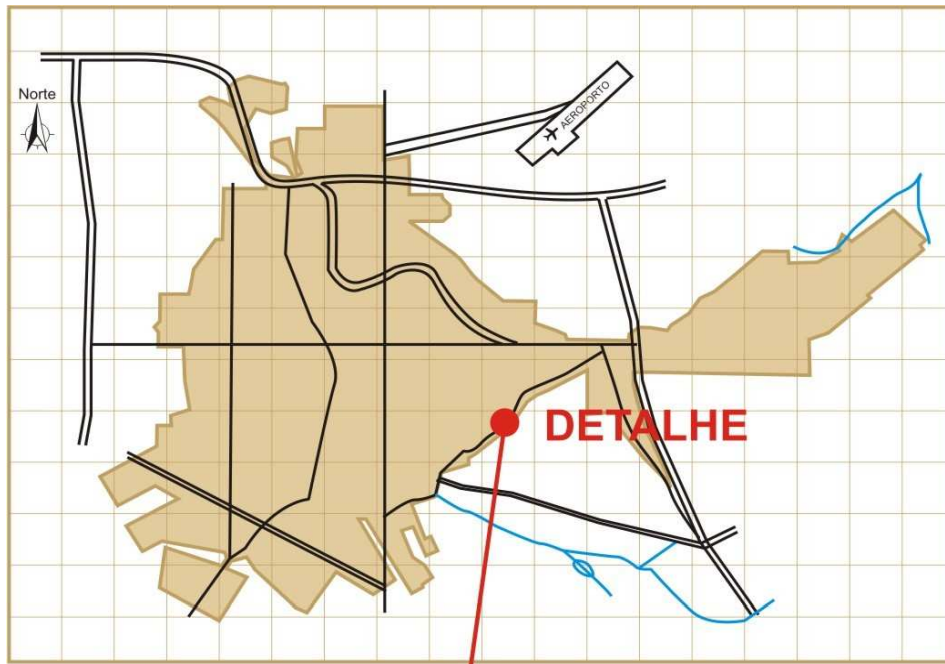
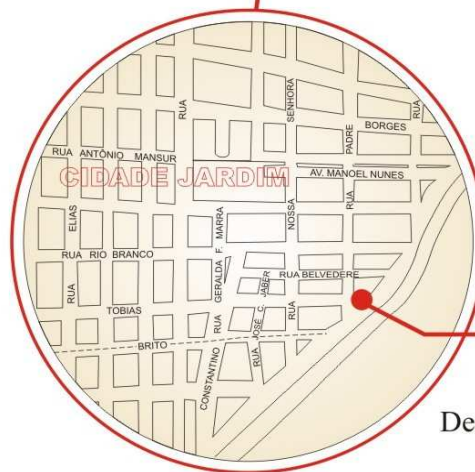


Figura 4.2 Pontos de disposição inadequada de RCD

As figuras 4.3 a 4.10 apresentam as áreas já autorizadas pelo poder público e desativas para disposições de RCD.



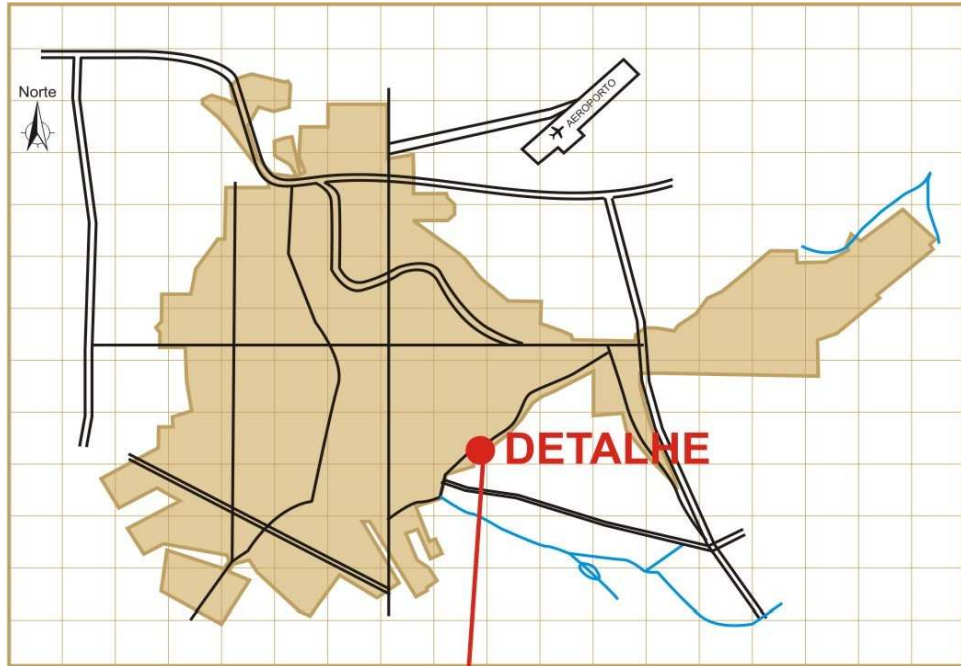
Mapa Geral da Cidade de Patrocínio



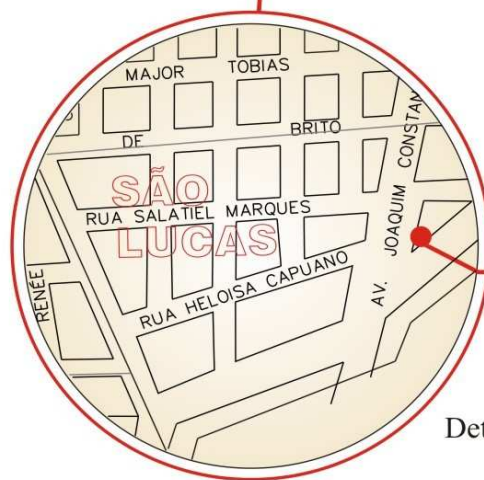
Detalhe da Localização



Figura 4.3 Av. Manuel Nunes. Bairro Cidade Jardim



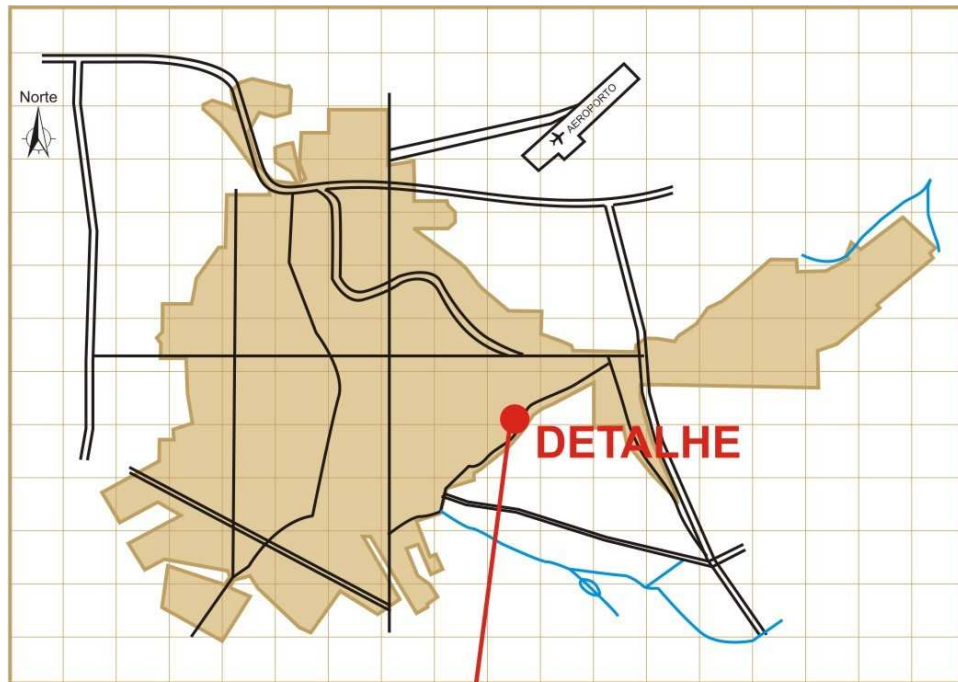
Mapa Geral da Cidade de Patrocínio



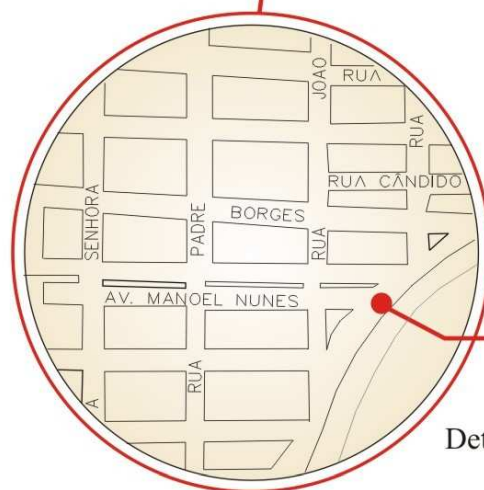
Detalhe da Localização



Figura 4.4 Rua Heloísa Capuano. Bairro São Lucas



Mapa Geral da Cidade de Patrocínio

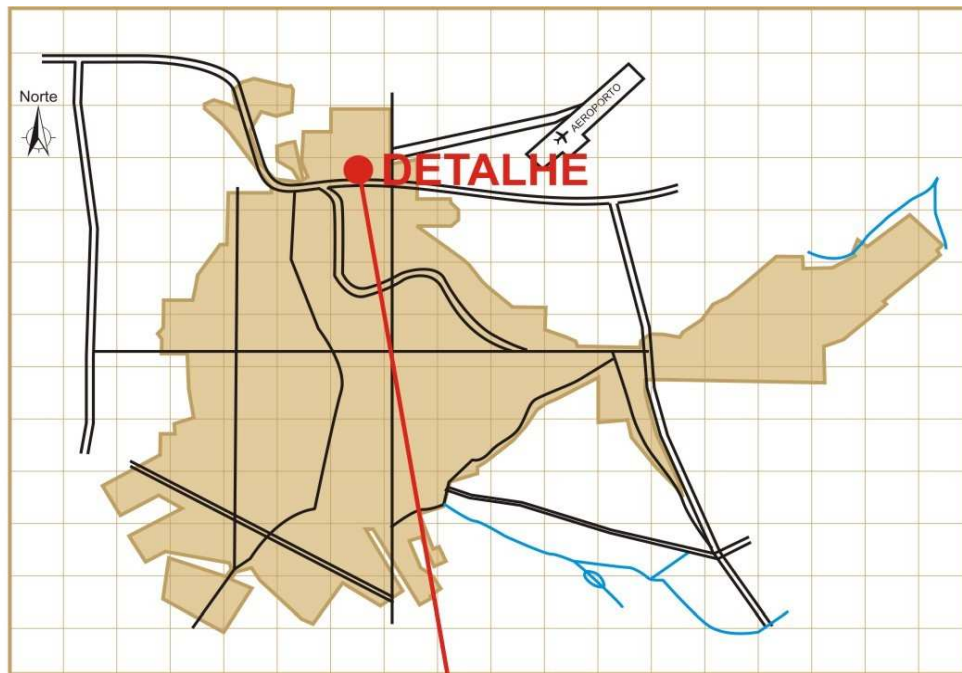


Detalhe da Localização

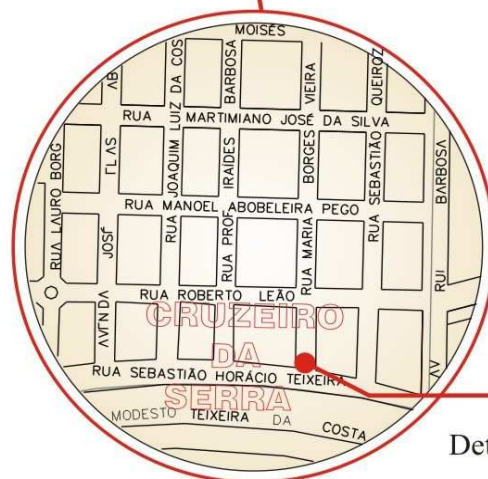


Figura 4.5 Rua Major Tobias. Bairro Cidade Jardim





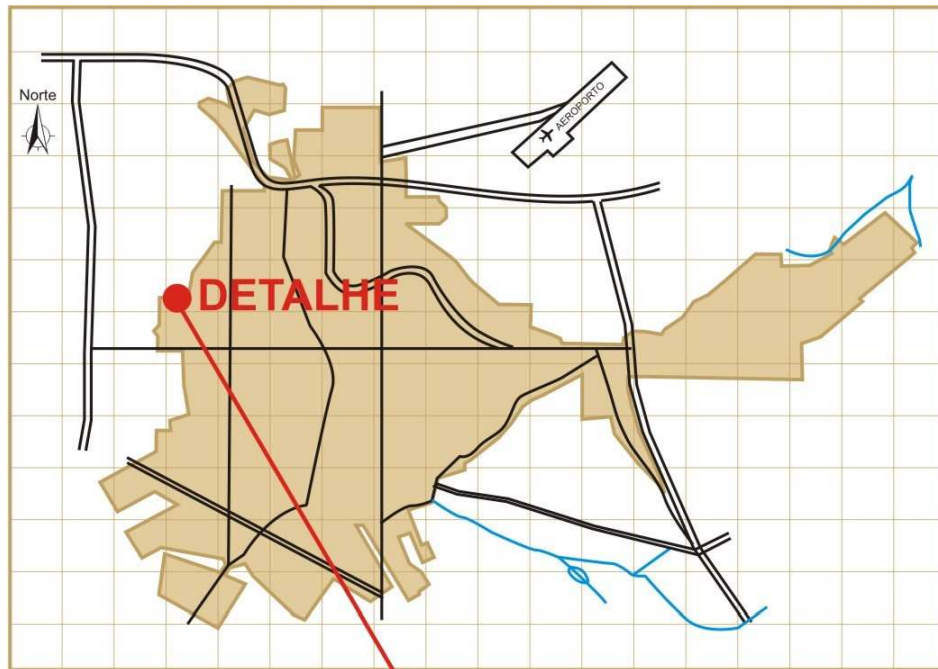
Mapa Geral da Cidade de Patrocínio



Detalhe da Localização



Figura 4.6 Rua Sebastião Horácio Teixeira. Bairro Cruzeiro da Serra, às margens da Rodovia BR 365



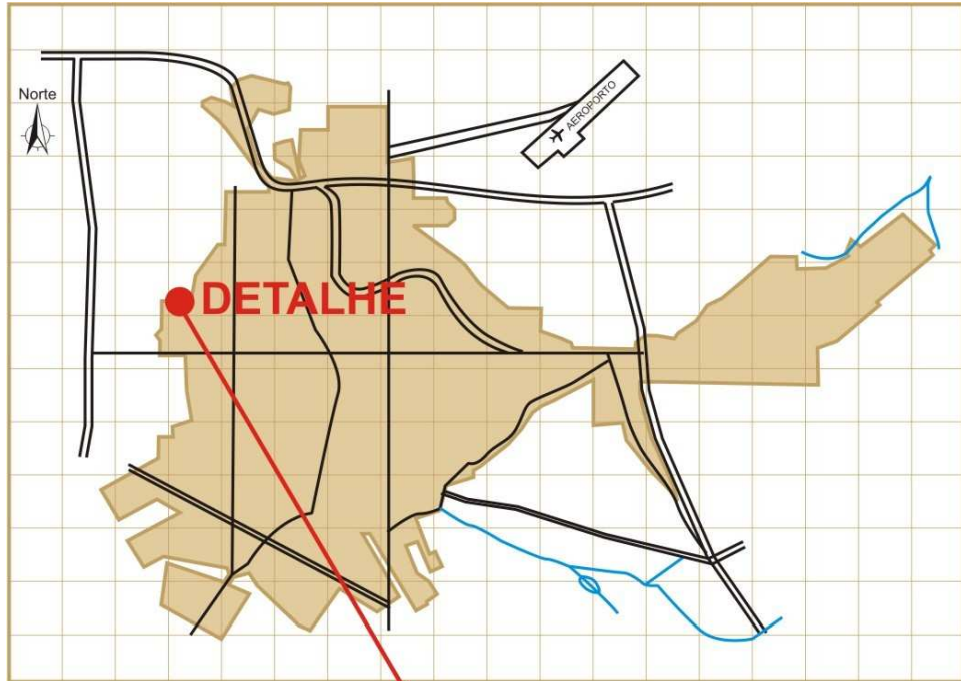
Mapa Geral da Cidade de Patrocínio



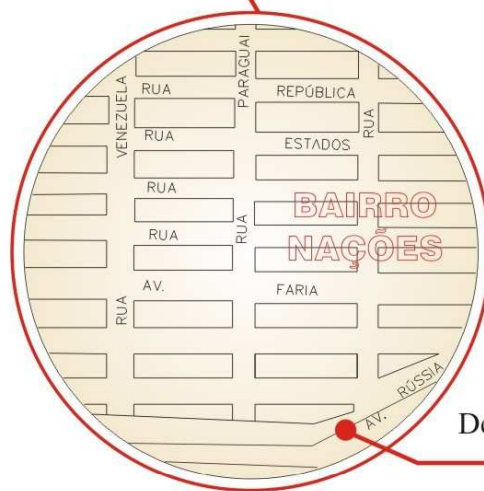
Detalhe da Localização



Figura 4.7 Rua 44. Bairro Olímpio Nunes



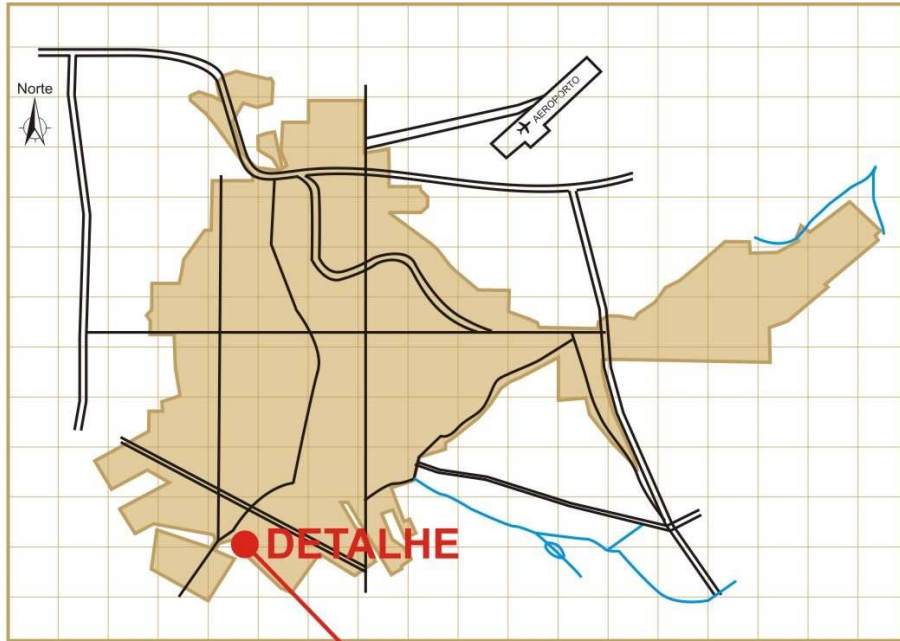
Mapa Geral da Cidade de Patrocínio



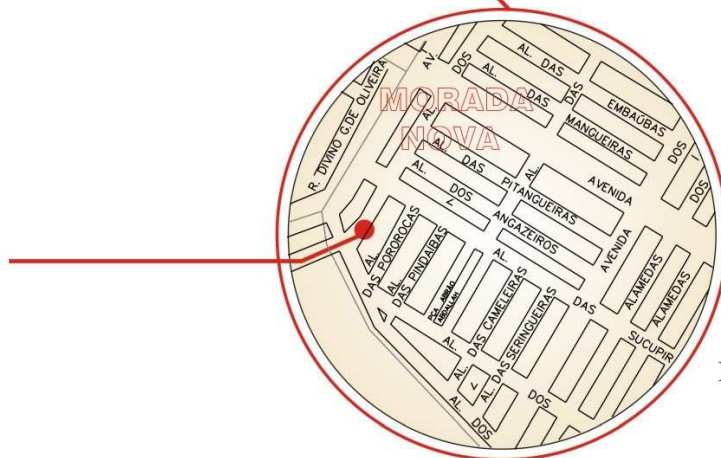
Detalhe da Localização



Figura 4.8 Av. Rússia. Bairro Nações



Mapa Geral da Cidade de Patrocínio

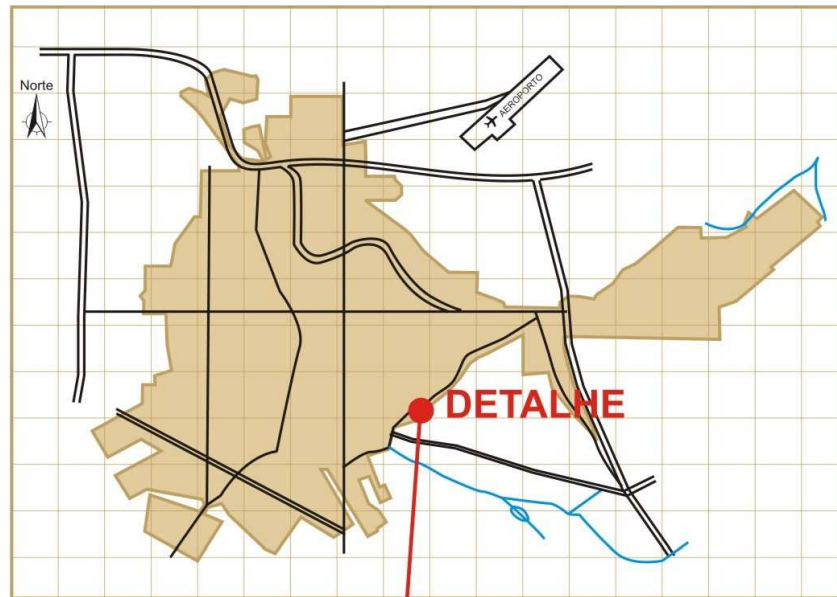


Detalhe da Localização

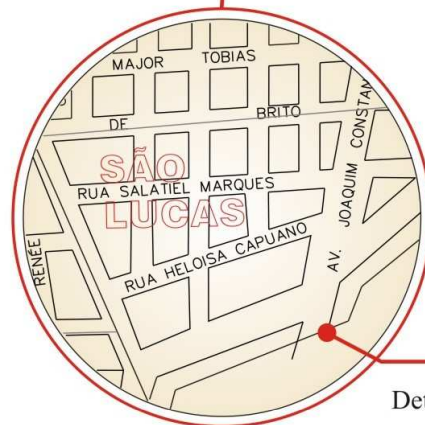


Figura 4.9 Rua Tadao Nobuyasu. Bairro Morada Nova - Figura 4.10 Rua Alameda dos Eucaliptos. Área de Preservação Permanente do Córrego Rangel

As figuras 4.11 a 4.12 mostram as áreas pulverizadas pela cidade, de disposição clandestina de RCD.



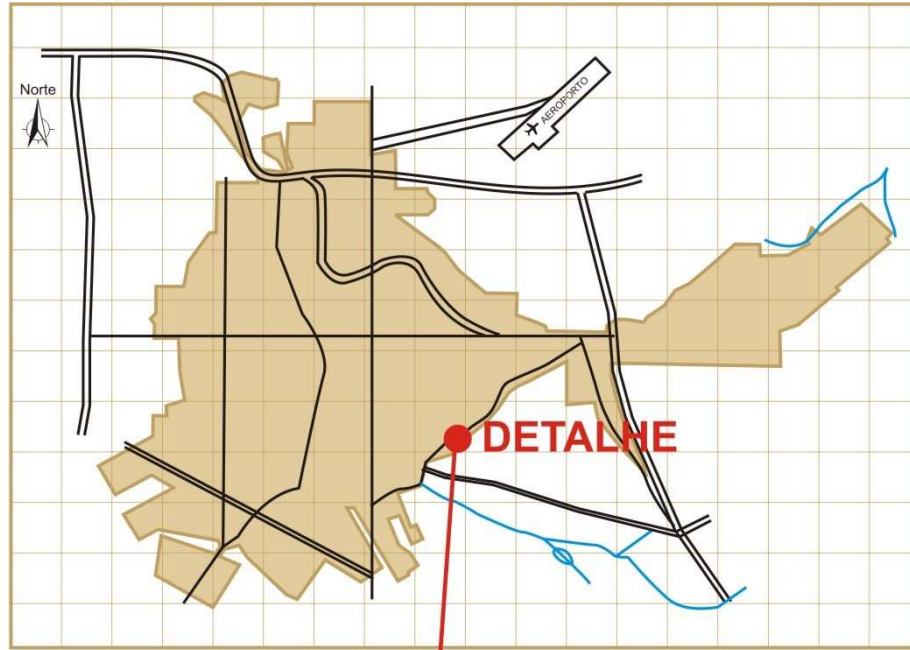
Mapa Geral da Cidade de Patrocínio



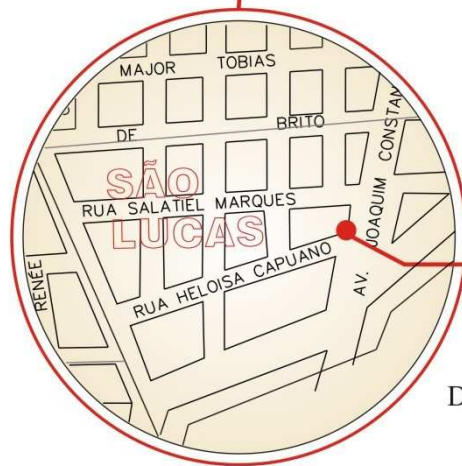
Detalhe da Localização



Figura 4.11 Rua Joaquim Constantino. Bairro São Lucas



Mapa Geral da Cidade de Patrocínio

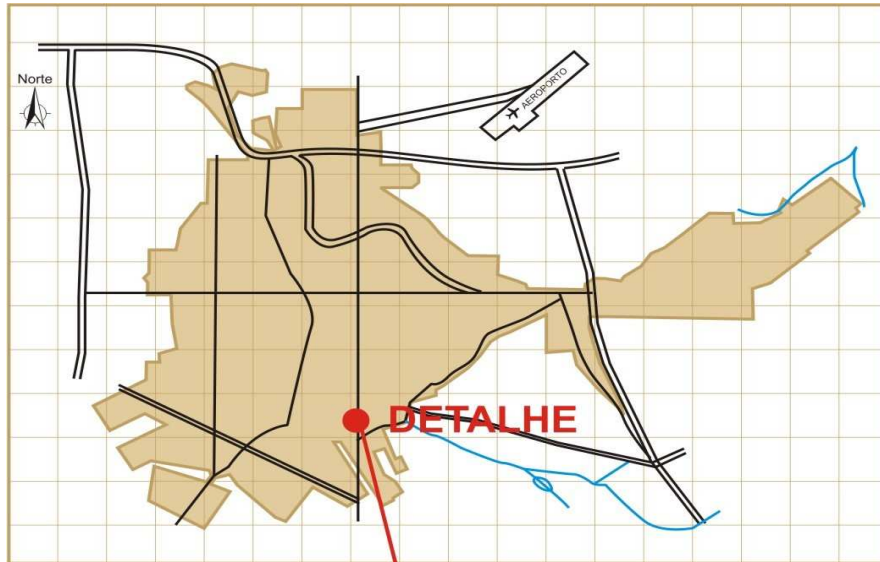


Detalhe da Localização



Figura 4.12 Rua Camilo Augusto de Andrade. Bairro Cidade Jardim.

A figura 4.13 ilustra uma das áreas já autorizadas para a disposição dos RCD pelo poder público e particular para que seja aterrada. O menor custo do material de preenchimento acarretou em problemas posteriores, a continuidade de disposição, agora clandestina.



Mapa Geral da Cidade de Patrocínio

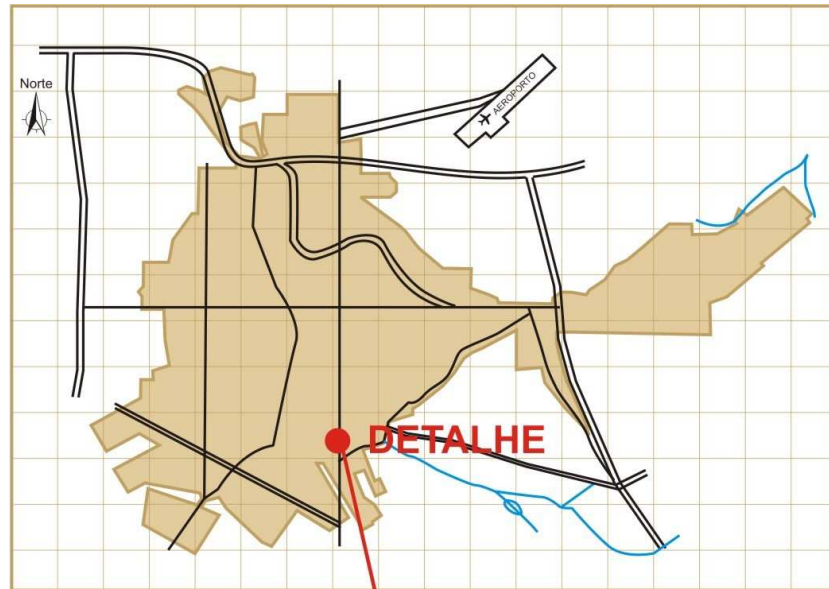


Detalhe da Localização

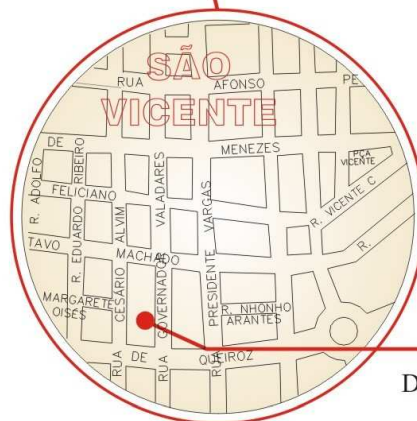


Figura 4.13 Av. José Armando de Queiroz. Bairro São Vicente

A Figura 4.14 demonstra o trabalho da Secretaria Municipal de Obras frente à limpeza das áreas clandestina de disposição de RCD.



Mapa Geral da Cidade de Patrocínio



Detalhe da Localização



Figura 4.14 Rua Governador Valadares. Bairro São Vicente



Portanto, foram identificadas áreas de disposição clandestina e áreas já autorizadas, e atualmente não mais, que indicam a ingerência dos RCD no município.

## **5 PROPOSTA DE INTERVENÇÃO**

O início da resolução da disposição clandestina do RCD no município de Patrocínio pode se dar pelo conhecimento do arcabouço legal referente aos resíduos sólidos urbanos com ênfase nos resíduos da construção civil.

A busca pela melhoria da qualidade de vida, sob aspecto ambiental da sociedade necessita de um programa de gestão e gerenciamento eficiente e eficaz para o município, com prioridades com o saneamento básico, infra-estrutura, saúde e educação.

O complexo da atividade da construção civil no município está sob a responsabilidade de grupos restritos, o que facilita a comunicação e a conscientização dos problemas causados a partir da disposição inadequada dos RCD, assim como, a possibilidade do reuso com o beneficiamento dos resíduos.

O poder público e o setor da construção civil poderiam ter como ação de responsabilidade sócio-ambiental o uso do agregado beneficiado para a construção de casas, à população mais carente, a um custo bem reduzido, bem como nas edificações de responsabilidade municipal.

Contudo, a intervenção eficaz se dará pelo comprometimento de realização e execução de um plano de gestão e gerenciamento dos RCD no município.

## 6 CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu que:

- O método proposto para o diagnóstico dos resíduos da construção civil no município foi adequado para o estudo, uma vez que as informações obtidas foram o mais próximo da situação real.

- A facilidade de uso do método proposto permite sistematizar as informações e o uso de planilhas eletrônicas para o cálculo dos dados necessários para o diagnóstico.

- Os resultados obtidos, taxas de geração de RCD, composição e local de descarte, são premissas básicas para propor e justificar as ações a serem propostas no Plano de Gestão dos RCD, desta forma o cumprimento da Resolução CONAMA 307/02.

- As taxas de geração de RCD de Patrocínio,  $151 \text{ kg/m}^3$ , foram bastante próximas à obtida na literatura.

- Ao determinar a taxa de geração per capita de RCD no município, o valor obtido  $0,6 \text{ kg/hab.d}$ , foi superior a geração de resíduos sólidos domiciliares no município estudado, aproximadamente  $0,4 \text{ kg/hab.d}$ .

- A contribuição principal de geração de RCD foi as reformas, responsável por 54% da massa de RCD transportado no município. Sendo assim, deve ser foco principal a ser envolvido nos planos de gerenciamento de RCD.

- A densidade aparente determinada foi de  $0,95 \text{ t/m}^3$ , valor próximo ao utilizado em vários estudos, porém a caracterização deve considerar a coleta seletiva realizada pelos catadores para a venda do material reciclado. Assim, o RCD caracterizado possui uma fração maior de resíduos minerais.

- Foi possível identificar as áreas de disposição inadequada dos RCD, em suma todas as áreas limítrofes, área urbanizada e não urbanizada, margens de córregos que cortam a

cidade; rodovias federal e estadual de acesso à cidade e as áreas topograficamente inadequadas à edificação são passíveis de descarte no município de Patrocínio.

- Não é prioridade do poder municipal o gerenciamento adequado dos RCD, em razão da falta de legislação municipal que regulamente o descarte de RCD e de ações do poder executivo local.

Por fim, foi possível constatar os impactos: visual; econômico; social; cultural; saúde pública e principalmente ambiental proveniente da disposição inadequada dos RCD como se pôde observar nas Figuras 4.2. a 4.21 apresentadas.

## **7 PROPOSTA PARA ESTUDOS FUTUROS**

A necessidade de se dar continuidade ao estudo apresentado é de fundamental importância para avaliar e analisar o método proposto. Portanto, sugere-se:

- Análise crítica da gestão e do gerenciamento nos municípios, onde já foram implantados o sistema de gestão dos RCD;
- Aferir o sucesso dos modelos de gestão existentes
- A aplicação do método em cidades de diferente porte populacional;
- A partir do diagnóstico, a análise de premissas de gestão e gerenciamento para ações municipais consorciadas;
- Análise econômica-financeira, da possível implantação de processo de reciclagem;
- Análise multidisciplinar para proposição de melhor localização de aterro de inertes para o município

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Resíduos Sólidos – Coletânea de Normas. ABNT NBR 10 004 - 100007: 2004

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Resíduos Sólidos – Coletânea de Normas. ABNT NBR 15112 – 15116: 2004

ALTHEMAN, D.; Avaliação da Durabilidade de Concretos Confeccionados com Entulho de Construção Civil. In Unicamp – Departamento de Construção Civil. Campinas 08/2002. p. 102 Disponível em <<http://teses.eps.ufsc.br/Resumo.asp?5092>>. Acesso 15/10/2005

AMBIENTE BRASIL - Resíduos. Disponível em: [www.ambientebrasil.com.br](http://www.ambientebrasil.com.br). Acesso 07/05/2006

ÂNGULO, S. C.; Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento de concretos. Tese (Doutorado). São Paulo. p. 102 Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-18112005-155825/>>. Acesso 25/01/2006

ÂNGULO, S. C.(a) Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados. São Paulo, 2000. 155p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-05102005-112833/>> Acesso 20/11/2004

ÂNGULO, S.; ZORDAN, S.E.; JOHN, V.M.. Desenvolvimento Sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil. 2001. Disponível em: <http://reciclagem.pcc.usp.br>. Acesso: 27/09/2005

I&T Informações e Técnicas em Construção Civil, DAAE Araraquara. Gestão de Resíduos de Construção e Resíduos Volumosos de Araraquara. Relatório 02. Diagnóstico geral e Plano de Gestão. DAAE Araraquara. Contrato N°. 1.142, Processo Administrativo N°. 2.089/2004. Araraquara – SP. Dezembro 2004

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. Conceitos básicos de resíduos sólidos. São Carlos: EESC/USP, 1999

CARNEIRO et. al. (2001). Características do entulho e do agregado reciclado. In: CARNEIRO, A.P.; BRUM, I. A.S.; CASSA, J.C. da S. (Org). Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção. Projeto Entulho Bom. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal. Disponível em: [www.caixa.gov.br](http://www.caixa.gov.br). Acesso 10/07/2005

COSTA, N. A. A. A reciclagem do resíduo de construção e demolição: Uma aplicação da análise multivariada. Tese programa de pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003. p. 188. Disponível em < <http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/1783.pdf>>. Acesso 03/08/2005

FERREIRA, A. B. H. Novo Aurélio século XXI: o dicionário da Língua Portuguesa. 3ª ed. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira. 1999

IBGE, (2005). Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)> Acesso em: 2/09/2005

JOHN, V. M.; Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. Tese. 02/2000. p.214. São Paulo. Disponível em: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br>. Acesso 26/11/2005

LEITE, M. B.; Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos da construção e demolição. Tese. 2001. Porto Alegre. p. 270. Disponível em: < <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/> >. Acesso 02/12/2005

LEVY, S.M.; HELENE, P.R.L. (1997). Origem e produção de entulho. Artigo, São Paulo: PCC, EPUSP. Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/>> Acesso em 20/08/2005

LIMA, J. A. R (1999). Proposição de diretrizes para a produção e normalização de resíduo de construção reciclado e de suas aplicações em argamassas e concretos. P. 204 Dissertação

(Mestrado.) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 1999

LOPES, A. A. (2003). Estudo da Gestão e do Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos Urbanos no Município de São Carlos (SP). Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003

MARQUES NETO, J. C. Diagnóstico para estudo de gestão dos resíduos de construção e demolição do município de São Carlos – SP. Dissertação Mestrado USP - São Carlos, 2003

MARQUES NETO, J. C. Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil. São Carlos – SP: RIMA, 2005. p. 162

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Documento Agenda 21 da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Cap 20 - Manejo ambientalmente saudável dos resíduos perigosos. Incluindo a prevenção do tráfico internacional ilícito de resíduos perigosos. Cap 21 - Manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com esgotos. Cap 22 - Manejo seguro e ambientalmente saudável dos resíduos radioativos. 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso: 02/08/2005

PINTO, T. DE P. Utilização de resíduos de construção. Estudo do uso em argamassas. Dissertação (Mestrado) - UFSCAR – São Carlos. São Carlos, 1989.

PINTO, T. DE P.. Metodologia para gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. Tese (Doutorado) – USP - São Paulo. São Paulo, 1999. p. 190. Disponível em: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br>. Acesso: 5/06/2005

PINTO, T. DE P.; GONZÁLEZ, J. L, R (Coord.). Manejo e gestão de resíduos da construção civil. Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios. Vol. 01. Brasília - DF: Caixa, 2005. p. 177. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br>. Acesso em 02/09/2005

Resolução CONAMA 307. Dispõe sobre gestão dos resíduos da construção civil. Resolução CONAMA n. 307. Brasília, 2002.



ROCHA, J. C [e] JOHN, V. M (edit.). Utilização de Resíduos na Construção Habitacional. Porto Alegre: ANTAC, 2003. – (Coleção Habitare, v. 4). Disponível em: [http://www.habitare.org.br/publicacao\\_coletanea4.aspx](http://www.habitare.org.br/publicacao_coletanea4.aspx). Acesso 11/11/2004

ZORDAN, S. E. Entulho da indústria da Construção Civil. Artigo, São Paulo: PCC, EPUSP, 2002 Disponível em: <[www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho\\_ind\\_ccivil.htm](http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho_ind_ccivil.htm)> Acesso em: 20/02/2005

## **Apêndice**

**Apêndice A** – Resumo das áreas licenciadas

**Apêndice B** - Planilha de Controle de Movimentação de Carga das Empresas Coletoras e Resultados

**Apêndice C** - Formulário de cadastros para as empresas coletoras de RCD

## Apêndice A

### Resumo das áreas licenciadas

<b>TIPO</b>	<b>2 SEM 2003</b>	<b>1 SEM 2004</b>	<b>2 SEM 2004</b>	<b>ANO 2004</b>	<b>1 SEM 2005</b>	<b>TOTAL 24 MES</b>
RESIDENCIAL	323	609	287	896	179	1398
COMERCIAL	25	21	15	36	18	79
INSTITUCIONAL	0	7	11	18	2	20
MISTO	9	14	15	29	10	48

### PISO

CERAMCIA	264	622	297	919	197	1380
CIMENTO	14	31	24	55	11	80
MADEIRA	1	0	0	0	0	1
PEDRA	2	0	9	9	0	11

### TELHADO

PLAN	311	601	241	842	162	1315
COLONIAL	21	24	51	75	19	115
METALICA	25	17	12	29	9	63
FRANCESA	2	1	2	3	0	5
FIBROCIMENTO	15	11	8	19	19	53

0 0

<b>UNIDADE CONSTRUIDAS</b>	144	417	199	616	92	852
AREA CONSTRUIDA M2	21.974,86	36.456,00	26148,45	62604,45	13.173,95	97753,262

0 0

<b>UNIDADES DEMOLIDAS</b>	11	6	12	18	2	31
AREA DEMOLIDA M2	818,35	2.615,91	549,39	3165,3	112,80	4096,45

0 0

<b>UNIDADE INCLUIDA</b>	196	184	127	311	118	625
AREA INCLUIDA M2	19.643,07	14.808,00	41951,05	56759,05	7.340,83	83742,948

0 0

### PAVIMENTOS

0 0

UNIDADE DE 1 E 2 PAV	374	646	333	979	208	1561
UNIDADE DE 3 E 5 PAV	0	4	1	5	0	5
UNIDADE DE + 6 PAV	1	0	0	0	0	1

0 0

<b>UNIDADES DE ALVENARIA TIJOLO</b>	365	653	321	974	208	1547
-------------------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	------

### FORRACAO

LAJE	234	424	226	650	136	1020
GESSO	4	2	0	2	2	8
SEM FORRO	15	224	105	329	69	413
PVC	3	2	0	2	2	7

## Apêndice B

### Planilha de controle de movimentação de carga das empresas coletoras

<b>Empresa</b>	<b>Mês</b>
<b>Dados gerais</b>	
	Dia de coleta
	Endereço da coleta
	Bairro
<b>Tipologia da construção</b>	
	Reforma
	Construção nova
	Prédio
	Demolição
	Limpeza de lote
	Outros
<b>Caçamba</b>	
	Capacidade volumétrica
	<b>Quantidade de caçambas movimentadas diariamente</b>

Setembro 2005	Constr. reforma	Const nova	Cosntrução Vertical	Demolição	Limpeza De lote	outros	3m³	4m³	5m³	Serra Negra	Morada Nova	Olímpio Nunes	Cruzeiro Da Serra	Dona Diva I	Aterro Sanitário	Nações
Alô Caçamba	35	16	0	1	18	0	31	16	25	3	0	33	35	0	0	2
Ideal Caçamba	40	14	5	8	16	8	30	38	26	6	0	34	47	0	4	0
Caçambão	70	24	1	1	28	34	47	44	81	13	0	133	1	0	15	0
<b>TOTAL</b>	<b>145</b>	<b>54</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>62</b>	<b>42</b>	<b>108</b>	<b>98</b>	<b>132</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>200</b>	<b>83</b>	<b>0</b>	<b>19</b>	<b>2</b>
Outubro 2005	Constr. reforma	Const nova	Cosntrução Vertical	Demolição	Limpeza De lote	outros	3m³	4m³	5m³	Serra Negra	Morada Nova	Olímpio Nunes	Cruzeiro Da Serra	Dona Diva I	Aterro Sanitário	Nações
Alô Caçamba	6	6	0	0	6	11	5	4	70	0	0	0	0	0	0	0
Ideal Caçamba	50	9	7	2	20	10	40	36	20	5	0	13	46	41	2	0
Caçambão	70	20	0	2	10	10	40	30	73	16	0	95	17	0	11	0
<b>TOTAL</b>	<b>136</b>	<b>35</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>36</b>	<b>31</b>	<b>85</b>	<b>75</b>	<b>100</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>108</b>	<b>63</b>	<b>41</b>	<b>13</b>	<b>0</b>
Novembro 2005	Constr. reforma	Const nova	Cosntrução Vertical	Demolição	Limpeza De lote	outros	3m³	4m³	5m³	Serra Negra	Morada Nova	Olímpio Nunes	Cruzeiro Da Serra	Dona Diva I	Aterro Sanitário	Nações
Alô Caçamba	47	10	0	0	10	0	35	13	19	1	0	14	16	0	0	35
Ideal Caçamba	27	8	4	7	17	6	33	20	19	1	1	1	31	20	0	14
Caçambão	103	29	0	0	8	21	33	33	97	37	23	65	13	0	22	0
<b>TOTAL</b>	<b>177</b>	<b>47</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>35</b>	<b>27</b>	<b>101</b>	<b>66</b>	<b>135</b>	<b>39</b>	<b>24</b>	<b>80</b>	<b>60</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>49</b>
Dezembro 2005	Constr. reforma	Const nova	Cosntrução Vertical	Demolição	Limpeza De lote	outros	3m³	4m³	5m³	Serra Negra	Morada Nova	Olímpio Nunes	Cruzeiro Da Serra	Dona Diva I	Aterro Sanitário	Nações
Alô Caçamba	19	5	0	0	3	0	14	6	7	4	1	5	7	2	0	7
Ideal Caçamba	41	8	1	3	16	9	37	23	20	3	0	0	30	26	0	17
Caçambão	125	34	0	0	9	21	50	39	109	42	56	10	75	0	15	0
<b>TOTAL</b>	<b>185</b>	<b>47</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>101</b>	<b>68</b>	<b>136</b>	<b>49</b>	<b>57</b>	<b>15</b>	<b>112</b>	<b>28</b>	<b>15</b>	<b>24</b>
TOTAL 2005	Constr. reforma	Const nova	Cosntrução Vertical	Demolição	Limpeza De lote	outros	3m³	4m³	5m³	Serra Negra	Morada Nova	Olímpio Nunes	Cruzeiro Da Serra	Dona Diva I	Aterro Sanitário	Nações
Setembro	145	54	6	10	62	42	108	98	132	22	0	200	83	0	19	2
Outubro	136	35	7	4	36	31	5	75	100	21	0	108	63	41	13	0
Novembro	177	47	4	7	35	27	101	66	135	39	24	80	60	20	22	49
Dezembro	185	47	1	3	28	30	101	68	136	49	57	15	112	28	15	24
<b>TOTAL</b>	<b>643</b>	<b>183</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>161</b>	<b>130</b>	<b>315</b>	<b>307</b>	<b>503</b>	<b>131</b>	<b>81</b>	<b>403</b>	<b>318</b>	<b>89</b>	<b>69</b>	<b>75</b>

## Apêndice C

### **Formulário de cadastros para as empresas coletoras de RCD**

Razão social da Empresa;

Nome Fantasia;

Endereço;

Data de fundação da Empresa;

Número de funcionários;

Número e capacidade das caçambas;

Número, tipo e capacidade de caminhão;

Outro tipo de equipamento;

Capacidade das caçambas (volume);

Preço por capacidade volumétrica das caçambas.

## Anexo

### **RESOLUÇÃO Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;



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

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

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

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

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

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

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

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

- I - Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil; e
- II - Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

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

I - as diretrizes técnicas e procedimentos para o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e para os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil a serem elaborados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores.

II - o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento;

III - o estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e de disposição final de resíduos;

IV - a proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;

V - o incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;

VI - a definição de critérios para o cadastramento de transportadores;

VII - as ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;

VIII - as ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação.

Art 7º O Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil será elaborado, implementado e coordenado pelos municípios e pelo Distrito Federal, e deverá estabelecer diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local.

Art. 8º Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil serão elaborados e implementados pelos geradores não enquadrados no artigo anterior e terão como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos.

§ 1º O Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, de empreendimentos e atividades não enquadrados na legislação como objeto de licenciamento ambiental, deverá ser apresentado juntamente com o projeto do empreendimento para análise pelo órgão competente do poder público municipal, em conformidade com o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

§ 2º O Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de atividades e empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental, deverá ser analisado dentro do processo de licenciamento, junto ao órgão ambiental competente.

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

I - caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;

II - triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas no art. 3º desta Resolução;

III - acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem;

IV - transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;

V - destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido nesta Resolução.

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

I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Art. 11. Fica estabelecido o prazo máximo de doze meses para que os municípios e o Distrito Federal elaborem seus Planos Integrados de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil, contemplando os Programas Municipais de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil oriundos de geradores de pequenos volumes, e o prazo máximo de dezoito meses para sua implementação.

Art. 12. Fica estabelecido o prazo máximo de vinte e quatro meses para que os geradores, não enquadrados no art. 7º, incluam os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil nos projetos de obras a serem submetidos à aprovação ou ao licenciamento dos órgãos competentes, conforme §§ 1º e 2º do art. 8º.

Art. 13. No prazo máximo de dezoito meses os Municípios e o Distrito Federal deverão cessar a disposição de resíduos de construção civil em aterros de resíduos domiciliares e em áreas de "bota fora".

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

JOSÉ CARLOS CARVALHO Presidente do Conselho Publicada DOU