

TARCÍSIO DE PAULA PINTO

**METODOLOGIA PARA A GESTÃO DIFERENCIADA DE
RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO URBANA**

Tese apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Doutor em Engenharia

São Paulo

1999

Pinto, Tarcísio de Paula

Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. São Paulo, 1999.

189p.

Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1. Resíduos sólidos urbanos 2. Resíduos de construção e demolição 3. Gestão diferenciada de resíduos sólidos 4.

Reciclagem I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica.

Departamento de Engenharia de Construção Civil . II.t

TARCÍSIO DE PAULA PINTO

**METODOLOGIA PARA A GESTÃO DIFERENCIADA DE
RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO URBANA**

Tese apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Doutor em Engenharia

Área de Concentração:

Engenharia de Construção Civil e Urbana

Orientador:

Prof. Dr. Vahan Agopyan

1999

AGRADECIMENTOS

Aos amigos das jornadas dos últimos anos, que muito colaboraram com a formatação das idéias aqui expostas:

Ao Prof. Vahan Agopyan, pelo companheirismo.

À Angela, há tantos anos parceira de discussão, e ao Diogo, Marina e Clara, pela paciência.

Ao José Antonio Ribeiro de Lima e Mauro A. Fernandes, pelas trocas de idéias.

Aos companheiros de cada cidade, pela sua dedicação e auxílio no preparo de informações:

À Eng. Heliana Kátia Tavares, Eng. Marilene D. Resende, Eng. Sinara I. Meireles Chenna e Eng. Luiz Henrique Hargreaves, de Belo Horizonte.

Ao Geól. Maurício M. Figueiredo de Ribeirão Preto.

Ao Eng. Janos Bodi, de São Paulo.

Ao Eng. Sérgio A. Issas, de São José do Rio Preto.

Ao Soc. Hugo Silimbani e Biól. Marta R.P. Souzi, de Jundiaí.

Ao Eng. Luis Carlos Pontes, de São José dos Campos.

À Arq. Bárbara Quadros e Arq. Rilda F. Bloisi, de Salvador.

Ao Arq. Gilson Lameira, Eng. Marcos Tamai e Arq. Cheila A.G. Bailão, de Santo André

Ao Geógr. Marcos Bandini e Eng. Ricardo Perez, de Ribeirão Pires.

À Arq. Márcia Pinheiro, Eng. Geraldo Botelho, Eng. Maria de Fátima Nunesmaia e Adm. Paulo Gonçalves, de Vitória da Conquista.

À Berenice Baeder, pela revisão do texto apresentado.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	IV
LISTA DE FIGURAS	VII
RESUMO	X
ABSTRACT	XI
INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO I - ASPECTOS DA QUESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL	6
CAPÍTULO II – PERDA E DESPERDÍCIO DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL E GERAÇÃO DE RESÍDUOS NAS ÁREAS URBANAS	15
II.1. Perda e Desperdício de Materiais na Construção	16
II.2. Intensidade da Construção de Edificações	22
II.3. Agentes Envolvidos na Coleta de Resíduos da Construção e Demolição	28
II.4. Geração de Resíduos nas Áreas Urbanas.	32
a) Estimativas da geração de RCD a partir das atividades construtivas licenciadas	34
b) Estimativas da geração de RCD a partir da ação dos coletores	35
c) Conclusões	39
CAPÍTULO III - A NECESSIDADE DE POLÍTICAS ESPECÍFICAS PARA OS RESÍDUOS GERADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	45
III.1. Destinação de Pequenos Volumes de Resíduos de Construção e Demolição	46
III.2. Destinação de Grandes Volumes de Resíduos de Construção e Demolição	58
III.3. Impacto dos Resíduos de Construção e Demolição nos Ambientes Urbanos	70
III.4. Custos da Gestão Corretiva de Resíduos da Construção e Demolição	80
III.5. A Reciclagem dos Resíduos da Construção e Demolição e o Uso de Reciclados	86

a) Reciclagem em países do Hemisfério Norte	87
b) Reciclagem no Brasil - possibilidades	93
c) Uso de reciclados	97
III.6. Conclusões	104
CAPÍTULO IV - A GESTÃO DIFERENCIADA DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO	107
IV.1. Diretrizes Básicas para Ação	109
a) Facilitação da disposição	110
b) Diferenciação na captação	117
c) Alteração da destinação	120
d) Outros aspectos	124
IV.2. Marcos Jurídicos para uma Nova Gestão	127
a) As responsabilidades pela gestão dos resíduos de construção e demolição	127
b) As Leis 8.987/95 e 9.074/95 e as possibilidades de inserção da iniciativa privada na reciclagem	131
c) Incentivo e indução à alteração de procedimentos	133
IV.3. Custos Operacionais e Investimentos para a Gestão Diferenciada	136
a) Investimentos em obras civis	137
b) Valores dos investimentos em equipamentos para remoção diferenciada	137
c) Valores dos investimentos em equipamentos para reciclagem	139
d) Custos operacionais	140
e) Equação de sustentação da Gestão Diferenciada	141
IV.4. Comentários Finais	142
CAPÍTULO V – RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA GESTÃO DIFERENCIADA DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NO BRASIL	145
V.1. Gestão Diferenciada em Belo Horizonte	146
a) Facilitação da disposição e diferenciação de resíduos em Belo Horizonte	147
b) Reciclagem para alteração da destinação dos RCD	150
c) Outros resultados significativos em Belo Horizonte	158

d) Amortização dos investimentos realizados	161
V.2. Reciclagem em Ribeirão Preto	162
V.3. A Facilitação do Descarte com as Estações-Entulho em Santo André	164
V.4. A Gestão Diferenciada em Salvador	169
CONCLUSÕES	172
ANEXO	176
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	180
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	187
Apêndice	190

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1	Levantamento dos quantitativos dos RSU coletados na Região Sudeste da RMSP em 1993, conforme o Consórcio HICSAN-ETEP.....	11
Tabela 1.2	Caracterização dos resíduos sólidos urbanos gerados no município de Santo André em 1996.....	12
Tabela 1.3	Comparação entre dados SMA/CETESB e dados coletados nos municípios.....	13
Tabela 2.1	Perda de materiais em processos construtivos convencionais, conforme pesquisa nacional em 12 estados e pesquisas anteriores.....	17
Tabela 2.2	Composição dos resíduos de construção e/ou demolição em diversas localidades.....	19
Tabela 2.3	Informações básicas sobre os municípios pesquisados.....	23
Tabela 2.4	Variação da área total licenciada nos municípios pesquisados (1000 m ²) comparativamente ao incremento da população local.....	23
Tabela 2.5	Registro de consumidores residenciais e rurais de energia elétrica e total de domicílios nos municípios pesquisados nos anos de 1991 e 1996.....	25
Tabela 2.6	Participação das solicitações de reformas, ampliações e demolições no total de projetos aprovados.....	26
Tabela 2.7	Evolução do consumo aparente de cimento no Brasil	27
Tabela 2.8	Características gerais dos agentes coletores.....	29
Tabela 2.9	Presença e atuação de agentes coletores nos municípios pesquisados.....	30
Tabela 2.10	Fundação das empresas atuantes com poliguindastes em alguns dos municípios pesquisados.....	31
Tabela 2.11	Variação da taxa de viagens por dia útil, no total das empresas atuantes com poliguindastes.....	32
Tabela 2.12	Estimativa da geração de RCD por novas edificações formais, nos municípios pesquisados.....	34
Tabela 2.13	Estimativa da remoção de resíduos inertes pelo conjunto dos coletores privados, nos municípios pesquisados.....	35
Tabela 2.14	Origem dos resíduos coletados nos municípios pesquisados.....	36
Tabela 2.15	Coleta de RCD por empresas e autônomos nos municípios pesquisados.....	38

Tabela 2.16	RCD irregularmente deposto e removido pela administração pública nos municípios pesquisados.....	39
Tabela 2.17	Geração total de RCD nos municípios pesquisados.....	40
Tabela 2.18	Composição dos RSU nos municípios pesquisados.....	41
Tabela 2.19	Participação dos RCD nos RSU e taxa de geração em localidades diversas.....	42
Tabela 2.20	Características das empresas coletoras de resíduos domiciliares e de construção e demolição nos municípios pesquisados.....	43
Tabela 3.1	Deposições irregulares de RCD e volumes removidos nos municípios pesquisados.....	47
Tabela 3.2	Porte das deposições irregulares de RCD em alguns dos municípios pesquisados.....	48
Tabela 3.3	Intensidade de remoção de RCD por categorias de deposições irregulares.....	48
Tabela 3.4	Bota-foras para disposição de RCD nos municípios pesquisados.....	65
Tabela 3.5	Exemplos de composição do custo de coleta por poliguindaste.....	69
Tabela 3.6	Distribuição da ocorrência de vetores em áreas com descarte de RCD, em São José do Rio Preto - 1996	77
Tabela 3.7	Componentes do custo de Gestão Corretiva em alguns municípios	80
Tabela 3.8	Custos da Gestão Corretiva nos municípios pesquisados ...	81
Tabela 3.9	Variação dos custos de remoção, referência Santo André / SP – 1997.....	84
Tabela 3.10	Gestão Corretiva – Dispêndio anual “per capita”	85
Tabela 3.11	Preço típico dos equipamentos para processamento de RCD no mercado norte-americano	91
Tabela 3.12	Preços indicativos para o descarte de RCD em instalações situadas em Bruxelas - Bélgica	92
Tabela 3.13	Características gerais das instalações de reciclagem brasileiras	94
Tabela 3.14	Preços médios indicativos para os agregados naturais em regiões brasileiras	96
Tabela 3.15	A cadeia de negócios gerada pela gestão diferenciada e reciclagem de RCD na Bélgica	106

Tabela 4.1	Disponibilidade de áreas públicas em alguns dos municípios pesquisados	111
Tabela 4.2	Composição dos resíduos sólidos recolhidos em espaços públicos e no sistema viário de Santo André / SP – 1996	117
Tabela 4.3	Composição dos resíduos sólidos recebidos em Belo Horizonte /MG – 1996	117
Tabela 4.4	Diferenciação, organização e remoção adequada de resíduos sólidos nas áreas da Rede de Atração.....	118
Tabela 4.5	Consumo de agregados e geração de RCD em alguns municípios.....	122
Tabela 4.6	Parâmetros para obras civis em áreas de atração e reciclagem	138
Tabela 4.7	Parâmetros de custo e características de equipamentos para remoção de resíduos diferenciados	138
Tabela 4.8	Parâmetros de custo e características de equipamentos para reciclagem de resíduos de construção e demolição.....	140
Tabela 4.9	Parâmetros dos custos operacionais na Gestão Diferenciada.....	141
Tabela 4.10	Indicadores da Sustentabilidade da Gestão Diferenciada	142
Tabela 4.11	Gestão de RCD na Comunidade Européia comparativamente aos valores praticados em São Paulo.....	144
Tabela 5.1	Unidades de Recebimento de pequenos volumes em Belo Horizonte / MG.....	147
Tabela 5.2	Deposições irregulares na região oeste de Belo Horizonte ..	150
Tabela 5.3	Monitoramento das condições ambientais na Estação de Reciclagem “Estoril” em Belo Horizonte / MG	153
Tabela 5.4	Visitas às estações de reciclagem em Belo Horizonte / MG	158
Tabela 5.5	Investimentos e resultados na Estação de Reciclagem “Estoril” em Belo Horizonte / MG	161
Tabela 5.6	Impacto de áreas de atração sobre a limpeza urbana de Santo André / SP.....	168
Tabela 5.7	Alteração na geração e fluxo dos RCD em Salvador / BA ...	171

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Evolução da área total licenciada e população nos municípios pesquisados.....	24
Figura 2.2	Evolução do consumo aparente de cimento e da população brasileira.....	27
Figura 2.3	Distribuição das datas de fundação das empresas atuantes com poliguindastes.....	31
Figura 2.4	Incremento da taxa de viagens por dia útil.....	32
Figura 2.5	Discriminação da origem dos resíduos removidos por coletores.....	36
Figura 2.6	Geração de RCD em edificações norte-americanas (YOST, 1998)	37
Figura 2.7	Origem dos RCD recebidos nos aterros de Hong Kong (HONG KONG, 1993)	37
Figura 2.8	Participação dos RCD na totalidade dos RSU gerados nos municípios pesquisados.....	41
Figura 3.1	Localização e porte das deposições irregulares em Santo André / SP.....	50
Figura 3.2	Localização e porte das deposições irregulares em São José do Rio Preto / SP.....	51
Figura 3.3	Localização e porte das deposições irregulares em São José dos Campos / SP.....	52
Figura 3.4	Localização e porte das deposições irregulares em Ribeirão Preto / SP.....	53
Figura 3.5	Localização e porte das deposições irregulares em Jundiaí / SP.....	54
Figura 3.6	Localização e porte das deposições irregulares em Vitória da Conquista / BA	55
Figura 3.7	Deposição irregular em Bogotá / Colômbia.....	56
Figura 3.8	Deposição irregular em Osaka / Japão.....	57
Figura 3.9	Localização dos bota-foras e das regiões com maior atividade de coleta dos grandes volumes em Santo André / SP.....	59
Figura 3.10	Localização dos bota-foras e das regiões com maior atividade de coleta dos grandes volumes em S. J. R. Preto / SP	60
Figura 3.11	Localização e porte dos bota-foras em São José dos Campos / SP.....	61

Figura 3.12	Localização dos bota-foras e das regiões com maior atividade de coleta dos grandes volumes em R. Preto / SP.....	62
Figura 3.13	Localização dos bota-foras e das regiões com maior atividade de coleta dos grandes volumes em Jundiaí / SP...	63
Figura 3.14	Localização dos bota-foras e das regiões com maior atividade de coleta dos grandes volumes em V. Conquista / BA	64
Figura 3.15	Bota-fora em Belo Horizonte / MG	66
Figura 3.16	Bota-fora em Jundiaí / SP SP.....	66
Figura 3.17	Evolução da disponibilidade de bota-foras em Jundiaí / SP	68
Figura 3.18	Deposição irregular em São Caetano / SP.....	71
Figura 3.19	Deposição irregular em Belo Horizonte / MG.....	72
Figura 3.20	Deposição irregular em Campo Grande / MS.....	72
Figura 3.21	Impactos por deposição irregular em Diadema / SP.....	73
Figura 3.22	Obstrução do Córrego dos Meninos entre Santo André e São Bernardo / SP.....	74
Figura 3.23	Aterramento de várzea em Vitória da Conquista / BA.....	74
Figura 3.24	Deposições irregulares, córregos e áreas de enchentes em Santo André / SP.....	76
Figura 3.25	Deposição irregular em Ribeirão Preto / SP.....	78
Figura 3.26	Deposição irregular em Santo André / SP.....	78
Figura 3.27	Áreas de descarte de RCD e de propagação de vetores em Jundiaí / SP.....	79
Figura 3.28	Correção de deposição em Santo André / SP.....	82
Figura 3.29	Coletor em ação em Vitória da Conquista / BA.....	83
Figura 3.30	Coletor em ação em Vitória da Conquista / BA.....	83
Figura 3.31	Influência da adição de RCD reciclado em solos tropicais ...	99
Figura 3.32	Recuperação de via em Jundiaí / SP com uso de RCD in natura.....	100
Figura 3.33	Resistência à compressão em argamassas. Traço Cimento : Cal : RCD	101
Figura 3.34	Resistência a compressão e à tração em argamassas. Traço Cimento : RCD : Areia	101
Figura 3.35	Variação da resistência à compressão em concreto em função do consumo de cimento.....	102
Figura 3.36	Variação da resistência à compressão em concreto.....	103
Figura 4.1	Definição de bacias de captação e áreas da Rede de Atração em S. J. R. Preto./ SP.....	114

Figura 4.2	Definição de zonas de atração e localização das Centrais de Reciclagem em São José do Rio Preto.....	116
Figura 5.1	Veículos usuários das Unidades de Recebimento em Belo Horizonte entre fevereiro e junho de 1999	148
Figura 5.2	Unidade de Recebimento “Barão 300” em Belo Horizonte....	149
Figura 5.3	Unidade de Recebimento “Saramenha” em Belo Horizonte..	149
Figura 5.4	Evolução da Recepção de RCD nas Estações de Reciclagem de B. Horizonte entre nov. de 1995 e jun. de 1999.....	151
Figura 5.5	Estação de Reciclagem “Estoril” em Belo Horizonte.....	152
Figura 5.6	Pátio de recepção e seleção dos RCD.....	152
Figura 5.7	Execução de aterro para extensão da Av. Raja Gabaglia em B. Horizonte.....	155
Figura 5.8	Via interna executada no aterro municipal	155
Figura 5.9	Via pública pavimentada com RCD reciclado em Belo Horizonte.....	156
Figura 5.10	Corte do pavimento com base executada com RCD reciclado em B. Horizonte.....	156
Figura 5.11	Calçada pública executada com RCD reciclado em Belo Horizonte.....	157
Figura 5.12	Reciclagem e produção de artefatos na Estação de Reciclagem “Pampulha”	157
Figura 5.13	Reciclagem de Resíduos Sólidos em Belo Horizonte - junho de 1998 a junho de 1999	158
Figura 5.14	Recepção de RCD na Central de Reciclagem Norte de Ribeirão Preto - janeiro de 1997 a maio de 1999.....	162
Figura 5.15	Pavimentação com reciclado em Ribeirão Preto.....	163
Figura 5.16	Estação-Entulho “Tordesilhas”	165
Figura 5.17	Origem dos resíduos descartados nas Estações “Tordesilhas” e “Palmares”.....	167
Figura 5.18	Posto de Descarga de Entulho “Anita Barbuda” em Salvador.....	170

METODOLOGIA PARA A GESTÃO DIFERENCIADA DE RESÍDUOS
SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO URBANA

Tarcísio de Paula Pinto

RESUMO

A urbanização acelerada e o rápido adensamento das cidades de médio e grande porte têm provocado inúmeros problemas para a destinação do grande volume de resíduos gerados em atividades de construção, renovação e demolição de edificações e infra-estrutura urbanas, condicionando os gestores públicos a adotarem soluções mais eficazes para a gestão desses resíduos.

Este trabalho analisa os graves problemas causados por eles e os limites estreitos dos atuais procedimentos de gestão, que são definidos sem um conhecimento preciso da quantidade gerada nos ambientes urbanos.

Propõe-se uma metodologia específica para a gestão diferenciada dos resíduos de construção e demolição, baseada na facilitação do descarte pela oferta de espaços adequados para captação, na diferenciação obrigatória dos resíduos captados e na alteração de seu destino, pela adoção, no caso dos resíduos de construção e demolição, da reciclagem enquanto alternativa economicamente atrativa e ambientalmente sustentável, que preserva recursos não-renováveis e possibilita a valorização de materiais nobres, destinando-os ao atendimento de demandas sociais urgentes.

O trabalho apresenta experiências parcelares de alguns municípios brasileiros que demonstram, pela redução de problemas ambientais e excelência dos resultados, o potencial e a sustentabilidade da metodologia de gestão que está sendo proposta.

**METHODOLOGY FOR MANAGEMENT OF URBAN
CONSTRUCTION SOLID WASTE**

Tarcísio de Paula Pinto

ABSTRACT

The accelerated urbanization and the fast crowding of the medium and large cities have aroused several problems for the destination of the great volume of wastes generated in activities of construction, renovation and demolition of buildings and urban infra-structures. Therefore, the public managers have to adopt more efficient solutions for the management of such wastes.

This work analyzes the serious problems caused by these type of residues and the drawbacks of the present management procedures, which are defined without a precise knowledge of the actual quantity of construction wastes generated in the urban areas.

It is proposed a specific methodology for the special management of the construction and demolition wastes based on the improvement of the facility to discard the residues by the increase of the number of adequate spaces for caption, on the obligatory differentiation of the captivated wastes and on the alteration of its final destination, using, in the case of construction and demolition wastes, the recycling, which is an economically feasible and environmentally sustainable alternative, as it preserves non-renewable natural resources and increases the value of suitable materials for buildings and urban infra-structures, helping to solve urgent social demands.

This thesis presents partial experiments of this approach in some Brazilian cities. The potentiality and effectiveness of the proposed methodology is demonstrated by the reduction of the environmental problems and the excellence of results in these cities.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a questão dos resíduos gerados em ambientes urbanos atinge contornos gravíssimos, pela ínfima presença de soluções adequadas quer para os efluentes líquidos ou resíduos sólidos. Este não deixa de ser um quadro típico dos países em desenvolvimento, mas nem por isso deve permitir qualquer postura condescendente da sociedade.

Os dados levantados no Censo de 1991 apontam que menos de 64% dos domicílios brasileiros possuem algum sistema de destinação do esgoto sanitário, sendo que, do esgoto coletado nos 49% dos domicílios que são atendidos pela rede pública de coleta, 80% não recebem qualquer tipo de tratamento, sendo despejado diretamente no solo ou nos corpos d'água, gerando sérios impactos aos ambientes de vida. O mesmo Censo aponta que quase 79% dos domicílios têm seus resíduos domiciliares coletados, mas que 76% desse material é depositado a céu aberto, sem qualquer tipo de tratamento ou controle (BRASIL, 1995).

Indicadora da gravidade dessa situação é a estimativa do Ministério da Saúde de que as carências dos serviços e ações de saneamento sejam responsáveis, no Brasil, por 65% das internações hospitalares (a diarreia é responsável pela morte de 50.000 crianças ao ano) (BRASIL, 1995). É a “epidemia surda” da carência de saneamento, que pune, num país sem lutas nem guerras, principalmente as populações de baixa renda, marginalizadas no processo econômico.

O Censo Geral do próximo ano deverá revelar um novo quadro, mas, para o País como um todo, não deverão acontecer alterações significativas, em

função das dificuldades econômicas vividas pelos municípios e da crescente omissão do governo federal na última década.

Os resíduos gerados nas atividades construtivas têm parte da responsabilidade no quadro acima descrito. São gerados em expressivos volumes, não recebem solução adequada, impactam o ambiente urbano e constituem local propício à proliferação de vetores de doenças, aspectos que irão agudizar os problemas de saneamento nas áreas urbanas.

Os resíduos de construção e demolição são parte dos resíduos sólidos urbanos que incluem também os resíduos domiciliares com todos os problemas anteriormente relatados. Porém, para os resíduos de construção e demolição há agravantes: o profundo desconhecimento dos volumes gerados, dos impactos que eles causam, dos custos sociais envolvidos e, inclusive, das possibilidades de seu reaproveitamento fazem com que os gestores dos resíduos se apercebam da gravidade da situação unicamente nos momentos em que, acuados, vêem a ineficácia de suas ações corretivas.

Este estudo partiu da análise dos dados de seis cidades brasileiras (Santo André, Jundiaí, São José dos Campos, São José do Rio Preto, Ribeirão Preto, todas no estado de S. Paulo, e Vitória da Conquista, no estado da Bahia), através das quais, buscou-se visibilidade sobre a situação real dos municípios de médio e grande portes no Brasil. Ele objetiva demonstrar (a) a precariedade das informações sobre os resíduos de construção e demolição nos documentos técnicos que sustentam a formulação de planos de gestão de resíduos sólidos, (b) a efetiva geração de resíduos de construção e demolição, (c) os impactos da significativa massa de resíduos no ambiente urbano e nas economias locais, em decorrência da ineficácia do modelo de gestão atualmente adotado, (d) o

potencial da proposta de gestão diferenciada dos resíduos de construção e demolição como solução adequada e sustentável e (e) os resultados obtidos em alguns municípios com a adoção de novas práticas de gestão que incluem, à semelhança do que já ocorre em países desenvolvidos do Hemisfério Norte, a reciclagem dos resíduos como condição de sustentação das ações propostas.

A formulação de uma metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana como novo modelo para a superação dos problemas econômicos e ambientais hoje existentes é seu objetivo central.

A Metodologia para a Gestão Diferenciada é um conjunto de ações de entes públicos e privados, visando a reorientação de sua prática, para que recursos naturais não renováveis sejam usados com racionalidade e o ambiente seja preservado da disposição aleatória de resíduos com elevado potencial de aproveitamento. A Metodologia para a Gestão Diferenciada é fruto da constatação de que as sociedades nunca consumiram tantos recursos naturais e geraram tantos resíduos como na atualidade e, em função disso, ao nível do poder público, é necessária a interrupção de práticas coadjuvantes, por serem meramente corretivas, sendo necessária a estruturação de redes de áreas descentralizadas para a captação e a reciclagem de resíduos provenientes das atividades construtivas.

A Metodologia para a Gestão Diferenciada permitirá o desenvolvimento de procedimentos adequados para a minimização e a valorização dos resíduos, aliando a eficiência de resultados aos baixos custos, com uma compromissada preservação do meio ambiente e dos recursos naturais, pelo conjunto dos agentes envolvidos com os resíduos sólidos da construção urbana.

O Capítulo I do trabalho apresenta comentários sobre alguns textos importantes na análise dos resíduos sólidos urbanos, revelando a precariedade das informações sobre a ocorrência dos resíduos de construção e demolição, acrescentando, ainda, informações sobre as tipologias de resíduos sobre as quais tradicionalmente vêm se concentrando as atenções e sobre como tal questão vem sendo tratada em outros países.

O Capítulo II aglutina informações sobre o desperdício de materiais na construção e demolição de edificações, informações que permitem estimar a efetiva dimensão dessas e outras atividades construtivas nos espaços urbanos, demonstrando um método de quantificação que permite estimativas reais sobre o volume de resíduos de construção e demolição gerado nas cidades analisadas, comparando-as com informações determinadas em países da Europa Central, América do Norte e Oriente.

O Capítulo III apresenta a precariedade dos resultados do modelo atual de gestão, designado como Gestão Corretiva, os impactos dos resíduos mal geridos no ambiente urbano e nos cofres públicos e introduz a discussão da insustentabilidade desse tipo de ação, conforme dedução da análise da experiência de alguns municípios brasileiros e experiências internacionais recentes que incluem a reciclagem dos resíduos de construção e demolição como alternativa para a sua destinação. É apresentada a experiência de países desenvolvidos, os processos e equipamentos que podem ser utilizados, os custos que vêm sendo atingidos e as possibilidades de uso de resíduos reciclados.

O Capítulo IV introduz a proposição do novo modelo, denominado Gestão Diferenciada, com todos os seus desdobramentos em relação à alteração de

práticas e culturas, envolvimento dos agentes sociais e otimização da sustentação do desenvolvimento urbano, realizando-se ainda a análise de documentos legais que fornecem parâmetros para as novas ações e permitem a consolidação do novo modelo. São apresentados também os custos de investimento e operação, comparativamente, entre os processos de Gestão Corretiva e de Gestão Diferenciada.

O Capítulo V traz a apresentação de experiências desenvolvidas por equipes de gestores em vários municípios brasileiros, a partir da alteração das práticas de captação, remoção e destinação dos resíduos de construção e demolição. São resultados parcelares de uma nova metodologia de gestão, abordados quanto à redução dos problemas e custos de limpeza urbana, quanto aos resultados da reciclagem onde ela pôde ser introduzida e quanto à viabilização do uso de reciclados em serviços diversos.

Na Conclusão, além de comentários gerais sobre os vários aspectos abordados no trabalho, são também apresentados alguns temas correlatos à tese que merecem ser especificamente analisados, num esforço da comunidade de pesquisa para dotar os administradores de espaços urbanos de instrumentos eficazes de ação.

Na evolução da abordagem pelos diversos capítulos são utilizados alguns termos técnicos, alguns específicos da temática dos resíduos sólidos e da limpeza urbana e outros que vêm sendo propostos na prática exercida nas cidades tomadas como referência ou são adaptação de termos existentes na literatura técnica estrangeira. A conceituação desses termos é apresentada no Anexo.

CAPÍTULO I

ASPECTOS DA QUESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

As preocupações com o saneamento dos ambientes urbanos e com a necessidade de ampliar o conceito desse termo para a totalidade dos componentes que interferem com a qualidade de vida das populações têm crescido nos últimos tempos, em função mesmo do rápido incremento da urbanização, mas não chegaram ainda aos RCD - Resíduos de Construção e Demolição.

Historicamente, tem-se dado ênfase aos aspectos de abastecimento em detrimento dos de coleta, e de ambos sobre os de destinação. Nas últimas décadas o suprimento de água às comunidades tem tido primazia em relação à coleta de esgotos, secundarizando-se as preocupações em relação à destinação dos resíduos líquidos e só recentemente introduzindo-se alguma atenção à questão do conjunto dos resíduos sólidos urbanos (RSU).

Assim, ocorreu, antes e após a instituição do PLANASA (Plano Nacional de Saneamento) no início da década de 70, política centralizadora que construiu instrumentos de ação baseados nas concessionárias estaduais de saneamento básico (SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, CEDAE – Companhia Estadual de Águas e Esgoto do Rio de Janeiro, COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais, EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento, CORSAN – Companhia Riograndense de Saneamento, e outras) e inibiu, no período do regime autoritário, a ação dos concedentes – os municípios. As concessionárias, com a amplitude de poderes conquistada, canalizam para si todos os recursos de saneamento, e os

centralizam em ações voltadas apenas ao abastecimento de água e esgotamento sanitário (INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL - IBAM, 1995).

A percepção da necessidade de ampliar o conceito de saneamento básico para saneamento ambiental, que lidasse de forma integrada com os diversos componentes (água, esgoto, resíduos sólidos, drenagem e controle de vetores) que influenciam a qualidade do meio urbano, só recentemente vem acontecendo. E se dá no mesmo período em que fica patente a total falência do modelo ditado pelo PLANASA.

Exemplo disso está contido no documento interno *Política Nacional de Saneamento* (BRASIL, 1995), que já insere na visão governamental o problema dos resíduos sólidos às questões de saneamento. É interessante notar que esse documento, de dezembro de 1995, é produzido no mesmo ano em que a presidência da República veta integralmente, em janeiro, o Projeto de Lei (PLC-199) aprovado na Câmara e no Senado e elaborado coletivamente em 1993 por diversas instituições do setor, como proposta de técnicos e gestores para a consolidação de uma nova política nacional de saneamento. Na contextualização dos problemas nacionais de saneamento o texto da extinta SEPURB (Secretaria de Política Urbana) dedica 67 linhas a questões relativas à água e esgoto e apenas 4 linhas aos resíduos sólidos (BRASIL, 1995).

Há, ainda, diversos exemplos de entidades que foram constituídas para ação em água e esgoto e atualmente estão assumindo a gestão dos problemas de drenagem e resíduos sólidos. O exemplo da ASSEMAE, inicialmente Associação dos Serviços Municipais de Água e Esgoto, instituição nacional que congrega as autarquias municipais de saneamento, é ilustrativo: fundada em

1985 com o objetivo de atuar em questões da água e esgoto (AE), hoje se denomina Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento, com foco na integração dos diversos componentes do saneamento ambiental.

Esse processo de ampliação do conceito de saneamento é recente e vem acontecendo num período considerado de transição, onde o esgotamento do modelo PLANASA é patente e a necessidade de uma nova política nacional de saneamento e de instrumentos para implementá-la estão na ordem do dia.

Neste cenário, paralelamente ao acentuado crescimento das populações urbanas, as questões da limpeza urbana e gestão dos resíduos sólidos foram sendo deixadas ao encargo das municipalidades, sem o correspondente suporte de políticas e instrumentos de ação específicos (estruturas de apoio institucional e técnico), o que só fez por determinar padrões de gerenciamento extremamente precários (IBAM, 1995).

Mas, com a agudização dos problemas urbanos, a temática dos resíduos sólidos definitivamente foi introduzida na agenda dos administradores, técnicos e legisladores. São, hoje, vários os exemplos de esforços em municípios, regiões metropolitanas e estados da federação, para a definição de políticas e estruturas de apoio. Esses esforços também aconteceram ou vêm acontecendo em outros países, notadamente, quanto aos RCD, na Europa Central, Japão e EUA.

Os países europeus e o Japão, dada a sua densidade demográfica e a exiguidade de espaços para o alojamento de resíduos sólidos, possuem as políticas mais elaboradas e consolidadas, e em função de sua elevada industrialização e carência de recursos naturais, foram os pioneiros no desenvolvimento de esforços para o conhecimento e controle dos RCD.

No Japão, a Lei de Limpeza e Tratamento de Resíduos, existente desde 1960 (HONG KONG, 1993), absorveu em suas revisões de 1985 e 1991 as novas requisições, definindo como seus objetivos gerais a redução dos resíduos, a garantia da saúde pública pela disposição apropriada e a preservação de recursos naturais pela reciclagem. Um outro documento legal japonês, a Lei de Reciclagem, estabelece que em alguns ramos industriais, e entre eles a construção civil, a reciclagem de seus resíduos precisa ser promovida, prevendo-se políticas específicas e o papel a ser cumprido pelo Estado. A experiência japonesa é acompanhada, no início da atual década, por missões técnicas de Hong Kong em busca de soluções para os óbvios problemas de destinação de resíduos daquele território (Id. Ibid.).

É interessante notar que também em países desenvolvidos há dificuldades de caracterização dos resíduos. Relatórios da E.P.A.- Agência de Proteção Ambiental dos EUA apresentam enfoques diversificados: em 1986 foi estimada a geração anual de 31,5 milhões de toneladas de RCD nos EUA, os relatórios de 1988, 1990 e 1992 não fazem referência aos RCD (THE SOLID WASTE ASSOCIATION OF NORTH AMERICA - SWANA, 1993) suscitando em especialistas opiniões de que a Agência não considerava tais resíduos como parte dos RSU (DONOVAN, 1991); os RCD só voltaram a ser analisados no relatório de 1996, traçando-se uma estimativa de geração nacional de 136 milhões de toneladas, que provocou reações. A *C&D Industry* – Indústria da Construção e Demolição – junção das empresas processadoras destes resíduos, vem travando com a Agência uma acirrada discussão, alertando quanto à subestimação do verdadeiro volume de resíduos gerados na construção e demolição, por desconsiderar os resíduos gerados na construção

e reparo de estradas e outras obras viárias, e limpeza de terrenos (C&D DEBRIS RECYCLING, 1998a; 1998b). O relatório da E.P.A., que registrou a geração anual de 210 milhões de toneladas para os outros resíduos municipais, está sendo revisado quanto à geração real de RCD.

Informações coletadas em alguns estados (New York, Ohio, Rhode Island e outros) demonstravam já há vários anos que a quantidade de RCD pode ser tão significativa quanto as parcelas restantes dos RSU; levantamento realizado pela Agência de Recursos Naturais de Vermont no início da década (DONOVAN, 1991) indicaram uma estimativa de 300 mil toneladas anuais de RCD, enquanto a totalidade dos RSU era estimada em 320 mil toneladas anuais. Por outro lado, especialistas indicavam que a incidência de deposições ilegais de RCD no Nordeste dos EUA atingia proporções epidêmicas em muitas áreas, devido ao encerramento de aterros e dificuldades de aceitação dos resíduos em instalações de incineração (SPENCER, 1989).

Também no Brasil a análise de alguns dos documentos produzidos nos últimos anos revela que ainda subsiste uma séria carência de informações sobre as completas características dos RSU, o que pode comprometer as proposições realizadas. E a carência de informação mais nítida é justamente sobre a efetiva presença dos RCD.

Como um primeiro exemplo cite-se a publicação *Lixo Municipal - Manual de Gerenciamento Integrado*, do IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas e CEMPRE – Compromisso Empresarial pela Reciclagem (JARDIM et al. 1995), que apesar de caracterizar corretamente os RSU e os diversos tipos de “lixo” (domiciliar, comercial, de varrição e feiras livres, serviços de saúde e hospitalares; portos, aeroportos e terminais ferroviários e rodoviários, industriais, agrí-

colas e entulhos), não avança estimativas para a geração de cada um deles e, com isso, ignora o porte do problema que cada um deles pode causar aos gestores. O manual desenvolvido centrou sua atenção em parcelas que constituem, pelas últimas estimativas, algo em torno de 30% dos RSU gerados em médias e grandes cidades, ignorando o significativo impacto que a elevada geração de RCD vem causando à qualidade dos ambientes urbanos e à vida útil do sistema de aterros (ver Anexo) que atende cidades desses portes.

Outro exemplo da carência de informações são os dados apresentados no diagnóstico preparatório ao Plano Diretor de Resíduos Sólidos da Região Metropolitana de São Paulo, caracterizando as quantidades de RSU coletadas na sua Região Sudeste, em 1993 (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB, 1995).

Tabela 1.1

Levantamento dos quantitativos dos RSU coletados na Região Sudeste da RMSP em 1993, conforme o Consórcio HICSAN-ETEP

Municípios	Quantitativo (t/dia)			
	Domiciliar	Varição	Outros Serviços (4)	Total
Diadema	148,87 (3)	11,70 (5)	5,23	165,80
Mauá	157,67 (2)			157,67
Ribeirão Pires	36,16 (2)			36,16
Rio Gde da Serra	8,80 (3)			8,80
Santo André	386,27 (1)	35,00	8,20	429,47
São Bernardo	375,01 (3)			375,01
São Caetano	147,00 (2)			147,00
Total	1.259,78	46,70	13,43	1.319,91
Participação no total (%)	95,44	3,54	1,02	100,00

(1) Dados de 1992

(2) Incluem varrição

(3) Incluem varrição e coleta seletiva

(4) Incluem resíduos dos serviços de: raspagem/capinação, limpeza de galerias e bocas de lobo, poda de árvores, remoção de entulhos, coleta de resíduos volumosos (inservíveis), limpeza de terrenos baldios e remoção de animais mortos

(5) Conforme o original

Segundo esse diagnóstico os resíduos domiciliares compõem mais de 95% dos RSU. Observe-se, no entanto, os dados coletados em outro diagnóstico realizado em 1997, no município de Santo André, que conta com sistemática de registro de dados bastante eficiente (SANTO ANDRÉ, 1997a).

Tabela 1.2

Caracterização dos resíduos sólidos urbanos gerados
no município de Santo André em 1996

	Domiciliar	Serviços Saúde	Volumosos	Industrial	RCD	TOTAL
Geração Diária (t/dia)	674 (1)	7 (1)	52 (1)	129 (1)	1.013 (1) (2)	1.910
Participação no total (%)	32,57%	0,37%	2,72%	6,75%	57,59%	100

(1) Informações SSM/PMSA (SANTO ANDRÉ, 1997a)

(2) Informações coletores privados (SANTO ANDRÉ, 1997a)

A análise mais pormenorizada, com os agentes locais, permite reconhecer com mais precisão quais são os componentes reais dos RSU. Permite, ainda, determinar o fluxo desses resíduos, seu destino e a intensidade de problemas que eles causam aos gestores públicos.

Outra publicação recente, *A cidade e o lixo*, preparada pela Secretaria de Meio Ambiente e CETESB (SÃO PAULO, 1998a), louvável pelo esforço sério de definição de parâmetros para uma gestão mais adequada dos resíduos sólidos, constrói a análise sobre os dados do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares (realizado entre setembro de 1997 e janeiro de 1998) e aponta para uma necessária Política Estadual de Resíduos Sólidos, mas permite, em algumas das abordagens, a confusão conceitual entre resíduos de origem exclusivamente domiciliar e a amplitude dos Resíduos Sólidos Urbanos. Com isso, ficam comprometidas as possibilidades de formulação de políticas adequadas. A Tabela 1.3 indica as desconformidades entre os dados

apresentados nesta publicação e os dados fornecidos diretamente por alguns municípios, revelando a dificuldade de construção de um quadro de informações confiável.

Tabela 1.3

Comparação entre dados SMA/CETESB e dados coletados nos municípios

Municípios	Lixo (t/dia) cf. SMA/CETESB (1998)	RSU (t/dia) conforme dados municipais				
		Total	Resíduos domiciliares	RCD	Outros	Ano base
Campinas	610,86 (1)	2.807	700 (2)	1.800 (2)	307 (2)	1996
Jundiaí	165,93 (1)	1.151	314 (3)	712 (4)	125 (3)	1996
Ribeirão Preto	272,47 (1)	1.484	257(5)	1.043 (5)	186 (5)	1995
São José do Rio Preto	182,94 (1)	1.187	302 (6)	687 (6)	198 (6)	1996
Santo André	437,89 (1)	1.868	674 (7)	1.013 (8)	181 (8)	1996
São José dos Campos	277,24 (1)	1.090	278 (9)	733 (10)	79 (9)	1995

(1) *A cidade e o Lixo*, publicação SMA/CETESB (SÃO PAULO, 1998a)

(2) *Campinas- A Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos*, publicado pela Secretaria de Serviços Públicos, PMC (PAULELLA; SCAPIM, 1996)

(3) *Consórcio Intermunicipal para Aterro Sanitário – CIAS: Relatório Anual de Atividades*, 1996

(4) *Resíduos de Construção em Jundiaí*, diagnóstico preparado pela consultoria I&T- Informações e Técnicas (JUNDIAÍ, 1997a)

(5) *Diagnóstico Geral. Preparatório ao Programa para redução dos problemas ambientais e reciclagem de resíduos da construção em Ribeirão Preto*, preparado pela consultoria I&T- Informações e Técnicas (RIBEIRÃO PRETO, 1995a)

(6) *Resíduos de Construção em São José do Rio Preto*, diagnóstico preparado pela consultoria I&T- Informações e Técnicas (SÃO JOSÉ DO RIO PRETO, 1997a)

(7) Conforme registros do Aterro Sanitário, in *Programa “Estação Entulho”. Gestão diferenciada dos resíduos de construção gerados em Santo André*, diagnóstico preparado pela consultoria I&T- Informações e Técnicas (SANTO ANDRÉ, 1997a)

(8) *Programa “Estação Entulho”. Gestão diferenciada dos resíduos de construção gerados em Santo André*, diagnóstico preparado pela consultoria I&T- Informações e Técnicas (SANTO ANDRÉ, 1997a)

(9) Conforme registros da URBAM – Urbanizadora Municipal de São José dos Campos, in *Diagnóstico Geral. Preparatório ao Programa para correção das deposições ilegais e reciclagem de resíduos da construção em São José dos Campos*, preparado pela consultoria I&T- Informações e Técnicas (SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, 1995a)

(10) *Diagnóstico Geral. Preparatório ao Programa para correção das deposições ilegais e reciclagem de resíduos da construção em São José dos Campos*, preparado pela consultoria I&T- Informações e Técnicas (SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, 1995a)

Tal grau de discrepância revela a enorme carência de informações precisas, necessárias para o lançamento das bases de metodologias mais modernas para a gestão de resíduos sólidos urbanos. E revela que a visão do

saneamento, que há pouco esteve centrada apenas nos aspectos de suprimento de água e coleta de esgoto sanitário, avançou para a consideração dos problemas gerados pelos resíduos sólidos, mas estagnou na percepção apenas dos resíduos não-inertes, relevando a presença acentuada de outros resíduos, inertes como os RCD, que, se são menos agressivos à saúde e ao ambiente humanos, são, no entanto, gerados em elevados percentuais, interferindo enormemente em todo o processo de gestão dos resíduos.

A busca de “conceitos modernos de gestão dos resíduos sólidos” que apontem para a “redução na fonte, reaproveitamento, reciclagem e participação comunitária” (IBAM, 1995) não poderá significar a dedicação dos técnicos, administradores e legisladores apenas a bandeiras como a da coleta seletiva de embalagens recicláveis e outros produtos contidos nos resíduos domiciliares. Deverá significar, na perspectiva do saneamento ambiental, o avanço de ações integradas que ataquem o conjunto dos problemas, possibilitando, ao nível dos RSU, além da necessária coleta seletiva, perspectivas eficientes para a compostagem e reaproveitamento de resíduos orgânicos, soluções para os resíduos perigosos e volumosos e o equacionamento dos sérios problemas que vêm sendo causados pelos RCD. E será necessário, como na Lei de Reciclagem japonesa (HONG KONG, 1993), definir objetivos claros de restrição à geração de resíduos para a redução dos problemas ambientais e poupança de recursos não renováveis.

Porém todas essas ações não conseguirão se consolidar sem que, a partir da constatação de que nunca tanta matéria-prima transformou-se em tantos resíduos inúteis num ambiente de acelerada urbanização, se constitua uma base sólida de informações, com a identificação precisa das características dos diversos componentes dos RSU, dos agentes envolvidos e dos fluxos ocorrentes nas áreas urbanas.

CAPÍTULO II

PERDA E DESPÉRDIO DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL E GERAÇÃO DE RESÍDUOS NAS ÁREAS URBANAS

Alguns anos atrás não havia quaisquer indicadores para a ocorrência de perdas na construção civil e pouco se conhecia sobre a intensidade da geração de resíduos de construção e demolição, senão a frequência com que iam se formando as “montanhas” de entulho nos ambientes urbanos. No Brasil, as informações hoje disponíveis permitem confirmar a significância das perdas na construção e quantificar a geração dos RCD, demonstrando sua supremacia na composição dos RSU em cidades de médio e grande porte.

A ausência de informações se estendia também à natureza das atividades construtivas, desconhecendo-se a participação dos diversos agentes na produção das edificações urbanas e a origem dos resíduos gerados.

A classificação da origem dos RCD proposta pela *The Solid Waste Association of North America* (SWANA, 1993) é bastante útil para a quantificação de sua geração:

- material de obras viárias;
- material de escavação;
- demolição de edificações;
- construção e renovação de edifícios;
- limpeza de terrenos.

A composição dos RCD originados em cada uma dessas atividades é diferente em cada país, em função da diversidade de tecnologias construtivas utilizadas. A madeira é muito presente na construção americana e japonesa, tendo

presença menos significativa na construção europeia e na brasileira; o gesso é fartamente encontrado na construção americana e europeia e só recentemente vem sendo utilizado de forma mais significativa nos maiores centros urbanos brasileiros. Da mesma forma acontece com as obras de infra-estrutura viária, havendo preponderância do uso de pavimentos rígidos em concreto nas regiões de clima frio.

Os próximos itens apresentarão informações sobre a construção brasileira e as estimativas que puderam ser traçadas para os seis municípios estudados.

A quantificação dos RCD gerados nestas cidades estará referenciada em todas as atividades construtivas anteriormente apresentadas. Não puderam, no entanto, ser compilados dados acerca da totalidade das obras viárias e totalidade do material de escavação, em função de não ter sido possível a análise da produção de empresas especializadas em serviços de infra-estrutura.

II.1. Perda e Desperdício de Materiais na Construção

A questão das perdas em processos construtivos vem sendo tratada de forma suficiente no Brasil, em processos de pesquisa cada vez mais abrangentes, sendo aceitável a afirmação de que para a construção empresarial a intensidade da perda¹ se situe entre 20 e 30% da massa total de materiais, dependendo do patamar tecnológico do executor (PINTO, 1989). A importância de detectar a ocorrência de uma faixa de valores para as perdas foi reforçada pela pesquisa nacional “Alternativas para a Redução do Desperdício de

¹ É considerada como perda a quantidade de material sobreutilizada em relação às especificações técnicas ou às especificações de projeto, podendo ficar incorporada ao serviço ou transformar-se em resíduo.

“Materiais nos Canteiros de Obra”, promovida pelo ITQC – Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade na Construção Civil, com recursos da FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos, tendo envolvido 16 universidades brasileiras e pesquisado o fluxo de materiais em 99 diferentes canteiros de obra (SOUZA et al., 1998). A Tabela 2.1 apresenta, para a construção empresarial, a significativa variabilidade dos valores detectados para alguns dos materiais comuns à atividade construtiva. Na mesma tabela são apresentados, também, os resultados obtidos em duas outras pesquisas anteriores sobre o mesmo tema.

Tabela 2.1

Perda de materiais em processos construtivos convencionais, conforme pesquisa nacional em 12 estados e pesquisas anteriores

Materiais	Pinto (1)	Soibelman (2)	FINEP/ITQC (3)
Concreto usinado	1,5%	13%	9%
Aço	26%	19%	11%
Blocos e tijolos	13%	52%	13%
Cimento	33%	83%	56%
Cal	102%	--	36%
Areia	39%	44%	44%

(1) Valores de uma obra (PINTO, 1989)

(2) Média de 5 obras (SOIBELMAN, 1993)

(3) Mediana de diversos canteiros (SOUZA et al., 1998)

A existência de uma continuidade de procedimentos entre essas pesquisas coloca a pesquisa brasileira em uma posição de destaque no tema. Cumpre ressaltar que a primeira pesquisa, de 1989, mostrou a possibilidade e a importância de investigar-se essa temática; a segunda, de Soibelman e

colaboradores em 1993, lançou os parâmetros da metodologia de investigação e revelou a variabilidade dos dados obtidos; a terceira pesquisa, trabalho de 16 universidades coordenado pela EPUSP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo entre 1996 e 1998, consolidou a metodologia e imprimiu dimensão numérica e geográfica ao conjunto dos dados coletados.

Segundo Souza², as informações coletadas apontam uma estimativa média de 27% de perda em massa no universo de obras estudadas, situando-se, portanto, no intervalo de 20 a 30%. É importante ressaltar que, devido à variabilidade das situações diagnosticadas, os agentes construtores devem ter sua atenção voltada para o reconhecimento de seus índices particulares, seu patamar tecnológico, buscando investir em melhorias para conquistar competitividade no mercado e racionalidade no uso dos recursos não renováveis.

Quanto ao resultado dessas pesquisas, a expectativa que pode ser traçada é a de que existe coincidência entre os materiais com maiores índices de perda e a composição dos resíduos deslocados dos canteiros de obra. Não é outra a dedução da comparação entre os dados da tabela anterior e as informações da primeira coluna da Tabela 2.2.

Os dados desta tabela indicam a diversidade da composição dos resíduos nas diversas localidades, decorrente da tradição construtiva e do local de coleta das amostragens e permitem ainda assegurar que a imensa maioria dos resíduos gerados, em qualquer das localidades, é formada por parcelas recicláveis.

² relato no “Simpósio Nacional – Desperdício de Materiais nos Canteiros de Obras”, 1999.

Tabela 2.2

Composição dos resíduos de construção
e/ou demolição em diversas localidades (%)

Composição Percentual (discriminação conforme as fontes)	Composição dos RCD em obras brasilei- ras típicas(1)	Composição Típica RCD em Hong Kong (2)	Composição Típica dos RCD na Bélgica (3)	Composição Típica dos RCD em Toronto (4)
Argamassas	64,0	--	--	--
Asfalto	--	2,2	--	--
Materiais asfálticos	--	--	10,2	--
Concreto	4,2	31,2	38,2	--
Alvenaria	--	--	45,2	--
Madeira	0,1	7,9	2,1	34,8
Entulho, agreg. e cerâmicos	--	--	--	24,1
Entulho	--	7,7	--	--
Componentes cerâmicos	11,1	--	2,9	--
Blocos de concreto	0,1	0,8	--	--
Tijolos	18,0	5,2	--	--
Ladrilhos de concreto	0,4	--	--	--
Pedra	1,4	11,5	--	--
Areia	--	3,2	--	--
Cimento amianto	0,4	--	--	--
Gesso	--	--	0,2	--
Metais	--	3,3	0,2	7,7
Vidro	--	0,3	--	2,8
Papel cartão	--	--	--	4,3
Papel	--	--	--	3,5
Papel e orgânicos	0,2	--	--	--
Outros orgânicos	--	1,7	--	0,6
Plástico	--	--	0,4	2,5
Tubos plásticos	--	0,6	--	--
Acessórios	--	0,1	--	--
Têxteis	--	--	--	0,7
Borracha e couro	--	--	--	0,5
Finos	--	--	--	1,9
Outros mat. de construção	--	--	--	16,6
Solo	0,1	--	--	--
Lixo, solo e barro	--	23,8	--	--
Bambu e árvores	--	0,4	--	--
Sucata	--	0,1	--	--
Outros	--	--	0,6	--
TOTAL	100	100	100	100

(1) Dados coletados em canteiros de obras convencionais em São Carlos / SP (PINTO, 1986) e Santo André / SP (I&T, 1990)

(2) Dados coletados na área de destinação final (HONG KONG POLYTECHNIC, 1993)

(3) INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT, 1995

(4) Dados coletados na área de destinação final (SWANA, 1993)

Essa afirmativa é referendada, ainda, pelos dados disponíveis para a Comunidade Européia, que estima para os diversos países uma presença média de 45% de componentes de alvenaria e vedação, 40% de concreto, 8% de madeira, 4% de metal e 3% de papel, plásticos e outros materiais (ITEC, 1995a), com o predomínio dos resíduos de procedência mineral na maioria dos países (PERA, 1996). Exemplo disso são os resíduos gerados na Holanda, onde 80% têm origem em serviços envolvendo concreto ou alvenaria, com o predomínio desta (2/3) sobre o concreto (CUR, sd). São significativos, ainda, os dados disponíveis para a Espanha, indicando que os resíduos de origem mineral (concreto, artefatos e outros) são 95% do peso de edifícios com 60 anos de antigüidade e 98% do peso total de edifícios residenciais contemporâneos, executados em estrutura de concreto e vedações de artefatos (ITEC, 1995a).

Já os dados da primeira coluna da tabela indicam que nos canteiros de obra brasileiros acontece um processo de aproveitamento das aparas de materiais como papel, metálicos, plásticos e parte da madeira, que têm valor comercial imediato e serão encontrados nos resíduos de construção em quantidades menores que as realmente geradas.

A tendência, não só nos países mais desenvolvidos, mas também no Brasil, é de um rápido incremento da participação dos resíduos de embalagens de materiais e componentes industrializados, em detrimento dos resíduos de natureza mineral. Dado disponível para a Catalunha indica que a composição desses resíduos em peso é de 75% de madeira, 16% de plásticos, 8% de papel e cartão, e 1% de metais (ITEC, 1995a).

É relativamente baixa, na composição dos RCD, a presença de resíduos perigosos (produtos ácidos, inflamáveis e outros), mas esse aspecto não deve ser secundarizado, dotando-se esta parcela dos procedimentos e tratamento adequado.

Há que se observar, ainda, que nos resíduos analisados em obras brasileiras típicas, ocorre uma grande predominância dos provenientes das construções em relação aos resíduos gerados em demolições, em função mesmo do desenvolvimento recente das áreas urbanas. Nos países já desenvolvidos, onde as atividades de renovação de edificações, infra-estrutura e espaços urbanos são mais intensas, os resíduos provenientes de demolições são muito mais frequentes; dados da E.D.A. – European Demolition Association projetam para o ano 2000 a geração de 215 milhões de toneladas na Europa Ocidental, das quais 175 milhões (80%) provenientes de demolições e 40 milhões de novas construções (PERA, 1996).

Observe-se, também, que a disponibilidade desses dados, no Brasil, só acontece para a construção residencial em edifícios, não havendo ainda estudo sistemático sobre a intensidade das perdas em outras tipologias de construção (reformas, autoconstruções, construções industriais, obras viárias, etc). E deve ser ressaltado que a construção empresarial, no cenário atual, tem cada vez menos espaço para a convivência com o elevado percentual de perdas detectado e com o desperdício de recursos naturais não renováveis, tanto por injunções econômicas, quanto ambientais.

II.2. Intensidade da Construção de Edificações

Não existem levantamentos precisos que permitam deduzir a exata produção dos diversos agentes atuantes na construção, o que impossibilita uma análise global do volume de RCD gerado nas áreas urbanas brasileiras. Os números coletados pelo INSS – Instituto Nacional de Seguridade Social, através do recolhimento de taxas tidas como “obrigatórias”, são absolutamente irreais, e os registros das municipalidades, através da aprovação de projetos, revelam apenas a parte formal da produção de edificações.

No entanto, a agregação dessas informações parcelares sistematizadas pelas municipalidades com informações recolhidas entre os agentes coletores de RCD permite a construção de um indicador confiável da intensidade de boa parte da atividade construtiva e do volume de resíduos por ela gerado. Esse método de quantificação dos resíduos, detalhado no item II.4, pode ser aplicado a qualquer município que mantenha registros rotineiros da construção licenciada e que possibilite o acesso aos agentes empresariais, autônomos ou públicos que realizam a remoção dos resíduos gerados nos diversos tipos de atividades construtivas.

As informações que permitirão a demonstração das possibilidades oferecidas por esse método de quantificação foram coletadas em 6 cidades brasileiras de médio e grande porte, no interior dos estados de São Paulo e Bahia: São José dos Campos, Ribeirão Preto, São José do Rio Preto, Jundiaí, Santo André e Vitória da Conquista. A Tabela 2.3 revela a população de cada município e o ano da coleta de informações. Os dados coletados em vários períodos foram todos reprocessados em 1999 e uniformizados para que fossem possíveis as análises comparativas.

Tabela 2.3

Informações básicas sobre os municípios pesquisados

Municípios	População (referência)	Ano da pesquisa	Documento de Referência
São José dos Campos / SP	486.467 (95)	1995	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, 1995a
Ribeirão Preto / SP	456.252 (95)	1995	RIBEIRÃO PRETO, 1995a
São José do Rio Preto / SP	323.627 (96)	1997	SÃO JOSÉ RIO PRETO, 1997a
Jundiaí / SP	293.373 (96)	1997	JUNDIAÍ, 1997a
Santo André / SP	625.564 (96)	1997	SANTO ANDRÉ, 1997a
Vitória da Conquista / BA	242.155 (96)	1998	VITÓRIA DA CONQUISTA, 1998a

A primeira análise feita com os dados coletados nesses municípios é a apresentada na Tabela 2.4, com a indicação do comportamento da construção formal relativamente ao crescimento demográfico em anos recentes.

Tabela 2.4

Variação da área total licenciada nos municípios pesquisados (1.000 m²)
comparativamente ao incremento da população local

Anos	Municípios e taxas anuais (entre 1991 e 1996) de crescimento populacional (1) (2) (3) (4)					
	S.André (0,27%)	S.J.R.Preto (2,65%)	S.J.Campos (1,89%)	R.Preto (0,73%)	Jundiaí (0,27%)	V.Conquista (nd)
1990	--	--	--	596,50	--	--
1991	--	--	--	809,49	--	--
1992	--	--	--	903,63	--	--
1993	621,37	544,40	492,48	963,23	593,59	--
1994	792,86	584,02	450,17	940,55	658,74	--
1995	1.225,34	426,36	503,81	1.809,45	1.063,66	136,85
1996	1.671,73	558,37	694,19	919,08	731,54	109,91
1997	--	--	927,14	1.365,09	774,43	118,31

(1) Fontes conforme Tabela 2.3

(2) Complementação dos dados mais recentes conforme relatórios internos das prefeituras municipais de São José dos Campos, Ribeirão Preto e Jundiaí

(3) Dados demográficos conforme IBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1997.

(4) Eliminadas as substituições de projetos nos registros do município de Ribeirão Preto

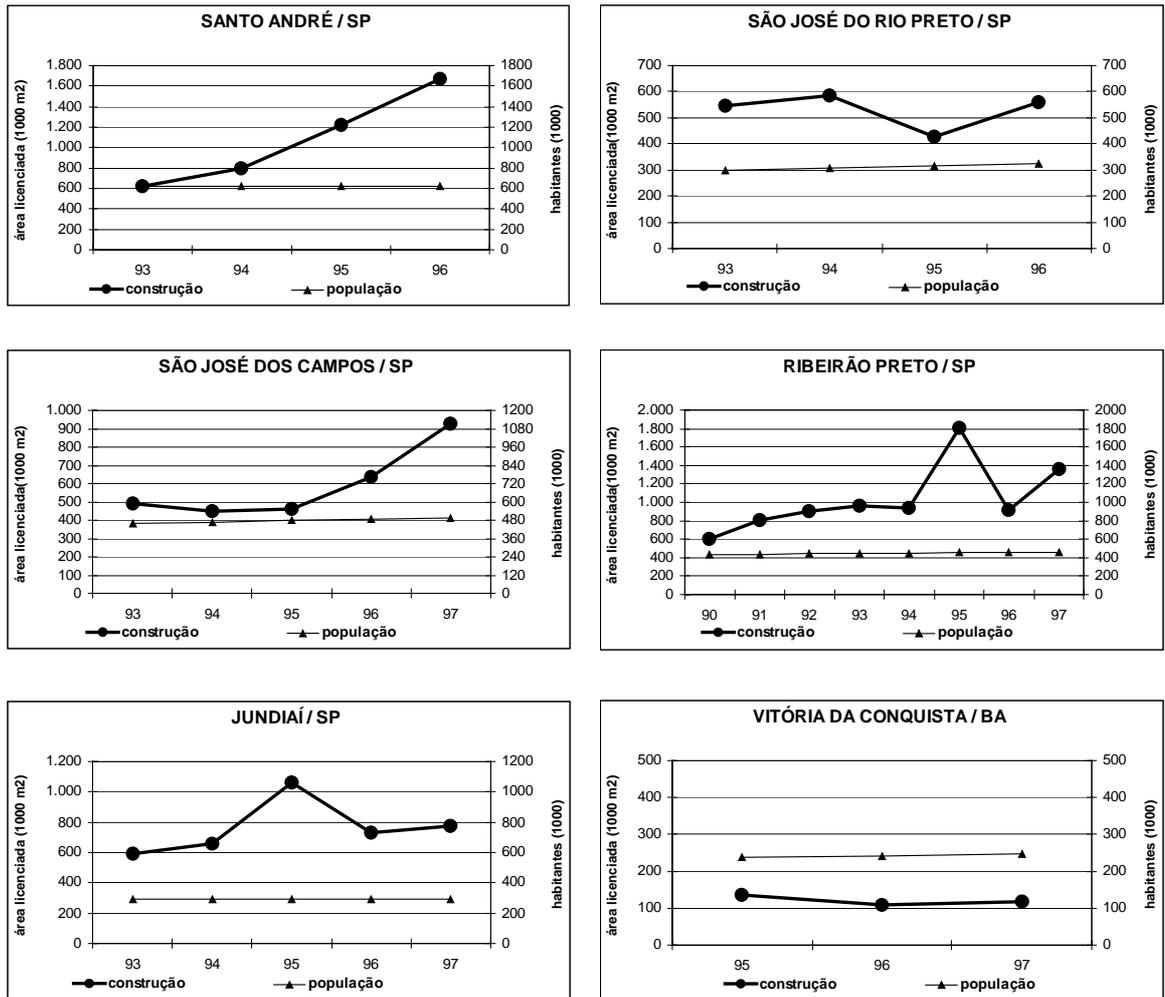


Figura 2.1

Evolução da área total licenciada e população nos municípios pesquisados

A análise dos dados permite observar uma nítida ascensão do volume de construção formal na maioria dos municípios, notadamente no período posterior aos anos de 1994 e 1995, provavelmente em decorrência da redução das taxas inflacionárias. O caso específico do município de Vitória da Conquista reflete os resultados de uma seca prolongada no período e a consequente crise da cultura do café, atividade importante na economia local. Há porém outros indicadores que relatam além da construção formal, também o comportamento da construção informal de novas edificações, como é o caso, na Tabela 2.5, do significativo diferencial entre as taxas de incremento dos

usuários domiciliares de energia elétrica e dos domicílios recenseados, em relação às taxas de crescimento populacional no período. A superioridade das duas primeiras taxas revelam intensidade da construção além das necessidades determinadas pelo crescimento vegetativo da população

Tabela 2.5

Registro de consumidores residenciais e rurais de energia elétrica e total de domicílios nos municípios pesquisados nos anos de 1991 e 1996

Taxas (1) (2)	Municípios					
	S.André	S.J.R.Preto	S.J.Campos	R.Preto	Jundiaí	V.Conquista
Taxa de incremento dos consumidores residenciais e rurais de energia elétrica (%)	13,33	26,69	23,20	22,97	24,76	nd
Taxa de incremento do número de domicílios recenseados (%)	4,18	19,58	14,19	7,72	4,70	16,45
Taxa de incremento da população (%)	1,39	14,05	9,97	4,48	1,42	7,58

(1) Conforme Fundação SEADE - Sistema Estadual de Análises de Dados e Estatística / SP

(2) Conforme dados da Fundação IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

É necessário ressaltar, ainda que os indicadores das duas últimas tabelas poucas informações apresentam sobre reformas, ampliações e demolições de edificações, que são importantes componentes da atividade construtiva.

A Tabela 2.6 apresenta a participação percentual dos processos referentes a esses eventos, no total de projetos aprovados em alguns dos municípios pesquisados. Os valores nela apresentados revelam que a participação do número de processos desse tipo no total de processos aprovados é menor do que se poderia esperar; e torna-se menor ainda caso sejam avaliadas as áreas correspondentes a esses processos.

Tabela 2.6
Participação das solicitações de reformas, ampliações e demolições
no total de projetos aprovados

Solicitações (1)	Municípios					
	S.André (93/96)	S.J.R.Preto (93/96)	S.J.Campos (95/97)	R.Preto (90/94)	Jundiaí (95/97)	V.Conquista (95/97)
% solicitações reforma e ampliação	19,0%	7,3%	19,5%	8,4%	2,2%	7,0%
% solicitações demolição	4,8%	1,1%	--	--	6,9%	5,0%

(1) Fontes conforme Tabela 2.3

No caso de Ribeirão Preto, para o período anunciado, os 8,4% dos processos corresponderam apenas a 3,3% da área aprovada. Mesmo em S. André onde é grande a incidência desse tipo de evento, 19% dos processos corresponderam a um percentual muito inferior, 5,2%, em relação à área total aprovada.

No entanto, como será analisado no próximo item, o resultado de pesquisas realizadas junto aos coletores de RCD indica serem as reformas e ampliações (que incluem construção de novos espaços e demolição de antigos) responsáveis por aproximadamente 52%³ das remoções efetivadas.

Conclui-se, portanto, que esse tipo de atividade, longe de ser insignificante, é um dos maiores geradores de RCD em áreas urbanas, sendo desenvolvida quase sempre de maneira informal e, pela diversidade dos serviços executados, dificilmente pode ser mensurada em área construída. As reformas e ampliações respondem, porém, pelo destino de boa parte dos materiais e componentes produzidos para a construção; os dados da Tabela 2.7 indicam, para o cimento, a elevação da produção nacional no último período, de acordo com os dados do SNIC - Sindicato Nacional da Indústria do Cimento, comparativamente ao crescimento da população brasileira.

³ Média resultante de entrevistas com 102 coletores ou empresas coletoras em 07 municípios

Tabela 2.7

Evolução do consumo aparente de cimento no Brasil

Ano	91	92	93	94	95	96	97	98
Índice SNIC de dezembro	146,92	148,95	150,98	153,01	155,05	157,08	159,11	161,14

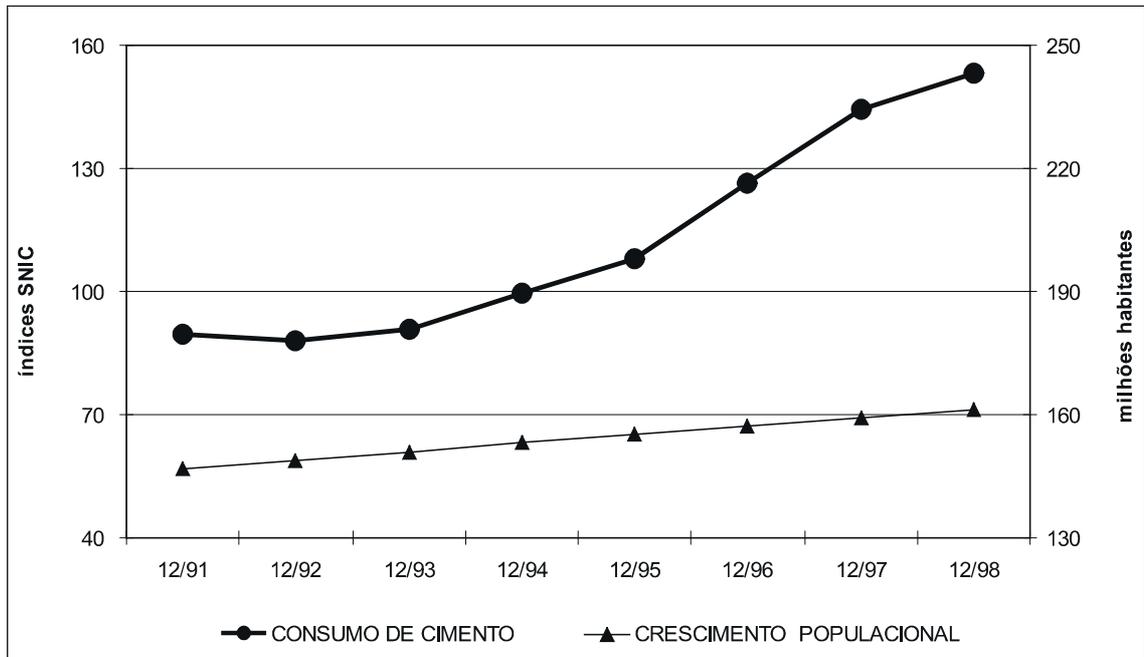


Figura 2.2

Evolução do consumo aparente de cimento e da população brasileira

A elevação incessante dos índices de consumo do cimento, principalmente nos últimos anos, indica, dadas as características da construção brasileira, que o consumo de outros materiais básicos (areia, pedra britada, componentes de vedação, madeira e aço) também tem evoluído positivamente.

Essa elevação significativa aconteceu também em outros países, induzindo a introdução de procedimentos de reciclagem. Dados disponíveis para o Japão indicam que entre 1980 e 1985 a geração de RCD cresceu 90%, contra um crescimento de 7% na geração dos outros resíduos industriais e de 21% na economia como um todo; no período de 1985 a 1990 a geração de RCD cresceu outros 45%, ocorrendo, no entanto uma redução de 23% na massa de

resíduo gerada por unidade de capital investido, o que certamente reflete as políticas específicas definidas no período (HONG KONG, 1993).

II.3. Agentes Envolvidos na Coleta de Resíduos da Construção e Demolição

O conhecimento pormenorizado das características dos agentes coletores de RCD, da sua intensidade de atuação e das suas limitações de ação, é essencial para a compreensão dos fluxos cumpridos pelos resíduos de construção e para a definição de metodologias adequadas para sua gestão.

A coleta de RCD em cidades de grande e médio porte vem sofrendo profunda alteração nos últimos anos em função do rápido incremento na geração e da substituição crescente de coletores individualizados por coletores constituídos como empresas. Nas cidades estudadas, os coletores mais frequentes são os que operam com veículo dotado de poliguindaste e caçambas intercambiáveis. É no entanto, muito significativa a presença de outros tipos de coletores que operam com veículos isolados dotados de carrocerias basculantes ou carrocerias de madeira, “caminhonetes” e carroças a tração animal. Embora este último agente seja mais comum em cidades de pequeno porte, existem às centenas em centros urbanos importantes como Vitória da Conquista, no estado da Bahia ou em Araçatuba, no estado de São Paulo.

Importa considerar ainda a presença de veículos da administração pública, mas eles quase sempre atuam em intervenções corretivas das deposições irregulares realizadas por coletores privados.

A Tabela 2.8 apresenta as características gerais dos agentes coletores.

Tabela 2.8

Características gerais dos agentes coletores

Equipamentos mais utilizados (1)	Capacidade volumétrica (m³/viagem)	Carga típica (t/viagem)	Faixa de percurso (km/viagem)	Faixa de preço (R\$/viagem)
poliguindastes e caçambas	3 a 5 (2)	3,6 a 6	6 a 50 (3)	12 a 70 (3)
caminhões basculantes	4 a 5	4,8 a 6	6 a 50	20 a 60 (4)
caminhões carroceria madeira	5 a 6,5	6	nd	nd
caminhonetes	2,00	1	nd	nd
carroças a tração animal	0,52	0,25	3	3 a 10 (5)

(1) Informações conforme equipamentos disponíveis no mercado

(2) Esporadicamente são encontradas caçambas de 7 m³

(3) Variação entre pequenos municípios e regiões metropolitanas

(4) Variação entre municípios médios e regiões metropolitanas; dados colhidos em 03 cidades

(5) Variação entre municípios médios e regiões metropolitanas; dados colhidos em 02 cidades

As características dos coletores de menor porte quanto aos percursos que conseguem cumprir entre a coleta e a disposição condicionam fortemente o destino que dão aos resíduos coletados. A presença desses diversos tipos de coletores nos municípios pesquisados e sua intensidade de atuação foram dimensionadas, ou estimadas, conforme a indicação constante da Tabela 2.9. A presença crescente, nos últimos anos, das empresas atuantes com poliguindastes pode ser verificada por diversos indicadores. Entre eles, certamente, a rápida multiplicação dos fabricantes desse tipo de equipamento no Brasil. Se há 10 anos, aproximadamente, existia um único e pioneiro fabricante, no Rio de Janeiro, atualmente existem pelo menos outros 14, entre pequenos e médios, instalados principalmente no estado de São Paulo e colocando seus produtos em todo o País.

Tabela 2.9

Presença e atuação de agentes coletores nos municípios pesquisados

Veículos e participação no mercado (1)	Municípios					
	Santo André (base 97)	São José R. Preto (base 97)	São José Campos (base 95)	Ribeirão Preto (base 95)	Jundiá (base 97)	Vitória da Conquista (base 97)
poliguindastes	88	31	13	36	31	02
caminhões basculantes	49 (2)	45 (3)	nd	nd	12 (3)	180 (4)
caminhões carroceria	11 (2)	28 (3)	nd	nd	7 (3)	--
caminhonetes	16 (2)	24 (3)	nd	nd	7 (3)	--
carroças a tração animal	22 (2)	131 (3)	nd	nd	3 (3)	450 (4)
participação percentual dos poliguindastes na remoção de RCD	60%	80%	nd	nd	77%	22%
participação percentual dos outros agentes na remoção de RCD	40%	20%	nd	nd	23%	78%

(1) Fontes conforme Tabela 2.3

(2) Determinação por recadastramento realizado pela PMSA e estimativa de campo

(3) Média das estimativas de campo realizadas pelos coletores

(4) Média das estimativas de campo realizadas pelos coletores e pela PMVC

O incremento na presença das empresas coletoras se deu tanto pela substituição dos outros tipos de coletores como pela aceleração das atividades construtivas nos médios e grandes centros urbanos. Esse incremento pode ser visualizado pela análise da distribuição das datas de fundação dessas empresas na Tabela 2.10, e pela observação da evolução da “Taxa de viagens por dia útil” na Tabela 2.11, em alguns dos municípios pesquisados.

O reconhecimento das alterações que vêm ocorrendo na inserção dos diversos agentes de coleta dos RCD nas cidades brasileiras e o reconhecimento da forma como essa atividade econômica vem evoluindo, inclusive quanto à compreensão da relação dela com o meio ambiente bio-físico onde ocorre (CAVALCANTI et al. 1996), são fundamentais para a formulação de novos modelos que ambicionem o desenvolvimento sustentável.

Tabela 2.10

Fundação das empresas atuantes com poliguindastes
em alguns dos municípios pesquisados

Início das atividades (1)	Municípios					Totais
	Santo André (até 10/97)	São José R. Preto (até 09/97)	Ribeirão Preto (até 11/95)	Jundiáí (até 07/97)	Vitória da Conquista (base 97)	
1989	4	2	1	1		8
1990		1	2	1		4
1991		2	2	2		6
1992	1	--	1	--		2
1993	2	--	2	1		5
1994	2	--	5	2		9
1995	3	2	4	1		10
1996	14	4	--	4		22
1997	10	3	--	2	1	16

(1) Fontes conforme Tabela 2.3

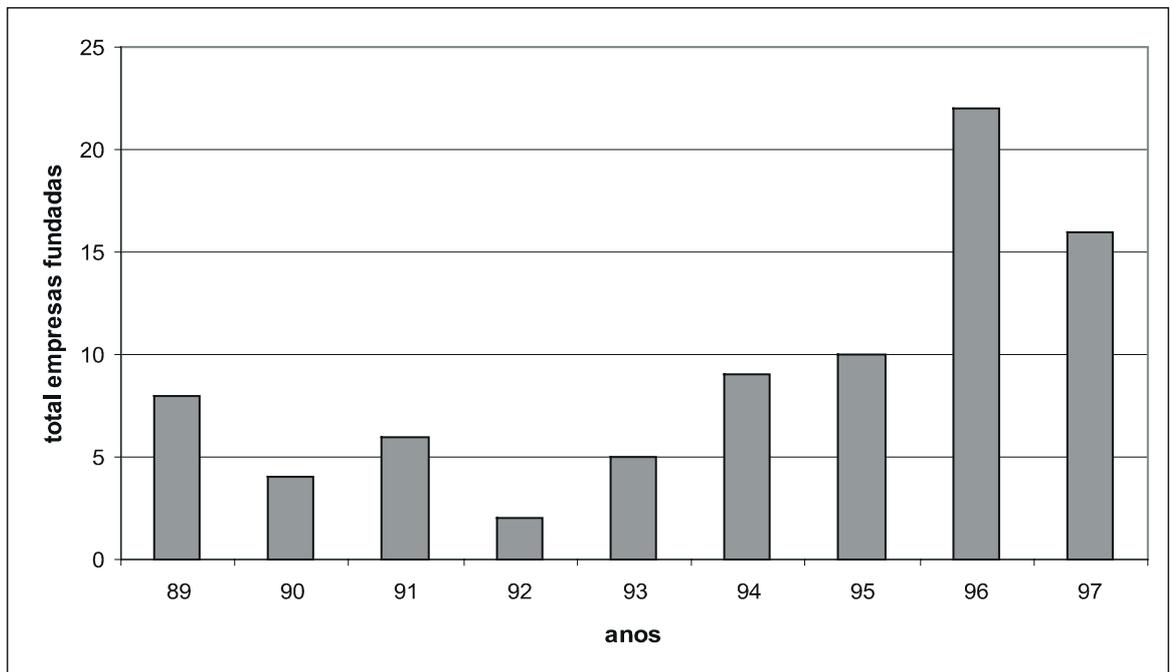


Figura 2.3

Distribuição das datas de fundação das empresas atuantes com poliguindastes

Tabela 2.11
Variação do número de viagens por dia útil,
no total das empresas atuantes com poliguindastes

Nº de viagens por dia útil (1) (2)	Municípios		
	Santo André (até 10/97)	São José R. Preto (até 09/97)	Jundiaí (até 07/97)
1995	92	42	34
1996	149	121	50
1997	388	146	96

(1) Fontes conforme Tabela 2.3

(2) Apenas viagens registradas por empresas que sistematizam seus dados

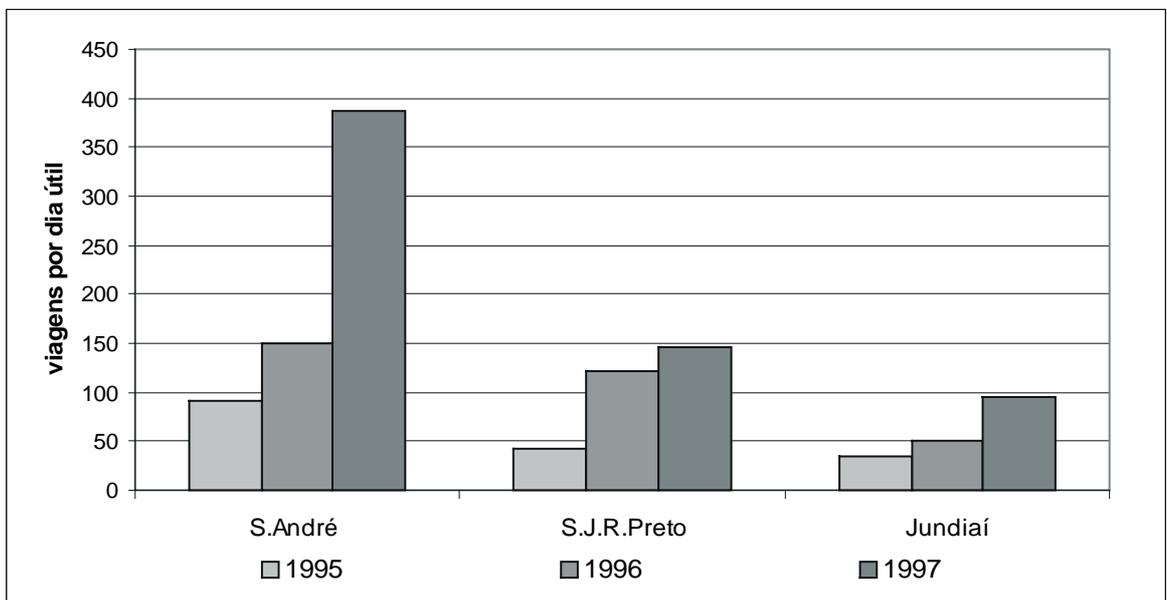


Figura 2.4
Incremento do número de viagens por dia útil

II.4. Geração de Resíduos nas Áreas Urbanas

A construção de indicadores sobre a produção de RCD pode ser realizada a partir de três bases de informação: das estimativas de área construída - serviços executados e perdas efetivadas; da movimentação de cargas por coletores; do monitoramento de descargas nas áreas utilizadas como destino dos RCD. A consulta a esta última base de informação constitui um processo extremamente dificultoso, tanto pela pulverização das descargas em dezenas de pontos nos espaços urbanos, como pela impossibilidade de acompanhamento físico das descargas em cada ponto, por longo período de tempo.

No entanto, as duas outras bases de informação puderam ser adotadas nos municípios brasileiros pesquisados, possibilitando a conformação de um método de quantificação seguro e aplicável a qualquer município com registros rotineiros da construção licenciada. Em suma, esse método permite compor um indicador seguro ao agregar duas parcelas importantes da atividade construtiva urbana: a) a construção formal de novas edificações, cuja intensidade pode ser extraída dos registros públicos de licenciamento, e b) a execução informal de reformas e ampliações, que podem ter sua intensidade reconhecida através de pesquisas junto aos diversos agentes coletores em atuação. Por esse método, a agregação dessas parcelas deve ser feita com a eliminação de sobreposições, desconsiderando-se, dos registros de licenciamentos, as áreas correspondentes aos eventos de reforma e ampliação, e, por outro lado, desconsiderando-se, dos dados recolhidos junto aos agentes coletores, quaisquer outros dados que não os referentes a essas mesmas reformas e ampliações. Além dessas importantes parcelas da atividade construtiva, em alguns dos municípios pesquisados foi ainda possível agregar estimativas de resíduos gerados por atividades de menor porte como as autoconstruções, não tendo sido possível entretanto considerar os resíduos gerados em serviços de infra-estrutura (resíduos de obras viárias e de escavações).

Os resultados dessas verificações apontam números sólidos que referenciam um patamar mínimo quanto à geração dos RCD em áreas urbanas.

a) Estimativas da geração de RCD a partir das atividades construtivas licenciadas

A partir dos dados apresentados nos itens II.1 e II.2 é possível a delimitação de indicadores, para cada município, que apontem estimativa da geração de resíduos na construção formal. A Tabela 2.12 incorpora dados referenciados nos anos disponíveis e em períodos de tempo que permitam minimamente a absorção de defasagens provenientes do período típico de execução das obras licenciadas. Nela estão lançadas as áreas anuais de construção registradas, depuradas dos percentuais de reformas, ampliações e demolições, para que não ocorra sobreposição com os dados fornecidos pelos coletores. São também incluídas taxas de geração de resíduos por metro quadrado edificado, indicadores de referência compostos com base nas seguintes estimativas:

- Massa estimada para as edificações, executadas predominantemente por processos convencionais = **1.200 kg/m²** ;
- Perda média de materiais nos processos construtivos, em relação à massa de materiais levados ao canteiro de obra = **25%** ;
- Percentual da perda de materiais, removido como entulho, durante o transcorrer da obra = **50%**⁴.

A utilização dessas estimativas de referência define uma “taxa de geração de resíduos de construção” na ordem de **150 quilos por metro quadrado construído**.

⁴ Conforme verificações realizadas em obras de São Paulo (Pinto, 1989) e Goiânia (Picchi, 1993)

A aplicação dessa taxa sobre o total da área licenciada nos municípios parte do pressuposto de que é muito pequeno o percentual de projetos aprovados que não são levados à concretização.

Tabela 2.12

Estimativa da geração de RCD por novas edificações formais nos municípios pesquisados

Informações (1)	Municípios					
	Santo André (93/96)	São José R. Preto (93/96)	São José Campos (93/95)	Ribeirão Preto (93/95)	Jundiá (93/96)	Vitória da Conquista (95/97)
provável área formal construída (1.000 m ² /ano)	992,88	507,16	418,56	1.199,78	756,84	118,00
taxa de geração de resíduos (kg/m ²)	150	150	150	150	150	150
provável geração de resíduos em edificações formais (t/ano)	148.932	76.075	62.784	179.967	113.525	17.670
provável geração de resíduos em edificações formais (t/dia) (2)	477	244	201	577	364	57

(1) Fontes conforme Tabela 2.3

(2) Considerados 26 dias/mês (equivalente ao período de atividade dos coletores)

b) Estimativas da geração de RCD a partir da ação dos coletores

A investigação das atividades do conjunto dos agentes coletores que atuam nas áreas urbanas, empresas e agentes autônomos, veículos automotores e a tração animal, além da coleta pública, permite a afloração de um espectro muito amplo de novas informações que comumente não constam nos inventários de RSU, que se restringem à análise da coleta pública de resíduos domiciliares. Essas informações constam da Tabela 2.13 e seguintes.

Tabela 2.13

Estimativa da remoção de resíduos inertes pelo conjunto dos coletores privados, nos municípios pesquisados

Informações (1)	Municípios					
	Santo André (base 97)	São José R. Preto (base 97)	São José Campos (base 95)	Ribeirão Preto (base 95)	Jundiaí (base 97)	Vitória da Conquista (base 97)
volume de inertes coletado pelas empresas (m ³ /dia)	612	735	295	495	418	58
volume de inertes estimado para outros coletores (m ³ /dia)	404	144	nd	nd	119	206
volume total de inertes (m ³ /dia)	1.017	879	nd	nd	537	264

(1) Fontes conforme Tabela 2.3

Para a análise desses dados é importante considerar, ainda, a origem dos resíduos discriminada pelos coletores, nas pesquisas, conforme a Tabela 2.14. Segundo essas informações, as empresas de coleta e os coletores de uma forma geral têm uma atuação muito significativa junto às reformas e ampliações, atividade construtiva já descrita no item II.2 como de característica intrinsecamente informal.

A elevada presença de RCD gerados em processos de renovação de edificações, que podem incluir serviços de demolição, também vem sendo detectada em outros países. Como exemplo observam-se, nas Figuras 2.6 e 2.7, as porcentagens detectadas pela E.P.A. (U.S.A.) em seu Relatório de 1996 e as determinadas pelo E.P.D. – Departamento de Proteção ao Meio Ambiente, de H. Kong, em 1991.

Tabela 2.14

Origem dos resíduos coletados nos municípios pesquisados

Informações (1)	Municípios					
	Santo André (base 97)	São José R. Preto (base 97)	São José Campos (base 95)	Ribeirão Preto (base 95)	Jundiaí (base 97)	Vitória da Conquista (base 97)
execução de reformas e ampliações térreas (%)	44	42	nd	60	54	80
construção de residências térreas (%)	26	28	nd	16	22	10
construção de prédios multipiso (%)	15	12	nd	14	9	2
limpeza de terrenos (%)	9	11	nd	4	8	8
coleta em indústrias e serviços (%)	6	7	nd	6	7	--

(1) Fontes conforme Tabela 2.3

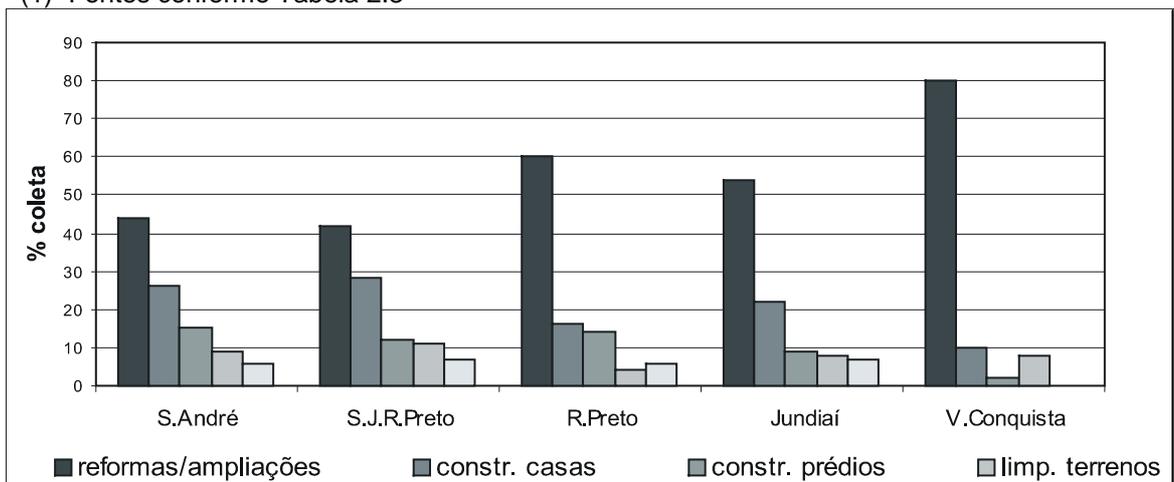


Figura 2.5

Discriminação da origem dos resíduos removidos por coletores

Figura 2.6

Geração de RCD em edificações norte-americanas (YOST, 1998)

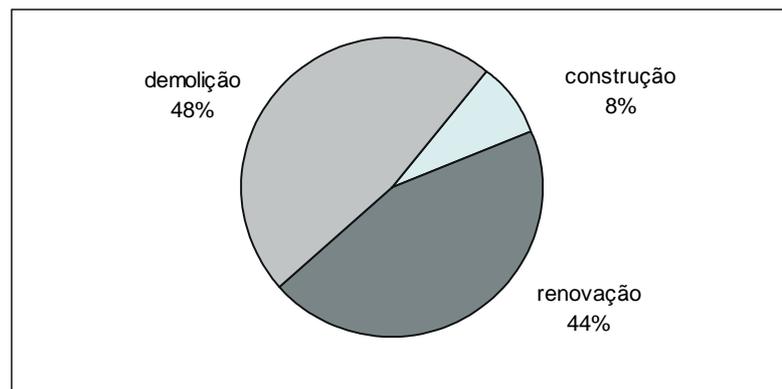
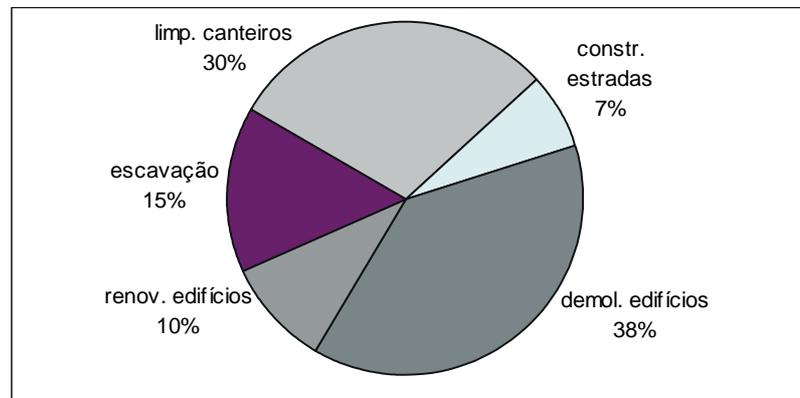


Figura 2.7
Origem dos RCD recebidos nos aterros de Hong Kong (HONG KONG, 1993)



Deve ser observado ainda quanto aos coletores brasileiros, os relatos que fazem de remoções de resíduos, cuja origem é a limpeza de terrenos, onde predominam as podas e os resíduos volumosos, definidos no Anexo, e que são diferentes dos resíduos de construção e demolição. A partir dessas informações é possível, na Tabela 2.15, a reorganização daquelas prestadas pelos coletores, eliminando-se os resíduos não classificáveis como RCD.

Tabela 2.15
Coleta de RCD por empresas e autônomos nos municípios pesquisados

Informações (1) (2)	Municípios					
	Santo André (base 97)	São José R. Preto (base 97)	São José Campos(3) (base 95)	Ribeirão Preto (base 95)	Jundiáí (base 97)	Vitória da Conquista (base 97)
volume de RCD coletado em reformas (m ³ /dia)	447	369	153	297	290	211
massa de RCD coletada em reformas (t/dia)	536	443	184	356	348	253
volume RCD coletado em outras atividades construtivas (m ³ /dia)	480	413	118	178	204	32
massa RCD coletada em outras atividades construtivas (t/dia)	576	496	142	214	245	38
volume total de RCD coletado (m ³ /dia)	927	782	271	475	494	243
massa total de RCD coletada (t/dia)	1.112	938	325	570	593	292

(1) Fontes conforme Tabela 2.3

(2) Adotada a massa unitária de 1,2 t/m³

(3) Adotado o percentual médio de 52% para os RCD originados em reformas

Tal como será analisado no Capítulo III, parte dos RCD removidos pelos coletores, principalmente os dotados de baixa capacidade de deslocamento, agregada a RCD provenientes dos próprios geradores acaba sendo deposta incorretamente pela malha urbana obrigando a ação corretiva da administração pública. Na Tabela 2.16 estão indicadas as quantidades detectadas em cada um dos municípios e que são componentes da massa total de RCD gerado.

Porém os números dessa tabela precisam ser considerados com cuidado para que nas estimativas da geração total não aconteçam sobreposições entre informações oriundas de fontes diversas que, no entanto, referem-se ao mesmo material.

Tabela 2.16
RCD irregularmente deposto e removido pela administração pública
nos municípios pesquisados

Informações (1)	Municípios					
	Santo André (1996)	São José R. Preto (1996)	São José Campos (1995)	Ribeirão Preto (1995)	Jundiá (1996)	Vitória da Conquista (1997)
Total removido (t/dia)	121	229	348	110	nd	77

(1) Fontes conforme Tabela 2.3

c) Conclusões

As análises apresentadas nos itens anteriores permitiram, a partir de informações coletadas diretamente nas municipalidades e nos agentes de coleta das cidades pesquisadas, demonstrar estimativas para a geração de RCD em novas edificações do mercado formal e revelaram a expressiva remoção de RCD pelos coletores públicos e privados, estes últimos com concentração significativa em atividades de reforma e ampliação de edificações.

A agregação criteriosa dessas informações permite conformar um método seguro de quantificação dos RCD, por apontar estimativas para componentes

importantes da atividade construtiva e por constituir um patamar mínimo de quantificação, que certamente se elevará quando for possibilitada a agregação dos RCD gerados em obras de infra-estrutura e autoconstrução, e os removidos por empresas especializadas em demolições.

Com isso, torna-se possível a consolidação dessas informações na Tabela 2.17, de forma que a provável geração de RCD na sua totalidade possa ser observada. Para a eliminação da possibilidade de sobreposição da quantificação de resíduos que são manuseados por mais de um agente coletor, as quantidades removidas pelas administrações públicas só foram consideradas nos municípios em que não se tornou possível a pesquisa com coletores de pequeno porte.

Tabela 2.17
Geração total de RCD nos municípios pesquisados

Informações (1) (2)	Municípios					
	Santo André (base 97)	São José R. Preto (base 97)	São José Campos (base 95)	Ribeirão Preto (base 95)	Jundiá (base 97)	Vitória da Conquista (base 97)
provável geração de RCD em novas edificações, conforme Tabela 2.12 (t/dia)	477	244	201	577	364	57
massa de RCD coletada em reformas, conforme Tabela 2.15 (t/dia)	536	443	184	356	348	253
massa de RCD coletada pelas administrações conforme Tabela 2.16 (t/dia)	(3)	(3)	348	110	(3)	(3)
provável geração total de RCD (t/dia)	1.013	687	733	1.043	712	310

(1) Fontes conforme Tabela 2.3

(2) Considerados 26 dias úteis mensais

(3) Informações não consideradas para evitar-se sobreposição

Os dados finais da Tabela 2.17 demonstram a significativa geração de RCD revelada pelo método de quantificação elaborado e na Tabela 2.18, com a incorporação dos resíduos domiciliares e outros resíduos urbanos à análise, torna-se patente a insuficiência da caracterização dos RSU que vem sendo

efetivada por órgãos públicos e agências ambientais, nos últimos anos. Os dados nela incluídos apresentam, para cada um dos municípios, a real composição dos RSU.

Tabela 2.18

Composição dos RSU nos municípios pesquisados

Informações (1) (2)	Municípios					
	Santo André (base 96)	São José R. Preto (base 96)	São José Campos (base 95)	Ribeirão Preto (base 95)	Jundiaí (base 96)	Vitória da Conquista (base 97)
provável geração total de RCD (t/dia)	1.013	687	733	1.043	712	310
geração de resíduos domiciliares (t/dia)	674	302	278	257	314	130
geração de outros resíduos (industriais/serv.saúde/volumosos/solo/podas) (t/dia)	181	198 (3)	79	186	125	72
geração total de resíduos sólidos urbanos (t/dia)	1.868	1.187	1.090	1.484	1.151	512

(1) Fontes conforme Tabela 2.3 (2) 26 dias úteis/mês (3) Exclusão dos resíduos industriais

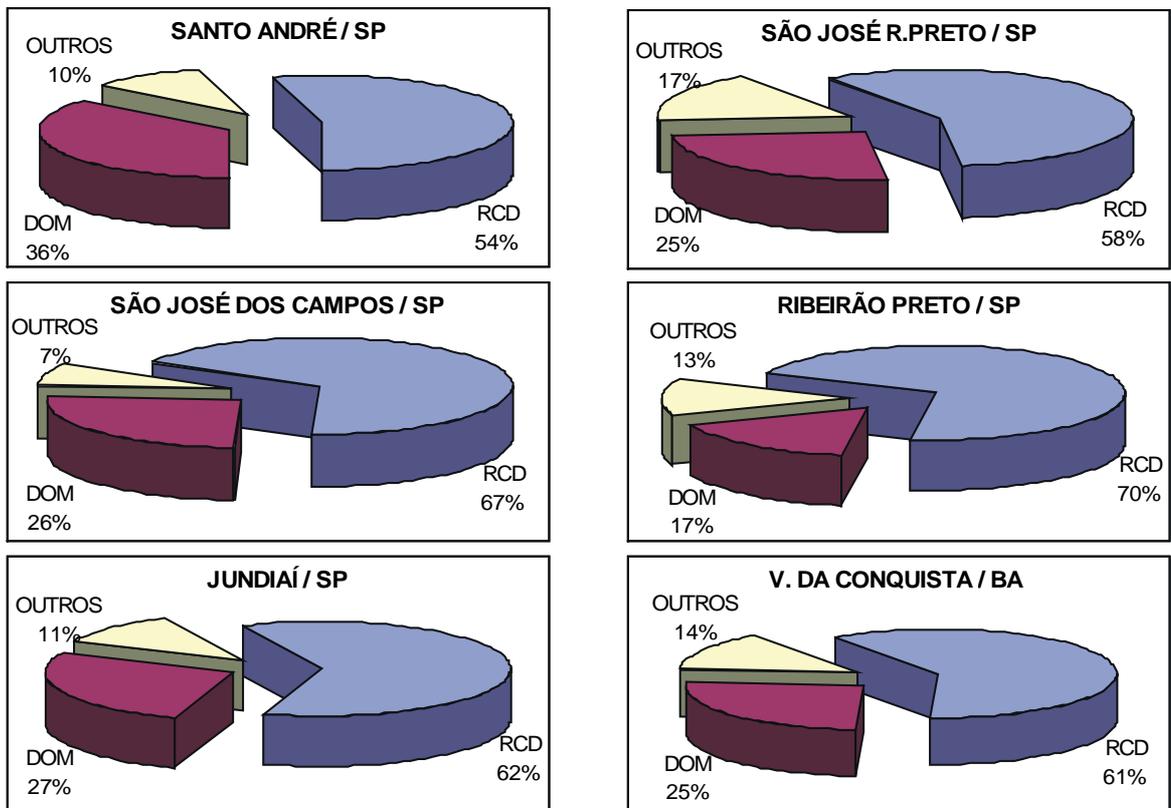


Figura 2.8

Participação dos RCD na totalidade dos RSU gerados nos municípios pesquisados

A demonstração do impacto dos RCD no conjunto dos resíduos sólidos urbanos permite, além da definição de sua participação percentual, o estabelecimento de uma “Taxa de Geração de RCD”, útil para a comparação entre os dados apresentados e dados coletados em outras pesquisas realizadas em municípios brasileiros, e, entre estes, e os dados para alguns países desenvolvidos, disponíveis em bibliografia.

Tabela 2.19

Participação dos RCD nos RSU e taxa de geração em localidades diversas

Localidades	Participação dos RCD na Massa Total de RSU	Taxa de Geração (t/habitante/ano)
Santo André / SP	54%	0,51
São José do Rio Preto / SP	58%	0,66
São José dos Campos / SP	67%	0,47
Ribeirão Preto / SP	70%	0,71
Jundiaí / SP	62%	0,76
Vitória da Conquista / BA	61%	0,40
Belo Horizonte / MG (1)	54%	0,34
Campinas / SP (2)	64%	0,62
Salvador / BA (3)	41%	0,23
Europa Ocidental (4)	~ 66%	0,7 a 1,0
Suíça (5)	~ 45%	~ 0,45 (*)
Alemanha (6)	> 60%	--
Região Bruxelas - Bélgica (7)	> 66%	--
EUA (8)	39% (*)	--
Vermont State (E.U.A.) (9)	48%	--
Japão (10)	--	~ 0,68 (**)
Hong Kong (10)	--	~ 1,50 (**)

(1) Considerados apenas os RCD dispostos em aterro público - abril 1999 (SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA SLU, 1999)

(2) PAULELLA; SCAPIM, 1996

(3) Considerados apenas os RCD dispostos em aterro público (EMPRESA DE LIMPEZA URBANA DE SALVADOR-LIMPURB, 1999)

(4) Conforme B.P.Simons, Belgian Building Research Institute, apud LAURITZEN, 1994

(5) MILANI, 1990

(6) INTERNATIONALE VEREINIGUNG BAUSTOFF-RECYCLING - IVBR, s.d.

(7) INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT, 1995

(8) C&D DEBRIS RECYCLING, 1998b

(9) DONOVAN, 1991

(10) HONG KONG, 1993

(*) Percentual em revisão (C&D DEBRIS RECYCLING, 1998c)

(**) População conforme THE TIMES, 1994

Um outro indicador da real presença dos RCD na massa total dos resíduos sólidos pode ser obtido da análise das frotas de veículos de carga envolvidos com a coleta exclusiva de resíduos domiciliares e dos inertes onde predominam os RCD. A Tabela 2.20 apresenta dados coletados junto às empresas contratadas nos municípios para a remoção de resíduos domiciliares e junto às empresas que operam no mercado para a coleta de RCD e outros inertes. Deles não constam informações sobre veículos utilizados (poucos) para a coleta especializada de resíduos dos serviços de saúde e outras coletas públicas especiais e não constam informes sobre outros tipos de coletores de RCD que não os operantes com poliguindastes e caçambas metálicas.

Tabela 2.20

Características das empresas coletoras de resíduos domiciliares e de construção e demolição nos municípios pesquisados

Informações (1)	Municípios					
	Santo André (base 97)	São José R. Preto (base 97)	São José Campos (base 95)	Ribeirão Preto (base 95)	Jundiaí (base 97)	Vitória da Conquista (base 97)
número de empresas envolvidas na coleta de resíduos domiciliares	01	01	01	01	01	01
número de veículos compactadores utilizados (2)	22	15	12	16	14	06
número de empresas envolvidas na coleta de RCD e outros inertes	43	14	07	18	14	01
número de veículos poliguindastes utilizados	88	31	13	36	31	02
número de caçambas (caixas metálicas) utilizadas	1.814	1.210	335	1.390	833	33

(1) Fontes conforme Tabela 2.3

(2) Complementação de informações junto às prefeituras municipais

As informações das três últimas tabelas, com a indicação da massa real de resíduos sólidos gerada e a frota de veículos envolvida, revelam a enorme discrepância entre os dados que podem ser coletados em pesquisas locais e a caracterização dos RSU considerada em documentos oficiais brasileiros.

Revelam números há pouco desconhecidos, como o elevado número de caçambas metálicas disponíveis em cada município, que corroboram a afirmação de que os RCD são predominantes na massa total de RSU. Revelam, ainda, que, se a questão dos resíduos sólidos está na ordem do dia em função do crescimento da população urbana, nos últimos decênios, e do adensamento das cidades, nos últimos anos, imprimindo a necessidade do lançamento das bases de metodologias mais modernas para a sua gestão, esse esforço não poderá ser efetivado sem o conhecimento preciso da composição da massa total dos resíduos que os gestores locais têm de administrar no cotidiano dos departamentos, autarquias e empresas de limpeza urbana.

Já é notório que os RCD são de baixa periculosidade, mas o que as informações analisadas confirmam é que seu impacto se dá muito mais pelo excessivo volume gerado, mostrando que os municípios brasileiros de médio e grande porte vivem situação similar à das áreas urbanas densas da Comunidade Européia, Japão e América do Norte. E confirmam que é imprescindível o reconhecimento preciso dos volumes ocorrentes, pois, também no Brasil, no último período vem ocorrendo significativa elevação da geração dos RCD, tal qual aconteceu no Japão no decênio 1980-1990, com incremento de 275% (HONG KONG, 1993) e nos EUA, no período 1986-1996, com incremento de 430% (DONOVAN, 1991, C&D DEBRIS RECYCLING, 1998a).

CAPÍTULO III

A NECESSIDADE DE POLÍTICAS ESPECÍFICAS PARA OS RESÍDUOS GERADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A aceleração do processo de urbanização e a estabilização da economia nos últimos anos colocaram em evidência o enorme volume de resíduos de construção e demolição que vem sendo gerado nas cidades brasileiras, à semelhança do que já era observado em regiões densamente povoadas de outros países. E demonstraram que as municipalidades não estão estruturadas para o gerenciamento de volume tão significativo de resíduos, e para o gerenciamento dos inúmeros problemas por eles criados.

As soluções atualmente adotadas na imensa maioria dos municípios são sempre emergenciais e, quando rotineiras, têm significado sempre atuações em que os gestores se mantêm como coadjuvantes dos problemas, conformando, num ou noutro caso, uma prática que pode ser denominada de Gestão Corretiva.

A Gestão Corretiva caracteriza-se por englobar atividades não preventivas, repetitivas e custosas das quais não surtem resultados adequados, por isso profundamente ineficientes. A Gestão Corretiva se sustenta na “inevitabilidade” de áreas com deposições irregulares degradando o ambiente urbano, e se sustenta enquanto houver a disponibilidade de áreas de aterramento nas proximidades das regiões fortemente geradoras de RCD.

Além disso acarreta efeitos “perversos” na medida em que a prática contínua de aterramento de volumes tão significativos elimina progressivamente as áreas naturais nos ambientes urbanos (várzeas, vales, mangues e outras

regiões de baixada), que servem como escoadouro dos elevados volumes de água concentrados nas superfícies urbanas impermeabilizadas.

Assim, a pressão da alta geração de RCD encontra municipalidades desaparelhadas que só têm a ineficácia da Gestão Corretiva como solução e não podem contar com o suporte de políticas centrais de saneamento, que, como analisado no Capítulo I, só recentemente buscam incorporar preocupações com os resíduos sólidos (não-inertes), mas ainda não detectaram a extensão da geração de resíduos na construção e demolição.

Por todos esses aspectos, pode-se caracterizar a Gestão Corretiva como uma prática sem sustentabilidade e que a sua ineficiência impõe a necessidade do traçado de novas políticas específicas para o domínio dos resíduos de construção e demolição, e que, como destacado por CAVALCANTI (1996), considerem que "o meio ambiente deve ser encarado como condição primária das atividades humanas, de seu progresso, de sua sustentabilidade".

São várias as consequências do grande volume de RCD que vem sendo gerado nos centros urbanos. Elas advêm do fluxo irracional e "descontrolado" dos resíduos, típico do processo que se denominou de Gestão Corretiva, e das características dos agentes envolvidos, pequenos ou grandes geradores, pequenos ou grandes coletores.

III.1. Destinação de Pequenos Volumes de Resíduos de Construção e Demolição

Os dados apresentados no Capítulo II indicaram a presença da geração de RCD em pequenos volumes em serviços quase sempre qualificáveis como

construção informal, por se constituírem predominantemente de atividades de reforma e ampliação.

Inexistindo soluções para a captação dos RCD gerados nessas atividades construtivas, inevitavelmente, seus geradores ou os pequenos coletores que os atendem, buscarão áreas livres nas proximidades para efetuar a deposição dos resíduos. Havendo ou não a aceitação da vizinhança imediata, essas áreas acabam por se firmar como sorvedouros dos RCD, num “pacto” local, atraindo, por fim, todo e qualquer tipo de resíduo para o qual não se tenha solução de captação rotineira. A inexistência de solução impõe a rotina da correção pela administração pública, num processo cíclico que não pode ser interrompido nos marcos da Gestão Corretiva.

Os municípios pesquisados revelaram a existência de inúmeras áreas com essas características, que passaram a fazer parte da “lógica” local de gestão dos resíduos sólidos. A Tabela 3.1 apresenta a situação diagnosticada em cada município.

Tabela 3.1
Deposições irregulares de RCD e volumes removidos,
nos municípios pesquisados

Total de deposições irregulares e remoção efetuada (1)	Municípios					
	Santo André (base 97)	São José R. Preto (base 97)	São José Campos (base 95)	Ribeirão Preto (base 95)	Jundiá (base 97)	Vitória da Conquista (base 97)
Total de deposições	383	1431 (2)	150	170	226 (2)	62
Total removido (m ³ /mês)	2.616	4.976	7.543	2.387	nd (3)	1.676
Incidência da incorreção sobre total gerado (%)	11,95%	33,33%	47,48%	10,55%	nd (3)	24,84%

(1) Fontes conforme Tabela 2.3

(2) Inclusas as áreas com remoção rotineira e áreas com elevado volume de deposição mas sem remoção rotineira

(3) Não disponível

Fatores diversos condicionam uma maior ou menor incidência da incorreção em cada município: capacidade fiscalizadora e gerencial, existência de áreas suficientes para disposição correta, características viárias, etc. Mas a característica comum entre todos os centros urbanos diagnosticados é a detecção de um elevado número de áreas que sempre primam pela extrema degradação ambiental.

Para a caracterização das soluções adotadas por pequenos geradores e pequenos coletores é importante notar o porte das deposições irregulares (Tabela 3.2) e o volume de resíduos removidos em cada uma das categorias estabelecidas (Tabela 3.3) nos municípios onde a questão pôde ser averiguada.

Tabela 3.2
Porte das deposições irregulares de RCD em alguns
dos municípios pesquisados

Porte das deposições irregulares (1)	Municípios		
	Santo André (até 10/97)	Ribeirão Preto (até 11/95)	São José Campos (até 09/95)
de 01 a 10 m ³ /mês	84%	57%	16%
de 11 a 50 m ³ /mês	12%	35%	59%
de 50 a 100 m ³ /mês	2%	7%	15%
superior a 100 m ³ /mês	2%	1%	10%

(1) Fontes conforme Tabela 2.3

Tabela 3.3
Intensidade de remoção de RCD por categorias de deposições irregulares

Porte das Deposições Irregulares (1)	Municípios		
	Santo André (até 10/97)	Ribeirão Preto (até 11/95)	São José dos Campos (até 09/95)
de 01 a 10 m ³ /mês	17%	17%	2%
de 11 a 50 m ³ /mês	30%	42%	26%
de 50 a 100 m ³ /mês	15%	30%	20%
superior a 100 m ³ /mês	38%	11%	52%

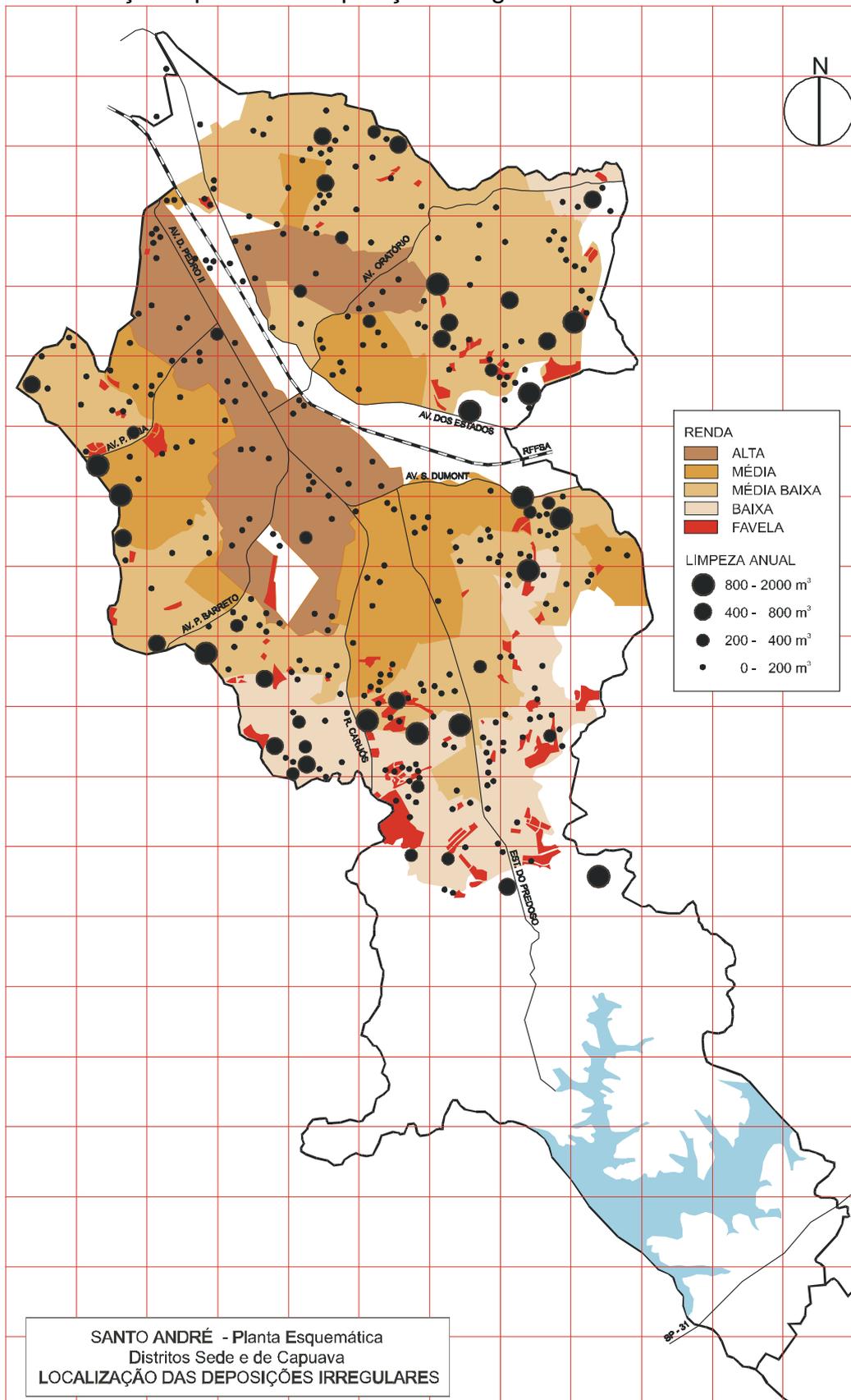
(1) Fontes conforme Tabela 2.3

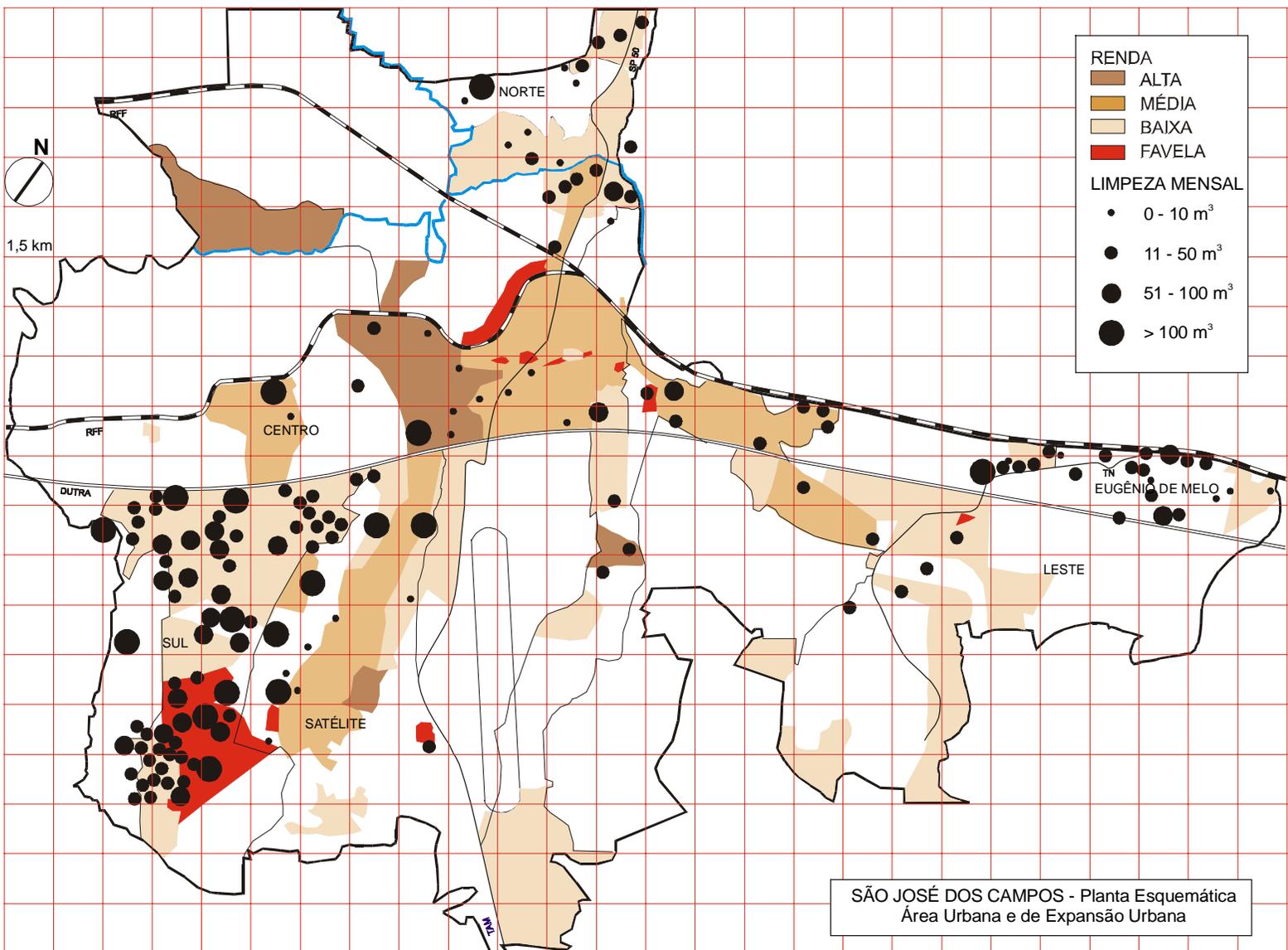
Chama a atenção nos municípios pesquisados a presença numericamente muito mais significativa de pontos com pequenas deposições, quadro esse que é típico em cidades de médio e grande porte. É por outro lado significativa a amplitude dos problemas em São José dos Campos; em grande parte isso se deve à compartimentação da sua zona urbana em função da existência de elementos estruturadores (via Dutra, aeroporto municipal, rio Paraíba e suas várzeas, RFFSA - Rede Ferroviária Federal S/A) que determinam um sistema viário truncado. É consequência disso a elevada concentração de deposições irregulares na região sul da cidade.

A característica típica das deposições irregulares resultantes da inexistência de soluções para a captação dos RCD é a conjunção de efeitos deteriorantes do ambiente local: comprometimento da paisagem, do tráfego de pedestres e de veículos, da drenagem urbana, atração de resíduos não-inertes, multiplicação de vetores de doenças e outros efeitos que serão analisados no item III.3.

Tais efeitos danosos se multiplicam pelo espaço urbano e a Gestão Corretiva, no extremo, consegue deslocar os problemas de determinadas regiões das cidades para outras, sendo comum nos municípios a presença mais constante e acentuada dos efeitos nos bairros mais periféricos, ocupados pela população de menor renda. As Figuras 3.1 a 3.6 dos municípios pesquisados apresentam a distribuição geográfica das deposições irregulares no período de realização da análise.

Figura 3.1
Localização e porte das deposições irregulares em Santo André / SP





Localização e porte das deposições irregulares em São José dos Campos / SP

Figura 3.3

Figura 3.4
Localização e porte das deposições irregulares em Ribeirão Preto / SP

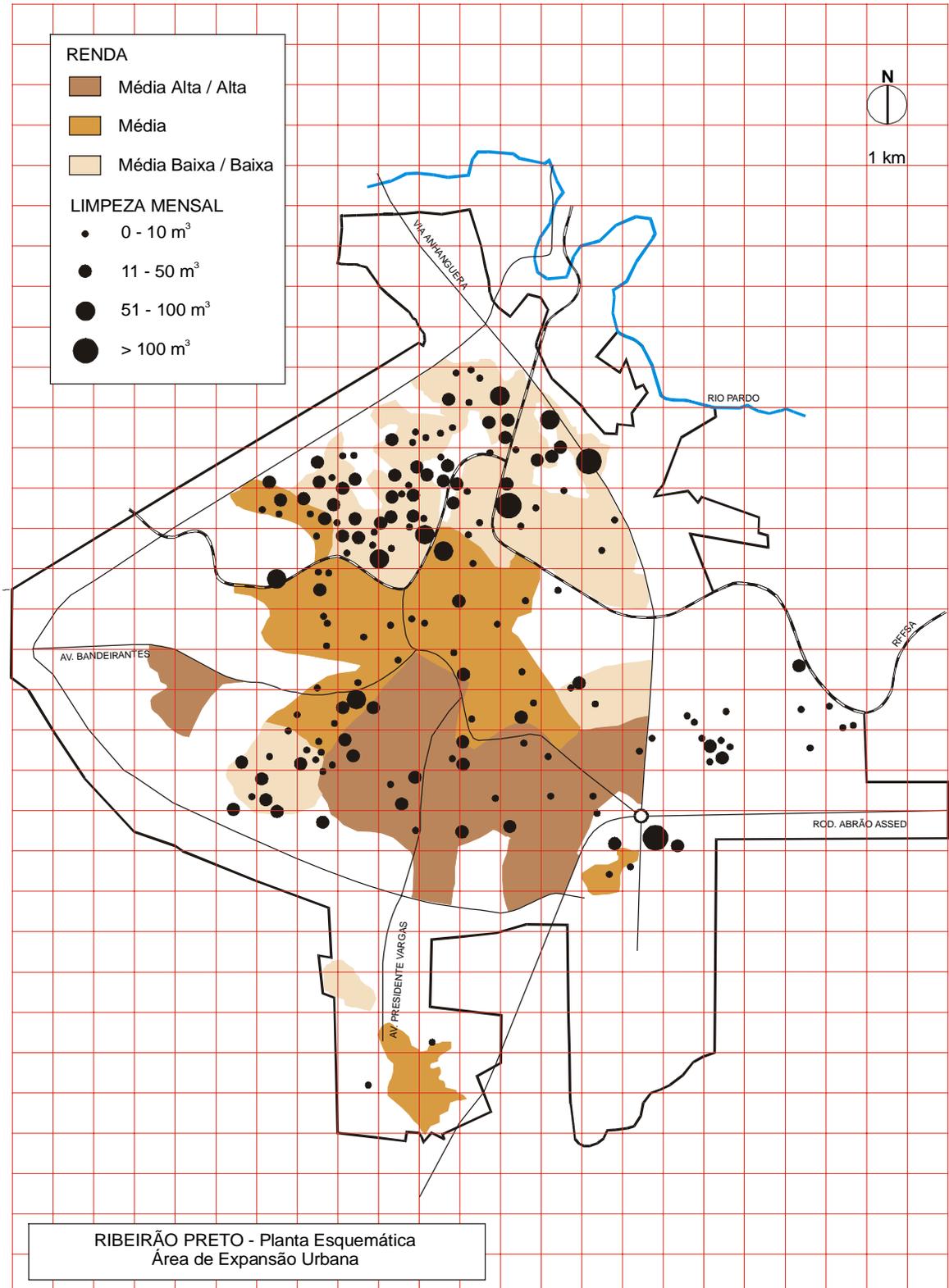


Figura 3.5
Localização e porte das deposições irregulares em Jundiaí / SP

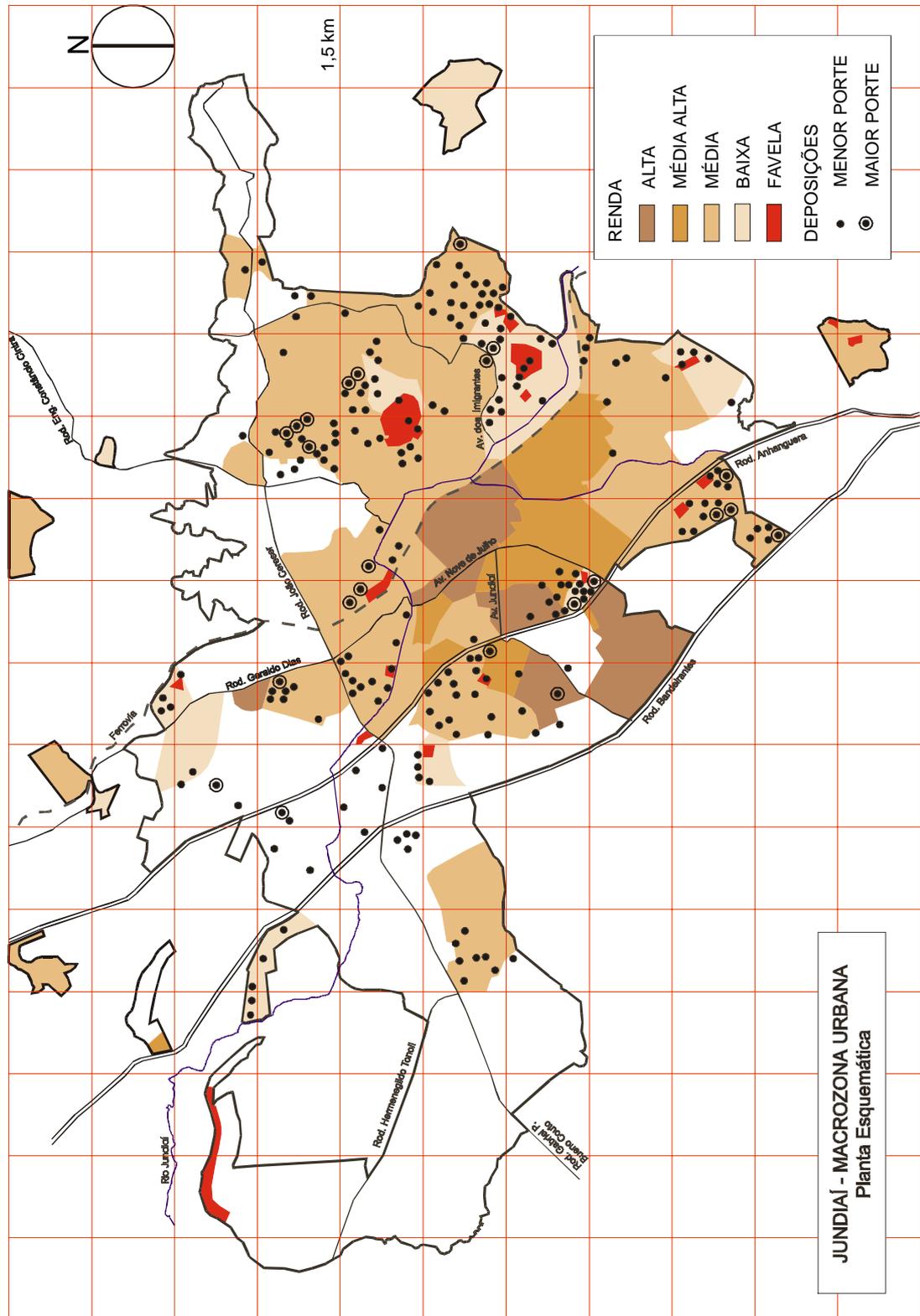
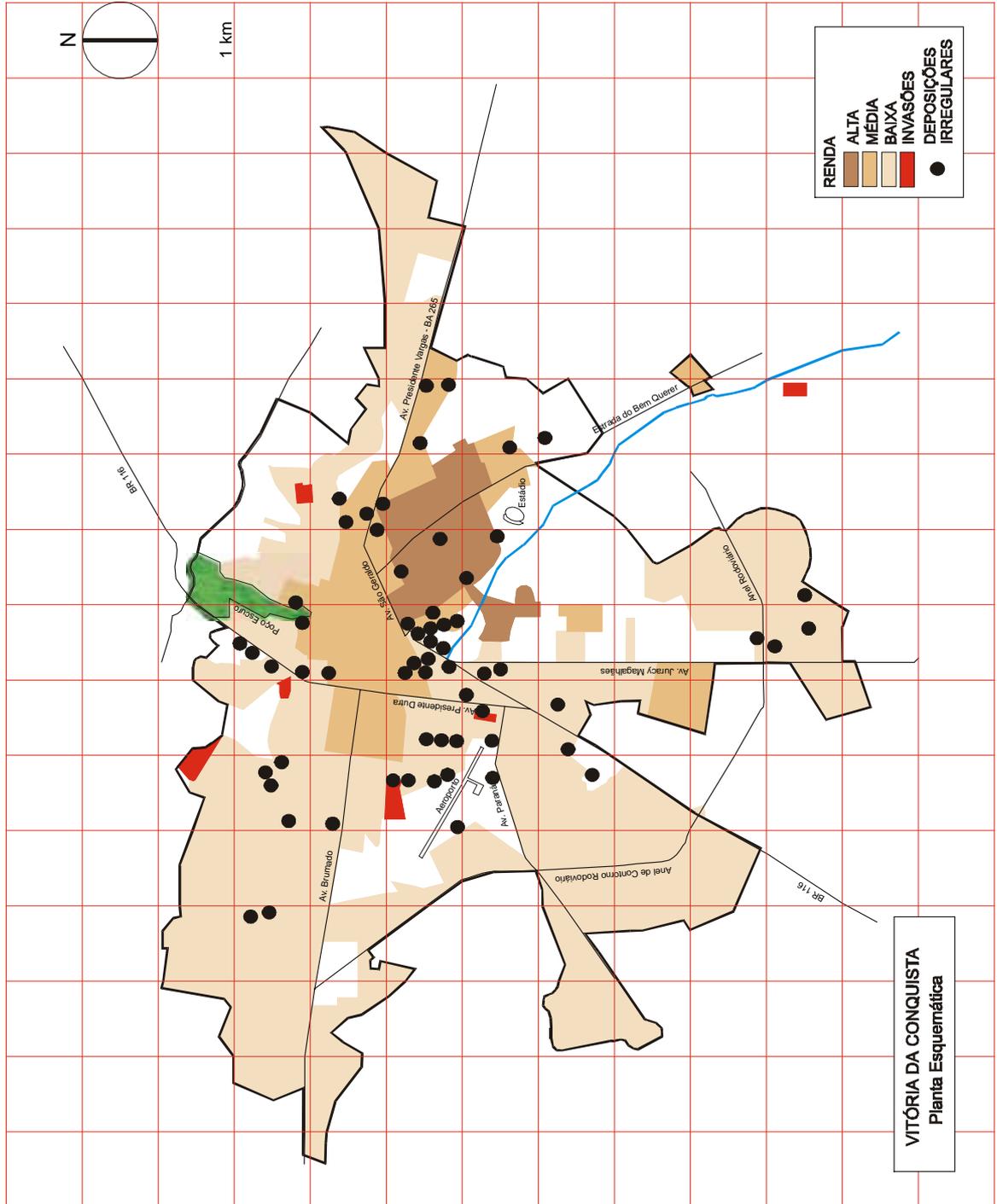


Figura 3.6
Localização e porte das deposições irregulares em Vitória da Conquista / BA



É interessante notar que, se alguns locais de deposição irregular revelam um descompromisso de seus usuários com a qualidade ambiental, a consolidação de alguns outros revela os condicionantes desses mesmos usuários (geradores ou coletores) quanto às suas possibilidades de deslocamento para a disposição dos resíduos. A percepção desses condicionantes é importante ferramenta para a definição de novas práticas de gestão que visem a superação dos problemas que vêm sendo detectados nos maiores municípios brasileiros. Problemas similares acontecem em outros países em desenvolvimento (ver Figura 3.7) e em países desenvolvidos (Figura 3.8).

Figura 3.7

Deposição irregular em Bogotá / Colômbia



Figura 3.8



Deposição irregular em Osaka / Japão

SPENCER (1989) relata que, em função do esgotamento das áreas de destinação e não recepção dos RCD em instalações de incineração, o Nordeste dos EUA recebia uma incidência epidêmica de deposições ilegais (*illegal dumping*) que eram também, com outra designação - *dépôts sauvages* - uma das motivações de regulamentos emitidos pelo Conselho de Bruxelas, em 1991 (INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT, 1995).

Nas cidades brasileiras analisadas, a revelação realizada pelas Tabelas 3.2 e 3.3, da existência de deposições irregulares onde rotineiramente são removidos os volumes mais elevados, indica provavelmente a presença de deposições feitas por grandes coletores ou geradores. Tais agentes que operam grandes volumes com poliguindastes ou veículos basculantes, recorrendo a essas áreas reduzem seus custos pela redução de distâncias, repassando ao setor público o custo da destinação final.

III.2. Destinação de grandes volumes de resíduos de construção e demolição

O quadro mais comumente encontrado nos municípios de médio e grande porte é a adequada disposição dos grandes volumes de RCD em aterros de inertes, também denominados de “bota-foras”. Constitui o problema mais significativo na destinação dessa parcela dos resíduos o inexorável e rápido esgotamento das áreas designadas para disposição.

Os bota-foras são áreas de pequeno e grande porte, privadas ou públicas, que vão sendo designadas oficial ou oficiosamente para a recepção dos RCD e outros resíduos sólidos inertes. A designação dessas áreas pela administração pública se faz necessária pelo fato de a ampla maioria das Leis Orgânicas Municipais prever como competência das municipalidades a definição do destino dos resíduos municipais. A oferta dessas áreas por agentes privados se faz em função principalmente do interesse de planejá-las e, com isso, conquistar valorização no momento da sua comercialização.

Os bota-foras constituem, em conjunto com o aterro sanitário ou controlado para resíduos domiciliares (quando esta solução está presente), o sistema de aterros dos municípios. As Figuras 3.9 a 3.14 apresentam os bota-foras nos diversos municípios pesquisados; no caso específico de Santo André / SP, inserido na região metropolitana de São Paulo, deve ser considerado que seus bota-foras recebem resíduos de vários municípios vizinhos. De forma simplificada estão indicadas também, nos municípios em que esta informação esteve disponível, as regiões urbanas onde se concentram as atividades dos coletores privados de RCD gerados em grandes volumes.

Figura 3.9
Localização dos bota-foras e das regiões com maior atividade de coleta dos grandes volumes em Santo André / SP

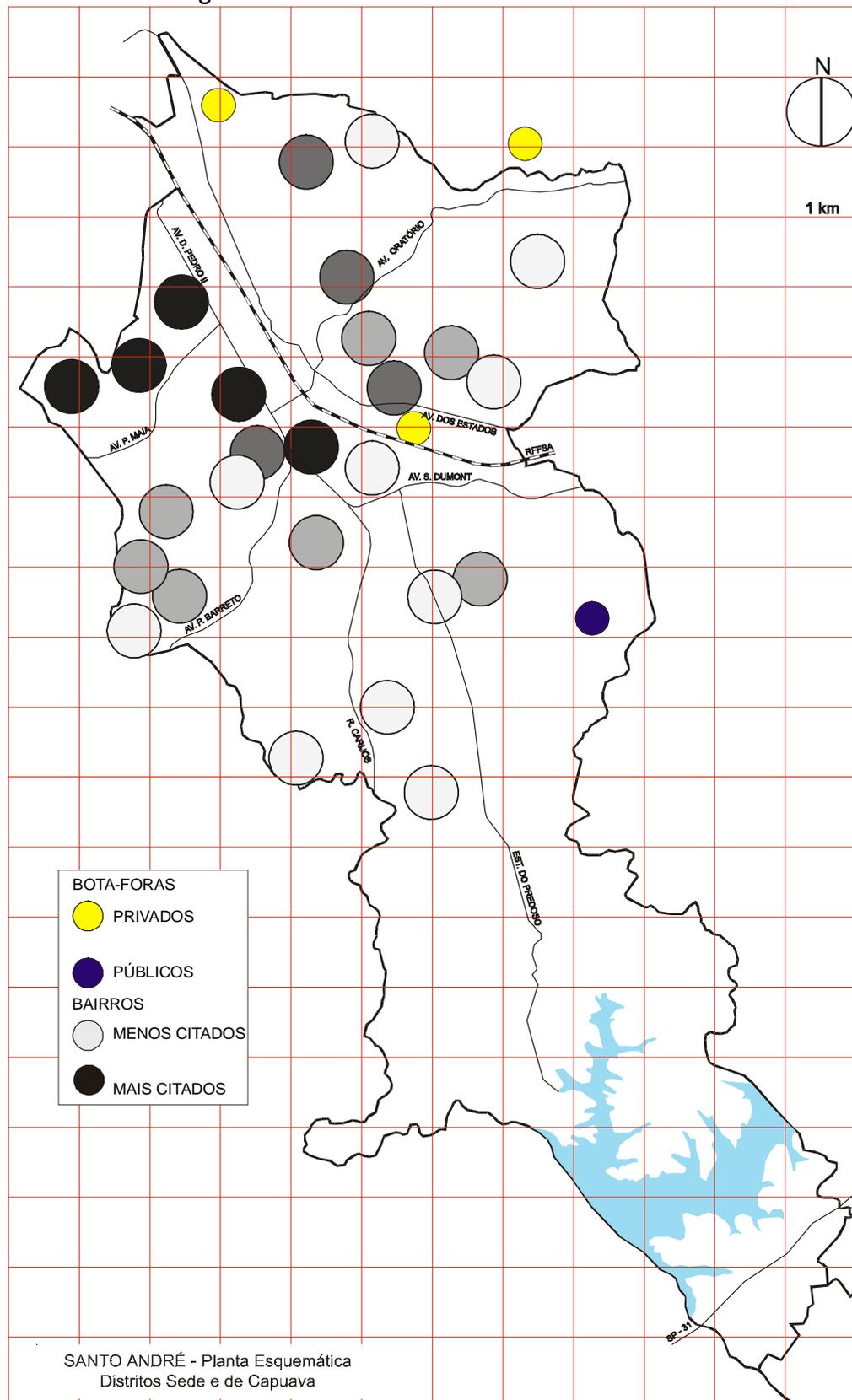
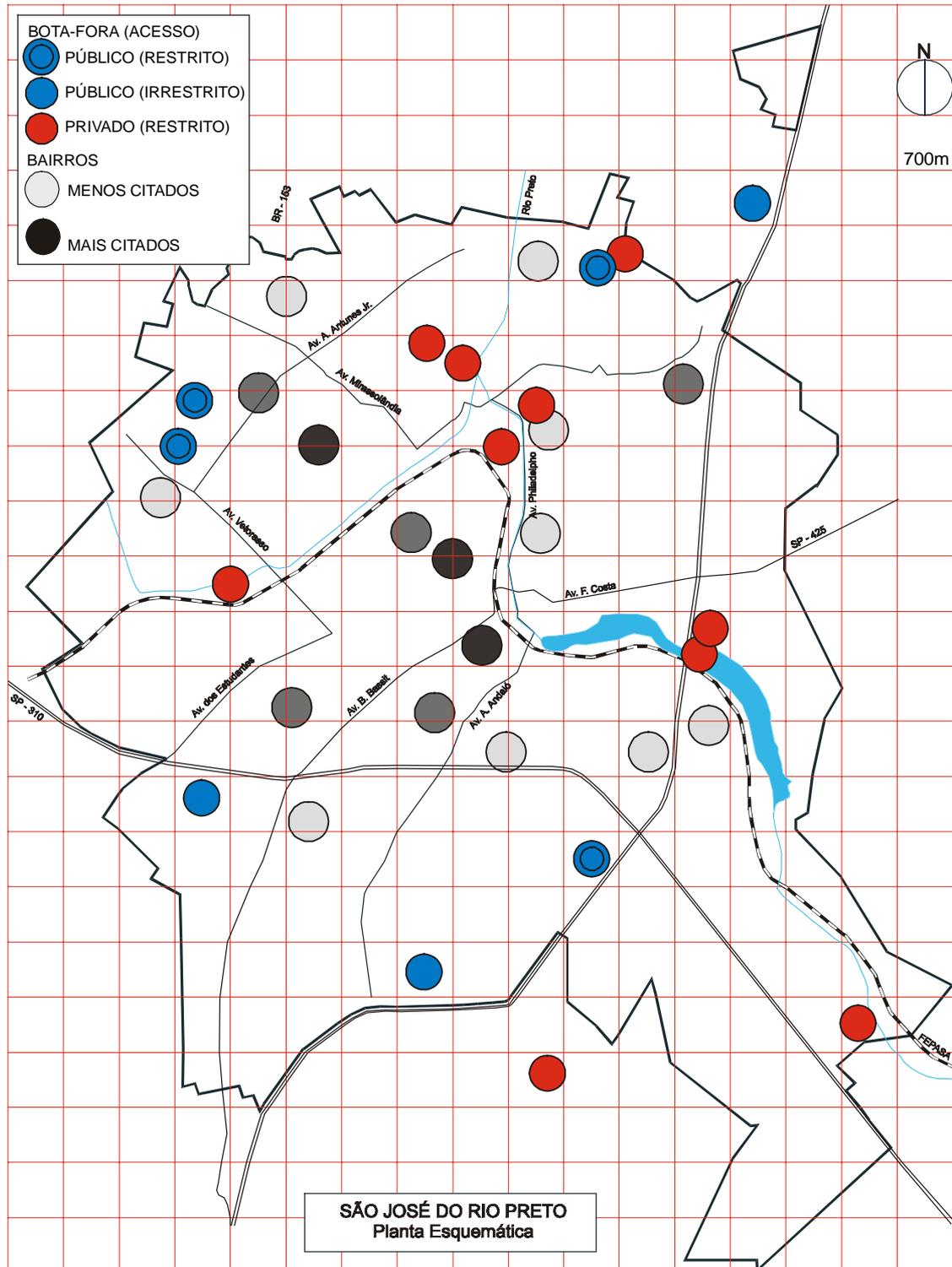


Figura 3.10
Localização dos bota-foras e das regiões com maior atividade de coleta dos grandes volumes em São José do Rio Preto / SP



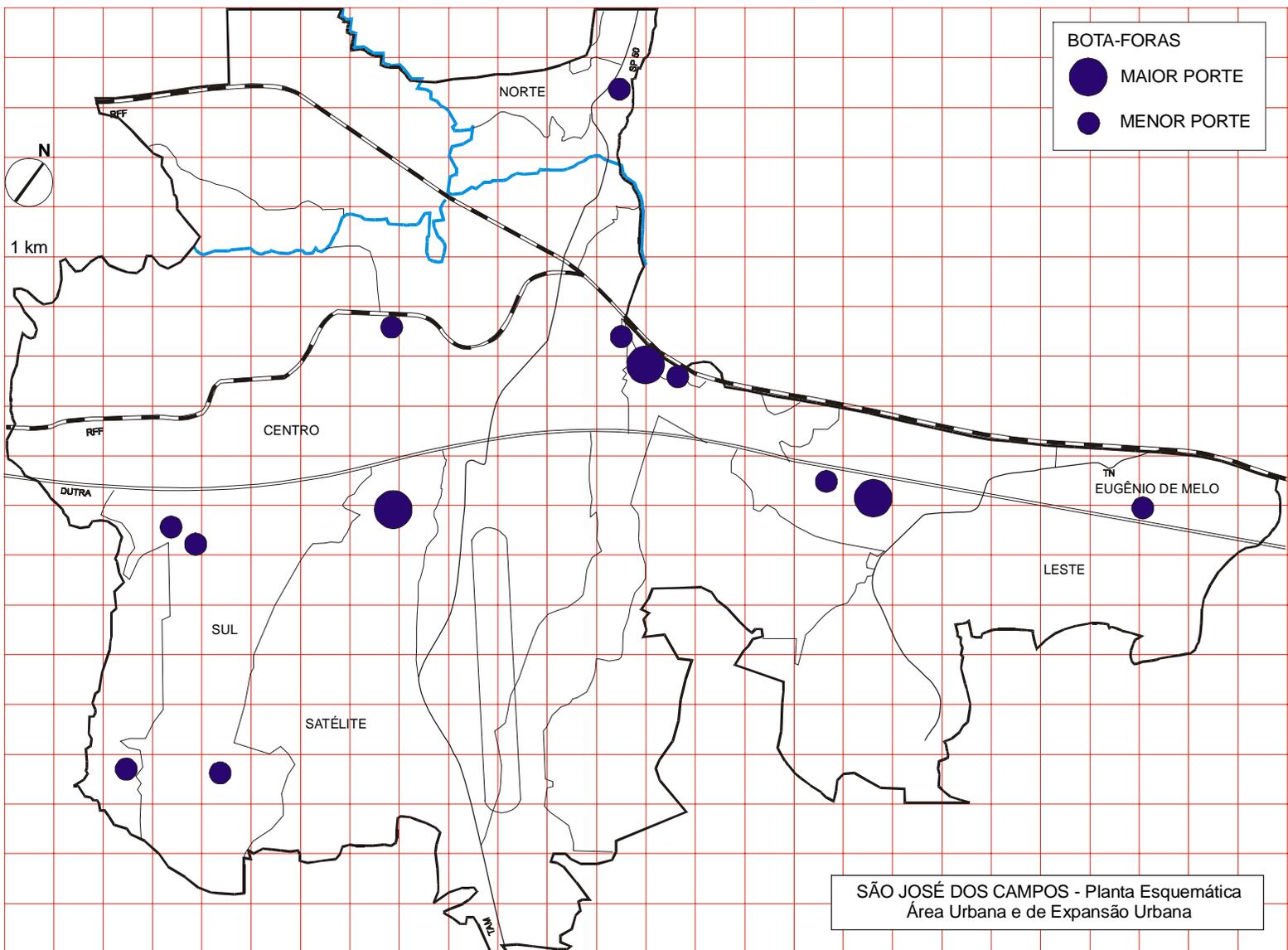
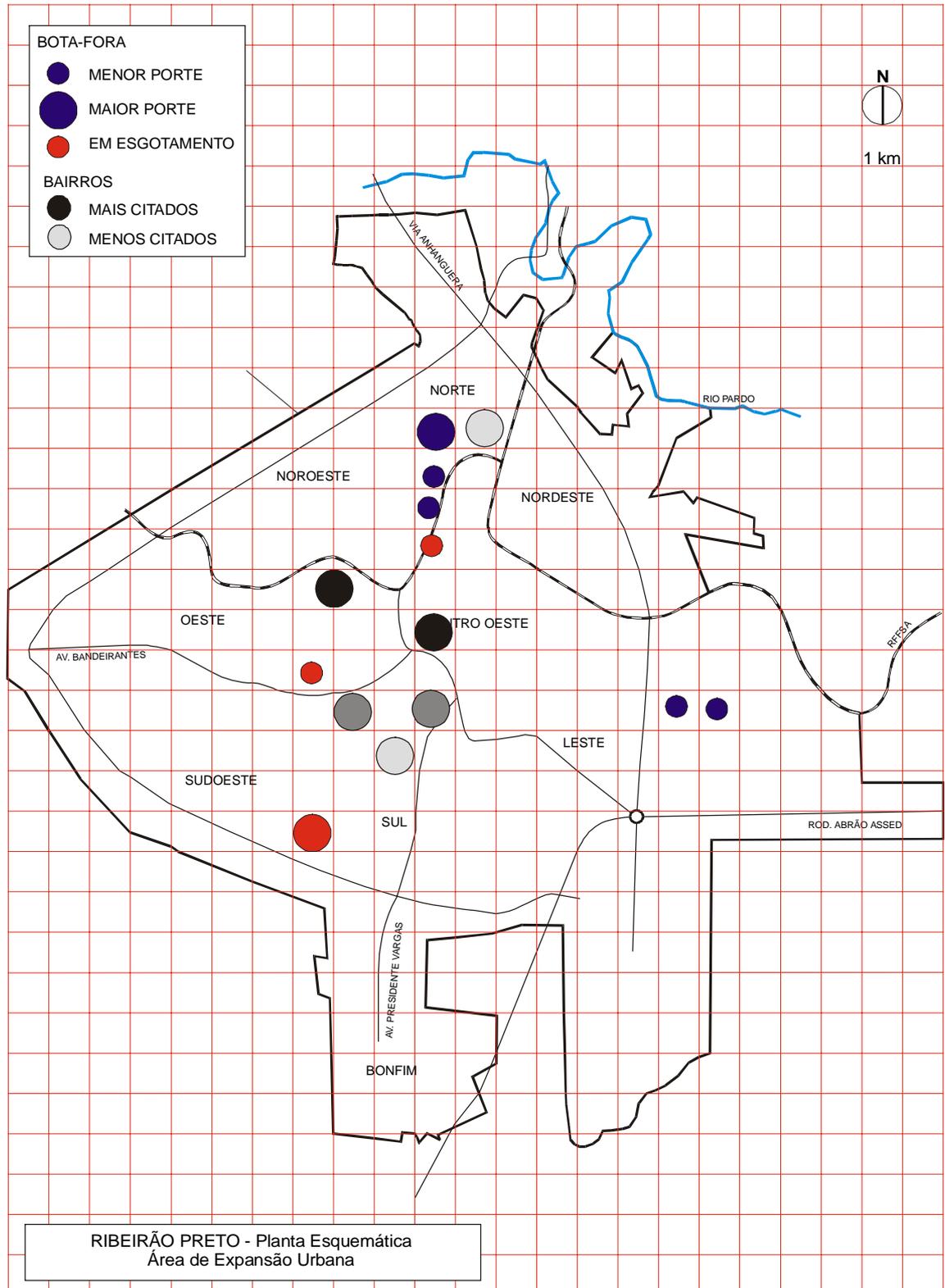


Figura 3.11
Localização e porte dos bota-foras em São José dos Campos / SP

Figura 3.12
Localização dos bota-foras e das regiões com maior atividade de coleta dos grandes volumes em Ribeirão Preto / SP



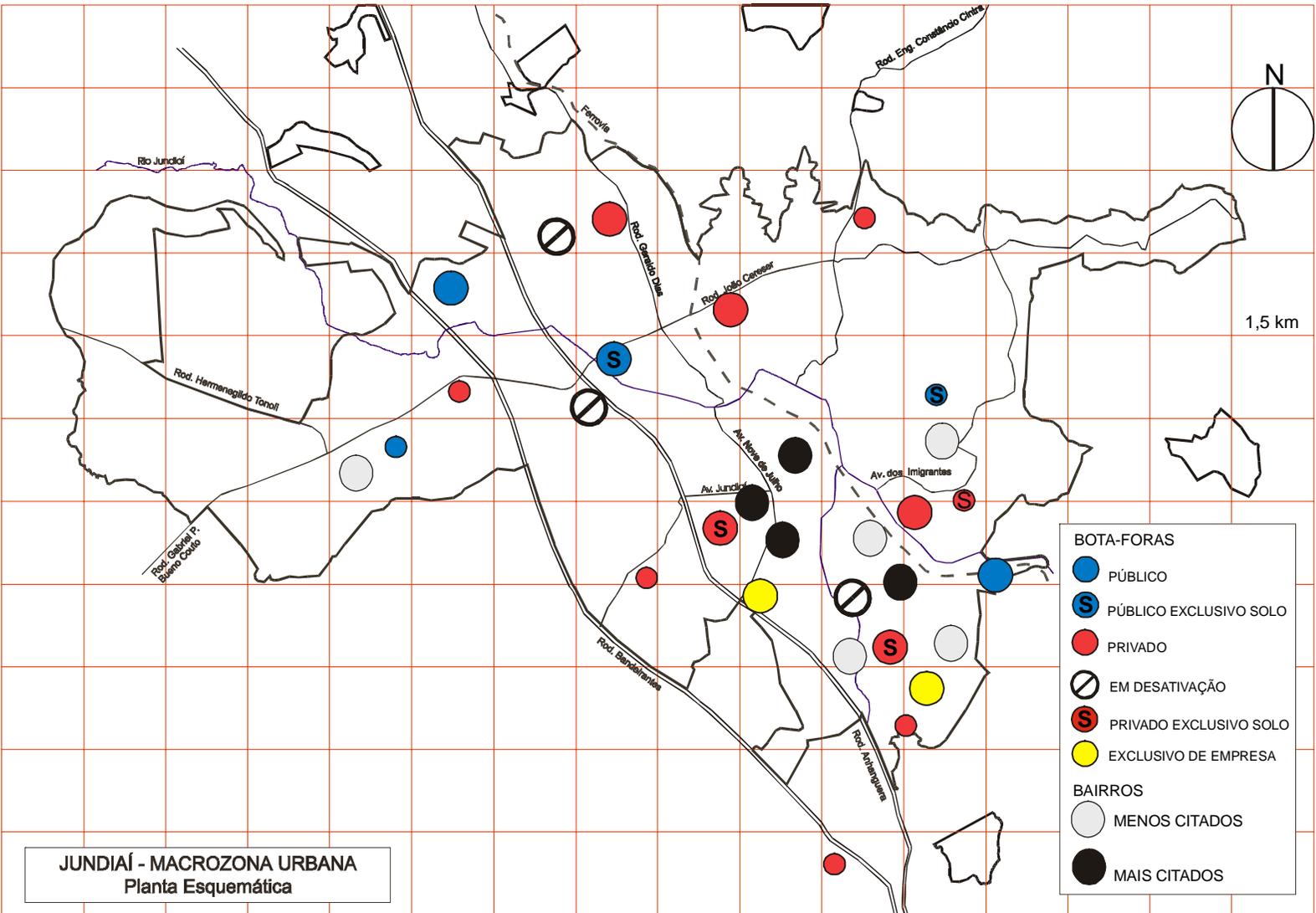
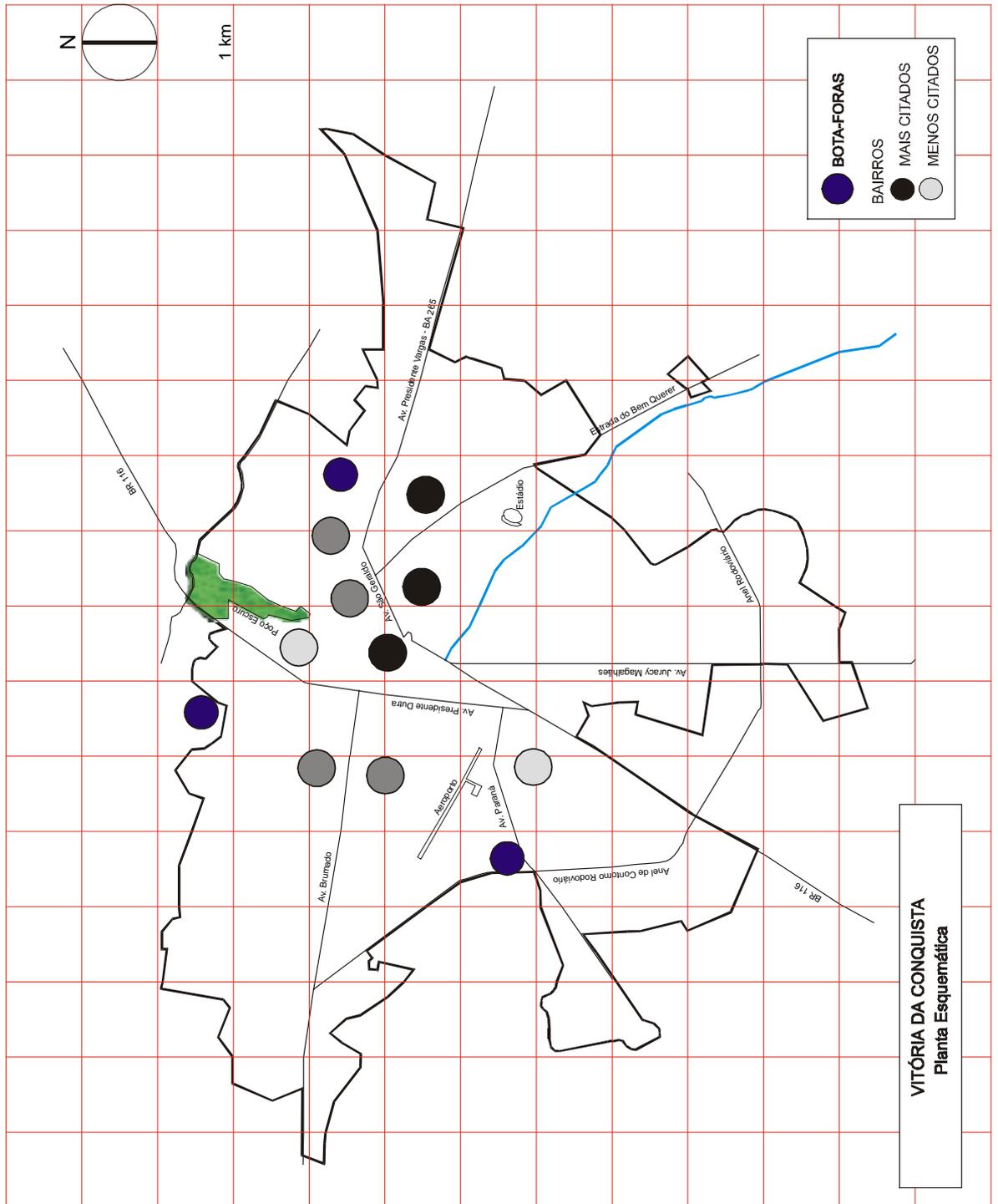


Figura 3.13
Localização dos bota-foras e das regiões com maior atividade de coleta dos grandes volumes em Jundiá / SP

Figura 3.14
Localização dos bota-foras e das regiões com maior atividade de coleta dos grandes volumes em Vitória da Conquista / BA



Torna-se perceptível, pelas figuras e pela Tabela 3.4, que as áreas de aterramento necessárias à sustentação do desenvolvimento desses municípios vão muito além do que um único local para aterramento dos resíduos domiciliares, como é foco das políticas centrais de saneamento quando tratam da questão dos resíduos sólidos.

Tabela 3.4

Bota-foras para disposição de RCD nos municípios pesquisados

Bota-foras (1)	Municípios					
	Santo André (em 10/97)	São José R. Preto (em 09/97)	São José Campos (em 09/95)	Ribeirão Preto (em 11/95)	Jundiá (em 07/97)	Vitória da Conquista (em 06/98)
Total no período da pesquisa	04 (2)	17	13	08	21	03

(1) Fontes conforme Tabela 2.3

(2) Dois deles localizados em municípios vizinhos no ABC paulista

Note-se, pela diversidade dos números da Tabela 3.4, que a oferta de áreas é função tanto da altimetria típica da cidade, como da intensidade da geração local.

Uma característica comum aos sistemas de aterros nos municípios é a extrema “volatilidade” das áreas utilizadas para deposição de resíduos inertes. Como já afirmado, seu esgotamento é extremamente rápido, tanto pela elevada geração de RCD verificada em cada município, como pelo fato de que muitas das áreas são de pequeno porte, inseridas integralmente na malha urbana, nas proximidades das regiões geradoras dos resíduos, segundo o que se vê nas figuras apresentadas.

Figura 3.15
Bota-fora em Belo Horizonte / MG



Figura 3.16
Bota-fora em Jundiaí / SP



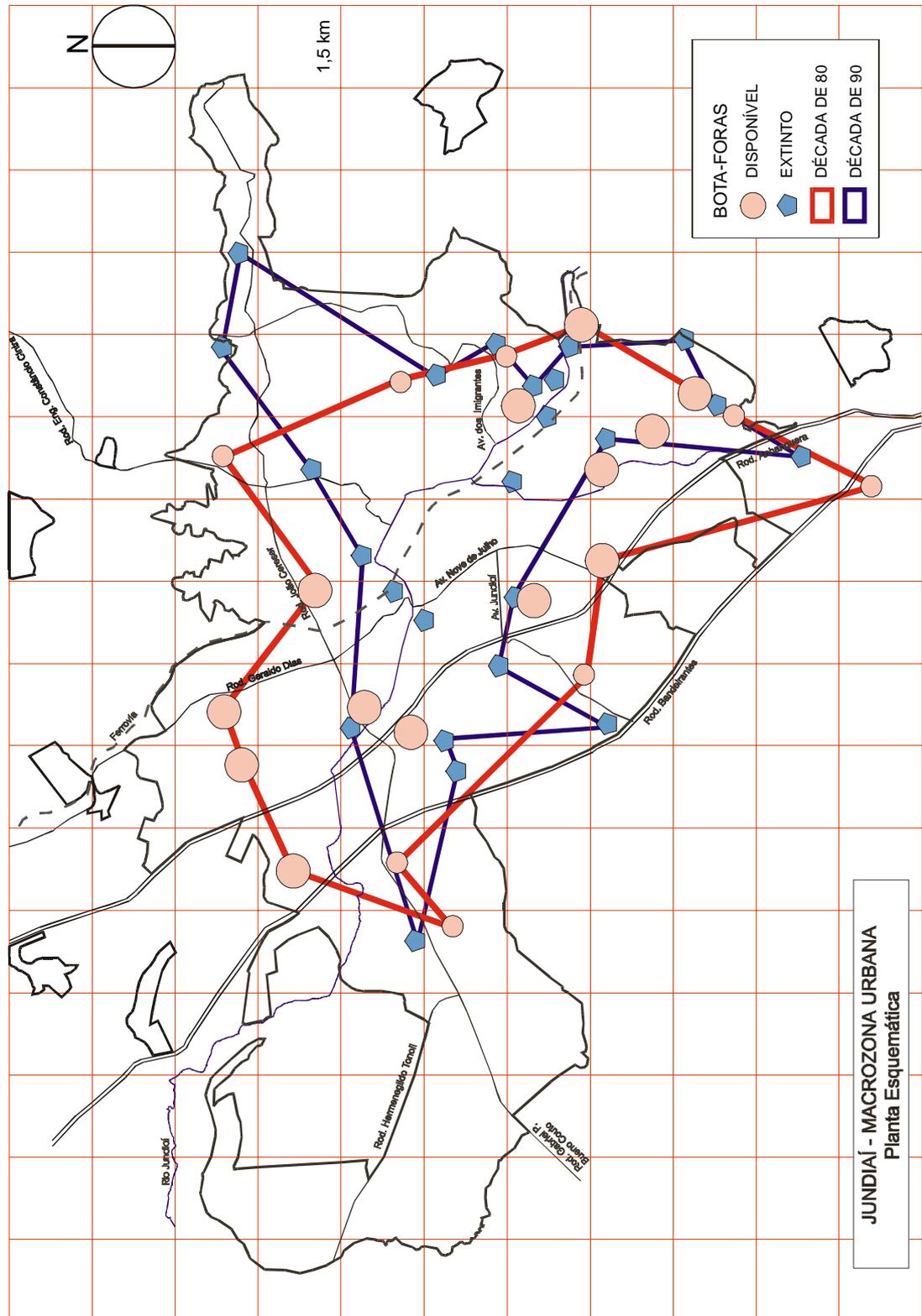
A designação contínua de novas áreas, como as apresentadas nas Figuras 3.15 e 3.16, faz parte do cotidiano dos gestores de RCD nos municípios de médio e grande porte, num processo incessante e infrutífero, pois são poucas as áreas nos municípios que resistem a prazos maiores que um ano de deposição de resíduos gerados. O acelerado processo de adensamento urbano dos últimos anos fez com que as áreas mais próximas se esgotassem rapidamente e se criasse a necessidade de recurso a áreas continuamente mais periféricas, num processo de substituição de áreas que pode ser bem reconhecido na Figura 3.17, que apresenta a evolução da envoltória externa dos bota-foras utilizados em Jundiaí na década de 80, comparativamente aos bota-foras utilizados nos anos 90.

O distanciamento crescente dos bota-foras é mais perceptível nas zonas metropolitanas. O percurso típico dos coletores paulistanos entre a coleta dos resíduos e os poucos bota-foras disponíveis é da ordem de 25 km; o mesmo percurso em Jundiaí e São José do Rio Preto é da ordem de 3 km.

O esgotamento dos bota-foras mais próximos na zona metropolitana de São Paulo induz atualmente um processo de “seleção natural” entre os coletores, dificultando a atuação daqueles que encontram maior dificuldade de acessar áreas de deposição.

O distanciamento e esgotamento crescente dos bota-foras é fator complicador para as ações corretas de coleta e disposição dos RCD, pois, como apresentado na Tabela 3.5, a componente “deslocamentos” é parcela importante do custo de coleta por políguas, mesmo em cidades em que os percursos sejam extremamente menores que em regiões metropolitanas.

Figura 3.17
Evolução da disponibilidade de bota-foras em Jundiaí / SP



Soma-se a isso o fato de que, nas regiões metropolitanas, o rareamento das áreas de bota-fora introduz nas áreas ativas a cobrança de taxa para o descarte de resíduos. Nas regiões metropolitanas de São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro, praticamente todos os bota-foras mais centrais fazem cobrança de taxas para o descarte de resíduos. Já nas regiões de Salvador, Recife e Brasília, a cobrança é menos presente.

Tabela 3.5

Exemplos de composição do custo de coleta por poliguidaste

Itens de Custo	São José do Rio Preto (1997) (1)	Santo André (1997) (2)
Deslocamentos	38%	26%
Mão-de-Obra	37%	34%
Administração	25%	22%
Taxa de Descarte em Bota-Foras	--	20%
Preço Médio R\$/m ³	4,90	11,50

(1) Fontes conforme Tabela 2.3

(2) Consulta a coletores locais em 1999

A cobrança de taxas de descarte nos sistemas de aterro varia em função de uma série de fatores, e entre eles certamente devem ser inseridas as características dos resíduos (ser ou não inertes) e a sua periculosidade. Na região metropolitana de São Paulo são freqüentes os custos na ordem de R\$ 30 por tonelada de resíduo domiciliar disposta, R\$ 40 a R\$ 150 por tonelada de resíduo industrial, e R\$ 3 , em média, para a disposição da tonelada de RCD. O mesmo diferencial também acontece em outros países: SWANA (1993) relata a distinção em Minnesota (USA), entre preços de disposição de resíduos domiciliares, US\$ 16 por jarda cúbica, e disposição de RCD, US\$ 2 a US\$ 4.50 por jarda cúbica; em Vermont, os mesmos preços estavam estabelecidos em

US\$ 67 por tonelada de resíduo domiciliar e US\$ 3.20 a US\$ 15 por tonelada de RCD.

Os valores cobrados para a disposição específica de RCD em regiões mais adensadas varia em função da proximidade das áreas de destinação às regiões geradoras, sofrendo elevação conforme escasseia a disponibilidade de bota-foras.

A obrigatoriedade de maiores deslocamentos para os coletores, também introduz maiores custos e preços, o que se reflete na redução da parcela dos geradores que aderem às remoções corretas e induz à maior incidência de deposições irregulares, quer por geradores, quer por coletores.

Ocorre, no entanto, que grandes parcelas dos RCD continuarão sendo inevitavelmente geradas nas áreas urbanas centrais, por processos de renovação de espaços e edificações, tornando cada vez mais custosa e complexa a Gestão Corretiva.

III.3. Impacto dos Resíduos de Construção e Demolição nos Ambientes Urbanos

É inerente à Gestão Corretiva a existência de áreas de deposição irregular como "solução" para o descarte de pequenos volumes de RCD, e o esgotamento dos bota-foras em função da disposição incessante dos grandes volumes. Inevitáveis, também como consequência desse processo sempre emergencial, são os impactos significativos em todo o ambiente urbano.

Alguns dos impactos são plenamente visíveis, revelam um extenso comprometimento da qualidade do ambiente e da paisagem local, como na

Figura 3.18, mas dificilmente podem ser quantificados e ter seu custo historiado.

É o caso dos prejuízos às condições de tráfego de pedestres e veículos, revelados pelas Figuras 3.19 e 3.20.

Figura 3.18

Deposição irregular em São Caetano / SP



Figura 3.19
Deposição irregular em Belo Horizonte / MG



Figura 3.20
Deposição irregular em Campo Grande / MS



Já os impactos em relação à drenagem urbana são mais extensos, ocorrendo desde a drenagem superficial, como visível na Figura 3.21, até a obstrução de córregos, um dos componentes mais importantes do sistema de drenagem, tal como demonstrado na Figura 3.22.

Figura 3.21

Impactos por deposição irregular em Diadema / SP



Originam-se então impactos imediatos, como necessidade de desobstrução contínua do sistema ou perdas particulares decorrentes de enchentes que se tornam inevitáveis, e impactos mais de longo prazo, como o resultante da persistente ocupação das áreas naturais, várzeas e outras regiões de baixada, como as da Figura 3.23, nos ambientes urbanos, que são o sorvedouro da contribuição ocorrente nas áreas impermeabilizadas.

Figura 3.22
Obstrução do Córrego dos Meninos entre Santo André e São Bernardo / SP



Figura 3.23
Aterramento de várzea em Vitória da Conquista / BA



A análise dos problemas de enchentes nos municípios de médio e grande porte permite detectar que, com poucas exceções, eles se devem à ocupação urbana das zonas de espraiamento de importantes cursos d'água, sendo muito freqüente o pré-aterramento dessas áreas com a deposição de RCD. A Figura 3.24 indica, para o município de Santo André, no estado de São Paulo, uma significativa intensificação da presença de deposições irregulares ao longo dos cursos d'água, e mostra que, sem exceção, todas as grandes deposições irregulares existentes no município situam-se à margem de algum córrego.

A irracionalidade da situação se revela mais fortemente quando se observa que os municípios que passaram por processo intenso de urbanização vêm sendo obrigados a investir em custosas obras de contenção e reservação temporária dos elevados volumes de água ("piscinões") para suprir o papel que as áreas naturais anteriormente cumpriam.

Ressalte-se, ainda, que nas áreas de destinação, os bota-foras, vem se detectando a presença de resíduos industriais, perceptível até mesmo pelas informações disponíveis na Tabela 2.14, que revelam percentuais significativos de RCD sendo recolhidos em indústrias e serviços. A deposição irregular de parcelas de resíduos industriais em bota-foras, que também pode acontecer com resíduos tipicamente orgânicos, é incentivada pelo diferencial de preços para o descarte, anunciado no item III.2.

Tal problema ocorre também em outras localidades, exemplificando isto o elevado percentual de irregularidades detectadas em bota-foras do estado de Nova York (USA.) que recebiam o descarte secreto de resíduos tóxicos (SWANA, 1993).

Há outros impactos significativos decorrentes da elevada geração de RCD, de sua deposição irregular e da atração que as deposições de RCD passam a exercer sobre outros tipos de resíduos sólidos. São atraídos resíduos classificáveis como volumosos (ver Anexo), para os quais também não são oferecidas soluções aos geradores, resíduos vegetais e outros resíduos não-inertes que aceleram a deterioração das condições ambientais locais, como exemplificado nas Figuras 3.25 e 3.26

A presença dos RCD e outros resíduos cria um ambiente propício para a proliferação de vetores prejudiciais às condições de saneamento e à saúde humana; é comum nos bota-foras e locais de deposições irregulares a presença de roedores, insetos peçonhentos (aranhas e escorpiões) e insetos transmissores de endemias perigosas (como a dengue). Para a visualização desse impacto, é interessante observar o resultado do levantamento realizado junto à Coordenadoria de Vigilância Epidemiológica da Secretaria de Higiene e Saúde da Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto / SP, expresso na Tabela 3.6, com as características de 94 atendimentos realizados em 1996, junto às áreas de descarte de RCD. Por outro lado, a Figura 3.27 demonstra, para o município de Jundiaí / SP, a estreita relação que pode existir entre as áreas regulares ou irregulares de recepção de resíduos e a proliferação de vetores.

Tabela 3.6
Distribuição da ocorrência de vetores em áreas com descarte de RCD em São José do Rio Preto - 1996 (1)

Vetores	Participação
Pulgas, Carrapatos, Piolhos e Percevejos	51,3 %
Escorpiões	25,7%
Ratos	9,5 %
Baratas	8,1 %
Moscas	5,4 %

(1) SÃO JOSÉ DO RIO PRETO, 1997a

Figura 3.25
Deposição irregular em Ribeirão Preto / SP



Figura 3.26
Deposição irregular em Santo André / SP



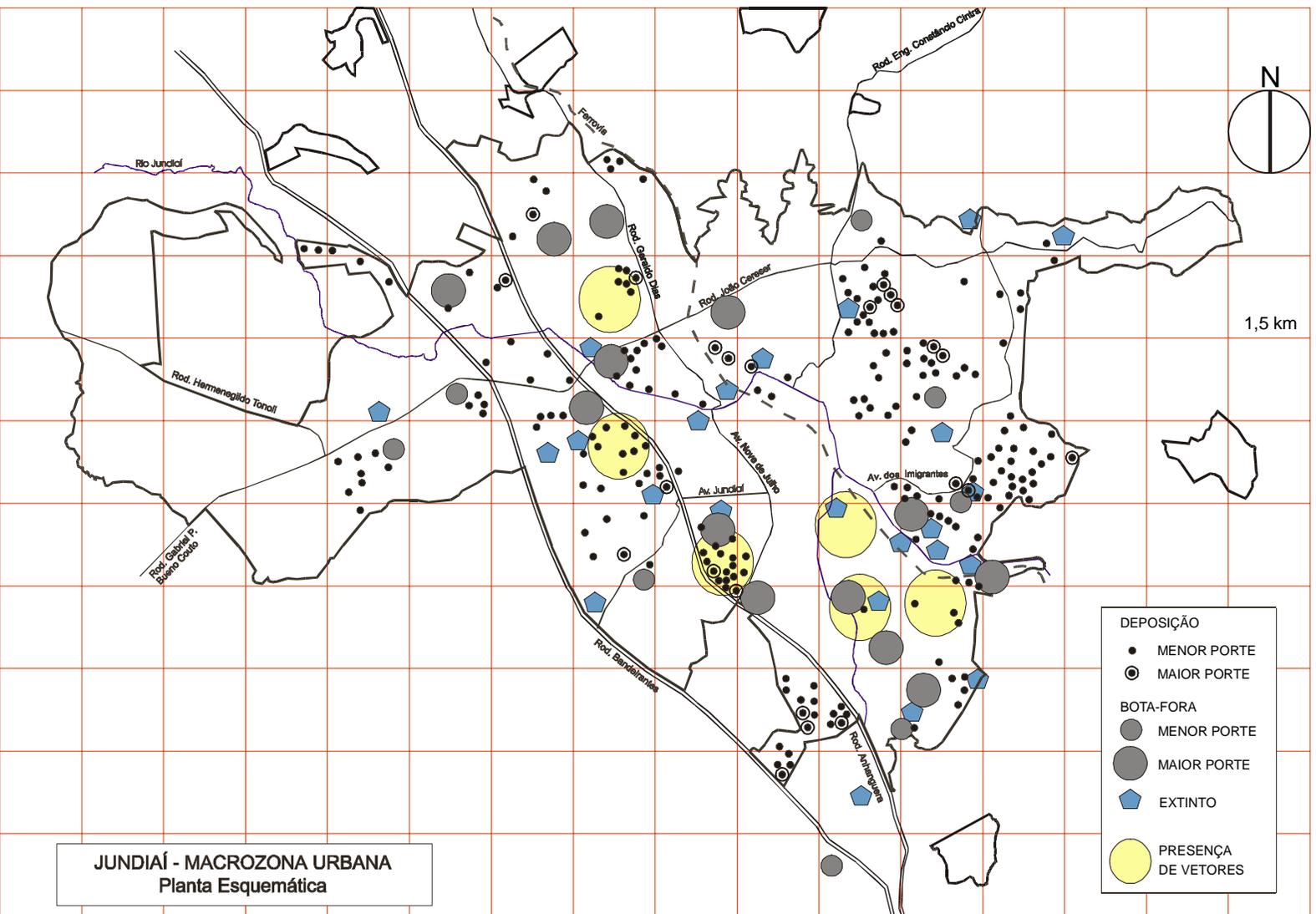


Figura 3.27
Áreas de descarte de RCD e de propagação de vetores em Jundiá / SP

É, portanto, intrínseca à Gestão Corretiva a ocorrência de fortes e descontrolados impactos no ambiente urbano, geradores de custos sociais interligados - pessoais ou públicos, que demonstram a necessidade de intervenção que aponte para o traçado de novos métodos para a gestão pública dos resíduos de construção e demolição.

III.4. Custos da Gestão Corretiva de Resíduos da Construção e Demolição

Mesmo que o custo social do conjunto de impactos ambientais relatados no item anterior dificilmente possa ser apropriado, há alguns custos da Gestão Corretiva que são valores dispendidos diretamente pelas municipalidades e que podem ser acompanhados. São despesas ocorrentes principalmente com a remoção dos resíduos dos locais de descarte indevido e com seu aterramento.

A Gestão Corretiva, pelo seu próprio caráter não-preventivo e emergencial, não permite o acompanhamento preciso dos custos, mas os dados apresentados na Tabela 3.7 revelam a participação de alguns de seus componentes.

Tabela 3.7
Componentes do custo de Gestão Corretiva em alguns municípios

Item (1)	Municípios		
	Belo Horizonte (1993) (2)	Ribeirão Preto (1995)	São José dos Campos (1995)
Mão-de-obra para coleta	1,7%	nd (3)	53,0%
Veículos e máquinas para coleta	50,1%	52,1%	42,0%
Manejo em aterro ou bota-fora	25,2%	36,2%	nd (3)
Fiscalização	9,9%	10,7%	4,0%
Combate a vetores	0,1%	1,0%	1,0%
Custos indiretos	13,0%	nd (3)	nd (3)

(1) Fontes conforme Tabela 2.3

(2) BELO HORIZONTE, 1993a

(3) não disponível

As composições dos custos de Belo Horizonte e Ribeirão Preto se aproximam em função da semelhança do processo corretivo, baseado em remoção mecânica; já a composição de São José dos Campos, realizada manualmente no período de análise, difere bastante das anteriores em função dos custos elevados com mão-de-obra. Além do diferencial imposto pelas características da remoção corretiva, influem significativamente as peculiaridades locais relativas à estrutura viária disponível e à distância dos bota-foras ou aterros utilizados como destino final. Os dados apresentados na Tabela 3.8 permitem a comparação entre os custos verificados nos municípios pesquisados.

Tabela 3.8
Custos da Gestão Corretiva nos municípios pesquisados

Custo Unitário da Gestão Corretiva (1)	Municípios							
	Santo André (1996)			São José R. Preto (1996)	São José Campos (1995)	Ribeirão Preto (1995)	Belo Horizonte (1993)	Vitória da Conquista (1997)
Características da remoção (2)	PUB MEC	PUB MAN	EMP MEC	EMP MEC	PUB MAN	PUB MEC	PUB MEC	PUB MEC
Custo unitário US\$/t	10,65	14,78	7,36	11,78	10,66	5,37	7,92	8,41

(1) Fontes conforme Tabela 2.3

(2) PUB - pública, EMP - empreitada, MEC - carregamento mecânico, MAN - carga manual

Ressalte-se que em alguns desses municípios o custo unitário foi determinado tomando-se como fonte o custo de empreitadas globais para "mutirões de limpeza".

Ressalte-se, ainda, que uma parcela significativa dos custos da Gestão Corretiva dos RCD e outros resíduos sólidos, que comumente com eles são descartados, deve ser debitada ao uso de equipamentos absolutamente inadequados, sendo costumeiro os gestores da limpeza pública recorrerem a equipamentos pesados, pás carregadeiras e caminhões basculantes para a

remoção de resíduos pouco densos, por falta de outras alternativas, como demonstrado na Figura 3.28, que revela a típica e prejudicial miscigenação dos diversos tipos de resíduos sólidos – baixa ou elevada densidade, pequeno ou grande volume unitário. No entanto, esse tipo de ação toma direção contrária à do processo que está a ocorrer, pois, como as Figuras 3.29 e 3.30 revelam, as etapas de geração e remoção definem cargas que, em grande maioria, são compostas exclusivamente pelo material típico da atividade geradora (construção, demolição, conservação de áreas verdes particulares, limpeza de terrenos, etc).

Figura 3.28

Correção de deposição em Santo André / SP



Figura 3.29
Coletor em ação em Vitória da Conquista / BA



Figura 3.30
Coletor em ação em Vitória da Conquista / BA



Observe-se, também, que em todos os municípios pesquisados, além da demanda das empresas coletoras por áreas mais próximas, ocorre uma busca dessas áreas por interesse dos gestores da limpeza, em função da expressiva variação de custos decorrente dos maiores percursos. A Tabela 3.9 apresenta estudo de caso realizado no município de Santo André / SP, com a variação dos custos de remoção para equipe padrão constituída de uma pá-carregadeira e quatro caminhões basculantes.

Tabela 3.9

Variação dos custos de remoção, referência Santo André 1 SP – 1997

Equipe padrão 01 pá-carregadeira e 04 basculantes operando à velocidade média de 30 km/h								
Distância entre remoção e destino (km)	2	4	6	8	10	12	14	16
Custo Total (R\$/m ³)	1,4	2,5	3,5	4,6	5,7	6,6	7,6	8,8

(1) SANTO ANDRE, 1997a

A remoção dos RCD e outros resíduos sólidos, como os volumosos, pode ser feita ainda no âmbito de contratos de prestação de serviços que têm como foco central a coleta dos resíduos domiciliares e, nesses casos, é comum o custo unitário (em tonelada) atingir valores bastante elevados como R\$ 36 em São Paulo / SP (BRITO FILHO, 1998), R\$ 25 em Recife / PE⁵ e R\$ 25,16 e R\$ 13,50 para respectivamente remoção manual ou mecânica em Salvador / BA⁶.

A geração intensa de RCD e outros resíduos, como os volumosos, que tem recebido a mesma solução de coleta e destinação, tem levado algumas municipalidades a desenvolverem ações especiais como operações "Cata-Treco", "Cata-Bagulho", "Bota-Fora", e outras denominações.

⁵ Informação de coletores atuantes em Recife/PE

⁶ Informações recolhidas junto à LIMPURB – Empresa de Limpeza Urbana de Salvador / BA

Tais operações têm se mostrado insustentáveis, tanto pelo custo final elevado da remoção (são comuns valores entre US\$ 15 e US\$ 70 por metro cúbico), quanto pela necessidade de envolvimento contínuo de uma grande frota de veículos das municipalidades.

Para alguns dos municípios pesquisados é possível estabelecer, comparativamente a números anteriormente detectados em Belo Horizonte, o dispêndio anual por habitante, que permitirá reconhecer, além das peculiaridades de custo local, a intensidade de correção que se fez necessária.

Tabela 3.10

Gestão Corretiva - dispêndio anual per capita

Gestão Corretiva (1)	Municípios					
	Santo André (1996)	São José R. Preto (1996)	São José Campos (1995)	Ribeirão Preto (1995)	Vitória da Conquista (1997)	Belo Horizonte (1993) (2)
Dispêndio anual R\$/hab	0,31	2,60	2,38	0,40	0,84	0,42

(1) Fontes conforme Tabela 2.3

(2) BELO HORIZONTE, 1993a

(3) Considerado o contingente populacional do ano da análise

Esses custos podem chegar, em algumas localidades, a valores muito mais expressivos, como em São Paulo, onde, segundo BRITO FILHO (1998), o dispêndio anual seria o equivalente a R\$ 4,39 por habitante.

No entanto, tais valores revelam apenas custos apropriáveis, não expressando o fato de que "a deterioração causada pelos impactos ambientais não pode ficar fora do cálculo econômico como uma externalidade, especialmente para fins de política de governo, uma vez que a perda ambiental configura um prejuízo real, físico" enquanto "destruição do capital da natureza" (CAVALCANTI et al. 1996).

III.5. A reciclagem dos Resíduos da Construção e Demolição e o Uso de Reciclados

A elevada geração de resíduos sólidos, determinada pelo acelerado desenvolvimento da economia neste século, coloca como inevitável a adesão às políticas de valorização dos resíduos e sua reciclagem, nos países desenvolvidos e em amplas regiões dos países em desenvolvimento. Os processos de gestão dos resíduos em canteiro, de sofisticação dos procedimentos de demolição, de especialização no tratamento e reutilização dos RCD, vão conformando um respeitável e sólido ramo da engenharia civil, atento à necessidade de usar parcimoniosamente recursos que são finitos e à necessidade de não sobrecarregar a natureza com dejetos evitáveis.

Historicamente, a atividade construtiva sempre se caracterizou como grande geradora de resíduos e também como potencial consumidora dos resíduos gerados por ela mesma ou por outras atividades humanas de transformação, como é o caso do asfalto e produtos betuminosos, que são sub produtos da atividade refinadora de petróleo.

A reciclagem de resíduos da própria construção é praticada há milênios, sendo comuns na história das civilizações antigas exemplos de resíduos de construções de um determinado período histórico (vias romanas, igrejas renascentistas) constituírem base usada por edificações do período seguinte (INSTITUT DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓ DE CATALUNYA - ITEC, 1995c).

No período mais recente, na Alemanha, em torno de 1860, há notícias do uso de blocos de concreto britados como agregado para novos produtos de concreto. Os primeiros estudos sistemáticos sobre as características dos agregados reciclados têm início neste mesmo país, em 1928. No entanto, o

uso significativo de RCD reciclado só veio acontecer após a Segunda Guerra Mundial, em resposta à necessidade de satisfazer a enorme demanda por materiais de construção e à necessidade de remover os escombros das cidades europeias (SCHULZ; HENDRICKS, 1992).

A então República Federal da Alemanha herdou da guerra um volume entre 400 e 600 milhões de metros cúbicos de escombros, dos quais foram reciclados cerca de 11,5 milhões de metros cúbicos, que possibilitaram a produção de 175.000 unidades habitacionais até o ano de 1955 (SCHULZ; HENDRICKS, 1992).

Num segundo momento, passam a se interessar pela reciclagem dos RCD os países e regiões da Europa que têm deficiências na oferta de materiais granulares: Holanda, Dinamarca, Bélgica e regiões da França (ITEC, 1995c).

Pode-se caracterizar a ocorrência hoje em dia de um terceiro momento, em que os interesses de diversos países e regiões, em vários continentes, estão ancorados também na necessidade de solucionar o destino de expressivos volumes de RCD gerados em regiões urbanas cada vez mais adensadas.

a) Reciclagem em países do Hemisfério Norte

Resultado das necessidades anteriormente descritas, a reciclagem de RCD foi implantada e consolidou-se na Europa Ocidental, no Japão e nos EUA.

Para a Comunidade Europeia é estimada a geração anual de 500 milhões de toneladas de RCD (IVBR, [1995]), somatória de gerações elevadas como a da Alemanha e outras bem menos significativas, como na Bélgica e Suíça, países de menor área territorial. Em praticamente todos os países-membros existem instalações de reciclagem de RCD, normas e políticas específicas para esse

tipo de resíduo, desenvolvendo-se no período mais recente esforço de consolidação de normativa única para toda a comunidade. Alguns objetivos e resultados são exemplificadores dos esforços realizados:

- a Alemanha definiu como objetivo de política de governo a elevação do número de instalações de reciclagem no país, das 550 existentes em 1992, para 1.000 no ano 1998 (NORDBERG NEWS, sd);
- a França definiu para o ano 2000 a meta de reciclar 50% dos RCD gerados (MOREL, apud LAURITZEN, 1994),
- a Suíça traçou, também para o final do século, o objetivo de quintuplicar o volume de RCD a ser reciclado, como parte do esforço de redução em 25% do material levado a aterramento (MILANI, 1990);
- a Holanda e a Dinamarca no início da década de 90 já reciclavam 60 % dos RCD gerados, abastecendo 10% do mercado de agregados com estes produtos (NORDBERG NEWS, sd);,
- o Reino Unido também abastece 10% do mercado de agregados com produtos reciclados e é política do governo ampliar essa taxa, em função do considerável potencial do mercado (COLLINS, 1998)

Também no Japão, avanços significativos vêm sendo obtidos no último período, pois só na década de 80 observou-se a geração nacional de RCD saltar de 30,4 para 83,6 milhões de toneladas anuais. Sob as diretrizes da Lei de Reciclagem, em 1988, o Japão estava reciclando 22% dos RCD gerados; esse percentual era inferior, em 50%, ao percentual obtido no conjunto dos outros setores industriais (HONG KONG, 1993), mas já era equivalente à meta traçada pela Suíça para o ano 2000.

Em 1991, em Tóquio já existiam 12 instalações de reciclagem, operando com equipamentos de origem alemã, exclusivamente para a reciclagem de concreto, processando 10.000 toneladas ao dia e gerando novos produtos a custo inferior ao dos agregados convencionais (HONG KONG, 1993), para uso

principalmente em obras viárias (KASAI apud LAURITZEN, 1994). Em função das diretrizes nacionais, que prevêm claramente o papel governamental e a necessidade de combater a deposição ilegal e descontrolada, o Ministério da Construção tem incentivado estudos e medidas legais para a reutilização de reciclados, induzindo o mercado local (id. ibid.). O Japão é reconhecido, nos simpósios internacionais, como o país mais adiantado em técnicas de demolição adequadas à necessidade de gestão do meio ambiente (LAURITZEN, 1994).

Nos EUA a EPA estimou, em seu relatório de 1996, que 20 a 30% dos RCD gerados no país estavam sendo recuperados (YOST, 1998), mas esse não é um indicador seguro, dada a celeuma provocada na "C&D industry" e a posterior revisão do relatório. Ainda em 1996, foi estimada a existência de 1.800 instalações de reciclagem em operação no país, 1.000 delas processando asfalto, 500 processando madeira e 300 operando com resíduos misturados. Para 1998, num intervalo portanto de dois anos, a estimativa traçada é a de que o número de instalações processadoras tenha praticamente dobrado, para um total de 3.500 em todo o país (YOST, 1998).

A composição dos RCD, provenientes das atividades construtivas de edifícios, relatada pela EPA, varia em função das suas características, sendo dominante a madeira nos resíduos gerados nas novas construções e dominante o concreto nos processos de demolição (LEE apud C&D, 1998a).

Há, no Hemisfério Norte, dezenas de fabricantes de equipamentos para a reciclagem de RCD sendo que praticamente todos são antigos produtores europeus de equipamentos para mineração, processo ao qual muito se assemelha a reciclagem.

Atualmente, todos os grandes fabricantes têm produtos específicos para a reciclagem (Kleemann-Reiner, Hazemag, Nordberg, Svedala, Ratzinger, Tellsmith e outros) e vários deles têm parcela importante de sua produção (até 25%) já dirigidas para o mercado da reciclagem de RCD. São soluções fixas ou móveis, geralmente concebidas, como é usual na atividade mineradora, para produções diárias elevadas.

Em geral, nos países desenvolvidos, podem ser distinguidos dois tipos de instalações de reciclagem: as que produzem agregados para todo tipo de aplicação e as que produzem agregados para uso específico em concreto, o que as faz possuir controle de qualidade mais estrito (ITEC, 1995c).

Os equipamentos trituradores são os mais importantes na linha de produção de uma instalação de reciclagem. Geralmente são adotados britadores de mandíbulas (*jaw crushers*) ou britadores de impacto (*impact crushers*), mas não há um tipo específico de britador que apresente ótimos resultados em todos os aspectos (CIVIELTECCHNISCH CENTRUM UITVDERING RESEARCH EN REGELGEVING - CUR, sd). Tem-se geralmente os britadores de mandíbulas como melhores produtores de agregados para concreto quando associados a um outro equipamento para britagem secundária; são, no entanto, bastante suscetíveis à presença de resíduos de madeira e metálicos, caso não disponham de dispositivo de alívio para essas eventualidades. Os britadores de impacto são menos sensíveis à presença desses materiais, oferecem capacidade de redução de partículas muito superior à do britador de mandíbula, e são tidos como o melhor equipamento para a produção de novos agregados para uso em serviços de pavimentação (ITEC, 1995c).

Nos países desenvolvidos há a predominância de instalações de grande porte, que implicam a imobilização de um capital de porte significativo. A Tabela 3.11 apresenta a ordem de valor dos equipamentos mais importantes no mercado norte-americano.

Tabela 3.11

Preço típico dos equipamentos para processamento de RCD
no mercado norte-americano (1)

Equipamentos	Faixa de preço (US\$ x 1000) (2)
Alimentador vibratório	30 - 40
Britador primário	300 - 350
Britador secundário	300 - 425
Separador magnético	25 - 40
Peneira vibratória	80 - 100
Transportadores de correia	0,32 - 0,50 (por pé)

(1) SCHLAUDER & BRICKNER, 1993

(2) Em dólares americanos de 1992

Instalações montadas sobre essa tipologia de equipamentos são unidades com capacidade de processamento entre 150 e 250 toneladas horárias, provavelmente produzindo entre 1.000 e 1.600 toneladas diárias, volume de geração de RCD atingido por poucos dos municípios brasileiros.

As instalações do Hemisfério Norte têm, via de regra, algum nível de sofisticação, incorporando tecnologias específicas, como o processamento dos RCD por via úmida, em circuito fechado de água, que permite conferir maior qualidade aos produtos da reciclagem (BAKKER, 1993; TRÄNKLER, 1992), ou mesmo procedimentos de pré-seleção dos RCD por aspiração (ITEC, 1995c).

Tal sofisticação se revela também no controle de emissões de ruídos e material particulado que, junto com o incremento no tráfego de veículos pesados, constituem os potenciais impactos das instalações no entorno onde operam (HANSEN, 1996).

É parte da lógica do negócio da reciclagem a diferenciação dos preços, tanto para o descarte dos resíduos pelos geradores e coletores, como para a venda do material beneficiado. A Tabela 3.12 introduz os preços praticados na região de Bruxelas, em 1995, para o descarte de RCD.

Tabela 3.12

Preços indicativos para o descarte de RCD em instalações situadas em Bruxelas - Bélgica (1)

Materiais	Preço para o descarte (BEF/t) (2)
Concreto não armado < 70 cm	20 - 30
Concreto não armado > 70 cm	50 - 60
Concreto armado < 70 cm	100 - 120
Concreto armado > 70 cm	150 - 170
Concreto armado > 200 cm	200 - 220
Estacas armadas	310 - 350
Resíduos mistos ou resíduos de alvenaria	150 - 170
Resíduos mistos ou de alvenaria contendo menos 10% outros dejetos	240 - 270
Asfalto < 70 cm	55 - 65
Asfalto > 70 cm	70 - 80
Asfalto contendo menos de 10% de outros dejetos	140 - 160

(1) INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT, 1995

(2) Em francos belgas de 1995

Como pode ser observado, a lógica da reciclagem incentiva a diferenciação dos RCD na origem, favorecendo, entre outros fatores, os resíduos coletados com maior percentual de pureza. Além desse incentivo no preço do descarte, em qualquer dos casos citados acima, o preço do descarte nas instalações de reciclagem é nitidamente inferior ao da deposição em aterros de Bruxelas, onde as taxas para estes materiais variavam entre 260 e 2.800 BEF/t em 1995 (INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT, 1995).

Logicamente, esses fatores, nos países desenvolvidos, acabam induzindo os processos de gerenciamento dos resíduos no canteiro de obras e de otimização dos procedimentos de demolição, possibilitando sustentação para novos instrumentos legais de gestão.

b) Reciclagem no Brasil - possibilidades

A reciclagem dos resíduos de construção e demolição no Brasil é bastante recente, mas vem chamando a atenção dos gestores urbanos pelas possibilidades que apresenta enquanto solução de destinação dos RCD e solução para a geração de produtos a baixo custo.

Os primeiros estudos sistemáticos foram realizados a partir de 1983 (PINTO, 1986), ocorrendo na seqüência os estudos de SILVEIRA (1993), ZORDAN (1997), LEVY (1997), LATTERZA (1998) e LIMA (1999), além de uma série de outros estudos pontuais em várias instituições de pesquisa do País.

Paralelamente a esses estudos, estendeu-se bastante rapidamente, a partir do início da década de 80, o uso de "maseiras-moinho", equipamentos de pequeno porte para uso exclusivo em obras de edificações (também conhecidos como moinhos de galgas dos quais já foram produzidas 700 unidades no Brasil). Esse equipamento propicia moagem intensa de resíduos menos resistentes, principalmente os de alvenaria e argamassas, possibilitando sua reutilização em serviços de revestimento da própria edificação em produção. O resultado de seu uso é bastante positivo, tanto pela indução ao gerenciamento dos resíduos na obra, como pela redução dos custos das perdas nos processos construtivos - o que propicia rápida amortização do

investimento e é positivo, inclusive, por contribuir para a minoração do impacto dos RCD nas áreas urbanas.

Já a experiência brasileira com equipamentos de maior porte é mais recente, tendo se iniciado em 1991 e expandido para uma série de municípios, com a implantação das instalações acontecendo em alguns deles como resultado de planos de gestão dos RCD e, em outros, como mera aquisição de equipamentos descoordenada de um planejamento de ações, o que inevitavelmente compromete os resultados a serem alcançados, eliminando em alguns casos qualquer impacto positivo da presença das instalações de reciclagem. A Tabela 3.13 apresenta informações sintéticas sobre as instalações operantes em municípios brasileiros.

Tabela 3.13
Características gerais das instalações de reciclagem brasileiras

Município	Início atividade	Tipo de britador	Capacidade (TPH) (1)	Situação atual
São Paulo / SP	1991	Impacto	100	Opera intermitentemente com produção máxima diária de 180 t
Belo Horizonte / MG Estoril	1995	Impacto	25	Opera continuamente, com produção média diária de 119 t.
Belo Horizonte / MG Pampulha	1996	Impacto	40	Opera continuamente, com produção média diária de 87 t.
Ribeirão Preto / SP	1996	Impacto	40	Opera continuamente, com produção média diária de 95 t.
S. José Campos / SP	1996	Impacto	40	desativada
Piracicaba / SP	1997	Mandíbulas	15	Opera continuamente.
Londrina / PR	1994	Mandíbulas	15	Opera intermitentemente.

(1) Toneladas por hora - unidade de medida da produção em britagem

Pelos dados da tabela anterior torna-se patente, além da essencialidade do planejamento prévio à introdução das instalações, a importância da gerência no

processo de reciclagem, um dos fatores de explicação do desempenho diferenciado de instalações de mesmas características. O traço comum entre as instalações brasileiras que ofereceram sucesso, pelo volume de material que vêm processando e pelo impacto ambiental que eliminam, é o fato de terem sido originadas de processos iniciados com quantificações precisas, reconhecimento de fluxos e atores inseridos (BELO HORIZONTE, 1993a; 1993b; RIBEIRÃO PRETO, 1995a; 1995b).

Os equipamentos utilizados nas instalações brasileiras são de produção nacional ou, em dois casos, equipamentos importados que já tinham operado em instalações mineradoras.

A pequena intensidade da atividade de demolição nas cidades brasileiras faz com que, tipicamente, os RCD gerados se apresentem com pequena dimensão máxima (em torno de 300 mm), permitindo, com isso, a utilização de equipamentos de menores dimensões, menor capacidade de produção, menores custos e com capacidade de adequação à intensidade de geração nos municípios de médio e grande porte. A partir da capacitação dos produtores brasileiros (atualmente 7 empresas de capital nacional ou filiadas a grupos internacionais) é possível afirmar-se não haver qualquer dificuldade tecnológica para a produção dos equipamentos típicos das instalações de reciclagem.

Como todas as instalações de reciclagem brasileiras são controladas pelo poder público ou autarquias locais, torna-se complexa a determinação do custo operacional em cada uma delas. No entanto, a consideração criteriosa dos componentes necessários - custos de manutenção e reposição, provisão de água, força e luz, custos de mão-de-obra, juros, amortização, equipamentos

para manejo interno - tem apontado para valores na ordem de R\$ 5,00 por tonelada processada.

A viabilização da reciclagem dos RCD em um centro urbano é resultado de uma série de fatores, dos quais certamente um dos mais importantes é sua viabilidade econômica em confronto com os preços dos agregados naturais.

Tabela 3.14
Preços médios indicativos para os agregados naturais
em regiões brasileiras (1)

Cidades	Região do país	Preço médio para agregados britados (R\$/t)
Porto Alegre / RS	S	11,00
Florianópolis / SC	S	15,80
Curitiba / PR	S	11,44
São Paulo / SP	SE	13,33
Santo André / SP	SE	13,33
Jundiaí / SP	SE	11,33
São José dos Campos / SP	SE	11,36
Ribeirão Preto / SP	SE	11,56
São José do Rio Preto / SP	SE	12,00
Rio de Janeiro / RJ	SE	11,00
Belo Horizonte / MG	SE	11,00
Brasília / DF	CO	18,67
Goiânia / GO	CO	14,67
Campo Grande / MS	CO	12,33
Salvador / BA	NE	20,00
Vitória da Conquista / BA	NE	18,67
Recife / PE	NE	18,00
Fortaleza / CE	NE	12,67
Belém / PA	N	30,00

(1) Pesquisa junto a distribuidores locais, para vendas de carga fechada, material posto em obra

A Tabela 3.14 permite observar um diferencial muito expressivo entre os valores anunciados para os agregados naturais e o custo de reciclagem,

possibilitando a compreensão de que existe viabilidade econômica para a consideração da reciclagem dos RCD como plataforma para a construção de novos métodos de sua gestão nos ambientes urbanos.

c) Uso de reciclados

Os países desenvolvidos vêm consolidando o uso de RCD reciclado como material de enchimento para a preparação de terrenos, para projetos de drenagem, para a sub-base de vias e estradas, e como agregado para a produção de novo concreto (HANSEN, 1992), sendo este último uso o ocorrente em menor volume. Mas também para ele, tal qual já ocorre há dezenas de anos para os primeiros citados, não há aspectos técnicos que ofereçam obstáculo significativo à aplicação dos RCD reciclados (CUR, sd)⁷. Subsistirão sempre os condicionantes econômicos locais, típicos da região geradora, oriundos de fatores diversos como custo de agregados naturais, valor das taxas de deposição em aterros, custos de transporte, suporte pelas políticas governamentais locais, e outros.

Nos países onde a reciclagem está mais consolidada, a utilização dos elementos e materiais recuperados da construção é muito diversificada, estando, porém, sempre de acordo com as injunções de mercado e com a sofisticação dos métodos de obtenção dos resíduos, vale dizer: métodos de gerenciamento de resíduos em canteiro, de demolição e de processamento na reciclagem.

Tal diretiva é válida também para os países, como o Brasil, que recentemente iniciam suas experiências com a gestão dos RCD e sua reciclagem. Processos menos sofisticados podem gerar material com total adequação ao uso em sub-

⁷ Esta e outras questões técnicas são tratadas exaustivamente no Primeiro, Segundo e Terceiro Relatório RILEM sobre o estado da arte na reciclagem de RCD (HANSEN, 1992)

base de vias e outros produtos simples; processos mais controlados podem levar a novos agregados com a qualidade requerida para a produção de concreto com elevada requisição de desempenho. Há, no entanto, importância em ampliar-se ao máximo as opções e a solidez dos usos, pois, em alguns centros urbanos brasileiros, tal como ocorre em países do Hemisfério Norte (COLLINS, 1998), pouca demanda há para a pavimentação de novas vias⁸, concentrando-se as possibilidades de alojamento dos reciclados em serviços de manutenção e outros tipos de utilização.

Os estudos que vêm sendo desenvolvidos no Brasil nas décadas de 80 e 90 já dão sustentação suficiente para a disseminação dos procedimentos de reciclagem como alternativa de destinação dos RCD para um número maior de centros urbanos. Mas certamente precisam ser aprofundados, ampliando-se as possibilidades de reutilização segura, para que mais e mais os municípios de médio e grande porte possam se aproximar de um "sistema de ciclo fechado" (SCHULZ apud LAURITZEN, 1994) para os materiais da construção.

A investigação sobre o uso dos RCD em obras de pavimentação foi iniciada por técnicos da Prefeitura Municipal de São Paulo / SP, no ano de 1989, tendo sido ancorada em metodologias que consideram as características específicas dos solos tropicais típicos (BODI et al. 1995). Os resultados das verificações realizadas indicaram a possibilidade de obter-se idêntica capacidade de suporte com o uso de quantidade muito menor de agregados, caso utilizado o RCD reciclado. A síntese dos resultados dos ensaios está apresentada na Figura 3.31.

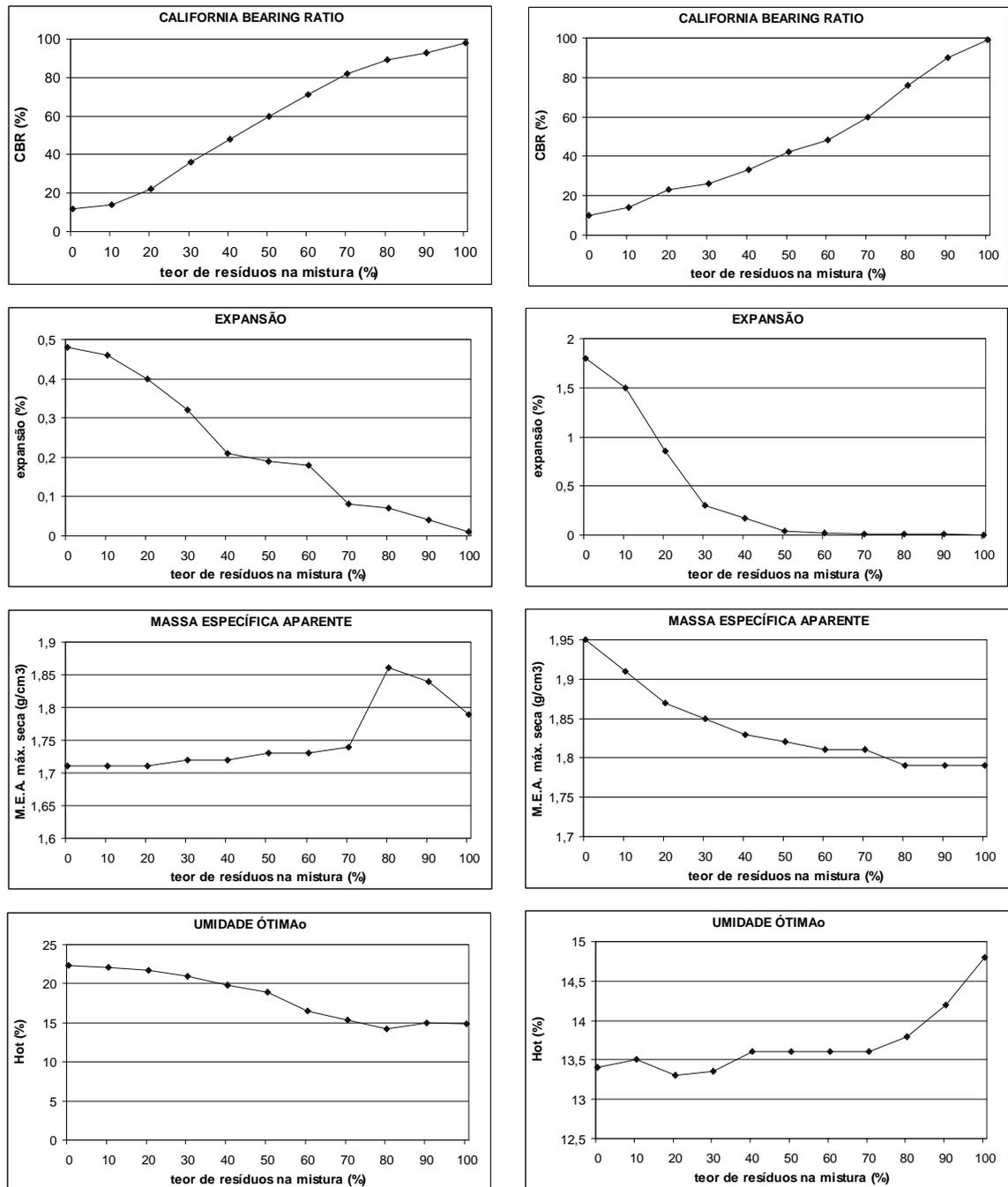
⁸ Municípios conurbados em regiões metropolitanas, como Diadema na Grande São Paulo, têm menos de 2% de suas vias a pavimentar. Municípios isolados do mesmo porte, como Campo Grande / MS, têm 60% das vias sem pavimentação definitiva.

Figura 3.31

Influência da adição de RCD reciclado em solos tropicais (1)

Solo Laterítico

Solo Saprolítico



(1) Conforme BODI et al. (1995)

Comente-se que a agregação de RCD reciclado mostrou-se extremamente benéfica para os dois tipos de solos. O índice CBR (*California Bearing Ratio*) sofre expressiva elevação, as características de expansão dos solos são

contidas, sua massa específica praticamente não se altera com a mistura, diminuindo a possibilidade de segregações indesejáveis e o teor de umidade ótima também pouco se altera, possibilitando facilitação do processo executivo em conseqüência da melhor homogeneização e menor dispersão da umidade (BODI et al. 1995). Essas vantagens do uso dos resíduo em pavimentos, certamente, não são ignoradas pelos gestores urbanos, pois são comuns situações com a da Figura 3.32, onde ocorre o lançamento de RCD in natura para manutenção de condições mínimas de tráfego.

Figura 3.32

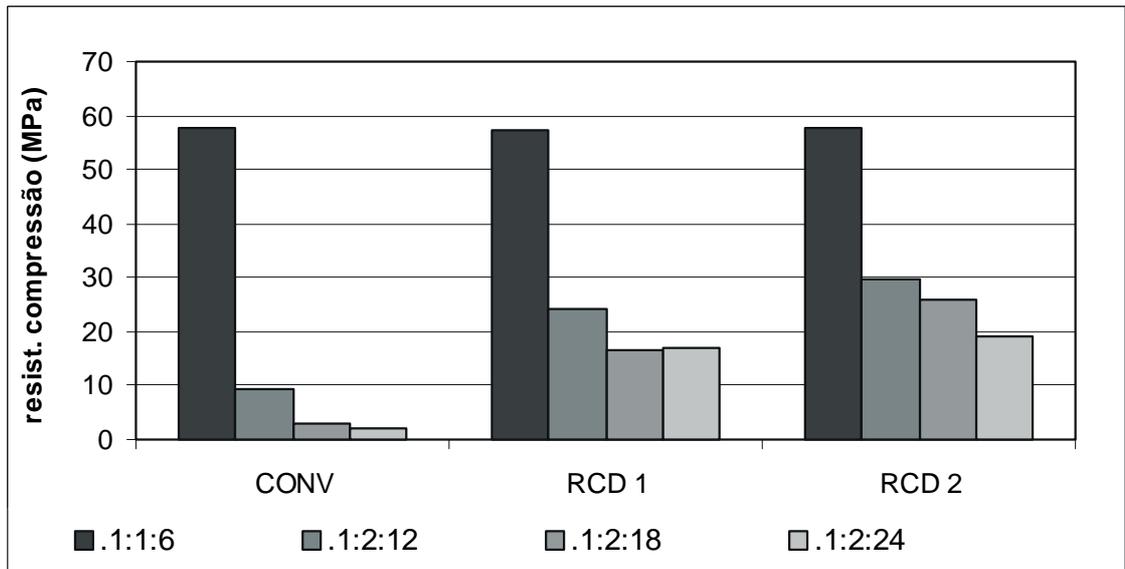
Recuperação de via em Jundiaí/SP com uso de RCD in natura



Os estudos brasileiros para a utilização de RCD reciclado em argamassas e concreto vêm avançando nos último anos, corroborando, no caso das argamassas, o uso já bastante significativo desse material por centenas de empresas construtoras do País.

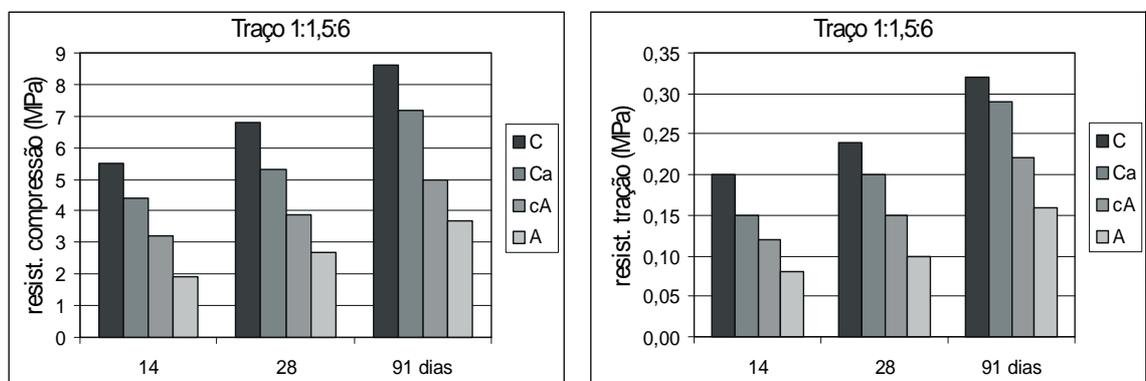
Os dados de PINTO (1986) e LEVY (1997), presentes nas Figuras 3.33 e 3.34, indicam o bom desempenho dos RCD em argamassas e o resultado positivo da presença significativa de produtos cerâmicos em sua composição.

Figura 3.33
Resistência à compressão em argamassas
Traço Cimento : Cal : RCD (1) (2)



- (1) Conforme PINTO (1986)
- (2) Na nomenclatura adotada por Pinto CONV refere-se a agregado convencional, RCD 1 e RCD 2 referem-se respectivamente a resíduos ricos em produtos a base de cimento e ricos em produtos cerâmicos.

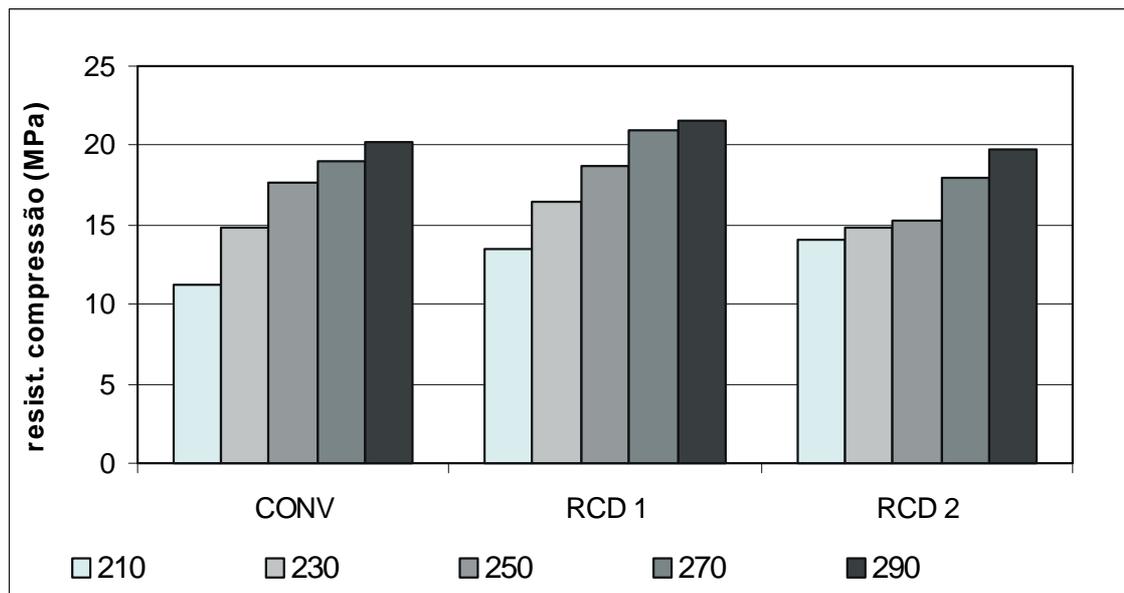
Figura 3.34
Resistência a compressão e à tração em argamassas.
Traço Cimento : RCD : Areia (1) (2)



- (1) Conforme LEVY (1997)
- (2) Na nomenclatura adotada por Levy a letra maiúscula representa o material predominante na mistura, cerâmico (C) ou argamassa endurecida (A)

As verificações do comportamento dos RCD na produção de concreto para uso enquanto massa ou para produção de artefatos são mais recentes e, coerentemente com os resultados verificados na ampla bibliografia internacional existente sobre o tema, apontam para bons resultados em composições com baixo consumo de aglomerante, quando os agregados miúdos e graúdos são substituídos integralmente pelo reciclado (PINTO, 1995; ZORDAN, 1997).

Figura 3.35



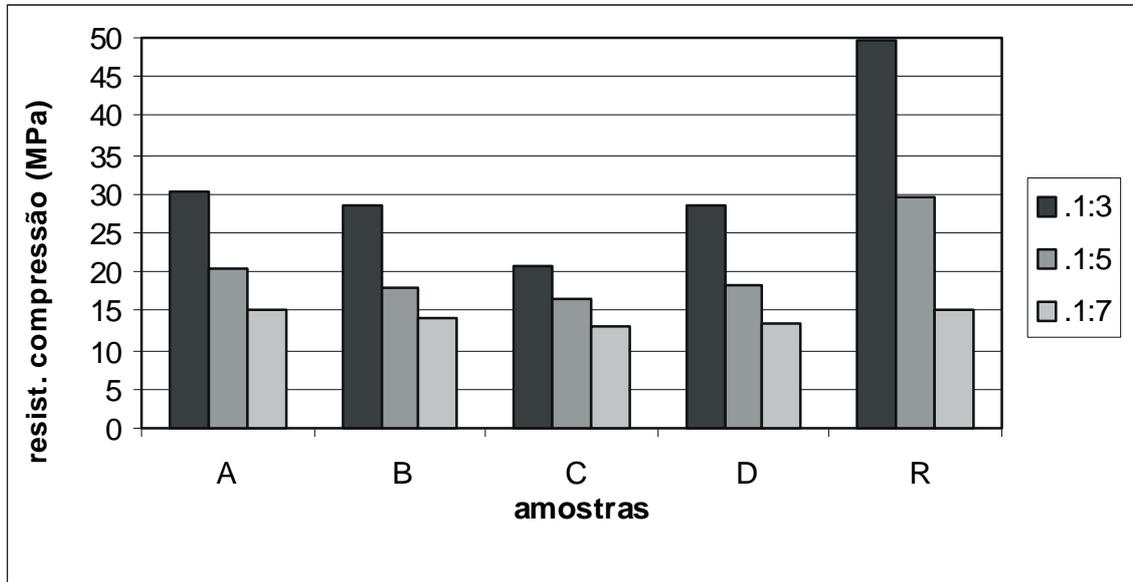
Varição da resistência à compressão em concreto
em função do consumo de cimento (1) (2)

(1) Conforme PINTO (1995)

(2) Na nomenclatura adotada por Pinto CONV refere-se a agregados convencionais, RCD 1 e RCD 2 referem-se respectivamente a resíduos ricos em produtos a base de cimento e ricos em produtos cerâmicas.

Figura 3.36

Variação da resistência à compressão em concreto (1)



(1) Conforme ZORDAN (1997)

(2) Na nomenclatura adotada por Zordan as letras A, B, C, D referem-se a amostras diferenciadas de RCD e R refere-se ao concreto de referência adotado para análise comparativa

Estudos mais detalhados sobre o comportamento dos RCD em concreto ainda devem ser feitos, para que se imprima segurança a um tipo de utilização concreto de média resistência - para o qual certamente há demanda no Brasil. Nos países da Comunidade Européia estima-se que 80% do mercado atual esteja centrado em concreto com resistência na faixa de 20 a 25 MPa, resultados perfeitamente alcançáveis com os RCD reciclados (VÁZQUEZ, 1997).

Os esforços devem estar focados na ampliação e consolidação do rol de aplicações para os resíduos, pois cada uma dessas aplicações constitui importante apoio à alteração dos graves problemas gerados pelos RCD nas áreas urbanas.

III.6. Conclusões

As informações apresentadas nos itens anteriores demonstram que, num cenário de acentuada geração de RCD e de inexistência de políticas centrais que criem estruturas de apoio adequadas, as municipalidades de médio e grande porte têm adotado, nos últimos anos, soluções meramente emergenciais, que não evitam significativos impactos ambientais e o dispêndio de recursos elevados.

Os impactos ambientais e econômicos são a decorrência da inexistência de solução para o descarte correto e para a captação racional dos resíduos, constituindo um processo que não pode ser interrompido pela Gestão Corretiva, na qual os gestores urbanos balizam suas ações com profundo desconhecimento dos volumes reais de resíduos sólidos gerados e relacionam-se com importantes agentes do processo apenas como potenciais infratores.

A Gestão Corretiva praticada nos municípios não se antecipa aos eventos deterioradores do ambiente urbano e tem sua sustentabilidade cada vez mais comprometida, conforme o esgotamento inexorável das áreas para a disposição final dos RCD. As ações dos gestores da limpeza urbana nesses municípios, apesar de infrutíferas, têm que se manter incessantes devido ao grande volume de RCD que continua e continuará sendo gerado nas áreas urbanas em expansão ou renovação.

Deve ser ressaltado o contínuo e inevitável descumprimento, pelas municipalidades e seus gestores, das diretrizes estabelecidas nos documentos legais em vigor.

De fato, as Leis Orgânicas Municipais⁹ prevêm a responsabilidade municipal pelas soluções de limpeza, destinação de resíduos, e preservação do meio ambiente, e a recente Lei 9.605¹⁰ (Lei Federal do Meio Ambiente) classifica como crime ambiental procedimentos (mesmo que os classificáveis como omissão administrativa) que são constantes nos municípios brasileiros de médio e grande porte.

Por todos esses aspectos, pode-se reafirmar que a situação que caracteriza os municípios brasileiros de médio e grande porte é, em todos os sentidos, indesejável, fruto de uma prática de gestão ineficiente e insustentável, impondo a necessidade de novas políticas específicas para o domínio dos resíduos de construção e demolição.

O exemplo de outros países com acúmulo de experiências nessa questão demonstra o imprescindível papel da reciclagem dos RCD como nova solução de destinação e de alteração do comportamento dos agentes sociais envolvidos. A expressão numérica da reciclagem, como parte do novo formato de solução para problemas que são comuns às grandes áreas urbanas de qualquer país, pode ser conferida pelos dados da Tabela 3.15, relativos à Bélgica, país de 9,84 milhões de habitantes (equivalente à população do município de São Paulo) e área de 30,52 mil km² (a mesma do estado de Alagoas, Brasil), onde é obrigatória a reciclagem de resíduos gerados nas atividades construtivas e de demolição.

⁹ JUNDIAÍ (1990), SANTO ANDRÉ (1990), VITÓRIA DA CONQUISTA (1990), RIBEIRÃO PRETO (1990)

¹⁰ BRASIL, 1998

Tabela 3.15

A cadeia de negócios gerada pela gestão diferenciada
e reciclagem de RCD na Bélgica (1)

Empreendimentos	quantidade
Centros de triagem de resíduos de construção e demolição	4
Empresas de locação de caçambas para resíduos	34
Instalações de reciclagem	47
Centrais valorizadoras de asfalto	13
Empreendimentos valorizadoras de paletes em madeira	4
Empreendimentos valorizadoras de metais ferrosos e não-ferrosos	23
Empresas coletoras de resíduos de vidro industrial	5
Empreendimentos valorizadoras de materiais plásticos	31
Empresas coletoras de papel e papelão	16

(1) INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT, 1995

CAPÍTULO IV

A GESTÃO DIFERENCIADA DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

A intensidade da geração de resíduos e a extensão dos impactos por eles causados nas áreas urbanas apontam claramente para a necessidade de ruptura com a ineficácia da Gestão Corretiva. A gestão dos espaços urbanos em municípios de médio e grande porte não mais comporta intervenções continuamente emergenciais e coadjuvantes das reações de geradores e coletores à ausência de soluções.

No âmbito de um inventário preciso da composição e fluxo dos RSU, o volume de RCD gerado precisa ser reconhecido e assumido pelos gestores de limpeza urbana, assim como precisa ser assumida a necessidade de soluções duráveis para a absorção eficiente desses resíduos.

A proposição de uma gestão diferenciada dos resíduos de construção e demolição persegue a ampliação dos serviços públicos, buscando constituir um modelo racional, eficaz, menos custoso e, portanto, sustentável.

A Gestão Diferenciada dos resíduos de construção e demolição é constituída por um conjunto de ações que corporificam um novo serviço público, visando:

- captação máxima dos resíduos gerados, através da constituição de redes de áreas de atração, diferenciadas para pequenos e grandes geradores/coletores;
- reciclagem dos resíduos captados, em áreas perenes especialmente definidas para a tarefa;

- alteração de procedimentos e culturas, no tocante à intensidade da geração, à correção da coleta e disposição e às possibilidades de utilização dos resíduos reciclados.

A Gestão Diferenciada dos resíduos de construção e demolição tem como objetivos gerais:

- redução dos custos municipais com a limpeza urbana, com a destinação dos resíduos e com a correção dos impactos ocorrentes na Gestão Corretiva;
- disposição facilitada dos pequenos volumes de RCD gerados;
- descarte racional dos grandes volumes gerados;
- preservação do sistema de aterros como condição para a sustentação do desenvolvimento;
- melhoria da limpeza urbana;
- incentivo à presença e consolidação de novos agentes de limpeza urbana;
- preservação ambiental com a redução dos impactos por má deposição, redução do volume aterrado e redução das resultantes da exploração de jazidas naturais de agregados para a construção civil;
- preservação da paisagem e da qualidade de vida nos ambientes urbanos;
- incentivo às parcerias para captação, reciclagem e reutilização de RCD;
- incentivo à redução da geração nas atividades construtivas.

O modelo de Gestão Diferenciada dos RCD possibilita, em contraposição a todas as deficiências diagnosticadas na Gestão Corretiva, atingir a "qualidade no serviço de limpeza urbana": satisfação dos munícipes enquanto usuários

dos serviços e dos espaços urbanos, e reconquista da qualidade ambiental desses espaços.

A Gestão Diferenciada dos RCD é a única forma de romper com a ineficácia da Gestão Corretiva e com a postura coadjuvante dos gestores dos resíduos sólidos, propondo soluções sustentáveis para espaços urbanos cada vez mais densos e complexos de gerir. Deve ser vista como solução necessária, complementar à gestão tradicional dos resíduos domiciliares e à introdução de preceitos modernos na gestão de outras parcelas dos resíduos sólidos urbanos como a coleta seletiva e reciclagem de embalagens, compostagem de resíduos orgânicos e podas vegetais, desmontagem e reaproveitamento de resíduos volumosos.

A Gestão Diferenciada dos RCD deverá buscar, ainda, a exemplo dos países mais desenvolvidos¹¹, a aprimoração de mecanismos reguladores e econômicos, que responsabilizem os geradores, desincentivem práticas agressivas e estimulem aquelas econômica e ambientalmente sustentáveis (BRASIL, 1996).

IV.1. Diretrizes Básicas para Ação

A Gestão Diferenciada dos RCD é sustentada por algumas diretrizes básicas cuja implementação integrada é condição para a consecução dos objetivos traçados. Tais diretrizes são oriundas da própria observação e avaliação do modus operandi dos agentes na Gestão Corretiva, pois são fartos os exemplos de regiões onde as deposições irregulares se concentram nos locais que

¹¹ Podem ser consultadas, entre outras, a legislação do Japão (HONG KONG, 1993), da Bélgica (INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT, 1995), da Catalunha (ITEC, 1995a) e da Suíça (MILANI, 1990)

oferecem as melhores condições para recepção, farta a demonstração de como os RCD e outros resíduos sólidos são coletados e depositados de forma classificada e fartas as ocorrências de tentativas de reutilização dos RCD em serviços diversos.

As diretrizes básicas da Gestão Diferenciada dos RCD são: a facilitação total da disposição dos RCD e outros resíduos sólidos que comumente com ele transitam, a diferenciação integral dos resíduos sólidos captados e a alteração da destinação dos resíduos captados, pela adoção da reciclagem.

Uma característica intrínseca da Gestão Diferenciada dos RCD é a de que essas diretrizes básicas sejam aplicadas de forma integrada, permitindo a necessária integração entre resíduos que costumam ter destinos comuns, integração entre agentes (geradores e coletores, públicos e privados), integração entre processos que têm que ser articulados: coleta extensiva de resíduos, reciclagem eficiente da mais ampla gama de tipos possível, uso intenso de resíduos reciclados em obras e serviços públicos e privados

a) Facilitação da disposição

A Gestão Corretiva constitui, em ampla maioria dos municípios, um sistema de coleta “às avessas” com os geradores e coletores de pequeno porte, muitas vezes definindo os locais onde é mais racional a disposição dos RCD. A Gestão Diferenciada reconhece essas características e a partir delas define uma logística e estratégias para atração eficiente desses resíduos.

A facilitação da disposição se dá com a oferta mais abrangente possível de áreas públicas de pequeno e médio porte para o descarte de resíduos sólidos não-domiciliares, não-sépticos e não-industriais, constituindo-se uma rede

ofertada aos agentes para a disposição correta de RCD e outros resíduos sólidos comumente descartados em conjunto. Devem ser especializadas as pequenas áreas para a recepção de pequenos volumes¹², limitados à quantidade transportável em veículos particulares ou pequenos veículos de agentes informais de coleta, e as áreas de médio porte especializadas para a recepção de volumes coletados por agentes que operam com veículos maiores, dedicados exclusivamente ao transporte de RCD.

As pequenas áreas podem ser escolhidas no “estoque” de áreas, possuído por todo município, “estoque” este constituído por “retalhos” remanescentes de loteamentos, reorganização viária ou outras intervenções. Deverão ser áreas de aproximadamente 300 m², mesmo que com formato irregular, e que não viabilizem a construção de equipamentos sociais para serviços de saúde, educação ou outros. A Tabela 4.1 apresenta exemplos da significativa presença dessas áreas em alguns municípios pesquisados.

Tabela 4.1

Disponibilidade de áreas públicas em alguns dos municípios pesquisados (1)

Áreas públicas não ocupadas	Municípios			
	Jundiaí (1996)	Ribeirão Preto (1995)	São José dos Campos (1995)	São José do R. Preto (1996)
Número total de áreas	414	127	60	600

(1) Fontes conforme Tabela 2.3

Pelo fato de o objetivo destas áreas ser a atração de resíduos para a correção de processos locais de degradação crescente, é possível, em muitos casos, a utilização de parcelas de áreas verdes deterioradas (originalmente destinadas

¹² Há exemplos, em outros países, da adoção de áreas para função assemelhada – *décheteries* na França, *amenity sites* no Reino Unido (JARDIM et al. 1995), *deixalleries* na Catalunha (CATALUNYA, s.d.)

à implantação de praças ou equipamentos similares), como ocupação provisória, remediadora de situação local.

As áreas de médio porte, também escolhidas entre áreas públicas, são áreas de 3.000 a 5.000 m², destinadas à recepção dos maiores volumes de RCD, exclusivamente, e destinadas, cumulativamente, à reciclagem dos resíduos ou à acumulação e transbordo para outra área onde aconteça o processamento.

A definição da Rede de Atração com áreas de pequeno porte deve ser induzida pelas características operacionais dos agentes que manejam os pequenos volumes, sendo muitas dessas características (raio de ação, tipo de veículo, etc.) reconhecíveis na análise da Gestão Corretiva. São importantes para a definição dessas áreas, para que a facilitação aos agentes ocorra com plenitude e a atração e captação dos resíduos sejam eficientes, os seguintes aspectos:

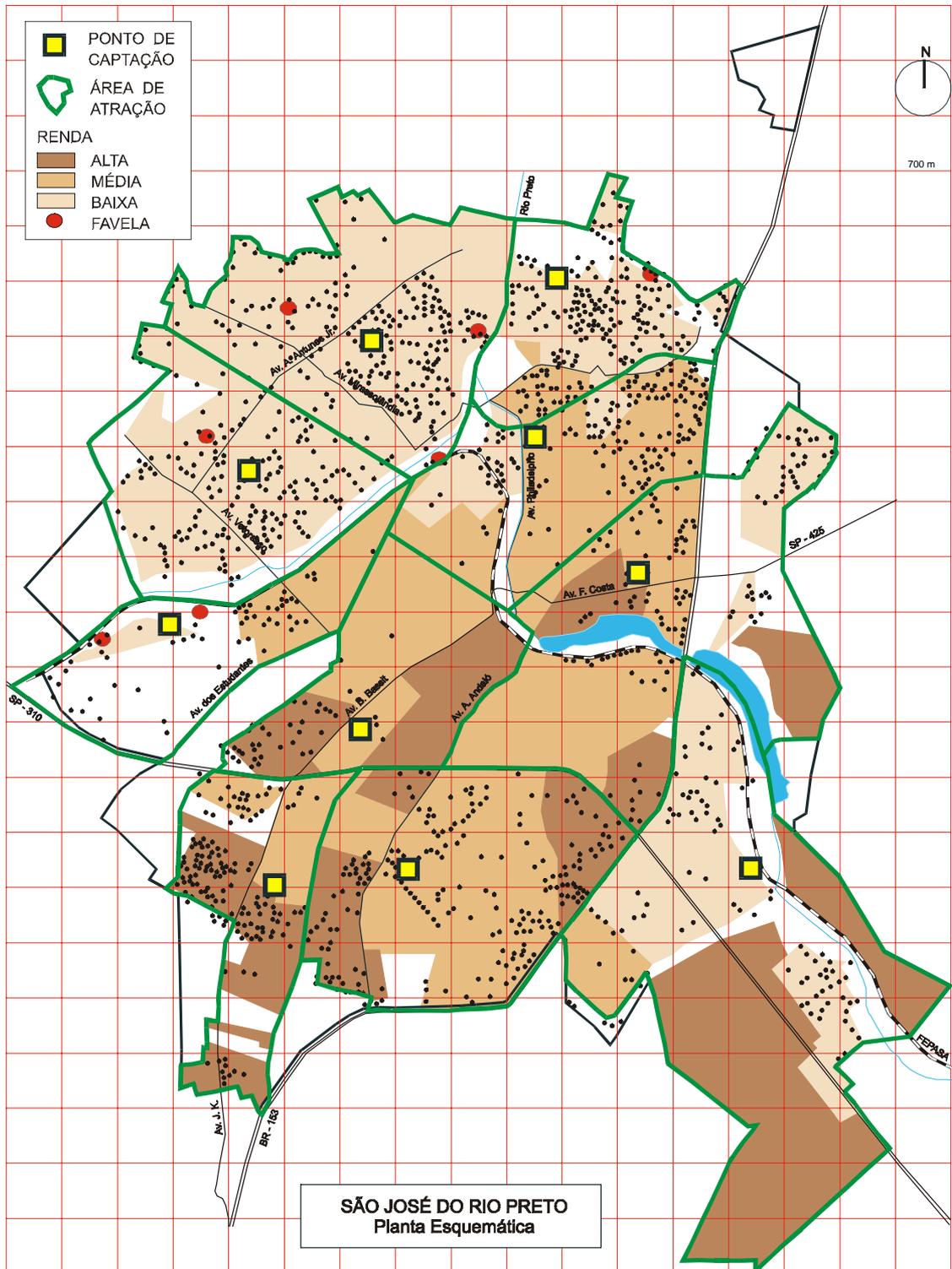
- a operacionalização desta rede de áreas deve se dar com um constante incentivo à entrega voluntária de resíduos por parte de coletores e geradores, buscando-se atrair, para os limites de áreas planejadas e geridas, todas as deposições irregulares anteriormente detectadas;
- deve ser definido como meta o nucleamento de pequenos coletores em cada uma das pequenas áreas, de forma a garantir solução de descarte para geradores que não disponham de veículo apropriado, formalizando-se o papel desses pequenos coletores como agentes de limpeza urbana;
- para que a conjunção da entrega voluntária e da oferta de coletores nucleados constitua um novo modo operacional, com o alcance e a eficiência devidos, é de extrema importância o planejamento da disposição geográfica das pequenas áreas em relação à zona geradora.

Para essa definição é válido o empréstimo do conceito de bacia de captação da drenagem urbana. Assim, para toda a zona urbana geradora devem ser definidas bacias de captação de resíduos, com a consideração de determinantes como as características de renda da população, a intensidade e tipologia de geração de resíduos, possíveis dificuldades impostas pelo sistema viário, altimetria local, disponibilidade e alcance de coletores para pequenos volumes. Definidos os limites da Bacia, tal como apresentados na Figura 4.1, a pequena área para onde deverão confluir os resíduos deverá ser escolhida sob a ótica da flexibilidade, possibilitando seu remanejamento ocasional para ajuste até a máxima atratividade dos resíduos gerados na bacia;

- para a inversão do papel coadjuvante na gestão de resíduos é igualmente importante a construção de parcerias com instituições locais, objetivando a recuperação da qualidade do ambiente de moradia. Essas instituições (associativas, de cunho religioso ou esportivo, escolas, etc.) cumprirão papel multiplicador dos esforços para alteração de culturas e procedimentos inerentes ao modelo de Gestão Diferenciada dos RCD;
- a construção de um novo modelo de gestão dos resíduos implica, além da introdução de novos procedimentos, também a introdução de operadores diferenciados. É necessário, para a sustentação dos novos procedimentos e das parcerias localmente constituídas, a introdução de agentes públicos locais com a função precípua de orientarem processos e monitorarem resultados, consolidando a necessária alteração de culturas.

Figura 4.1

Definição de bacias de captação e áreas da Rede de Atração em S. J. R. Preto



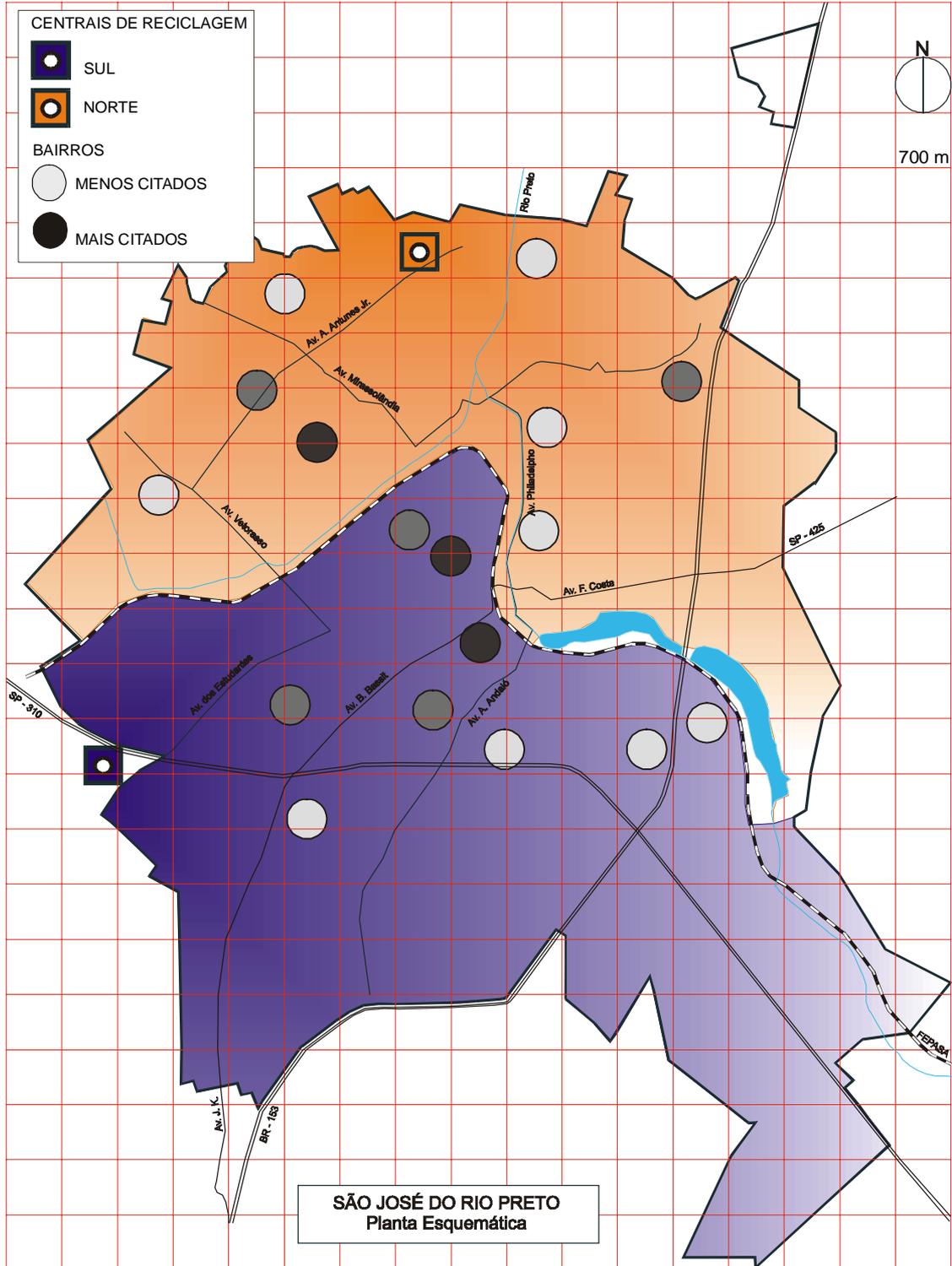
A definição das áreas de médio porte também deve ser induzida pelas características operacionais dos agentes que manejam os grandes volumes, sendo novamente importante a consideração dessas características (raio de ação, zonas de atuação, etc.) na análise da Gestão Corretiva. Para o sucesso da atração dos grandes coletores aos novos procedimentos é essencial que as novas áreas designadas para disposição sejam convenientes à sua lógica de mercado. Para isso, são importantes os seguintes aspectos:

- as áreas devem ser estabelecidas preferencialmente a distâncias iguais ou menores que as percorridas para acesso ao sistema de aterros utilizado na Gestão Corretiva, anunciando-se aos grandes coletores, importantes agentes do processo de limpeza urbana, a interrupção do incremento crescente dos custos referentes ao transporte de resíduos;
- a definição das áreas deve cuidadosamente considerar os elementos estruturadores urbanos (rodovias e ferrovias, cursos d'água, grandes vazios urbanos, etc.) para garantia da acessibilidade máxima aos novos locais de disposição;
- as áreas devem constituir pólos descentralizados, tal como apresentados na Figura 4.2, tanto para a atração dos grandes volumes, quanto para a distribuição dos RCD reciclados.

A atração dos grandes volumes para as áreas de médio porte deve culminar com o seu processamento em Centrais de Reciclagem instaladas no mesmo local, coerentemente com a lógica da redução dos ciclos de transporte dos resíduos, ou, minimamente, possibilitar sua acumulação e transbordo para outros locais de processamento.

Figura 4.2

Definição de zonas de atração e localização das Centrais de Reciclagem em São José do Rio Preto



b) Diferenciação na captação

A diferenciação integral dos resíduos sólidos captados é condição fundamental para a sustentação de uma gestão racional, para a alteração da destinação atualmente adotada e introdução da reciclagem.

A diferenciação é necessária porque inevitavelmente os RCD são descartados com toda uma gama de outros resíduos, como demonstram as Tabelas 4.2 e 4.3, referentes a Santo André / SP e Belo Horizonte / MG.

Tabela 4.2

Composição dos resíduos sólidos recolhidos em espaços públicos e no sistema viário de Santo André / SP – 1996 (1)

Tipos de resíduos recolhidos (porcentagem do volume)					
RCD	Volumosos	Podas	Madeira	Embalagens	Rejeitos
33%	30%	10%	10%	7%	10%

(1) SANTO ANDRÉ, 1997b

Tabela 4.3

Composição dos resíduos sólidos recebidos em Belo Horizonte /MG – 1996 (1)

Tipos de resíduos recebidos (porcentagem do volume)					
RCD	Podas	Madeira	Volumosos	Embalagens	Rejeitos
81%	9%	4%	1%	2%	3%

(1) Estação Barão 300, média de 6 meses (SLU, 1999)

A diferenciação dos resíduos sólidos na captação é uma sequência natural das etapas anteriores de geração e remoção, pois são francamente predominantes as cargas, como demonstrado no item III.4, compostas exclusivamente pelo material típico da atividade geradora.

A diferenciação após captação permite interromper a irracionalidade da Gestão Corretiva que, pela inexistência de soluções de descarte, obriga a

miscigenação dos resíduos sólidos, impossibilitando qualquer outro processo que não seu aterramento.

É condição para a diferenciação que as áreas de pequeno porte da Rede de Atração estejam estruturadas para a recepção das cargas homogêneas que busca atrair. Para isso torna-se necessária a preparação de continentes específicos, adequados aos tipos e volumes de resíduos ocorrentes na Bacia de Captação.

É necessária a definição de espaços diferenciados para acumulação de materiais densos e materiais leves, pois com a introdução da Gestão Diferenciada não mais oferece sentido a remoção dos resíduos captados por um único tipo de transporte. A Tabela 4.4 apresenta a forma como pode ser estruturada a acumulação e a remoção dos resíduos atraídos.

Tabela 4.4

Diferenciação, organização e remoção adequada de resíduos sólidos nas áreas da Rede de Atração

Organização dos resíduos para acumulação e remoção									
Diferenciação	RCD	Solo	Rejeitos	Podas	Volu- mosos	Madei- ra	Papel	Plástico e vidro	Metá- licos
Apresentação	a granel			em partículas maiores					
Características de massa	Densos			Leves (1)					
Características do meio de transporte	Veículo para transporte de elevada tonelagem. Limitar pelo peso			Veículo para transporte de elevado volume. Limitar pelo volume					

(1) Comumente os resíduos metálicos ferrosos ou não-ferrosos captados estão na forma de utensílios ou componentes, que, como tal, podem ser caracterizados como leves.

A facilitação da disposição induz à diferenciação dos resíduos, que por sua vez permite a introdução de equipamentos de remoção mais racionais e menos custosos que os inevitavelmente utilizados na Gestão Corretiva¹³.

A melhor alternativa para a remoção dos RCD e outros resíduos densos é através de poliguindastes e caixas metálicas intercambiáveis, para 3 ou 4 metros cúbicos, dispostas na região mais acessível das pequenas áreas de captação. Secundariamente, por ser mais custosa, a remoção também pode ser feita com pás carregadeiras e veículos basculantes, evitando-se tanto quanto possível o carregamento manual, só economicamente viável em poucas situações.

Já a remoção dos resíduos leves e volumosos tem como melhor alternativa o uso de veículos específicos para o transporte de volumes significativos (carroceria de madeira com “guardas” altas permitindo o transporte de até 15 metros cúbicos) com adaptação de guindaste hidráulico para pequena carga (450 kg quando em extensão total) e médio alcance (3,5 metros); é importante também a incorporação de *bags* (grandes sacolas de lona ou outro material resistente) para a remoção eficiente de embalagens leves e outros resíduos em pequenos volumes. Secundariamente a remoção pode ser feita prescindindo-se do guindaste hidráulico, com redução, no entanto, da velocidade de carregamento e do número de viagens diárias, e conseqüente acréscimo no custo unitário.

¹³ A adoção de métodos mais eficientes de gestão de resíduos sólidos em países desenvolvidos tem propiciado a oferta de equipamentos bastante específicos, desenvolvidos em função das características dos resíduos (INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT, 1995)

Tanto a remoção dos resíduos densos como a remoção dos resíduos leves devem ser organizadas por “circuitos de coleta” que permitam a utilização do veículo especializado exclusivamente para a remoção de um determinado tipo de resíduo, de forma que não se rompa a diretriz de diferenciação integral dos materiais captados.

A introdução de novos procedimentos para a captação, acumulação e remoção dos resíduos sólidos implica investimento na alteração de cultura das equipes responsáveis pela operacionalização da limpeza urbana, através de processo persistente de treinamento e demonstração das vantagens funcionais e econômicas das novas práticas.

A acumulação e remoção diferenciada, além de serem a sequência lógica da geração de resíduos homogêneos nas atividades urbanas, são a condição para a introdução de soluções de destinação sustentáveis, adequadas a cada tipo de resíduo.

c) Alteração da destinação

A sustentabilidade da Gestão Diferenciada de RCD é ditada pela facilitação ao descarte dos resíduos gerados, pela sua diferenciação na captação e remoção, e pela radical alteração da solução de destinação, interrompendo-se o contínuo aterramento de materiais plenamente reaproveitáveis e o inexorável esgotamento das áreas que dão sustentação ao desenvolvimento urbano.

A Gestão Diferenciada se estrutura sobre a reciclagem intensa dos RCD, mas também possibilita novas formas de destinação para outros tipos de resíduos que com ele são descartados: reciclagem de embalagens, compostagem de resíduos orgânicos e podas vegetais, desmontagem e reaproveitamento de

resíduos volumosos, em ações complementares à ação central desenvolvida com os RCD.

A atração dos grandes volumes de RCD e a centralização dos pequenos volumes captados, em áreas onde seja estruturada a reciclagem, permitem conferir perenidade a tais áreas, substituindo-se a solução dos bota-foras emergenciais por Centrais de Reciclagem racionais e plenamente geríveis.

O processamento dos RCD nas Centrais de Reciclagem deve ser bastante simplificado, cumprindo-se um fluxo de seleção e descontaminação, trituração (com possível classificação) e expedição dos RCD, já transformados em nova matéria-prima a ser utilizada em serviços e obras da construção civil.

Para a alteração da destinação dos RCD demandada pela Gestão Diferenciada é necessária a delimitação de atividades consumidoras dos resíduos reciclados, atividades essas que passarão a cumprir o papel de receptoras dos resíduos que o ambiente urbano precisa descartar, atuando como bota-foras “pulverizados”.

Na adoção da Gestão Diferenciada é importante, em um primeiro momento, a análise prévia da capacidade da administração pública em consumir agregados nas atividades de construção da infra-estrutura urbana ou edificações. A Tabela 4.5 apresenta a capacidade delimitada em alguns municípios, comparativamente à geração total e à remoção de RCD em atividades corretivas.

Tabela 4.5
Consumo de agregados pela administração pública
e geração de RCD em alguns municípios (1).

Dados	Municípios					
	Santo André (1996)	São José R. Preto (1996)	São José Campos (1995)	Ribeirão Preto (1995)	Jundiaí (1996)	Vitória da Conquista (1997)
Geração Total de RCD Adotada (t/dia)	1.013	687	733	1.043	712	310
RCD em deposições irregulares (t/dia)	121	229	348	110	nd	77
Aquisição de agregados estimada (t/dia)	493	240	766	1.012	197	nd

(1) Fonte conforme Tabela 2.3

Para a alteração da destinação dos RCD no modelo de Gestão Diferenciada, é importante a adoção de um formato modular de Central de Reciclagem, com capacidade de processamento entre 120 e 240 toneladas diárias e menos custosas que as instalações comuns em outros países, que permita, conforme os dados da tabela anterior:

- priorização da reciclagem dos RCD gerados em pequenos volumes e captados pela administração pública na Rede de Atração, por repercutirem mais fortemente na qualidade da limpeza urbana;
- implantação descentralizada das áreas de reciclagem, para manutenção da facilitação da disposição dos grandes geradores e coletores, e otimização da distribuição da nova matéria-prima;
- ampliação do número de agentes possivelmente investidores;
- ocorrência do necessário tempo de maturação para os novos procedimentos, com a conseqüente consolidação da nova cultura de destinação.

É significativo observar que a geração de RCD nos médios e grandes municípios é, via de regra, sensivelmente maior do que a capacidade de consumo da administração pública, impossibilitando sua assimilação exclusivamente em obras públicas.

Por outro lado, os RCD gerados nesses municípios, transformados novamente em agregados utilizáveis, são apenas pequena parcela dos agregados demandados pelo conjunto das atividades construtivas privadas. Isso justifica o desenvolvimento de esforços de construção de uma via para reciclagem e uso pela iniciativa privada.

A proposta da Gestão Diferenciada dos RCD pressupõe, na medida em que é da competência das municipalidades a definição da destinação dos resíduos sólidos urbanos, uma ação indutora do poder público, de forma que, mesmo que a alteração da destinação seja iniciada com investimentos públicos, permita-se a evolução do processo com investimentos privados que cuidem de canalizar os produtos para o consumo nas próprias atividades construtivas geradoras dos resíduos. Será esta a forma de, pela Gestão Diferenciada, avançar na perspectiva do “fechamento do ciclo” para os materiais utilizados nas atividades construtivas, tal como meta já definida nos países da Comunidade Européia (IVBR, [1995]).

A busca de nova destinação para os RCD deve permitir flexibilidade de soluções como a construção de parcerias entre poder público e iniciativa privada, parcerias entre municípios conurbados, recurso a equipamentos locados em municípios onde não se justifique a imobilização de investimentos e

o aproveitamento de antigas instalações de mineração inseridas em áreas urbanas¹⁴.

A necessidade de superar as limitações da Gestão Corretiva e de dar sustentabilidade à Gestão Diferenciada dos RCD torna necessárias e inevitáveis as articulações entre gestão pública de resíduos e iniciativa privada, para que o máximo volume possível de RCD seja reciclado e seja interrompido o desperdício de recursos minerais nobres e o esgotamento continuado de áreas crescentemente indisponíveis.

Iniciado o processo de gestão diferenciada, o exemplo dos países desenvolvidos tem demonstrado que as novas atividades de mercado são sustentáveis, pois é comum a superioridade, em regiões densamente povoadas, dos custos de aterramento sobre os de recepção para processamento e dos materiais naturais sobre os recuperados por reciclagem (BIOCYCLE, 1996; YOST, 1998; APOTHEKER, 1992; IVBR, [1995]). Um forte indutor da presença de operadores privados é, certamente, a possibilidade de superposição de diversas fontes de recursos na mesma atividade - taxas de descarte, comercialização de reciclados e redução de custos de transporte pela utilização otimizada dos mesmos equipamentos para captação de resíduos e distribuição de produtos.

d) Outros aspectos

Para que a Gestão Diferenciada dos RCD permita a constituição de um novo patamar de qualidade para o ambiente urbano é imprescindível a implementação integrada das tres diretrizes básicas anunciadas, propiciando

¹⁴ Há exemplos de cidades densas, como Chicago, onde extintas jazidas minerais são utilizadas atualmente para a acumulação e reciclagem de RCD

coleta extensiva, reciclagem eficiente e uso intenso de resíduos como substitutos de agregados mais custosos. E é necessária a extensão dessa integração às ações que visam a alteração de cultura entre os agentes envolvidos nos processos que não podem mais ser sustentados.

É desejável que a introdução da Gestão Diferenciada seja acompanhada de ações contínuas de informação e educação ambiental, criando-se um ambiente de incentivo e indução às ações corretas, num modelo de gestão que oferta soluções aos diversos agentes. A temática dos resíduos sólidos é tida como a mais favorável para o estabelecimento de vínculos entre a atividade humana, o meio ambiente e a forma como a sociedade administra seus dejetos (WHITE & WHITNEY apud JACOBI et al. 1996)

Um esforço que deve ainda sempre estar presente é o de motivar ações pela redução da geração de resíduos na fonte, junto à cadeia da construção civil e, notadamente, junto às empresas construtoras, considerando-se que a melhor forma de gerir os resíduos de uma obra, é fazer com eles não existam (ITEC, 1995a). A parceria entre gestores públicos e iniciativa privada pode incentivar e difundir possibilidades e resultados de ações como:

- gerenciamento interno dos resíduos gerados nos canteiros de obra, possibilitando, pela sua diferenciação, o incremento das possibilidades de reutilização – consulte-se no Apêndice possibilidade de organização de baias de resíduos em obra, desenvolvida a partir de formulação do *Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement* e que constitui prática obrigatória em regiões europeias, como na Catalunha (ITEC, 1995a, 1995b);
- reciclagem interna aos canteiros de obras, com uso de equipamentos de pequeno porte, disponíveis no mercado nacional;

- utilização progressiva de técnicas como a “desmontagem seletiva” em substituição à demolição indiscriminada, para que, como nos países com maior acúmulo de experiência, a demolição não seja mais visto como processo de baixa tecnologia (IVBR, [1995])

Introduzida a Gestão Diferenciada dos RCD, uma atenção especial deverá ser dedicada à constituição, no Poder Público, de um núcleo gerencial específico, dotado das ferramentas e treinamento adequados para a transformação do conjunto de novas ações em procedimentos rotineiros. A existência deste núcleo possibilitará a incorporação de novas ações à gestão dos resíduos, como um maior controle dos bota-foras, minimizando-se os eventos de descarte indevido de resíduos industriais ou domésticos, a imposição de uma maior disciplina na ação dos coletores, visando, inclusive, a responsabilização de geradores e coletores pelo conteúdo de caçambas e outros equipamentos. Possibilitará ainda a incorporação de práticas contínuas de monitoramento dos resultados, dos fluxos e ritmos de geração e consumo, possibilitando, quando necessário, alterações rápidas no modelo de gestão.

Deve ser ressaltada a necessidade de construção cuidadosa de parcerias entre gestores públicos e iniciativa privada, pois são fartos os exemplos como do Departamento de Proteção Ambiental de Hong Kong, que, agindo unilateralmente, não conseguiu impor restrições ao manejo de RCD no território (HONG KONG, 1993). Experiência interessante é a desenvolvida pelo governo da Catalunha, que definiu duas etapas na relação entre os agentes – uma de dois anos, fundada nos acordos voluntários, e outra, de tres anos, regrada por compromissos legais que construirão o cenário de implantação da legislação de resíduos existente.

O conjunto de diretrizes anunciado nos últimos itens é, ao mesmo tempo, condição para a introdução do novo modelo de gestão e, fator retroalimentador do esforço para a gestão dos RCD com oferta de soluções de disposição e destinação, que apontem para a sustentabilidade.

IV.2. Marcos Jurídicos para uma Nova Gestão

A proposição da Gestão Diferenciada dos RCD, novo modelo que objetiva a qualidade do serviço de limpeza e do próprio ambiente urbano, altera o papel de alguns agentes, possibilita o exercício de competências que comumente são inviáveis de serem assumidas, e introduz a necessidade de aprimorar alguns instrumentos jurídicos para que os novos procedimentos se consolidem.

a) As responsabilidades pela gestão dos resíduos de construção e demolição

A Gestão Diferenciada dos RCD permite que as municipalidades exerçam o que a imensa maioria das Leis Orgânicas Municipais prevê como sua competência privativa: “prover sobre a limpeza das vias e logradouros públicos, sobre a remoção e destino do lixo domiciliar e de outros resíduos de qualquer natureza” (SANTO ANDRÉ, 1990). Esta competência, que dificilmente pode ser exercida nos marcos da Gestão Corretiva, é, portanto, privativa das municipalidades, no quadro de autonomia municipal instituído pela Constituição Federal de 1988, independentemente delas, para a adoção do novo modelo, de qualquer ação permissiva dos governos estaduais ou federal.

Reforça ainda a competência da municipalidade nessa questão o fato de as Leis Orgânicas Municipais estipularem como responsabilidade concorrente

(comum) dos municípios, estado e federação “a proteção ao meio ambiente e o combate à poluição em todas as suas formas”.

A Gestão Diferenciada dos RCD deve ser vista como uma atividade recuperadora e preservadora do meio ambiente local, como o exercício efetivo das competências municipais previstas nas leis maiores e em documentos recentes como a Lei 9.605 – 12/02/98, Lei do Meio Ambiente (BRASIL, 1998).

Nesse sentido, as iniciativas necessárias para o estabelecimento das redes de áreas que viabilizarão a facilitação da disposição dos resíduos sólidos que se pretende atrair e a diferenciação dos resíduos e a alteração na sua destinação, devem resultar das injunções locais e das estratégias desenvolvidas localmente pelos gestores de resíduos.

A recente Resolução do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, nº 237, de 19/12/1997, estipula que atividades para o “tratamento e destinação de resíduos sólidos urbanos” estão sujeitas ao licenciamento ambiental no órgão ambiental competente (Art.2º, § 1º) e esclarece, coerentemente com o enunciado da Constituição Federal de 1988 (Art.225, § 1º, IV), que o estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto sobre o meio ambiente (EIA/RIMA) deve ser exigido daquelas atividades que sejam efetiva ou potencialmente geradoras de significativa degradação ambiental. Não é esse o caso da Gestão Diferenciada dos RCD que, enquanto novo modelo de gestão, é desenvolvido como atividade recuperadora e preservadora do meio ambiente, fruto do livre exercício pelas municipalidade do “seu poder-dever de proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas” (LOMAR, 1996).

Essa mesma Resolução do CONAMA, dedicada ao estabelecimento de critérios para o exercício da competência para o licenciamento, define que “compete ao órgão ambiental municipal (.....) o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de impacto ambiental local (....)” (Art.2º, § 1º), estando essa competência licenciatória dependente da implementação prévia de “Conselhos de Meio Ambiente, e de possuir em seus quadros ou à sua disposição profissionais legalmente habilitados” (Art.20). Deve ser tomada como órgão ambiental local a definição contida nas Leis 6.938/81 e 7.804/89 que estabelecem a Política Nacional do Meio Ambiente e o Sistema Nacional do Meio Ambiente: “os órgãos ou entidades municipais, responsáveis pelo controle e fiscalização dessas atividades em suas respectivas jurisdições” (VENTURA; RAMBELLI, 1996). Comumente as Leis Orgânicas Municipais definem como órgãos, as secretarias, diretorias, gerências ou órgãos equiparados e entidades, as dotadas de personalidade jurídica própria, como as da administração indireta ou as fundacionais.

Em síntese, a adoção da Gestão Diferenciada dos RCD é de competência dos gestores locais, constituindo expressão dos deveres impostos pelas leis maiores, municipal e federal, devendo ser licenciada em instâncias locais, sem exigência de estudo de impacto ambiental e relatório de impacto sobre o meio ambiente (EIA/RIMA). Ressalte-se, ainda, a inconformidade de alguns juristas com o licenciamento (LOMAR, 1996), pela inexistência de sentido em um município auto-licenciar suas próprias ações destinadas à prestação de serviços públicos de sua própria competência. Nesse caso caberia apenas ao Poder Público cumprir a legislação pertinente, inclusive no tocante à

preservação do meio ambiente, reduzindo ao máximo o impacto resultante dos novos serviços oferecidos à população.

A implementação da Gestão Diferenciada e das diretrizes para facilitação e disciplinação dos agentes, são expressões da competência privativa do Poder Público municipal e do seu necessário papel regulador. Segundo CAVALCANTI et al., “para que o mercado funcione a favor da sustentabilidade, uma regulação com salvaguardas a favor da natureza deve ser introduzida, fixando-se restrições a seu funcionamento naquilo que o mercado é incapaz de enxergar (como o interesse das gerações futuras), juntamente com critérios éticos e morais para a distribuição inter-geracional de recursos” (CAVALCANTI et al. 1996).

Há exemplos de legislação ambiental em diversos países que, com êxito, avançaram nesta direção, como no Japão, com sua Lei de Limpeza e Tratamento de Resíduos (formulada em 1960 e revisada em vários outros anos) e Lei de Reciclagem (de 1991) que definem como objetivo geral a redução dos resíduos, a garantia da saúde pública pela disposição adequada e a preservação de recursos naturais, designando as obrigações dos responsáveis pela promoção da reciclagem dos RCD – empreendedores, projetistas, construtores, consumidores e agências públicas (HONG KONG, 1993).

b) As Leis 8.987/95 e 9.074/95 e as possibilidades de inserção da iniciativa privada na reciclagem

Cabendo aos municípios prover sobre a limpeza urbana, a remoção e destinação do conjunto dos resíduos, é de sua competência, como se viu, regular e ordenar as ações dos agentes privados envolvidos no fluxo dos RCD. Esse papel regulador é necessário, inclusive, para a regulamentação da atividade dos agentes coletores, licenciando-os, definindo procedimentos e o destino final dos resíduos coletados e é o motivador para a adoção da Gestão Diferenciada dos RCD enquanto novo serviço público destinado ao cumprimento dos compromissos com a limpeza urbana e a preservação do meio ambiente.

A Constituição Federal anuncia que ao Poder Público cabe a prestação dos serviços, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação (Art. 175) e essas figuras jurídicas são disciplinadas pelas Leis Federais 8.987/95 e 9.074/95 (MUKAI, 1997).

O modelo de Gestão Diferenciada dos RCD, objetivando a alteração de procedimentos de captação, remoção e destinação desses resíduos, pressupõe a evolução do processo de forma que a iniciativa privada seja incentivada a processar RCD e canalizar significativas parcelas dos produtos da reciclagem para o mercado de materiais e componentes para a construção. A parceria das municipalidades com a iniciativa privada pode se dar nos investimentos para implantação das Centrais de Reciclagem e no próprio processo de remoção dos resíduos captados nas pequenas áreas, que irão constituir a matéria-prima das Centrais. O regime jurídico mais adequado para

a constituição da parceria com a iniciativa privada é a Permissão de Serviço Público.

Alguns juristas apontam que entre as formas de relacionamento do Poder Público com a iniciativa privada - autorização, permissão e concessão de serviço público - existe uma gradação segundo o índice de participação ou controle do Poder Público em relação aos serviços contemplados (DI PIETRO, 1997). Os regimes de permissão e concessão são cabíveis nos serviços onde a remuneração de seu prestador seja feita por receitas decorrentes da exploração comercial do serviço, provenientes ou não de pagamentos feitos diretamente pelos usuários. O diferencial entre os dois regimes se dá no estabelecimento de seus prazos – a concessão ocorre por tempo determinado, estabelecido em contrato após autorização legislativa; já a permissão é a título precário, sendo estabelecida por decreto do executivo.

No entanto, a escolha da entidade permissionária do serviço só pode ser feita por licitação, como rege a Constituição Federal em seu Artigo 175, e licitação subtende contrato e prazo determinado, tal como exigido pela Lei 8.666/93 (BRASIL, 1993). Em resultado, a precariedade se esvanece, e o regime de permissão muito se assemelha ao da concessão (DI PIETRO, 1997).

A permissão de serviço público é, portanto, o regime jurídico mais adequado e ágil para as municipalidades alcançarem com parcerias a necessária extensão das soluções introduzidas pela Gestão Diferenciada dos RCD, permitindo em plenitude a manutenção da titularidade do Poder Público sobre o serviço e a sua retomada quando a execução pelo permissionário se mostrar contrária ao interesse público.

No entanto, a introdução da iniciativa privada nas atividades de reciclagem, deve ser acompanhada de esforço concomitante para o desenvolvimento de uma normalização brasileira adequada aos processos e usos de RCD reciclados, a exemplo de documentação já existente em países que já vêm adotando a reciclagem como solução de destinação (LIMA, 1999).

c) Incentivo e indução à alteração de procedimentos

A introdução da Gestão Diferenciada dos RCD enquanto novo modelo para a gestão eficiente desses resíduos induz o estabelecimento de novos instrumentos legais, mais adequados às novas tarefas que se impõem, e que impulsionem alterações de alguns dispositivos que passam a não mais fazer sentido.

Entre esses dispositivos, está o compromisso assumido por muitas municipalidades, na regulamentação de seu serviço de limpeza urbana, de promover, em conjunto com os resíduos domiciliares, a remoção dos RCD descartados em volumes até 50 litros. Tal prática é uma remanescência de posturas antigas, não ancoradas na necessidade de diferenciação dos resíduos sólidos urbanos, que tem de ser evitada, pois é comum os veículos coletores ultrapassem, em muito, os limites estabelecidos para coleta, prejudicando o munícipe individualmente pela cobrança de sobretaxas irregulares e prejudicando a municipalidade que, pagando por massa coletada, também arcará com sobrecustos.

O objetivo de consolidar nova fórmula de captação e destinação que supere os graves problemas hoje existentes implicará atenção especial ao incentivo e à

indução de ações corretas dos agentes envolvidos no fluxo dos resíduos e materiais reciclados.

Esses incentivos e indução têm seu nascedouro em ações do Poder Público, ente legalmente gestor dos RCD, mas precisam ser consolidados em novos e adequados instrumentos jurídicos que permitam o aprofundamento e a perpetuação das novas experiências e procedimentos. As ações do Poder Público são essenciais como motivadoras do processo, mas precisam ser coroadas com a possibilitação de ações privadas extensas, para que a prática insustentável de aterramento de RCD seja realmente abandonada.

A adoção da Gestão Diferenciada dos RCD requer novos instrumentos jurídicos, formulados com ênfase em algumas abordagens:

- exercício do poder de compra por parte da administração pública – as administrações públicas são compradoras significativas de materiais e serviços e, pelo seu poder de compra, podem obrigar a disseminação de novos procedimentos, iniciando a alteração de cultura. A partir desse poder de compra, é possível induzir todos os prestadores de serviço de construção a prestarem conta dos resíduos que geram, introduzindo inclusive o preparo de Planos de Destinação de Resíduos, compromisso com a gestão adequada, como condição para a qualificação de licitantes¹⁵.

É possível estabelecer, ainda, no âmbito municipal, um cronograma de obrigatoriedade crescente do uso de RCD reciclado em serviços

¹⁵ O Ministério da Construção japonês orienta desde a década de 80 que as autoridades contratantes de obras públicas incluam cláusulas especiais sobre a gestão de RCD, contemplando desde sua necessária diferenciação até as condições de transporte para locais pré-determinados (HONG KONG, 1993)

(pavimentação, drenagem, muração, calçamento público, e outros) para os quais já se tenha sustentação tecnológica adequada;

- responsabilização do gerador – o setor de construção civil, apesar de ser gerador de grande parte dos resíduos sólidos urbanos, em volumes significativamente superiores aos de qualquer outra atividade industrial (em Santo André/SP a massa de RCD é 8 vezes superior à massa gerada por todas as outras atividades industriais e recebida em aterro municipal, em Jundiaí/SP e São José dos Campos, é respectivamente 7 e 15 vezes maior), não vem, como essas outras atividades, recebendo das agências ambientais qualquer controle ou responsabilização pelos resíduos gerados. Nos marcos da Gestão Diferenciada é necessário, a exemplo de países com legislação mais avançada (ITEC, 1995a), iniciar esse processo de responsabilização do setor quanto ao impacto que causa no ambiente urbano em que exerce suas atividades econômicas. O primeiro passo nesse sentido pode ser dado com a obrigatoriedade do desenvolvimento de Planos de Destinação de Resíduos e consequente compromisso de gestão adequada, para todas as obras de maior porte¹⁶;
- privilégio às atividades recicladoras – o tratamento diferenciado dos agentes que adotam novos procedimentos é um importante instrumento multiplicador de novas cultura. Nesse sentido, o incentivo a que os próprios geradores promovam a reciclagem interna é compensador pelo consequente confinamento dos resíduos no seu local de origem, evitando-se que a sua remoção para o tecido urbano venha a gerar problemas e

¹⁶ Na Catalunha a normativa existente desde 1994 estipula inclusive que determinadas obras recolham fiança ao estado, em função de seu porte e características, como condição para o licenciamento (ITEC, 1995)

gastos públicos, como os que têm sido frequentemente verificados; esse tipo de incentivo pode ser conseguido com a redução ou abolição de algumas taxas municipais. Com o mesmo expediente pode e deve ser incentivada, ainda, nos municípios, a presença de empresas recicladoras dos diversos resíduos que se busca diferenciar no novo modelo de gestão¹⁷.

Estão apresentadas no Apêndice minutas sugestivas de decretos e anteprojetos de lei com as abordagens ressaltadas neste item e que constituem parte dos instrumentos necessários para a consolidação de novos procedimentos e culturas, visando a constituição de um modelo que contribua para a sustentabilidade do desenvolvimento urbano. O exemplo dos instrumentos reguladores, adotados em países com maior acúmulo de experiência na gestão de resíduos sólidos, deverá ser útil na preparação de regulamentos adequados às circunstâncias brasileiras.

IV.3. Custos Operacionais e Investimentos para a Gestão Diferenciada

A Gestão Diferenciada dos RCD possibilita a eliminação dos dispêndios emergenciais e não-preventivos, típicos da Gestão Corretiva, por estar sustentada em ações menos custosas, definidas para a atração e o envolvimento dos diversos agentes inseridos no fluxo dos RCD. São fatores redutores de custo a entrega voluntária dos resíduos, a oferta da ação dos coletores nucleados, a diferenciação dos resíduos e seu transporte especializado, a perenidade conferida às áreas de atração dos grandes

¹⁷ Já em 1991, 17 governos estaduais norte-americanos adotavam incentivos fiscais através da isenção de taxas ou créditos em função do uso de equipamentos de reciclagem ou materiais reciclados (DONOVAN, 1991)

volumes e a substituição de agregados naturais por reciclados menos custosos.

A implantação da Gestão Diferenciada requer investimentos em equipamentos, obras civis e montagem de equipe operacional diferenciada. São investimentos e custos que irão ocorrer no quadro de peculiaridades de cada municipalidade que aderir à Gestão Diferenciada dos RCD. Os indicadores básicos dos investimentos e novos custos, apresentados nos próximos itens, têm que ser considerados no contexto das variáveis e condicionantes locais.

a) Investimentos em obras civis

Definida a adequada disposição das pequenas áreas que constituirão a Rede de Atração e das áreas de médio porte destinadas à atração e reciclagem dos grandes volumes de RCD, sua preparação para plena facilitação da ação dos agentes, diferenciação dos resíduos captados e alteração de seu destino através da reciclagem se dá sob os parâmetros indicados na Tabela 4.6.

b) Valores dos investimentos em equipamentos para remoção diferenciada

Introduzida a diferenciação dos resíduos para eliminação dos descartes irregulares, viabiliza-se a troca das velhas práticas de remoção, para uso de equipamentos adequados às características dos diversos tipos de resíduos captados. A Tabela 4.7 fornece os parâmetros de custo para os novos equipamentos inseridos.

Tabela 4.6
Parâmetros para obras civis em áreas de atração e reciclagem (1)

Instalação	Serviços a executar	Área aproximada (m²)	Custo Estimado (R\$)
Área componente da Rede de Atração (Local de Entrega Voluntária)	<ul style="list-style-type: none"> • Ajuste de topografia • Cercamento leve com mourões, arame liso e cerca viva • Preparação de baias flexíveis com perfis metálicos e pranchas de madeira • Preparação de desnível para instalação de caçambas metálicas • Instalação de cabine em fibra de vidro (ou similar) com sanitário incorporado • Execução de entrada (ou padrão) para energia e água • Paisagismo 	300	11.250
Central de Reciclagem	<ul style="list-style-type: none"> • Ajuste de topografia e da drenagem superficial • Cercamento com alambrado e cerca viva • Instalação de guarita elevada e portões • Instalação de reservatório elevado para água • Instalação rebaixadora de energia • Execução de edificação para escritório, vestiários, sanitários e refeitório • Preparação de desnível, muro de arrimo e rampa para instalação e operação de equipamentos • Preparação de bases de equipamentos • Instalação de cabine de comando para conjunto de reciclagem • Execução de sistema para contenção do material particulado • Paisagismo 	5.000	60.000

(1) Preços orçados para São Paulo/SP, 1998, incluso BDI – Bonificação e Despesas Indiretas.

Tabela 4.7
Parâmetros de custo e características de equipamentos para remoção de resíduos diferenciados (1)

Item	Características	Preço Médio (R\$)
Remoção de resíduos densos	Equipamento hidráulico, poliguindaste, instalado sobre chassis existente, com capacidade nominal de 8 toneladas	8.500
	Caçambas metálicas para 04 metros cúbicos	450
Remoção de resíduos leves	Guindaste hidráulico 2 t/m dotado de garra, instalado internamente a carroceria existente, com alcance de 3,5 metros, giro de 360 graus e capacidade nominal de 450 quilos em extensão máxima	9.500

(1) Preços médios orçados para São Paulo/SP (1998).

O uso de equipamentos adequados permitirá que os equipamentos pesados anteriormente utilizados, sejam preservados para utilizações mais corretas.

Para a remoção dos resíduos densos deve ser considerada, ainda, a possibilidade de uso, em parceria, de equipamentos de empresas privadas, evitando-se a paralisação de recursos públicos.

c) Valores dos investimentos em equipamentos para reciclagem

Os equipamentos e processos que podem ser utilizados na reciclagem são oriundos das atividades de mineração, recebendo as adaptações descritas no item III.5, para a plena aceitação das Centrais de Reciclagem em ambientes urbanos. A definição da tipologia dos equipamentos, dos produtos viáveis, da produção requerida, deve ser feita em função das peculiaridades locais e respeitando-se a intenção de conferir formato modular às Centrais de Reciclagem, para que aspectos como descentralização da captação dos maiores volumes sejam priorizados.

A Tabela 4.8 apresenta características e preços de conjuntos de equipamentos definidos para quatro cenários hipotéticos.

São, logicamente, inúmeras as possibilidades de variantes dos cenários designados nesta tabela, em função de fatores diversos, inclusive os referentes às possibilidades de existência de equipamentos ociosos na região geradora dos resíduos a reciclar. Da mesma forma, os preços estimados podem ser ainda inferiores aos indicados, em uma situação de concorrência entre os 7 produtores nacionais desses tipos de equipamentos.

Tabela 4.8

Parâmetros de custo e características de equipamentos para
reciclagem de resíduos de construção e demolição

Características do Conjunto de Reciclagem	Produção Nominal (1) e Produtos	Preço Estimado (2) (R\$)
Alimentador vibratório, britador de mandíbulas “tipo 4230” (3) e transportador de correia de ação radial.	90 t/dia de “brita corrida” (4)	80.000
Alimentador vibratório, britador de mandíbulas “tipo 4230”, transportador de correia de ação radial, moinho de martelos, peneira vibratória elevada sobre baias fixas	90 t/dia de “brita corrida” ou agregados classificados	90.000
Alimentador vibratório, britador de impacto “tipo 20 TPH” (5), transportador de correia de ação radial.	130 t/dia de “brita corrida”	130.000
Alimentador vibratório, britador de impacto “tipo 40 TPH”, transportador de correia de ação radial, peneira vibratória e transportadores auxiliares fixos	260 t/dia de “brita corrida” ou agregados classificados	170.000

(1) Produção medida na britagem de entulho, em regime de 6,5 horas produtivas diárias

(2) Preços médios orçados em 1998

(3) É a designação corrente no mercado para equipamentos com boca retangular de alimentação nas medidas de 42 por 30 centímetros

(4) É o produto primário da britagem, sem classificação granulométrica definida

(5) Toneladas por hora - unidade de medida da produção em britagem

d) Custos operacionais

Os novos procedimentos, inerentes ao modelo de Gestão Diferenciada dos RCD, introduzem novos custos, oriundos da utilização de equipamentos mais adequados, de operadores diferenciados e da adoção da reciclagem em substituição ao aterramento dos RCD. Na Tabela 4.9 estão lançados os custos unitários básicos da Gestão Diferenciada, com inclusão de todos os componentes que precisam ser considerados, referenciados em valores praticados em cidades do interior paulista.

Tabela 4.9

Parâmetros dos custos operacionais na Gestão Diferenciada

Item	Descrição	Custo Unitário
Custo de operação das pequenas áreas na Rede de Atração	Incluídos custos de manutenção, provisão de água, energia, custos de mão-de-obra.	R\$ 1.100 / mês
Custo de remoção de resíduos leves (1)	Remoção por veículo dotado de carroceria alta, guindaste e garra hidráulica. Base 3 viagens/dia	R\$ 8,40 / ton
Custo de remoção de resíduos densos (1)	Remoção por poliguindaste e caçambas metálicas. Base 7 viagens/dia	R\$ 7,60 / ton
Custo de reciclagem dos RCD	Incluídos custos de manutenção, provisão de água, energia, custos de mão-de-obra, juros, amortização, equipamentos para manejo interno	R\$ 5,00 / ton

(1) Valores para remoção terceirizada

Logicamente, deve ser considerado, que os valores acima indicados, são referências gerais, que podem ser alteradas por peculiaridades locais.

e) Equação de sustentação da Gestão Diferenciada

A introdução da Gestão Diferenciada dos RCD e de seus novos procedimentos propicia resultados economicamente expressivos em cada um deles, permitindo visualizar-se que a junção de menores custos de limpeza urbana com o benefício da substituição de agregados convencionais por resíduos muito menos custosos compõe a equação de sustentação do novo modelo, que o torna extremamente atraente para municipalidades de médio e grande porte brasileiras.

A Tabela 4.10 indica tal sustentabilidade econômica, apresentando de forma comparativa os parâmetros na Gestão Corretiva e os propostos para a Gestão Diferenciada. São dados construídos para uma situação hipotética a partir da situação real e valores praticados nos municípios de Santo André, Jundiaí e São José do Rio Preto, no estado de São Paulo.

Tabela 4.10

Indicadores da Sustentabilidade da Gestão Diferenciada (1)

Municipalidade em Situação Hipotética	
População - 414.188 habitantes	Geração de RCD – 857 t/dia
Remoção Deposições Irregulares – 132 t/dia	Rede de Atração com 13 áreas
Consumo típico agregados convencionais – 357 t/dia	Central de Reciclagem: 01 (260 t/dia)

PARÂMETROS DA GESTÃO CORRETIVA		PARÂMETROS PARA GESTÃO DIFERENCIADA	
Custo Remoção	R\$ 11,22 /ton	Custo Rem. Res. Densos	R\$ 7,60 /ton
Custo Mensal Correção	R\$ 38.373	Custo Rem. Res. Leves	R\$ 8,40 /ton
		Custo Mensal Rede Atração	R\$ 14.300
		Custo Mensal Gestão	R\$ 24.065
Custo Mensal Aterramento:	R\$ 1.560	Custo Mensal Aterramento:	R\$ 125
Custo Aquisição Agregados	R\$ 12,51 /ton	Custo Reciclagem	R\$ 5,00 /ton
Custo Mensal Agregados	R\$ 84.568	Custo Mensal Reciclagem	R\$ 33.800
Despesas totais com Correção	R\$ 124.501	Despesas totais com Gestão	R\$ 72.290

(1) SANTO ANDRÉ, 1997b; SÃO JOSÉ DO RIO PRETO, 1997b; JUNDIAI, 1997b.

IV.3. Comentários Finais

A Gestão Diferenciada enquanto conjunto de soluções alia à atratividade econômica para os parques recursos públicos, a eficiência de soluções que podem imprimir qualidade ao ambiente e ao sistema de limpeza urbanos.

A adoção da Gestão Diferenciada dos RCD permite resultados concretos, inversão do papel coadjuvante imposto aos gestores urbanos e amortização rápida dos investimentos necessários, mesmo que só sejam considerados os resultados contabilmente apropriáveis. No entanto, em uma análise completa,

não poderão deixar de ser considerados os resultados conquistados em termos de qualidade ambiental e redução dos costumeiros impactos em outros aspectos da vida urbana – eficiência de drenagem e do tráfego de pedestres e veículos, comprometimento da paisagem urbana, entre outros.

Sendo uma ampliação dos serviços públicos necessários à sustentação do desenvolvimento urbano, a Gestão Diferenciada dos RCD possibilita aos municípios o exercício de competências que lhe estão designadas por lei e que nunca puderam ser assumidas. E impõe o exercício de seu papel regulador, aprimorando instrumentos jurídicos para que os novos procedimentos de gestão se consolidem e todas as deficiências diagnosticadas na Gestão Corretiva possam ser superadas.

A Metodologia de Gestão Diferenciada dos RCD propicia, pelo monitoramento contínuo, flexibilidade de ação e possibilidades rápidas de alteração de procedimentos e soluções, garantindo eficácia às ações do Poder Público.

Constitui forte fator incentivador à adoção da Gestão Diferenciada por municípios brasileiros de médio e grande porte, o fato do preço dos agregados naturais, conforme apresentado à Tabela 3.14, ser superior ao custo da reciclagem em todas as regiões mais densamente urbanizadas. Cumprirá, portanto, a reciclagem, um papel fundamental na sustentação da nova solução, propiciando a contínua ampliação do uso de resíduos reciclados e o atendimento de demandas sociais muito frequentes nos municípios brasileiros.

Da Gestão Diferenciada decorre a eficiência da gestão ambiental e a poupança de recursos econômicos e naturais não-renováveis; em decorrência ainda das novas práticas afloram possibilidades de novos negócios, que permitirão, pela

introdução de novos atores, uma maior aproximação de um “sistema de ciclo fechado” para os materiais da construção.

O melhor exemplo da atratividade econômica introduzida pela reciclagem, sustentáculo da Gestão Diferenciada, é a análise comparativa dos custos e preços ocorrentes em São Paulo, em relação ao quadro que, por um conjunto de fatores, se impôs a vários países da Comunidade Européia, conforme relato da Federação Internacional de Recicladores.

Tabela 4.11

Gestão de RCD na Comunidade Européia comparativamente aos valores praticados em São Paulo. Custos e preços em Euro/ton (1) (2).

Localidade	Custo disposição	Custo transporte	Custo reciclagem	Preço Agreg. Reciclado	Preço Agreg. Natural
Bélgica	5,90	2,65	3,57	5,95	7,14
Dinamarca	35,31	6,31	5,36	5,23	6,49
França	2,87	2,87	5,02	7,17	4,30
Alemanha	24,02	7,30	5,88	5,88	6,37
Irlanda	1,32	3,95	--	--	5,42
Itália	0,98	2,27	2,43	3,24	4,54
Holanda	26,09	2,61	6,52	5,43	7,61
Espanha	0,78	6,21	2,95	4,27	5,82
Reino Unido	3,52	4,23	3,52	7,04	8,45
São Paulo / Brasil	1,50	3,76	2,71	--	7,22

(1) IVBR, [1995].

(2) Cotação do Banco Central para o Euro em 16/7/1999 – R\$ 1,847

Como se vê, em São Paulo, como também em outros grandes centros urbanos brasileiros, as condições de mercado já estão colocadas para que a reciclagem de RCD, possa acontecer com sucesso, restando aos gestores urbanos induzir processos e incentivar atores para que se preservem os recursos não-renováveis, de forma ambiental e economicamente sustentável e se obtenha a melhoria da limpeza urbana.

CAPÍTULO V

RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA GESTÃO DIFERENCIADA DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NO BRASIL

O processo de urbanização acelerada e o fato de que nunca a sociedade consumiu tanta matéria-prima, transformando-a em tantos resíduos inúteis, impulsionou alguns municípios brasileiros a intervir na gestão dos RCD, alterando as formas tradicionais de ação. As experiências por eles desenvolvidas são, todas elas, ímpares, constituindo referência importante para os gestores urbanos de outros municípios que convivem com problemas semelhantes.

Os resultados por eles alcançados são parcelares, alguns provenientes de ações amplas que perseguiram objetivos a partir do planejamento das intervenções e outros que são reflexos de ações pontuais, assemelhadas às iniciativas propostas na Gestão Diferenciada dos RCD. Sendo parcelares, os resultados são expressão de um processo, apontando em seu conjunto o potencial de sucesso oferecido pelas ações propugnadas na Metodologia de Gestão Diferenciada.

Alguns destes resultados aconteceram ao nível da limpeza urbana e do envolvimento de comunidades, outros são relativos ao sucesso de instalações de reciclagem, outros constituem avanços no uso de materiais reciclados e, entre eles, sobressaem os resultados alcançados pela Gestão Diferenciada em Belo Horizonte / MG.

Mas, estando ou não vinculadas a propostas mais gerais de intervenção, torna-se patente que as ações das equipes de gestores desses municípios já iniciaram o processo de ruptura com a ineficácia da Gestão Corretiva.

V.1. Gestão Diferenciada em Belo Horizonte

Mesmo não tendo sido o primeiro município brasileiro a aderir à reciclagem de RCD¹⁸, Belo Horizonte é uma referência fundamental na gestão desses resíduos, assim como na gestão de outras parcelas dos RSU, por ter desenvolvido desde 1993 um plano pioneiro de gestão diferenciada (denominado à época de Programa de Correção Ambiental e Reciclagem dos Resíduos de Construção). Esse plano, coordenado pelo autor da tese, programou ações específicas para captação, reciclagem, informação ambiental e recuperação de áreas degradadas. Ele fez parte de um conjunto maior de ações que constituiu o Modelo de Gestão de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte (SLU,1993) desenvolvido pela equipe técnica da Superintendência de Limpeza Urbana e premiado em 1996 pela Fundação Ford e Fundação Getúlio Vargas como melhor experiência de gestão municipal brasileira.

O programa de Belo Horizonte, primeira iniciativa nacional a apontar para um novo modelo de gestão dos RCD, definiu a necessidade de uma Rede de Atração com 9 áreas, e a necessidade de 4 centrais de reciclagem (denominadas, em 1993, de Estações de Reciclagem). O processo de implantação foi iniciado ao final de 1995, evoluindo paulatinamente até 50% do previsto, situação atual.

¹⁸ A primeira instalação recicladora de RCD brasileira foi instalada em São Paulo / SP, em 1991.

a) **Facilitação da disposição e diferenciação de resíduos em Belo Horizonte**

Atualmente existem 4 áreas para entrega voluntária de resíduos sólidos em Belo Horizonte, denominadas Unidades de Recebimento. Duas delas foram implantadas em 1995 e duas outras em 1999, provocando todas, pela sua presença, grande impacto nas condições ambientais de entorno.

As Unidades de Recebimento são assumidas como instalações de serviço público: possuem funcionário controlador e nucleiam coletores informais que, como parceiros da limpeza urbana, prestam serviço à população das proximidades. As informações básicas sobre elas, referentes a 1999, estão lançadas na Tabela 5.1.

Tabela 5.1

Unidades de Recebimento de pequenos volumes em Belo Horizonte / MG

Unidades de Recebimento (1)	Barão 300	Barragem Sta Lúcia	Saramenha	Andradas	Total
Volume médio mensal recebido (m ³)	240	30	210	329	809
Média de viagens mensais recebidas (un)	596	77	648	528	1849
Carroceiros nucleados	66	13	72	116	267

(1) Conforme relatórios internos da SLU – Superintendência de Limpeza Urbana

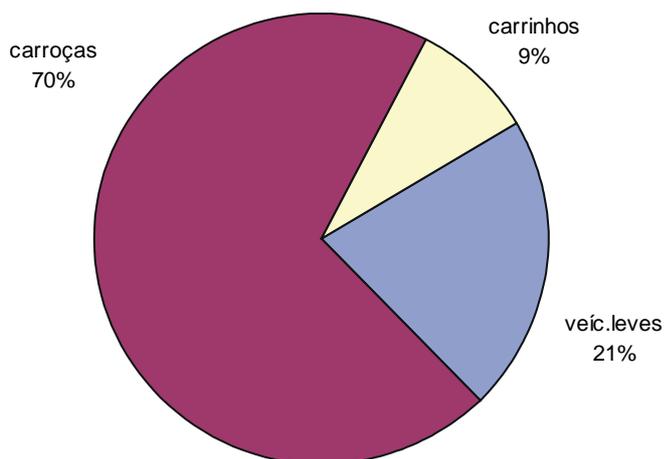
Maior significância nos dados da Tabela 5.1 deve ser dada ao número de viagens que são atraídas para entrega voluntária e ao número de coletores que vêm atuando acoplados às unidades, pois são esses fatores que demonstram que já está ocorrendo uma alteração fundamental no comportamento de geradores e coletores, a partir da facilitação da sua ação.

A Figura 5.1 informa o tipo dos veículos utilizados nas entregas efetivadas.

Figura 5.1

Veículos usuários das Unidades de Recebimento em Belo Horizonte
entre fevereiro e junho de 1999

(Conforme relatórios internos da SLU – Superintendência de Limpeza Urbana)



Pelos dados apresentados, pode ser estimada a importância dos carroceiros nucleados na nova lógica de captação dos resíduos sólidos sem impacto ao ambiente urbano.

As Figuras 5.2 e 5.3 apresentam as Unidades de Recebimento “Barão 300” e “Saramenha”, as baias erigidas para a diferenciação dos resíduos e as caçambas utilizadas para remoção dos resíduos densos em Belo Horizonte.

A diferenciação de resíduos em Belo Horizonte tem propiciado a valorização de todos os resíduos comercializáveis (papel, plástico, metais e outros) e dos RCD, que são deslocados para as Estações de Reciclagem; parte dos resíduos ainda é deslocada para o Aterro Municipal pela inexistência de reciclagem; a predominância dos equipamentos utilizados para a remoção é de poliquindastes, não mais se utilizando a custosa equipe de pá-carregadeira e caminhões basculantes.

Figura 5.2
Unidade de Recebimento “Barão 300” em Belo Horizonte



Figura 5.3
Unidade de Recebimento “Saramenha” em Belo Horizonte



O impacto da presença dessas Unidades de Recebimento nos ambientes urbanos onde se inserem é inegável. Os dados apresentados na Tabela 5.2 indicam a ocorrência de deposições irregulares na região de Belo Horizonte onde se insere a Unidade de Recebimento “Barão 300”. Eles se referem a três momentos distintos: o anterior ao início de operação da Unidade (1995), o resultante de seis meses de operação (1996) e o verificado no início de 1999.

Tabela 5.2
Deposições irregulares na região oeste de Belo Horizonte (1)

	1995	1996	1999
Deposições irregulares na Região Oeste	35	14	8

(1) SLU, 1999

No mesmo período de 36 meses a Unidade “Barão 300” recebeu a entrega voluntária de 8.700 metros cúbicos de resíduos, o equivalente a 16.700 viagens de carroças¹⁹, o que demonstra que soluções para a facilitação da disposição funcionam eficientemente.

É inegável, por esses dados, que, em Belo Horizonte, a gestão dos RCD e outros resíduos sólidos volumosos não mais é feita em caráter emergencial e dependente das reações de geradores e coletores à ausência de soluções.

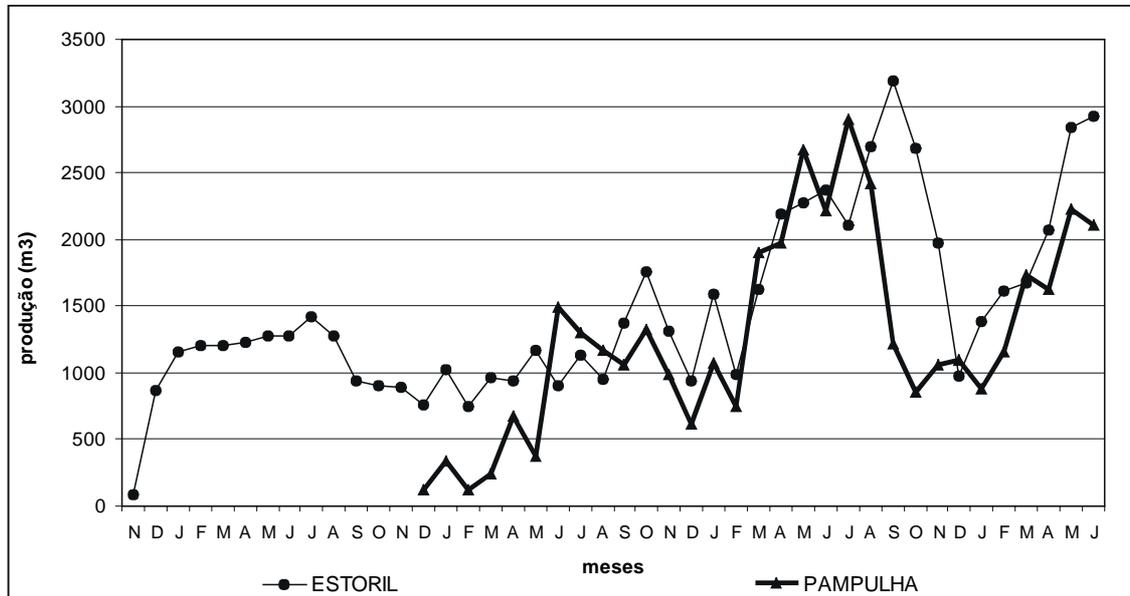
b) Reciclagem para alteração da destinação dos RCD

Todo o RCD captado nas Unidades de Recebimento e parte dos grandes volumes gerados principalmente nas regiões Oeste e Noroeste de Belo Horizonte, vêm sendo processados em duas Estações de Reciclagem introduzidas nos anos de 1995 e 1996. A Figura 5.4 indica a evolução da produção dessas instalações situadas nos bairros Estoril e Pampulha.

¹⁹ Conforme relatórios internos da SLU – Superintendência de Limpeza Urbana.

Figura 5.4

Evolução da Recepção de RCD nas Estações de Reciclagem de Belo Horizonte entre novembro de 1995 e junho de 1999 (1)



(1) Conforme relatórios internos da SLU – Superintendência de Limpeza Urbana

Resíduos que eram inutilmente alojados em bota-foras até 1995 passam a ser geridos com correção, são valorizados e, em uso, vão auxiliar o desenvolvimento da cidade.

As Figuras 5.5 e 5.6 referem-se à Estação de Reciclagem “Estoril”, onde os resíduos recebidos são selecionados, descontaminados, triturados e expedidos. A Tabela 5.3 indica os resultados de monitoramento das condições ambientais prévias e posteriores à implantação da Estação, revelando que os cuidados definidos para os equipamentos e a instalação foram suficientes para a eliminação de impactos em relação a ruídos e materiais particulados em elevação. Esses dados orientam que, em instalações desse tipo, o impacto que realmente deva ser considerado é o relativo ao incremento do tráfego pesado nas vias de acesso.

Figura 5.5

Estação de Reciclagem “Estoril” em Belo Horizonte

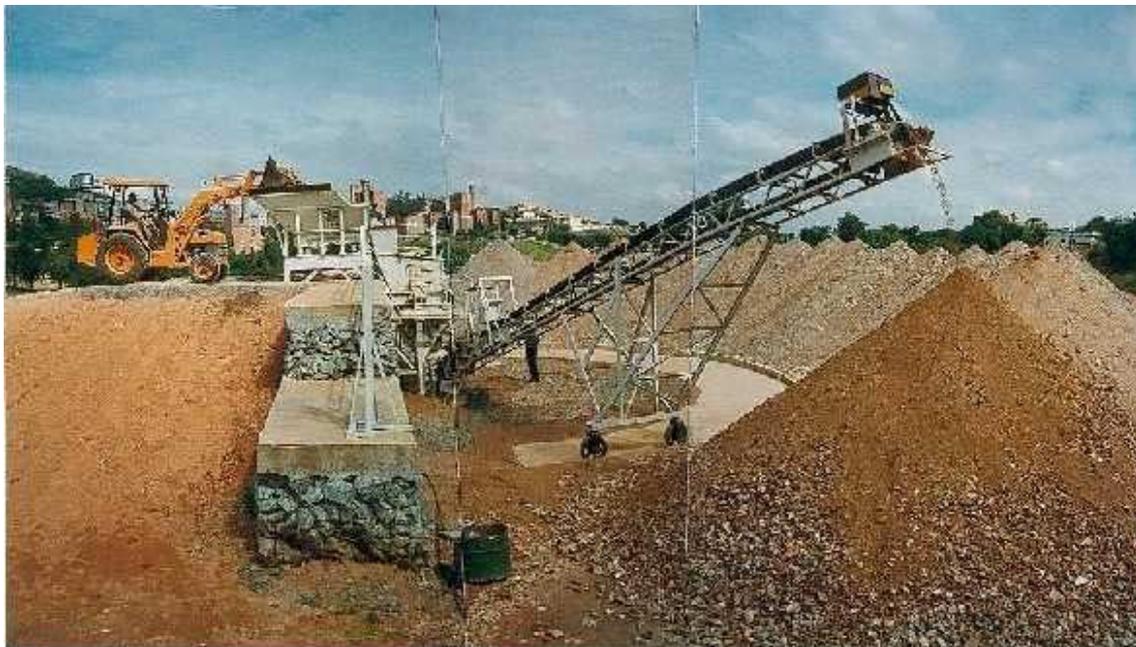


Figura 5.6

Pátio de recepção e seleção dos RCD



Tabela 5.3

Monitoramento das condições ambientais na Estação de Reciclagem “Estoril”
em Belo Horizonte / MG (1)

	Geração de ruídos	Geração de material particulado
Limites admitidos na região	máximo 60 dB (A)	média geom. anual máx. 80 μm^3
Medidas anteriores à instalação (1) (2)	51,63 dB (A) (48 medidas)	72,3 μm^3 (6 medidas)
Medidas posteriores ao início de operação (1) (2)	51,56 dB (A) (7 medidas)	58,0 μm^3 (10 medidas)

(1) Conforme medições da FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente

(2) Conforme medições da SMA – Secretaria Municipal de Meio Ambiente

O controle das condições de operação e o nível de produção atingido no “Estoril”, próximo ao atingido pela instalação pioneira de São Paulo que tem capacidade de produção 4 vezes maior, demonstram que é viável e correta a proposição de Centrais de Reciclagem descentralizadas pela área urbana, atraindo os RCD gerados e distribuindo localmente os produtos da reciclagem.

Os equipamentos da Estação de Reciclagem “Estoril” custaram 5% do valor investido, em 1991, na instalação de reciclagem de São Paulo.

A introdução das Estações de Reciclagem em Belo Horizonte, como áreas perenes para a destinação dos RCD, aconteceu em um período em que elevou-se enormemente a geração desses resíduos na cidade²⁰, o que originou o esgotamento dos bota-foras existentes em sua região Oeste, a de maior expansão imobiliária. No ano de 1993 existiam 15 áreas de bota-fora, que foram reduzidas para 7 áreas em 1995, e por final, para as 5 hoje remanescentes.

²⁰ Enquanto o diagnóstico de 1993 estimava geração em torno de 900 t/dia, em período prévio ao equilíbrio das taxas inflacionárias e à elevação da intensidade construtiva, o Aterro Municipal recebe atualmente em torno de 2.100 t/dia de RCD.

O principal uso dado aos materiais reciclados nas estações de Belo Horizonte é em pavimentação e manutenção de vias urbanas, e em serviços como preparação de vias internas e células no Aterro Municipal, em substituição a solo nobre anteriormente importado. Os usos são feitos principalmente por empreiteiras contratadas pelo município, que estão sendo induzidas a usar crescentemente o material.

O elevado volume de RCD reciclado desde 1995, 104.400 m³ (até junho de 1999), propiciou a execução de serviços equivalentes a 99,4 quilômetros de vias pavimentadas, executadas a custo 30% inferior ao dos pavimentos convencionais²¹. Esses e outros usos dados ao material reciclado passaram a ser os novos endereços dos bota-foras em Belo Horizonte. Bota-foras pulverizados pelo município, em que o RCD, valorizado, cumpre útil função, atendendo a fortes demandas sociais.

As Figuras 5.7 a 5.12 apresentam usos dados ao reciclado.

É importante comentar, sobre a Figura 5.10, a surpresa dos técnicos em pavimentação com a coesão apresentada pelas bases, na sua reabertura após alguns meses da execução. A reabertura permitiu confirmar que, diferentemente das bases com agregados naturais, em que ocorre travamento mecânico entre partículas e desagregação quando ocorre desconfinamento da camada, as bases com RCD reciclado apresentaram-se consolidadas, demonstrando a ocorrência de componentes reativos no RCD que agiram com a exposição à umidade na execução e umidade natural dos solos locais.

²¹ Conforme apuração realizada pela SUDECAP – Superintendência de Desenvolvimento da Capital.

Figura 5.7
Execução de aterro para extensão da Av. Raja Gabaglia em B. Horizonte



Figura 5.8
Via interna executada no aterro municipal (tráfego 1.000 veículos/dia)



Figura 5.9
Via pública pavimentada com RCD reciclado em B. Horizonte



Figura 5.10
Corte do pavimento com base executada com RCD reciclado em B. Horizonte

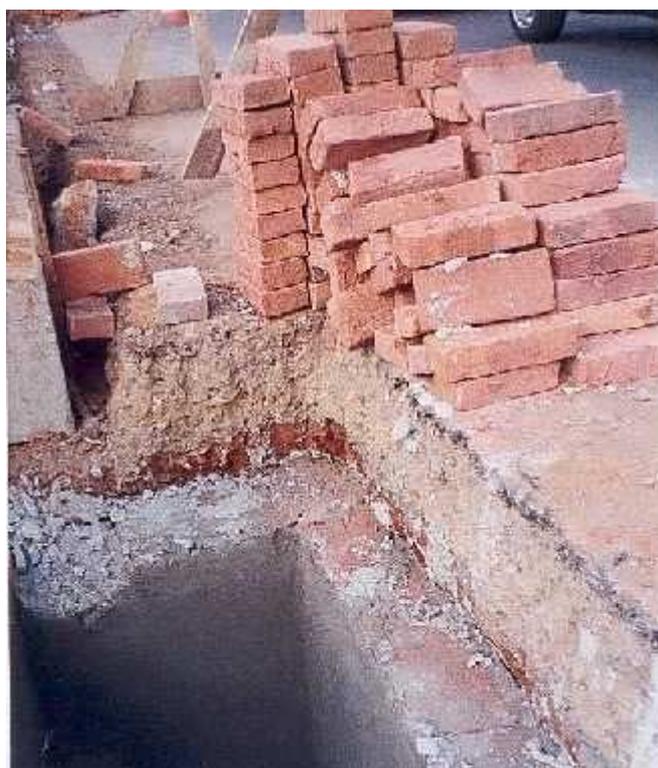
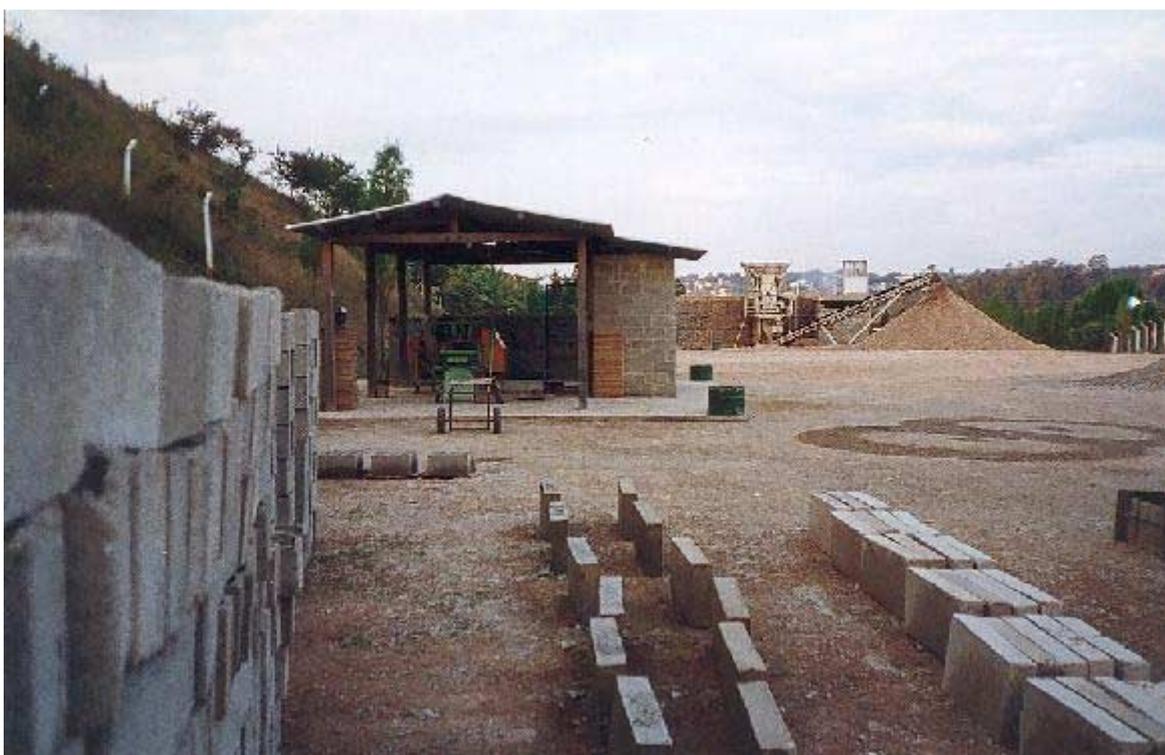


Figura 5.11
Calçada pública executada com RCD reciclado em Belo Horizonte



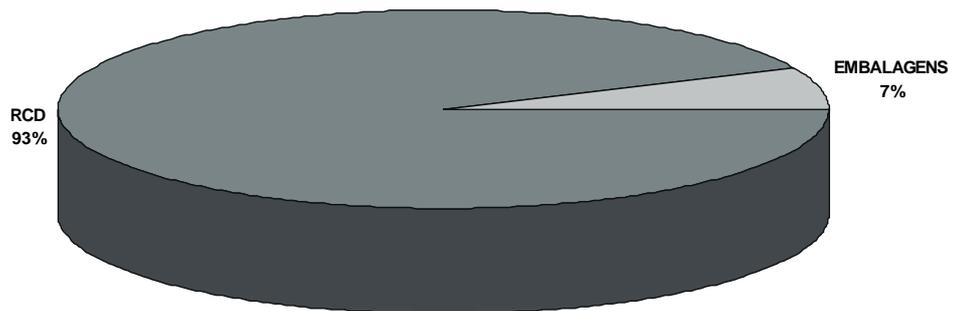
Figura 5.12
Reciclagem e produção de artefatos na Estação de Reciclagem “Pampulha”



Sendo Belo Horizonte um município reconhecido pela excelência do conjunto das ações em relação aos resíduos sólidos, inclusive quanto à Coleta Seletiva e Reciclagem de Embalagens, é interessante observar, pelo gráfico da Figura 5.13, a capacidade diferenciada que as novas soluções de destinação dos diversos resíduos têm de impactar na gestão mais racional que se torna premente adotar para os recursos não-renováveis.

Figura 5.13

Distribuição percentual dos resíduos, em massa, reciclados em Belo Horizonte junho de 1998 a junho de 1999



(Conforme relatórios internos da SLU – Superintendência de Limpeza Urbana)

c) Outros resultados significativos em Belo Horizonte

Os resultados que vêm sendo alcançados no município têm constituído uma referência, dimensionável pelo número de visitantes que compareceram às duas Estações.

Tabela 5.4

Visitas às estações de reciclagem
em Belo Horizonte / MG (1)

Visitas	Pessoas
Nacionais	1.943
Internacionais	49

(1) Conforme relatórios internos da SLU

Os sólidos resultados alcançados em Belo Horizonte devem muito à incorporação de estratégias e estruturas específicas para educação ambiental, no órgão responsável pela gestão dos resíduos e pela limpeza urbana. As ações contínuas de educação ambiental propiciaram a multiplicação de parcerias entre o órgão gestor e instituições da sociedade civil, em todo o conjunto de ações da Superintendência de Limpeza Urbana.

Em relação à gestão dos RCD, a parceria mais marcante é a que ocorre com o conjunto dos carroceiros nucleados nas Unidades de Recebimento e a UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais, visando a implementação do Programa “Correção Ambiental e Reciclagem com Carroceiros”. Esse programa vem operando há alguns anos e objetiva melhorias em aspectos sociais, como o estímulo à organização trabalhista e comportamento ambiental correto desses agentes, e melhorias em aspectos veterinários, orientando o manejo sanitário dos animais, providenciando a vacinação correta e melhorando sua aptidão à tração, através de um programa orientado de cruzamento com raças européias ou nacionais específicas (BELO HORIZONTE, 1999).

O conjunto de ações desenvolvidas em Belo Horizonte vai se incorporando à rotina administrativa do município e exemplo disso são tanto o fato de que em vários momentos a demanda por RCD reciclado foi superior à capacidade de processamento nas Estações, como o fato de que a recente licença ambiental do instalação do novo aterro municipal de resíduos domiciliares foi feita com o traçado de vários condicionantes, entre eles o de que seja viabilizada planta específica de reciclagem de RCD em suas dependências. Há exemplos de soluções similares em alguns países desenvolvidos, como em *Staten Island* na cidade de Nova York (SCHLAUDER & BRICKNER, 1993), mas, em termos de

Brasil, será situação inédita. Outro exemplo ainda é o da I Conferência Municipal de Política Urbana (1999) que traçou recomendações para alteração do Plano Diretor do município, propondo o aprofundamento das ações voltadas à reciclagem dos resíduos sólidos e o investimento na imagem da cidade reforçando os aspectos de limpeza urbana e gestão correta de resíduos, em que ela já se destaca.

A Gestão Diferenciada dos RCD está definitivamente consolidada em Belo Horizonte, já existindo, inclusive, uma estrutura gerencial específica para os RCD na Superintendência de Limpeza Urbana, com dois profissionais de engenharia, apontadores, mecânicos e outras funções. Essa equipe já constituiu uma cultura própria, acumulando conhecimentos sobre estratégias para a gestão rotineira dos fluxos de RCD e conhecimentos tecnológicos sobre a operação dos equipamentos típicos da reciclagem, e tende a se conformar cada vez mais como equipe instrutora de profissionais de outros municípios e instituições, que acorrem a Belo Horizonte para a verificação de seus resultados.

O desafio colocado para a Gestão Diferenciada no município é hoje não mais o de consolidar-se, mas sim o de expandir-se - estendendo o alcance das unidades de recebimento para que ocorra a facilitação da disposição em todas as regiões, o de ampliar a intensidade de reciclagem - acompanhando a elevação da geração, e finalmente, o de promover o necessário envolvimento de outros agentes nas operações de reciclagem para que a própria atividade construtiva possa absorver os resíduos por ela gerados.

d) Amortização dos investimentos realizados

Verificação realizada em 1996 apontou, conforme os dados da Tabela 5.5, que os investimentos realizados na Estação de Reciclagem “Estoril” haviam sido amortizados nos primeiros 6,3 meses, considerando-se apenas os resultados quantificáveis apropriáveis no período (substituição de agregados naturais e eliminação de eventos de limpeza urbana), comprovando-se que a equação de sustentação projetada para a Gestão Diferenciada é efetiva.

Tabela 5.5
Investimentos e resultados na Estação de Reciclagem “Estoril”
em Belo Horizonte / MG (1)

Investimentos realizados na Estação "Estoril" (R\$)	Resultados econômicos quantificáveis - 18 meses (R\$)
Investimento em Obras Civis 66.472,04	Usos realizados pela SUDECAP, URBEL e SLU (2) 169.258,00
Investimento em Equipamentos 64.190,00	Extinção de custos de limpeza urbana 181.460,00
TOTAL 130.662,04	TOTAL 350.718,00

(1) PINTO, 1997

(2) SUDECAP - Superintendência do Desenvolvimento da Capital, URBEL - Urbanizadora de Belo Horizonte.

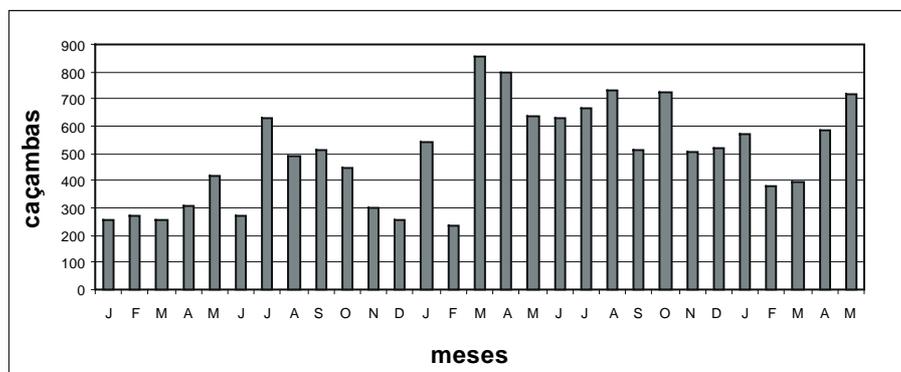
Considerando-se esta relação, o total de RCD reciclado gerado nas duas primeiras estações, 104.400 m³, permitiu a amortização de 7 vezes o investimento realizado nas duas estações de reciclagem e nas quatro unidades de recebimento. Com isso fica patente que, tal como detectado para a reciclagem na Bélgica (INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT, 1995), também para o Brasil, a implantação da Gestão Diferenciada dos RCD não tem como obstáculo os aspectos econômicos, pois essa metodologia de gestão alia à eficiência de soluções que podem imprimir qualidade ao ambiente e ao sistema de limpeza urbanos, a atratividade econômica.

V.2. Reciclagem em Ribeirão Preto

Ribeirão Preto desenvolveu em 1995 um plano para a gestão diferenciada dos RCD, o Programa para Correção Ambiental e Reciclagem dos Resíduos de Construção, traçado com coordenação do autor da tese, aos moldes do desenvolvido em Belo Horizonte. O Programa estipulou a implantação de 14 pontos de atração de resíduos em pequenos volumes, a incorporação de duas Centrais de Reciclagem como nova forma de destinação dos RCD e ações ao nível da recuperação e informação ambiental. A gestão correta dos RCD e outros resíduos é essencial para a proteção do aquífero da cidade, importante fator da economia local.

Em 1996 foi implantada e iniciou operação a primeira Central de Reciclagem na região Norte de Ribeirão Preto para a qual foi orientada a disposição dos grandes volumes de RCD coletados na área urbana. Essa Central vem operando com regularidade desde então, mas os outros objetivos do Programa não foram implantados. A Figura 5.14 indica o ritmo de produção da Central de Reciclagem.

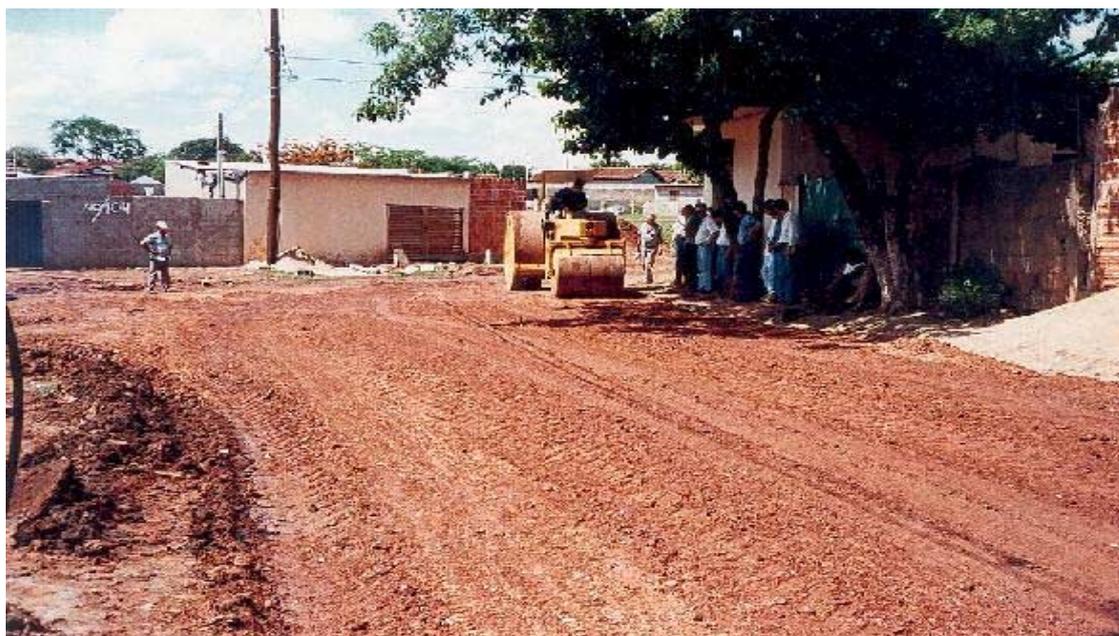
Figura 5.14
Recepção de RCD na Central de Reciclagem Norte de Ribeirão Preto
janeiro de 1997 a maio de 1999 (1)



(1) Conforme relatórios internos da Central de Reciclagem Norte

O resultado acumulado nesses 32 meses de operação corresponde a 44.415 metros cúbicos de resíduos valorizados²², usados quase integralmente na recuperação de vias de tráfego no município. Considerando-se o custo de reciclagem estimado para instalações similares (R\$ 5,00 por tonelada) e o custo dos agregados naturais na região, o valor investido em equipamentos já foi amortizado quase 2,5 vezes, sem serem incluídos os resultados obtidos com redução da correção de deposições e impactos ambientais, que se fossem quantificados monetariamente reduziriam mais ainda o período de amortização. A produção da Central de Reciclagem de Ribeirão Preto, permitiu a execução de 218 mil m² de pavimentação, o equivalente a 31 quilômetros de vias no período. Como em Belo Horizonte, são essas vias os novos endereços dos bota-foras de RCD em Ribeirão Preto. A Figura 5.15 apresenta a primeira pista pavimentada na cidade, em 1996.

Figura 5.15
Pavimentação com reciclado em Ribeirão Preto



²² Considerando-se outros resíduos reciclados a partir da coleta seletiva dos resíduos domiciliares, este volume corresponde a 95% da reciclagem no município.

Como essa Central de Reciclagem foi a primeira a operar no interior do estado de São Paulo, tornou-se fornecedora de RCD reciclado para estudos na UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas (ZORDAN, 1997) e na Escola de Engenharia de São Carlos (LATTERZA, 1998), que contribuíram na consolidação da tecnologia de uso do material e auxiliaram na demonstração de suas potencialidades. E há muitas possibilidades de expansão dos resultados em Ribeirão Preto, pois, por melhores que sejam, a produção da Central no período foi apenas 30% da sua capacidade de projeto, muitos dos problemas ambientais permanecem intocados em várias regiões da cidade e a geração de RCD certamente se elevou desde a realização do primeiro diagnóstico específico em 1995.

V.3. A Facilitação do Descarte com as Estações-Entulho em Santo André

Data de 1989 o interesse de Santo André por soluções diferenciadas para os resíduos de construção e demolição. A partir do final desse ano, duas abordagens paralelas, e integradas ao nível da antiga SOSU – Secretaria de Obras e Serviços Urbanos, começam a ser feitas sobre os problemas ocasionados pelos RCD na área urbana do município: uma delas iniciou a exploração da reciclabilidade e reaproveitamento dos RCD gerados e a outra iniciou a formulação de soluções de captação e destinação específicas²³.

Fruto de tal processo foi a sistematização de informações sobre as possibilidades de uso dos RCD na produção de artefatos e concreto massa

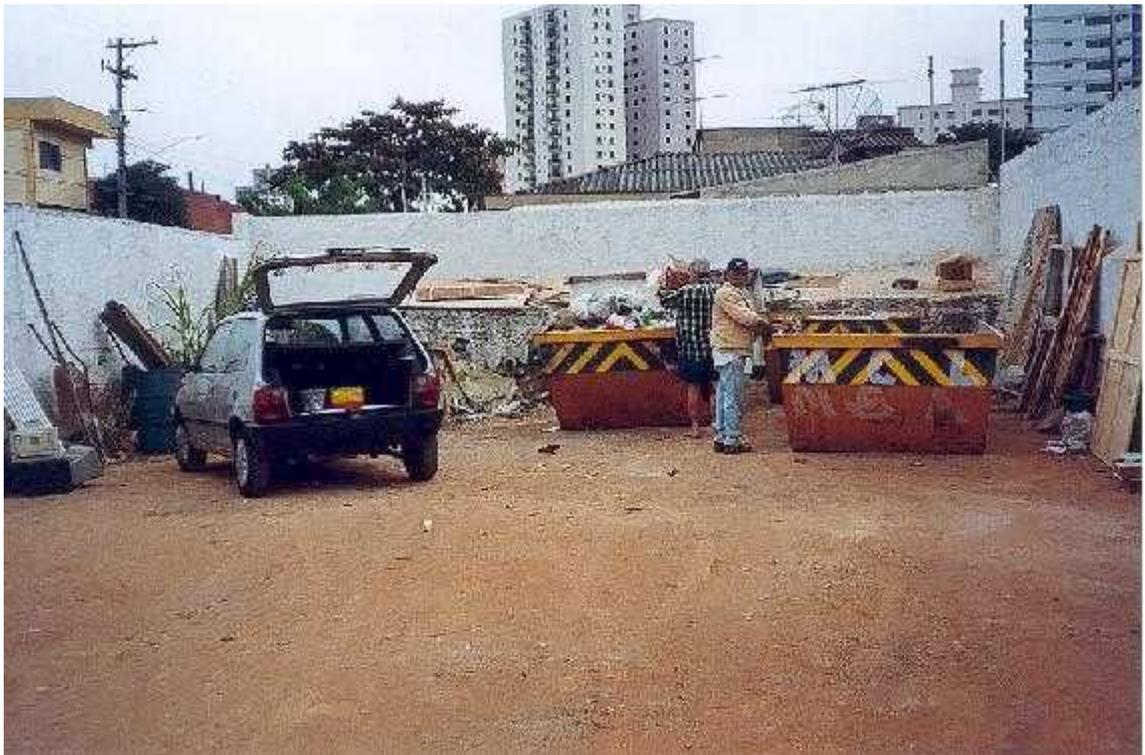
²³ Entre outros profissionais, estiveram envolvidos neste processo: Arq. Gilson Lameira, Eng. Eliane Sampaio, Eng. Paulo Marra, Eng. Heliana Kátia Tavares e Arq. Tarcísio P. Pinto.

(I&T, 1990) e o desenvolvimento da proposta das estações-entulho para atração de pequenos volumes (MARRA; LOUREIRO, 1990).

Em função da crise econômica e política do início dos anos 90, os investimentos nas instalações de reciclagem e fabricação de componentes não puderam ser efetivados, mas do processo resultaram novos conhecimentos, que ressoaram junto às equipes gestoras de resíduos de Belo Horizonte / MG e Salvador / BA, e resultou na implantação da Estação-Entulho “Tordesilhas” (Figura 5.16) em um dos bairros residenciais de Santo André.

Figura 5.16

Estação-Entulho “Tordesilhas”



A Estação “Tordesilhas” vem operando de forma quase contínua desde 1992, constituindo-se na mais antiga instalação brasileira ofertada à entrega voluntária de resíduos pelos geradores. Neste período consolidou-se como forte ponto de atração de resíduos sólidos da região.

Levantamento realizado em 1997 revelou que nesse único ponto do município estava sendo corretamente disposto volume equivalente a 17% dos resíduos eliminados pela população, enquanto os 83% restantes eram descartados irregularmente em 383 espaços públicos degradados espalhados pela cidade, média de 0,2% por ponto (SANTO ANDRÉ, 1997a).

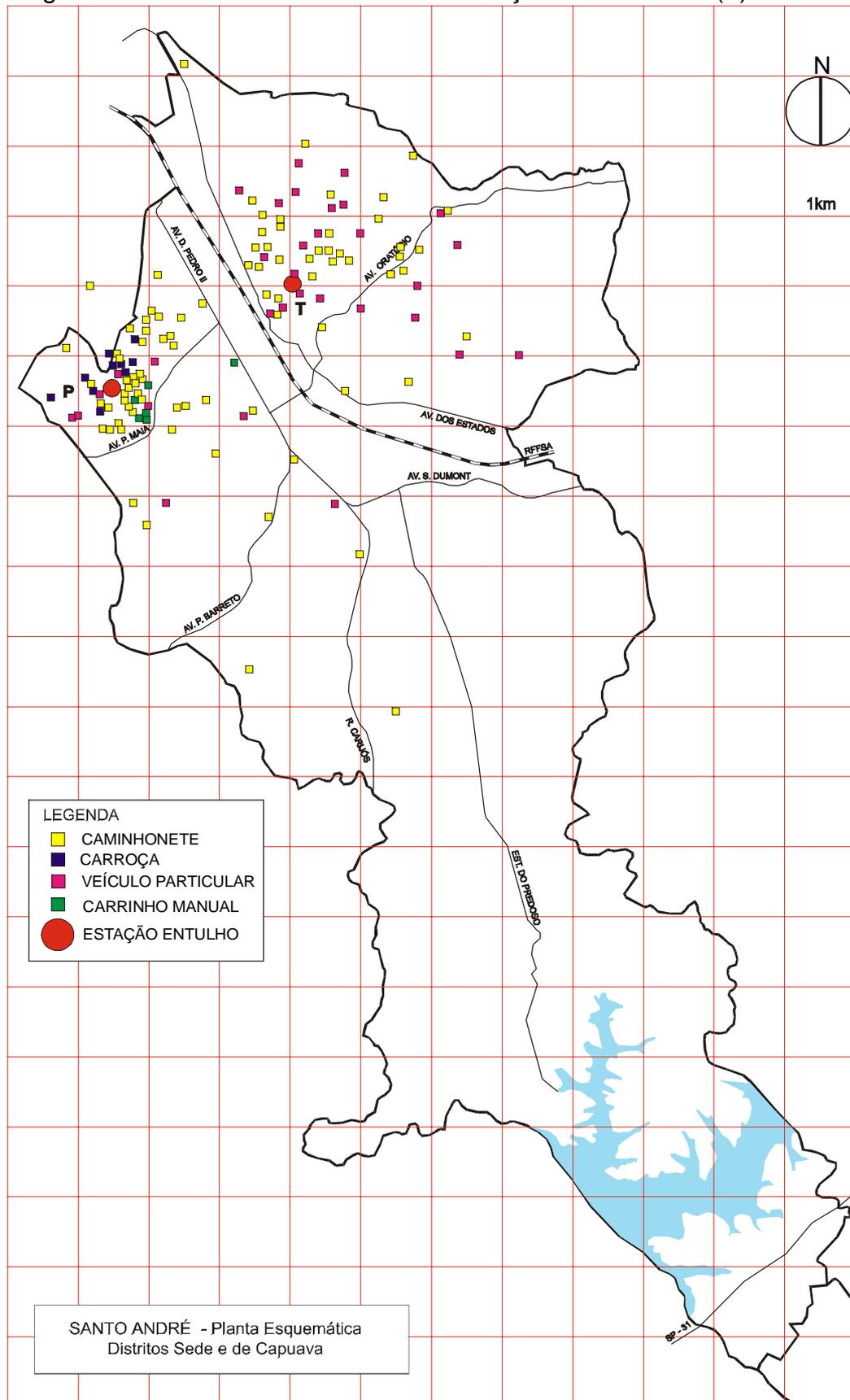
Tal resultado constitui mais um excelente indicador da eficiência das áreas de entrega voluntária como solução para atração dos RCD e outros resíduos.

Outra indicação do alcance desse tipo de solução para captação dos resíduos pôde ser obtido em pesquisa realizada no período em que a Estação “Tordesilhas” passou por manutenção, sendo seus usuários orientados a realizar a entrega dos resíduos em uma segunda estação, “Palmares”. A Figura 5.17 indica como, no período de manutenção, resíduos gerados nas proximidades da primeira estação (T) foram descartados na segunda (P), ultrapassando os usuários para isso obstáculos importantes como vias de tráfego intenso e viaduto sobre linha férrea.

Esse fato demonstrou que a operação contínua da estação como solução de serviço público ofertado para disposição correta dos resíduos provocou a alteração de cultura, suficiente para que seus usuários migrassem em conjunto com a instalação.

A partir de 1998, com a referência do sucesso dessa primeira estação, mudança radical na gestão dos resíduos sólidos acontece no município, com a equipe gestora da coleta seletiva implantando outras 27 estações (até julho de 1999). Essas estações compõem a primeira Rede de Atração, ampla, de resíduos sólidos, introduzida em cidade brasileira.

Figura 5.17
 Origem dos resíduos descartados nas Estações Tordesilhas (T) e Palmares (P)



Em Santo André as áreas de atração de resíduos operam sustentadas por parcerias com associações beneficentes, cooperativas de trabalhadores e outros tipos de associações locais, praticamente sem envolvimento do poder público no gerenciamento direto das áreas. Algumas das estações recolhem RCD e toda gama de resíduos sólidos gerados pelos munícipes e outras recolhem apenas alguns materiais específicos. A equipe gestora considera que são beneficiados 220 mil habitantes com a nova solução, que é operada por aproximadamente 100 pessoas ligadas aos parceiros, as quais têm renda mensal entre 1,5 e 2,0 salários mínimos, gerada pela venda de produtos recicláveis. O impacto da rede de áreas sobre aspectos da limpeza urbana já é sensível. A Tabela 5.6 compara os volumes corrigidos pela administração pública em 1997 com os volumes atraídos pelas Estações-Entulho e recolhidos em caçambas por poliguindastes.

Tabela 5.6

Impacto de áreas de atração sobre a limpeza urbana de Santo André / SP

Intervenções	Remoções pontuais, limpeza do viário e de áreas públicas (jan/96 a jul/97) (1)	Remoção após entrega voluntária (jan/99 a jun/99) (2)
Áreas atingidas	383 deposições irregulares	28 Estações-Entulho
Volume anual removido (m ³)	42.471	24.948
Comparativo	100%	59%

(1) SANTO ANDRÉ, 1997a

(2) Conforme relatórios internos da Coleta Seletiva SSM/PMSA

É patente a redução de problemas ambientais e custos que a nova solução proporciona. É previsível a tecitura de relações entre os usuários (geradores e coletores) e cada uma das estações, alterando-se profundamente culturas e forma de gestão dos resíduos.

Apesar da remodelação da sistemática de captação e remoção dos resíduos, só são reciclados em Santo André as embalagens, mobiliário e alguns utensílios reutilizáveis; os resíduos vegetais são processados e compostados. Os RCD e outros resíduos volumosos continuam sendo simplesmente aterrados.

V.4. A Gestão Diferenciada do Entulho em Salvador

A LIMPURB – Empresa de Limpeza Urbana de Salvador monitora o problema dos RCD no município há muitos anos e vem detectando evolução constante da participação desses resíduos na massa total de resíduos sólidos disposta no Aterro Público. Se em 1991 a massa de RCD era 22% dos resíduos aterrados, em 1998 o percentual já havia avançado para 42%, sendo que no último ano quase 60% do material foi recolhido de vias e áreas públicas pela própria empresa (LIMPURB, 1997).

A intenção de gerir diferenciadamente os RCD no município vem desde 1992, quando, à luz das propostas desenvolvidas para o município de Santo André, é proposto o estabelecimento de áreas para recepção de pequenos e grandes volumes de RCD. A proposta constitui plano que não chega a ser implementado, mas fornece as bases para um novo plano desenvolvido por equipe da LIMPURB e de outros órgãos municipais em 1997 e instituído por Decreto Municipal em 1998 (SALVADOR, 1998), prevendo a implantação de 5 Bases de Descarga de Entulho (áreas para recepção de grandes volumes e reciclagem dos RCD) e 22 Postos de Descarga de Entulho (áreas menores, destinadas à recepção de pequenos volumes até 2 m³), articuladas com ações de educação ambiental, fiscalização e recuperação de áreas degradadas (LIMPURB, 1997). A Figura 5.18 refere-se ao primeiro Posto de Descarga implantado.

Figura 5.18

Posto de Descarga de Entulho “Anita Barbuda” em Salvador



Além desse primeiro Posto de Descarga, que opera desde 1998, captando 260 toneladas mensais de RCD, existem dois outros em processo de operacionalização, quatro outros postos em construção, e está em desenvolvimento o projeto da primeira Base de Descarga de Entulho, coordenado pelo autor da tese, com capacidade de processamento de 260 toneladas diárias.

Um resultado marcante das ações desenvolvidas em Salvador é a alteração da situação a partir do momento em que o poder público abandona o papel de coadjuvante e assume postura disciplinadora, ofertando soluções adequadas

para os RCD gerados no município. A Tabela 5.7 incorpora informações dos últimos anos, que permitem observar sensível alteração na situação, mesmo em um cenário de elevação da recepção dos RCD.

Tabela 5.7

Alteração na geração e fluxo dos RCD em Salvador / BA (1)

Anos	1996	1997	1998
Número de Deposições Irregulares	420	220	140
Participação dos RCD nos resíduos aterrados	29,46%	35,52%	41,49%
Percentual de RCD coletado por agentes privados	3,10%	11,04%	41,46%

(1) Conforme relatórios internos da LIMPURB –Empresa de Limpeza Urbana

Os resultados alcançados refletem as dificuldades do último ano do governo anterior (1996), mas também refletem a maior responsabilização dos agentes envolvidos, conquistada pelo Plano de Gestão Diferenciada, assim como, em breve, passarão a refletir o resultado da oferta das áreas adequadas para a disposição dos RCD gerados no município.

CONCLUSÕES

Este estudo focou a necessidade da adoção de uma nova metodologia para a gestão dos resíduos de construção e demolição, em função de sua expressiva presença nos ambientes urbanos dos municípios de médio e grande porte brasileiros, entendendo que essa nova metodologia precisa ser inserida em perspectivas mais amplas, que persigam o saneamento ambiental, conjunto integrado de ações dirigidas a todos os componentes que influenciam a qualidade do ambiente urbano.

Os números nele apresentados comprovaram o que os documentos das agências oficiais desconhecem - a intensa geração dos RCD no último período - fato que também ocorreu em alguns países mais desenvolvidos, demonstrando que nunca a sociedade transformou tanta matéria-prima em resíduos inúteis, num ambiente de tão acelerada urbanização e que o insuficiente domínio que os órgãos gestores do saneamento têm sobre esse e outros tipos de resíduos sólidos inertes comprometem o planejamento de ações.

As municipalidades brasileiras de médio e grande porte não estão estruturadas para o gerenciamento de volume tão expressivo de resíduos e não podem mais postergar solução para os problemas acarretados por eles, continuando a agir de forma coadjuvante e emergencial, ao sabor da reação dos agentes geradores e coletores à ausência de soluções preventivas.

A intensidade dos custos de gestão atuais e o volume de problemas ambientais causados pelos RCD revelam a “insustentabilidade de práticas que usam perdulariamente recursos não-renováveis, devolvendo-os enquanto rejeitos

inúteis à natureza que é condição primária para o exercício de todas as atividades humanas” (CAVALCANTI et al. 1996).

A Metodologia para a Gestão Diferenciada dos Resíduos de Construção e Demolição é a solução que se impõe como o serviço público que objetiva remover os gestores de resíduos da posição de meros coadjuvantes de um processo perdulário e incontrolável. Para a superação dos graves problemas detectados nos municípios brasileiros analisados, a ampla facilitação do descarte, a diferenciação integral dos resíduos captados e a adoção da reciclagem como forma de valorização de resíduos constituem um útil e eficaz instrumental para controle dos resíduos de forma sustentável. A adoção destas diretrizes, num conjunto de ações, que também objetivem a minimização dos resíduos, a maior responsabilização dos geradores e a exploração do potencial da reciclagem enquanto atividade econômica, permitirá iniciar o caminho rumo a um sistema de ciclo fechado para os materiais utilizados na construção civil. Os resultados parcelares obtidos nos últimos anos pelas equipes gestoras dos municípios de Belo Horizonte, Salvador, Santo André e Ribeirão Preto, revelam a inteira viabilidade das proposições efetivadas. A análise da experiência desses municípios demonstra que a população e os agentes coletores usuários das instalações facilitadoras da disposição sustentam sua existência, evitando a deposição irregular quando têm solução adequada ofertada; demonstra que a diferenciação dos resíduos, além de ser a sequência lógica dos fluxos anteriores à disposição, é condição para a viabilização da alteração de seu destino; e, por final, demonstra que o estabelecimento de áreas de reciclagem descentralizadas é a solução correta, pela sua perenidade e pela valorização

que dá aos RCD, para evitar o contínuo recurso às áreas de bota-fora rapidamente esgotáveis.

Os sete anos de sucesso da primeira instalação para entrega voluntária em Santo André, o modelo já consolidado e continuamente em ampliação de Belo Horizonte, os primeiros frutos que Salvador já começa a colher e a extensão da reciclagem de RCD em Ribeirão Preto são experiências ímpares e sólidas, que induzem outros gestores públicos à adoção de soluções eficazes e condizentes com a dimensão de seus problemas, e induzem, inclusive, a iniciativa privada a reconhecer que sua presença nesses processos é possível e cada vez mais necessária, pelo volume de resíduos que vem sendo gerado e precisa ser assimilado.

Em função do êxito contido nesses resultados e por aliar à eficiência das soluções, uma atratividade econômica muito significativa, são intensamente promissoras as perspectivas para a Metodologia de Gestão Diferenciada dos Resíduos de Construção e Demolição.

Recomenda-se em função disso, o aprofundamento de algumas verificações e estudos, avançando, por exemplo, o reconhecimento nacional da demanda por agregados e da geração de RCD, para que os horizontes de avanço da reciclagem no Brasil estejam claros.

Diante dos rápidos avanços dos últimos anos e da necessidade que eles se façam mais profundos, também deve ser colocado como objetivo para o próximo período o desenvolvimento de instrumentos de informação aos diversos agentes, instrumentos estes que garantam a multiplicação das ações relativas aos RCD em bases sólidas. Esses instrumentos poderão tomar a forma de manuais, tais como Manual de Manejo de RCD em Canteiro de

Obras, em Demolições, em Limpeza de áreas urbanas, em Aterros e Botaforas, e outros, que possibilitem estender as diretrizes sustentáveis da Metodologia de Gestão Diferenciada para um universo mais amplo de agentes. Sendo a geração dos resíduos de construção e demolição inevitável nas cidades brasileiras, quer no período de sua constituição e adensamento, quer no futuro, no período de maturidade e necessidade de renovação, a conformação de bases tecnológicas, econômicas e políticas sólidas, é a condição para que os avanços necessários sejam conquistados na direção de superar os cenários de degradação ambiental e de utilização descontrolada de recursos naturais que deveriam ser preservados para as próximas gerações.

ANEXO

TERMINOLOGIA

Os termos a seguir apresentados são, alguns, termos técnicos específicos da temática dos resíduos sólidos ou da limpeza urbana, e outros, termos que vêm sendo, ou propostos na prática exercida nas cidades tomadas como referência, ou são adaptação de termos existentes na literatura técnica estrangeira. Estão agrupados por assunto.

RCD - Resíduos de Construção e Demolição. A denominação RCD, facilitadora da abordagem neste trabalho, é tomada como uma adaptação dos termos “C&D debris” ou “C&D waste”. Os RCD são resíduos classificáveis como resíduos inertes, Classe III, pela NBR 10.004/87 (Resíduos Sólidos - Classificação) e são compostos por restos ou aparas dos diversos materiais utilizados ou oriundos da construção e demolição de edificações ou ambientes urbanos.

Subprodutos da Construção Civil – São, entre os resíduos gerados na atividade, aqueles que possuem plena capacidade de reutilização e reciclagem. Incluem o solo removido nos processos de desaterro, os diversos minerais e argilo-minerais utilizados, a madeira, e menos significativamente, metais, plásticos, papéis e outros (conforme Lei de Reciclagem no Japão, HONG KONG, 1993).

Rejeitos da Construção Civil – Diferenciam-se dos subprodutos por serem dificilmente reaproveitáveis e recicláveis. São por exemplo os subprodutos contaminados por resíduos orgânicos, ou borras de tinta misturadas a outros resíduos.

Valorização de Resíduos – Conceito amplo que incorpora as ações desenvolvidas para o aproveitamento total ou parcial dos materiais, subprodutos e substâncias contidas nos resíduos, incluindo-se as atividades de triagem e recolhimento seletivo (ITEC, 1995a).

Reciclagem de Resíduos – É a opção de valorização que implica tornar a utilizar um resíduo em um processo de produção, originando-se desse processo produtos análogos ou diversos, usados para a mesma finalidade ou para usos diferenciados.

Reutilização de Resíduos – É a opção de valorização que implica na recuperação de elementos construtivos completos, mais facilmente reutilizáveis, com as mínimas transformações (ITEC, 1995a).

Agentes Geradores – Agentes sociais envolvidos com a construção; podem ou não ser proprietários de edificações e são classificados de pequenos a grandes geradores.

Construção Formal – Atividade construtiva que ocorre com respeito integral aos procedimentos normativos locais referentes ao registro de projetos e outros mecanismos de controle; pode aglutinar atividades de renovação, ampliação ou, majoritariamente, construção de edificações e espaços urbanos.

Construção Informal – Atividade construtiva desenvolvida marginalmente aos sistemas de controle local; pode aglutinar atividades de renovação, ampliação ou construção de edificações.

Construção Empresarial – Parcela da construção formal empreendida por agentes constituídos enquanto pessoas jurídicas com fins lucrativos.

Construções Auto-empresendidas – Parcela da construção empresendida pelos próprios futuros usuários; pode ser desenvolvida enquanto construção formal ou informal.

Autoconstrução – Atividade construtiva predominantemente informal, realizada com base no trabalho do próprio usuário ou de pessoas de seu círculo de relações, em um sistema de ajuda mútua.

Agentes Coletores – Agentes sociais envolvidos com a remoção dos resíduos dos locais de construção que classificam-se de pequenos a grandes coletores; podem recorrer, nas suas atividades, a veículos de tração mecânica ou animal.

Gestão Corretiva – Conjunto de atividades desenvolvidas para a superação dos problemas provocados por deposições irregulares de resíduos predominantemente não-domiciliares e pelo rápido esgotamento das áreas de aterramento; caracteriza-se por ações não preventivas e de elevado custo.

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos. É clássica esta designação para o conjunto dos resíduos sólidos gerados nos ambientes urbanos, classificáveis pela sua origem em resíduos domiciliares, comerciais, de varrição e feiras livres, serviços de saúde e hospitalares; portos, aeroportos e terminais ferroviários e rodoviários, industriais, vegetais e agrícolas, volumosos, e resíduos da construção e demolição.

Resíduos Domiciliares – Resíduos sólidos originários das residências, constituído principalmente de restos orgânicos, embalagens em geral e produtos deteriorados. Pode conter resíduos tóxicos provenientes de produtos diversos utilizados nas atividades domésticas.

Resíduos Volumosos – Também originários das residências, mas constituídos basicamente por material volumoso não coletado pelos equipamentos compactadores; tipicamente são os móveis e equipamentos inutilizados, grandes embalagens, grandes peças de madeira e outros.

Resíduos Vegetais – São resíduos sólidos originados da manutenção de áreas verdes públicas ou privadas.

Deposição de Resíduos – Atividade intermediária, anterior à destinação final de resíduos sólidos, realizada de forma irregular e quase sempre ilegal.

Disposição de Resíduos – Atividade intermediária ou final, com manejo e arranjo corretos dos resíduos envolvidos.

Bota-foras – Áreas públicas ou privadas para disposição de resíduos predominantemente inertes que absorvem principalmente os resíduos da construção e demolição.

Sistema de Aterros – Conjunto de áreas para destinação final de resíduos sólidos, constituído por bota-foras para inertes e aterro sanitário ou controlado destinado aos resíduos domiciliares.

Coleta Seletiva – Sistema de recolhimento de materiais recicláveis presentes nos resíduos sólidos domiciliares, por processos diversos. Objetiva principalmente o recolhimento de papéis, plásticos, metais e vidro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APOTHEKER, S. Managing construction and demolition materials. **Resource Recycling**, p 50-61, Aug. 1992.
- BAKKER, M.A. 12 Years of successful wet processing of building rubble in Rotterdam. **Aufbereitungs – Technik**. v. 34, n. 4, p. 201- 10. 1993.
- BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. **Diagnóstico geral**: programa global para otimização da disposição e da coleta e reciclagem de resíduos da construção em Belo Horizonte. Belo Horizonte, set. 1993a.
- BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. **Programa global para otimização da disposição e da coleta e reciclagem de resíduos da construção em Belo Horizonte**. Belo Horizonte, set. 1993b.
- BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. Correção ambiental e reciclagem com carroceiros de Belo Horizonte. **Seminário para Desenvolvimento de uma Política Municipal de Geração de Ocupação e Renda**. Belo Horizonte, mar. 1999 (resumo dos programas de geração de ocupação e Renda) /mimeografado/
- BIOCYCLE. **Initiating change in C&D management**, Emmaus. p. 44–48, jan. 1996.
- BODI, J.; BRITO FILHO, J.A. ; ALMEIDA, S. Utilização de entulho de construção civil reciclado na pavimentação urbana. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 29., Cuiabá, 1995. **Anais**. Cuiabá, s.e. out. 1995.
- BRASIL, Leis. Lei nº 8.666 de julho de 1993. Institui normas para licitações e contratos da Administração Pública. **Diário Oficial**, ano CXXXI. N.116, Brasília, 1993.
- BRASIL, Leis. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA RESOLUÇÃO n. 237, de dezembro de 1997.
- BRASIL, Leis. Lei nº 9.605 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. **Revista Saneamento Ambiental**, 1998. Suplemento.
- BRASIL. Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana - SEPURB. Departamento de Saneamento. **Política nacional de saneamento**: 1995/1999. dez. 1995.
- BRASIL. Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana – SEPURB-MPO. **Projeto BRA/92/017 Gestão e Tecnologias de Tratamento de Resíduos**. (cópia interna). SEPURB/MPO, SMA/SP, Projeto BRA-093/013 e Projeto BRA-092/017. Brasília, ago. 1996.

- BRITO FILHO, J. A. Cidades x Entulhos. **Areia & Brita**. 07: 22 – 26, out/nov/dez. 1998.
- CATALUNYA. **Resum del programa de gestió de residus municipals de Catalunya**. Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient, Junta de Residus. Catalunya, Junta de Residus. s.d. /datilografado/
- CAVALCANTI, C. et al. Desenvolvimento sustentável: compreensão e princípios de políticas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA-SBPC, 48.. Ciência para o progresso da sociedade brasileira. São Paulo, 1996. **Anais**, v. 1, Conferências, Simpósios e Mesas Redondas. São Paulo, PUC-SP 1996. p. 15-23.
- C&D DEBRIS RECYCLING. Chicago, v.5, n.2, March/April 1998.
- C&D DEBRIS RECYCLING. Chicago, v.5, n.3, May/June 1998.
- C&D DEBRIS RECYCLING. Chicago, v.5, n.4, July/August 1998.
- CIVIELTECCHNISCH CENTRUM UITVDERING RESEARCH EN REGELGEVING - CUR. **Rapport nº 125: Betonpuingranulaat en metselwerk-puingranulaat als toeslagmateriaal voor beton**, CUR-VB, Aanbeveling 4/5. (Crushed concrete rubble and masonry rubble as aggregate for concrete – CUR–VB recommendations 4 and 5). Zoetermeer, s.d.
- COLLINS, R. Recycled aggregates in readymix. materials review. **Concrete Engineering International**, p. 49-54, Mar., 1998.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Projeto Tietê – plano diretor de resíduos sólidos da RMSP e respectivo EIA/RIMA**. Relatório P 1. Consórcio hicsan - etep. v. II parte 1. São Paulo, [1995].
- CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL PARA ATERRO SANITÁRIO. **Relatório anual de atividades - CIAS**. Prefeitura Municipal de Jundiaí. 1994.
- CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL PARA ATERRO SANITÁRIO. **Relatório anual de atividades - CIAS**. Prefeitura Municipal de Jundiaí. 1995.
- CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL PARA ATERRO SANITÁRIO. **Relatório anual de atividades - CIAS**. Prefeitura Municipal de Jundiaí. 1996.
- DI PIETRO, M.S.Z. **Parcerias na Administração Pública**, 2. ed., São Paulo. Atlas, 1997.
- DONOVAN,C.T. Construction and demolition waste processing: new solutions to an old problem. **Resource Recycling**. Portland, p.146-55, aug. 1991.

- EMPRESA DE LIMPEZA URBANA DE SALVADOR - LIMPURB. **Gestão Diferenciada de entulho na cidade do Salvador**: Relatório Final. Salvador, LIMPURB. out. 1997.
- EMPRESA DE LIMPEZA URBANA DE SALVADOR - LIMPURB. **Relatórios internos - Programa de gestão diferenciada dos resíduos de construção**. 1996/1999. jul. 1999.
- HANSEN, T.C. **Recycling of demolished concrete and masonry**. RILEM REPORT 6. London, E&FN Spon, 2. ed., part one, p. 305. 1996.
- HONG KONG. Hong Kong Polytechnic. The Hong Kong Construction Association. **Reduction of construction waste** – final report. Hong Kong, s.ed., March 1993.
- I&T – INFORMAÇÕES E TÉCNICAS EM CONSTRUÇÃO CIVIL. **Relatório informativo das atividades do estudo de viabilidade técnico-econômica da reutilização de resíduos de Santo André**. São Paulo, I&T. 1990 (documento interno).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL-IBAM. **Consulta nacional sobre a gestão do saneamento e do meio ambiente urbano**. Relatório final. Banco Mundial/MBES/Secretaria Nacional de Saneamento/Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. [1995].
- INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT. **Guide de gestion des déchets de construction et de démolition**. Bruxelles, 1995.
- INSTITUT DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓ DE CATALUNYA - ITEC. **Guia d'aplicació del Decret 201/1994**, regulador dels enderrocs i altres residus de la construcció. ITEC & Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient, Junta de Resius. Març 1995a.
- INSTITUT DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓ DE CATALUNYA-ITEC. **Manual de desconstrucció**. ITEC & Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient, Junta de Resius. Catalunya, Espanha, novembre 1995c.
- INTERNATIONALE VEREINIGUNG BAUSTOFF-RECYCLING - IVBR. **Bauschutt-recycling in Europa**. Bonn, [1995]. s.n.t. /datilografado/
- JACOBI, P. et al. Desenvolvimento sustentável: compreensão e princípios de políticas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA-SBPC, 48.. Ciência para o progresso da sociedade brasileira. São Paulo, 1996. **Anais**, v. 1, Conferências, Simpósios e Mesas Redondas. São Paulo, PUC-SP 1996. p. 15-23.
- JARDIM, N. S. et al.. Coord. **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. São Paulo, IPT, 1995. (Publicação IPT 2163).

- JUNDIAÍ. Prefeitura Municipal. **Lei Orgânica do município de Jundiaí**. 1990. Atualizada até 1996.
- JUNDIAÍ. Prefeitura Municipal. **Resíduo de construção em Jundiaí** Diagnóstico geral preparatório à definição de política de gestão diferenciada. Jundiaí, set. 1997.
- JUNDIAÍ. Prefeitura Municipal. **Resíduo de construção em Jundiaí**. Proposta de programa para a gestão diferenciada. Jundiaí, set. 1997.
- LATTERZA, L.; MACHADO Jr., E.F. Concreto com agregado graúdo proveniente da reciclagem de resíduos de construção e demolição. Um novo material para fabricação de painéis leves de vedação. In: JORNADAS SUL-AMERICANAS DE ENGENHARIA ESTRUTURA, 27., São Carlos, 1997. **Anais.**, Escola de Engenharia de São Carlos/Universidade de São Paulo, 1997 p. 1967-1975.
- LAURITZEN, E.K.. Rilem, Bulletin: Third International RILEM Symposium on Demolition and Reuse of Concrete and Masonry. **Materials and Structures**. v. 27, n. 169, p. 307-10, June 1994.
- LEVY, S.M. **Reciclagem do entulho de construção civil, para utilização como agregado de argamassas e concretos**. São Paulo, 1997. 145p. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- LIMA, J.A.R. de **Proposição de diretrizes e elaboração de textos básicos para normalização de resíduos de construção reciclado e de suas aplicações em argamassa e concretos**. São Carlos 1999. 237p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos - Departamento de Arquitetura e Planejamento, Universidade de São Paulo.
- LOMAR, P.J.V. **Parecer Jurídico acerca de exigibilidade de EIA-RIMA para implantação do Programa Bairro Limpo pelo Município de São José dos Campos**. São Paulo: Prefeitura Municipal de São José dos Campos 1996. /datilografado./
- MARRA, P.R.P e LOUREIRO, M.J.O.S.J. **Projeto “Estação de Entulho”**, Prefeitura Municipal de Santo André. [1990] /datilografado/.
- MAURER, H. Novel crusher technology for economic solutions for recycling of building rubble. **Aufbereitungs – Technik**. v. 32, n.1, p.26-30, 1991.
- MILANI, B.. Clean-up is more difficult than dumping. **Environmental Technology from Switzerland**. Zurich. SWISS ASSOCIATION OF MACHINERY MANUFACTURERS. p. 55 – 9. nov., 1990.
- MUKAI, T.. **Concessões, permissões e privatizações de serviços públicos**. 2. ed. São Paulo, Saraiva, 1997.

NORDBERG NEWS. Helsinki, v.2, n. 90, s.d.

PAULELLA, E.D. e SCAPIM, C.O. **Campinas: a gestão dos resíduos urbanos.** Secretaria Municipal de Serviços Públicos. Secretaria da Administração. Prefeitura Municipal de Campinas. Campinas, 1996.

PERA, J. State of the art report: use of waste materials in construction in western Europe. In : SEMINÁRIO SOBRE RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS COMO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO, São Paulo, 1996. **Anais.** São Paulo: PCC - EPUSP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, 1996. p. 1-20.

PICCHI, F.A **Sistemas de Qualidade: uso em empresas de construção de edifícios.** São Paulo, 1993. Tese (Doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

PINTO, T.P. **Utilização de resíduos de construção - estudo do uso em argamassas.** São Carlos 1986. 148 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Arquitetura e Planejamento, Universidade de São Paulo.

PINTO, T.P. **Perda de materiais em processos construtivos tradicionais.** São Carlos, Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos, 1989. /datilografado/

PINTO, T.P. De volta à questão do desperdício. **Construção.** São Paulo : Pini, n. 2491, p. 18-19, nov. 1995.

PINTO, T.P. Resultados da gestão diferenciada. **Téchne**, v. 5, n. 31, nov/dez. 1997.

RIBEIRÃO PRETO. Prefeitura Municipal. **Lei Orgânica do município de Ribeirão Preto.** 1990.

RIBEIRÃO PRETO. Prefeitura Municipal. **Diagnóstico Geral.** Preparatório ao Programa para redução dos problemas ambientais e reciclagem de resíduos da construção em Ribeirão Preto. nov. 1995.

RIBEIRÃO PRETO. Prefeitura Municipal. **Programa para redução dos problemas ambientais e reciclagem de resíduos da construção em Ribeirão Preto.** nov. 1995.

SALVADOR. Prefeitura Municipal. **DECRETO 12.133**, dispõe sobre o manejo de ENTULHO e dá outras providências. D.O.M. de 09 de outubro de 1998, p.2-3.

SANTO ANDRÉ. Prefeitura Municipal. **LEI Orgânica do município de Santo André.** Câmara Municipal, 1990.

- SANTO ANDRÉ. Prefeitura Municipal. **Programa “Estação Entulho”**. Gestão diferenciada dos resíduos de construção gerados em Santo André: Diagnóstico geral. out. 1997a.
- SANTO ANDRÉ. Prefeitura Municipal. **Programa “Estação Entulho”**. Gestão diferenciada dos resíduos de construção gerados em Santo André: Propostas preliminares. out. 1997b.
- SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. Prefeitura Municipal. **Diagnóstico geral**. preparatório ao programa para correção das deposições ilegais e reciclagem de resíduos da construção em São José dos Campos. São Paulo, set. 1995a.
- SÃO JOSÉ DO RIO PRETO. Prefeitura Municipal. **Resíduos de construção em São José do Rio Preto**. Diagnóstico geral preparatório à definição de política de gestão diferenciada. set. 1997a.
- SÃO JOSÉ DO RIO PRETO. Prefeitura Municipal. **Resíduos de construção em São José do Rio Preto**. Proposta de programa para a gestão diferenciada. out. 1997b.
- SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. **A cidade e o lixo**. Secretaria do Meio Ambiente, CETESB. São Paulo: SMA, CETESB, 1998.
- SCHLAUDER, R.M & BRICKNER, R.H. Setting up form recovery of construction and demolition waste. **Solid waste & Power**. p. 28-34. Jan./feb.1993.
- SCHULZ, R.R. e HENDRICKS, C.F. Report 6 **Recycling of demolished Concrete and Masonry**. London , E&FN Spon, 1992.
- SEVERINO, J.S. **Metodologia do trabalho científico**. 20. ed. São Paulo, Cortez Editora, 1999.
- SILVEIRA, G.T.R. **Metodologia de caracterização dos resíduos sólidos como base para uma gestão ambiental**. Estudo de caso: Entulhos de Construção em Campinas. Campinas, 1993. 140p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas.
- SOILBELMAN, L. **As perdas de materiais na construção de edificações : sua incidência e seu controle**. Porto Alegre, 1993 127p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- SOUZA, U.B.L. et al., Perdas de materiais nos canteiros de obras: a quebra do mito. **Qualidade na Construção**, v.2, n.13, p.10 -15, 1998.

- SPENCER, Robert. Recycling opportunities for demolition debris. **Biocycle**. p. 42-44, nov., 1989.
- SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA - SLU de BELO HORIZONTE. **Modelo de Gestão de Resíduos Sólidos em Belo Horizonte**, Belo Horizonte, p. 1-16, 1993.
- SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA - SLU de BELO HORIZONTE. **Relatórios internos** - Programa correção das deposições e reciclagem do entulho. 1996/1999. jul. 1999.
- THE SOLID WASTE ASSOCIATION OF NORTH AMERICA - SWANA. **Construction waste & demolition debris recycling...A Primer**. Maryland, SWANA, out., 1993.
- THE TIMES. **Atlas of the word**. São Paulo. Empresa Folha da Manhã S.A., 1994.
- TRÄNKLER, J. Improved product quality for recycling of building rubble by means of wet or dry treatment ? **Aufbereitungs – Technik**. v. 33, n. 4 , p. 194-202. 1992.
- VÁZQUEZ, E. Utilización de residuos en la C.E.E. : Aspectos políticos y ambientales. Estado del arte y normalización. In: WORKSHOP RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL, ALTERNATIVA ECONÔMICA PARA PROTEÇÃO AMBIENTAL. São Paulo. **Anais**. PCC-USP e Núcleo de Desenvolvimento de Pesquisas POLI/UPE. São Paulo, abr. 1997.
- VENTURA, V.J.; RAMBELLI, A.M. **Legislação federal sobre o meio ambiente**. Leis, decretos-leis, decretos, portarias e resoluções anotados para uso prático e imediato. 2. ed. Taubaté-SP, Ed. Vana, 1996.
- VITÓRIA DA CONQUISTA. Prefeitura Municipal. **LEI Orgânica do município de Vitória da Conquista**. Câmara Municipal, 1990. Atualizada até 1996.
- VITÓRIA DA CONQUISTA. Prefeitura Municipal. Proposta para a gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos – Síntese. **Diagnóstico Geral**. EMURC. jun. 1998.
- YOST, P. C&D / Wood debris management trends. **Resource Recycling**, Portland, p. 22-28. Nov. 1998.
- ZORDAN, S.E. **A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto**. Campinas, 1997. 140p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade Estadual de Campinas.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AGOPYAN, V.; PINTO, T.P. Recycling Construction Wastes as Raw Materials for Low-cost Construction products in Brazil. In: CONCRETE IN THE SERVICE OF MANKIND. Dundee, 1996. **Proceedings**. Dundee, University of Dundee, 1996. p. 109-114.
- BARRA, M. **Estudio de la durabilidad del hormigón de árido reciclado en su aplicación como hormigón armado**. Barcelona, 1996. 223p. Tese (Doutorado) – Universitat Politècnica de Catalunya.
- BERNIER, G.; MARLIER, Y. e MAZARS, J. - Un matériau nouveau provenant de la demolition du béton: le bibeton. In: CONFERENCE INTERNATIONALE SOUS-PRODUITS ET DÉCHETS DANS LE GÉNIE CIVIL. Paris, 1978. **Anais**. Paris, s.ed. 1978 - p. 9-15.
- BRASIL. Ministério da Ação Social. Secretaria Nacional de Saneamento. **O que é preciso saber sobre limpeza urbana**. Convênio IBAM/SNS-MAS. Rio de Janeiro, IBAM/CPU, 1991.
- BUILDING Materials and Components. In: CONGRESS INTERNATIONAL COUNCIL FOR BUILDING RESEARCH – CIB, 9., v. 4, Stockholm, 1983. **Proceedings**. Stockholm, CIB, 1983.
- CIVIELTECCHNISCH CENTRUM UITVDERING RESEARCH EN REGELGEVING-CUR. **CUR-VB, Aanbeveling 4: Betonpuingranulaat als toeslagmateriaal voor beton**,. (Crushed concrete as aggregate for concrete-recomendations 4). Zoetermeer, november 1984.
- CIVIELTECCHNISCH CENTRUM UITVDERING RESEARCH EN REGELGEVING-CUR. **CUR-VB, Aanbeveling 5: Metselwerkpuingranulaat als toeslagmateriaal voor beton**. (Crushed masonry as aggregate for concrete-recomendations 5). Zoetermeer, Nov. 1984.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Legislação Federal - Controle da poluição ambiental**. São Paulo, fev. 1993.
- DE PAUW, C. Béton Recycle, **C.S.T.C Revue**, n. 2, p. 2-15, Juin 1980
- _____ Recyclage des decombres d'une ville sinistree **C.S.T.C. Revue** n°4, p12-28, dec. 1982.
- DECONSTRUCTION fits the bill for businesses. **Biocycle**. v. 40, n.6, p.29-31. Jun. 1999.
- FERGUSON, J. et al.. **Managing and minimizing construction waste: a practical guide**. London. Institution of Civil Engineers. Thomas Telford. 1995.

- FRONDISTOU - YANNAS, S. Waste concrete as aggregate for new concrete
ACI Journal. p 373-376.
- HAMASSAKI, L.T; SBRIGHI NETO, C.; FLORINDO, M.C. Utilization of construction waste in rendering mortar. In : CONCRETE IN THE SERVICE OF MANKIND - INTERNATIONAL CONFERENCE CONCRETE FOR ENVIRONMENT ENHANCEMENT AND PROTECTION, Dundee - Scotland Jun. 1996. **Proceedings**. Ravindra & Thomas Grã Bretanha 1996 p 115-120
- HEIMSOTH, Ok.W. Economic recycling of demolition material. **Aufbereitungs – Technik**. v. 31, n.10, p.556-61. 1990.
- INSTITUTO ALEMÃO PARA A IDENTIFICAÇÃO E GARANTIA DA QUALIDADE. **RAL - RG 501-1**: Materiais de construção reciclados para construção de estradas. trad. Anônima, fev. 1985.
- INSTITUT DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓ DE CATALUNYA-ITEC. **Aprofitament de residus en la construcció**. ITEC & Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient, Junta de Resius. Catalunha, Espanha, novembre 1995b.
- INTERNATIONALE BAUSTOFF-RECYCLING FORUM IN ÖSTERREICH, RECYCLING-BAUSTOFFE, 2., **Proceedings**. Bonn: v. 1. – 3. Mai 1991.
- JOHN, V. M. Pesquisa e desenvolvimento de mercado para resíduos. In: SEMINÁRIO SOBRE RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS COMO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO, São Paulo, 1996. **Anais**. São Paulo: EPUSP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1996. p. 21-30.
- LATTERZA, L. **Concreto com agregado graúdo proveniente da reciclagem de resíduos de construção e demolição. Um novo material para fabricação de painéis leves de vedação**. São Carlos, 1998. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- MACHADO, P.A.L. **Direito ambiental brasileiro**. 4 ed. São Paulo, Malheiros 1992.
- MUNICIPAL WASTE MANAGEMENT ASSOCIATION. Source Reduction / Pollution Prevention Committee. **Overview of new legislation and policies for municipal solid waste reduction and recycling**. Washington, DC. [1995]. /xerocopiado-CETESB/.
- OFFERMANN, E.H. **O futuro da reciclagem de entulho de construção** trad. ESSEN, H. n.52, p. 1-12, Reeditado por Universität-Gesamthochschule, 1987

OSAKA CITY PUBLIC CLEANING BUREAU. **The Ozaka public sanitation service. [1993]**

PINTO, T.P. Entulho de construção: problema urbano que pode gerar soluções. **Construção**, n. 2325, São Paulo, 1992.

PINTO, T.P.; LIMA, J. A. R Industrialização de componentes a partir de uma política de reciclagem de resíduos da construção urbana. In : SIMPÓSIO ÍBERO - AMERICANO SOBRE TÉCNICAS CONSTRUTIVAS INDUSTRIALIZADAS PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL; 3., São Paulo, 1993. **Anais**. São Paulo, IPT, 1993. p. 528-537.

RECYCLING opportunities for demolition debris. **BioCycle Magazine**, p. 42-44, Nov., 1989.

RILEM – Reunion Internationale des Laboratoires d'essais et de recherche Materiaux et les Construction - RILEM TC RECOMMENDATION 121 - DRG GUIDANCE FOR DEMOLITION AND REUSE OF CONCRETE AND MASONRY RILEM RECOMMENDATION Specifications for concrete with recycled aggregates **Materials and Structures**, v. 27, p. 557-559, 1994.

RODRIGUES, F.L.; CAVINATTO, V. M. **Lixo: de onde vem? para onde vai?**. São Paulo, Moderna, 1997.

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. Prefeitura Municipal. **Programa para correção das deposições ilegais e reciclagem de resíduos da construção em São José dos Campos**. São Paulo, set. 1995b.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. **Cidades sustentáveis- (memória do encontro preparatório)**. São Paulo: SMA, CETESB, 1997.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. **Consumo sustentável / Consumers international**. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD. trad. MEIR, A. B. – São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente. IDEC: CI , 1998.

SIMPÓSIO NACIONAL DESPERDÍCIO DE MATERIAIS NOS CANTEIROS DE OBRAS: A QUEBRA DO MITO. 1999, São Paulo. **Anais**. Ed. por U.E.L. de Souza; V.Agopyan; J.C.Paliari; A C. de Andrade. – São Paulo: PCC/EPUSP, 1999.

SUSTAINABLE construction. In: FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE OF CIB (International Council for Building Research).. TG 16: Construction and Waste. **Proceedings**. Tampa, Florida, Nov., 1994.

TURLEY, W. Building the C&D recycling industry. **Resource Recycling**, Portland. p. 21-26. Feb., 1999.

VITÓRIA DA CONQUISTA. Prefeitura Municipal. Proposta para a gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos – Síntese. **Programa “Conquista cidade limpa”**. EMURC. jun. 1998.

WORKSHOP RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS COMO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL. PCC-USP - ANTAC, São Paulo, nov. 1996.

METODOLOGIA PARA A GESTÃO DIFERENCIADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO URBANA

APÊNDICES

MINUTA 1

JUSTIFICATIVA

Parte dos problemas verificados com a deposição indiscriminada de resíduos de construção neste município advém de grandes obras e serviços de engenharia, executados muitas vezes por empresas de porte, com grande volume de produção, que historicamente não têm recebido o mínimo controle sobre o resíduo que geram. O anteprojeto apresentado inicia um processo de responsabilização mais significativa deste setor produtivo quanto ao impacto que causam no meio ambiente urbano em que exercem suas atividades.

ANTE PROJETO DE LEI Nº

Dispõe sobre a elaboração e o cumprimento de planos de destinação de resíduos em obras de construção civil.

Artigo 1º - Para efeito desta lei são considerados:

- I. Obra: a realização de ações sobre terreno que implique alteração do seu estado físico original, agregando-se ou não a ele uma edificação;
- II. Resíduos de Construção: todos os resíduos resultantes do processo de alteração do terreno ou do processo de construção, incluindo o solo, minerais, madeiras, embalagens e outros;
- III. Plano de Destinação: documento preparado pelo proprietário da obra e pelo seu responsável técnico que formula o compromisso de dispor corretamente todos os resíduos gerados na obra;
- IV. Proprietário: o detentor do título de propriedade ou do direito real de uso do terreno e seus sucessores a qualquer título;

V. Responsável Técnico: o técnico registrado junto ao órgão federal fiscalizador do exercício profissional e à Prefeitura, atuando, individual ou solidariamente, como autor do projeto ou responsável técnico da obra.

Parágrafo único: As obras disciplinadas por esta lei são aquelas que se enquadrem em uma ou mais das seguintes situações :

- I. Obras com edificação de porte igual ou maior que quinhentos metros quadrados;
- II. Obras com construção de massa estimada em seiscentas ou mais toneladas.

Artigo 2º – A partir da promulgação desta lei todas as obras definidas como no Artigo 1º ficam obrigadas a apresentar, para solicitação de Alvará de Construção, Plano de Destinação dos Resíduos com a formalização de compromisso de disposição correta dos resíduos nela gerados. O compromisso assumido pelo proprietário e pelo responsável técnico deverá designar o destino a ser dado à totalidade dos resíduos, qualificando quais serão reciclados e se em instalações próprias, de terceiros ou públicas, qualificando os que serão apenas corretamente dispostos em aterros autorizados pela Prefeitura Municipal e qualificando outras soluções porventura adotadas e que sejam tecnicamente corretas.

Parágrafo primeiro: Deverá constar do Plano o compromisso de que a contratação do serviço de terceiros para a remoção de resíduos só será feita com a explícita indicação a esses dos locais corretos para sua destinação;

Parágrafo segundo: A expedição do Alvará de Construção só será feita com a apresentação do Plano exigido.

Artigo 3º - Fica a administração pública obrigada, pelo setor responsável pela expedição de Alvarás de Construção, a informar aos proprietários e responsáveis técnicos através de lista oficial, os locais corretos para destinação dos resíduos conforme qualificação apresentada no Plano de Destinação dos resíduos gerados.

Artigo 4º - Às obras de que trata esta lei, aplicam-se, no que couber, as normas administrativas em vigor referentes às licenças, ao andamento de obras e ao processo de aprovação, bem como aos profissionais e à fiscalização.

Artigo 5º - Constatada pela fiscalização da administração pública a deposição de resíduos provenientes da obra em locais incorretos, e o conseqüente descumprimento do compromisso estabelecido no Plano de Destinação, será solicitado pela fiscalização e decretado pelo Secretário de Obras, o embargo da obra.

Parágrafo 1º – Não deverá transcorrer prazo superior a dois dias úteis entre a autuação e solicitação de embargo e entre esta e o decreto da Secretaria de Obras.

Parágrafo 2º - Verificada desobediência ao embargo, será requisitada força policial e requerida a imediata abertura de inquérito policial para a apuração de responsabilidade do infrator pelo crime de desobediência previsto no Código Penal, encaminhando-se processo devidamente instruído para as providências judiciais cabíveis.

Parágrafo 3º - O levantamento do embargo da obra só será realizado após a devida correção, pelo infrator, da deposição incorreta realizada, ou no caso de esta correção já ter sido realizada emergencialmente pelo poder público, após a realização de correção equivalente, indicada pelo responsável pelo setor de fiscalização.

Parágrafo 4º – A solicitação do proprietário da obra para levantamento do embargo deverá ser encaminhada pela fiscalização em processo devidamente instruído ao Secretário de Obras e deverá ser por este analisada para decisão sobre o levantamento ou não do embargo.

Parágrafo 5º - Não deverá transcorrer prazo superior a dois dias úteis entre a solicitação do proprietário e a manifestação da fiscalização e entre esta e o posicionamento da Secretaria de Obras.

Artigo 6º - Esta Lei entrará em vigor na data de sua publicação, revogando-se as disposições em contrário.

MINUTA 2

JUSTIFICATIVA

Com o objetivo de ampliar a responsabilização dos construtores quanto aos resíduos que geram em suas atividades no ambiente urbano, a exigência de que os interessados na execução de obras públicas prestem contas sobre o bom destino dos resíduos que gerem, cumpre, por mínimos que sejam estes resíduos, interessante papel de disseminador de nova cultura.

A delimitação, pelo Poder Público, de serviços públicos onde torne-se obrigatória a utilização de resíduos reciclados, havendo, como há, perfeita segurança quanto ao desempenho técnico do material em uso, é imprescindível para o estabelecimento de uma demanda contínua por este material que garanta o consumo dos resíduos que não mais estarão sendo levados ao sistema de aterros já em esgotamento. A formulação de percentuais mínimos elevados, em lugar do uso exclusivo, cumpre o papel de dar tempo para a formação de cultura de uso do novo material. Por outro lado, a inclusão da possibilidade de recurso à resíduos reciclados também por instalações privadas cumpre o papel de incentivar a formação de um mercado próprio do material, despertando, pela garantia da continuidade do uso em serviços públicos, o interesse da iniciativa privada em investir em instalações próprias de reciclagem de resíduos de construção.

DECRETO Nº

Dispõe sobre a obrigatoriedade de apresentação de planos de destinação de resíduos em licitações públicas e obrigatoriedade de uso de resíduos reciclados em determinadas obras e serviços públicos.

O Prefeito desse município, no uso de suas atribuições legais, e de acordo com o artigo __, inciso __ da Lei Orgânica do Município,

DECRETA:

Artigo 1º - Para efeito deste decreto são considerados:

- I. Obra ou Serviço de Construção: a realização de ações sobre terreno ou edificação que implique alteração do seu estado físico original; inclui as ações simples para ajardinamento, a construção integral de edificações ou obras de arte, serviços de conservação em espaços construídos, entre outros;
- II. Resíduos de Construção: todos os resíduos sólidos resultantes do processo de alteração do terreno, processo de construção ou alteração de espaços construídos existentes, incluindo o solo, matéria orgânica, minerais, madeiras, embalagens e outros;
- III. Plano de Destinação: documento assinado pelo responsável técnico da empresa executante que formula o compromisso de dispor corretamente todos os resíduos nela gerados;
- IV. Resíduos de Construção Reciclados: resíduos sólidos inertes provenientes do processo de construção ou demolição de edificações que passaram por processo de seleção e trituração controladas; são constituídos majoritariamente por restos de argamassas, blocos e tijolos, concreto e outros materiais;
- V. Vias de Tráfego Leve: Ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir, ocasionalmente, passagens de caminhões ou ônibus em número não superior a 20 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 10^5 solicitações do eixo simples padrão (8,2 t) para o período de projeto de 10 anos.
- VI. Vias de Tráfego Médio: Ruas de características coletoras secundárias, para as quais é previsto o tráfego de ônibus e caminhões em número não superior a 100 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número "N" típico de 10^6 solicitações

do eixo simples padrão (8,2 t) para o período de projeto de 10 anos.

Artigo 2º - Ficam as empresas participantes em processos licitatórios para obras ou serviços de construção de qualquer porte, obrigadas a apresentar Plano de Destinação de todos os resíduos gerados no evento, com a formalização de compromisso de sua disposição correta. O compromisso assumido pelo responsável técnico da ofertante deverá designar o destino a ser dado à totalidade dos resíduos, qualificando quais serão reciclados e se em instalações próprias, de terceiros ou públicas, qualificando os que serão apenas corretamente dispostos em aterros autorizados pela Prefeitura Municipal e qualificando outras soluções porventura adotadas e que sejam tecnicamente corretas.

Parágrafo primeiro: Deverá constar do Plano o compromisso de que a contratação do serviço de terceiros para a remoção de resíduos só será feita com a explícita indicação a esses dos locais corretos para sua destinação;

Parágrafo segundo: A inexistência do Plano de Destinação acarretará a eliminação da ofertante na fase de classificação dos licitantes.

Artigo 3º - Durante a execução a empresa contratada fica obrigada a providenciar a comprovação da correta disposição dos resíduos e conseqüente cumprimento do compromisso assumido no plano de destinação.

Artigo 4º - Fica definido como obrigatório o uso de resíduos reciclados na execução dos serviços listados a seguir, quer sejam executados por contratadas, pela administração pública ou suas autarquias:

- I. Execução de sistemas de drenagem urbana ou suas partes, em substituição aos agregados convencionais utilizados a granel em lastros, nivelamentos de fundos de vala, drenos ou massas;
- II. Execução de muração e passeios limítrofes às áreas públicas ou contratados pela administração pública, em substituição aos agregados convencionais utilizados a granel e na produção de componentes (blocos, tijolos, briquetes, etc);
- III. Execução de revestimento primário (cascalhamento) ou camadas

de reforço de sub-leito, sub-base e base de pavimentação em estacionamentos e vias urbanas de tráfego leve ou médio, em substituição aos agregados convencionais utilizados a granel, devendo seguir as especificações técnicas editadas pela Prefeitura do município;

IV. Execução de revestimento primário (cascalhamento) ou camadas de reforço de sub-leito, sub-base e base de pavimentação em vias vicinais, em substituição aos agregados convencionais utilizados a granel, devendo seguir as especificações técnicas editadas pela Prefeitura do município

Parágrafo primeiro: Fica possibilitado o uso de resíduos reciclados em vias de tráfego pesado, mediante o desenvolvimento de estudo e dimensionamento específico realizado pela empresa projetista ou empresa executora, ou ainda, pelo órgão público ou autarquia responsável pela sua execução;

Parágrafo segundo: Poderão ser dispensadas desta exigência as obras de caráter emergencial, contratadas com dispensa de licitação em períodos de calamidade.

Artigo 5º - Para a execução destes serviços poderão ser utilizados resíduos reciclados em instalações públicas ou privadas, tornando-se obrigatória, nesse caso, a observância das especificações técnicas da Prefeitura Municipal para resíduos de construção reciclados.

Artigo 6º - A estipulação do uso dos resíduos reciclados deverá ser feita observando-se os percentuais mínimos progressivos anunciados na tabela seguinte, franqueando-se a qualquer momento usos mais intensos do que os ali anunciados:

Percentual Mínimo de Uso de Resíduos Reciclados
em substituição a agregados naturais

serviço	Seis meses após edição deste decreto	Doze meses após edição deste decreto
I	50%	80%
II	50%	80%
III	40%	80%
IV	40%	100%

Parágrafo único: Os percentuais definidos neste artigo tornam-se obrigatórios para todas as propostas de execução de serviços apresentadas em processos licitatórios após a data resultante, e tornam-se obrigatórios para todos os serviços de responsabilidade da administração pública ou suas autarquias, iniciados nestas mesmas datas.

Artigo 7º: Às obras de que trata esta lei, aplicam-se, no que couber, as normas administrativas já em vigor, tanto as referentes ao seu andamento como aos profissionais e à fiscalização.

Artigo 8º: A execução dos serviços com material reciclado deverá ser feita com obediência às normas técnicas específicas existentes ou, na sua ausência, obediência às especificações próprias da Prefeitura Municipal.

Artigo 9º - O não cumprimento das determinações expressas nos artigos anteriores deste Decreto sujeitará os infratores às conseqüências previstas na lei 8666 de junho de 1993.

Artigo 10º - Este Decreto entrará em vigor na data de sua publicação, revogando-se as disposições em contrário.

MINUTA 3

JUSTIFICATIVA

O incentivo à que os próprios geradores de resíduos promovam a reciclagem interna é compensador pelo conseqüente confinamento dos resíduos ao seu local de origem, evitando-se que a sua remoção para o tecido urbano venha a gerar problemas e gastos públicos como os que vem sendo diagnosticados. O ato aqui proposto tem intenção também de formar a cultura de responsabilidade pelos próprios resíduos necessária ao setor, constituindo-se as obras incentivadas em fator multiplicador de uma atuação correta com os resíduos de construção.

ANTE PROJETO DE LEI Nº

Dispõe sobre o incentivo a construtores e empresas construtoras para a adoção de procedimentos próprios de reciclagem dos resíduos da construção.

Artigo 1º - Para efeito desta lei são considerados:

- I. Obra: a realização de ações sobre terreno que implique alteração do seu estado físico original, agregando-se a ele uma edificação;
- II. Resíduos de Construção: todos os resíduos sólidos resultantes do processo de alteração do terreno ou do processo de construção, incluindo o solo, minerais, madeiras, embalagens e outros;
- III. Reciclagem dos Resíduos de Construção: processo de seleção e trituração controladas realizado com a parcela mineral dos resíduos de construção;

Artigo 2º - A partir da promulgação desta lei todas as obras que disponham de equipamento de reciclagem e promovam a recuperação dos resíduos de construção nela gerados poderão solicitar a concessão de incentivo econômico.

Parágrafo único :A solicitação deverá ser realizada pelo proprietário da obra e pelo responsável técnico, se houver, devendo ser encaminhada à Secretaria de Obras no momento da requisição do Alvará de Construção; deverá ser discriminado o tipo de equipamento de reciclagem a ser utilizado e a estimativa do volume de resíduos que será processado.

Artigo 3º - O incentivo aos solicitantes será concedido na forma de isenção de taxas para concessão de Habite-se e redução em 50% (cinquenta por cento) nos valores de IPTU do primeiro exercício posterior ao término da obra.

Artigo 4º - A competência para a fiscalização das disposições desta lei, bem como para imposição das sanções dela decorrentes caberá à Secretaria de Obras.

Artigo 5º - A caracterização pela fiscalização do descumprimento dos termos anunciados pelos proprietários e responsáveis técnicos na solicitação acarretará a abertura de processo interno à Secretaria de Obras e a negativa de concessão dos incentivos solicitados por ato do seu titular. Os proprietários ficarão impossibilitados de requerer este incentivo para novas obras no período de 12 (doze) meses subsequentes ao ato do Secretário de Obras.

Artigo 6º – Esta Lei entrará em vigor na data de sua publicação, revogando-se as disposições em contrário.

MINUTA 4

JUSTIFICATIVA

Tendo em vista o acelerado esgotamento das áreas físicas disponíveis para o aterramento de resíduos sólidos urbanos no município, a solução de seu destino pela reciclagem cada vez mais intensa, deve ser vista como uma das únicas soluções hoje disponíveis e, sendo assim, a presença de empresas que implementem estes processos para os mais variados resíduos, deve ser vista como altamente desejável para a sustentação da continuidade do desenvolvimento do município. O documento apresentado propõe o claro incentivo ao estabelecimento deste tipo de atividade.

ANTE PROJETO DE LEI Nº

Dispõe sobre a isenção de Imposto Sobre Serviços para empresas de reciclagem de resíduos.

Artigo 1º - A partir da promulgação desta lei todas as empresas sediadas no município que atuem exclusivamente com a reciclagem de resíduos sólidos urbanos (de origem domiciliar, do setor de serviços, da indústria ou de atividades construtivas) ficam isentas do recolhimento de imposto sobre os serviços que prestarem.

Parágrafo único: As empresas beneficiárias desta isenção deverão, além de prestar serviços exclusivamente de reciclagem, estar organizadas, conforme seu contrato social, em torno do objetivo social único de prestação de serviços de reciclagem de resíduos urbanos.

Artigo 2º - A concessão da isenção deste tributo não isenta as empresas beneficiárias da prestação de contas sobre os serviços desenvolvidos e apresentação de todas as informações e documentos solicitados às demais empresas sediadas no município.

Artigo 3º - Esta Lei entrará em vigor na data de sua publicação, revogando-se as disposições em contrário.

PROPOSTA DE ORGANIZAÇÃO DE BAIAS EM CANTEIRO DE OBRAS
(OBJETIVO - VALORIZAÇÃO DOS RESÍDUOS)

RESÍDUOS	MADEIRA	METAIS	PLÁSTICOS, VIDROS, PAPÉIS	MATERIAIS E COMPONENTES REUTILIZÁVEIS	CONCRETO, ALVENARIA, ARGAMASSAS	RESÍDUOS PERIGOSOS	SOLO	REJEITOS
DESCRIÇÃO	RETA- LHOS INÚTEIS	RETA- LHOS INÚTEIS	EMBALA- GENS E RETALHOS	TIJOLOS, BLO- COS, COMPO- NENTES DIVER- SOS. MADEIRA, METAIS E PLÁSTICOS REUTILIZÁVEIS	RESÍDUOS DE CONCRETO, ALVENARIA E ARGAMASSA DIVERSOS, E SEUS CONS- TITUENTES	PRODUTOS INFLAMÁ- VEIS PRODUTOS QUÍMICOS DIVERSOS	SOLO LIMPO	GESSO, CONCRE- TO CELULAR, SOLO CONTAMI- NADO
DESTINO A ESPECIFICAR								

(ADAPTADA DA PROPOSTA DO *INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT*)