

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA**

**ÉLCIO DUDUCHI CARELI**

**A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 307/2002 E AS NOVAS CONDIÇÕES  
PARA GESTÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO**

**SÃO PAULO  
SETEMBRO / 2008**

**ÉLCIO DUDUCHI CARELI**

**A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 307/2002 E AS NOVAS CONDIÇÕES  
PARA GESTÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO**

**Dissertação apresentada como exigência parcial para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia no Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, no Programa de Mestrado em Tecnologia: Gestão, Desenvolvimento e Formação, sob orientação do Prof. Dr. Dirceu D'Alkmin Telles.**

**SÃO PAULO  
SETEMBRO / 2008**

C271p Careli, Élcio Duduchi  
A Resolução CONAMA nº 307/2002 e as novas condições para gestão dos resíduos de construção e demolição. -- São Paulo: CEETEPS, 2008.  
155 f.

Dissertação (Mestrado) - Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 2008.

1. Resíduos sólidos urbanos - gerenciamento. 2. Resíduos de construção e demolição. I. Título.

CDU 628.4.036

**ÉLCIO DUDUCHI CARELI**

**A RESOLUÇÃO CONAMA N° 307/2002 E AS NOVAS CONDIÇÕES  
PARA GESTÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO**

---

**PROF. DR. DIRCEU D'ALKMIN TELLES**

---

**PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. MARIA LÚCIA PEREIRA DA SILVA**

---

**PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. JANAÍNA GAMEIRO**

**São Paulo, 01 de setembro de 2008**

## **Dedicatória**

A minha esposa Ana e a meus filhos Beatriz e Elias de quem tenho recebido carinho e com quem tenho me alegrado constantemente

A meus pais Ridley e Olga e minha irmã Érica, de quem sempre recebi apoio e consideração.

A meus sogro e sogra, Luís e Expedita, pela confiança e respeito dedicados.

## **Agradecimentos**

A Deus, a quem devo minha vida, por ter-me dado condições de superar as dificuldades e alcançar meu objetivo, proporcionando o contato com todos os que de algum modo contribuíram para este trabalho.

Ao Prof. Dr. Dirceu D'Alkmin Telles pelo estímulo e atenção fundamentais para a realização deste trabalho.

A Prof<sup>a</sup>. Dra. Maria Lúcia Pereira da Silva pelo aprendizado que subsidiou a construção do referencial teórico e pelas orientações finais acerca da metodologia.

A Prof<sup>a</sup>. Dra. Janaína Gameiro pelos valiosos comentários acerca de cada uma das partes deste trabalho que permitiram ajustes importantes para sua finalização.

A sra Cleonice Viana Lima da Silva pela simpatia e atenção dedicada ao longo destes dois anos de estudos.

A minha prima Ivânia que não se privou em ajudar-me no esclarecimento de dúvidas com a língua inglesa.

A meu amigo e primo Marcelo que sempre me estimulou a voltar aos estudos acadêmicos e que têm sido um exemplo de dedicação à tarefa de ensinar.

A todos os meus familiares que me encorajaram a enfrentar mais este desafio.

A sra Bernadete Medeiros e ao sr Bruno Von Lasperg Garcia pelo apoio e cooperação nos trabalhos da Obra Limpa que foram vitais para a realização do presente trabalho.

Ao Arq Dr Tarcísio de Paula Pinto com quem muito pude aprender graças à oportunidade da realização de trabalhos conjuntos e a proveitosa troca de informações ao longo destes últimos anos.

Ao sr Carlos Alberto Peres pela cooperação e companheirismo na elaboração dos trabalhos da Obra Limpa e pelas numerosas oportunidades de aprendizado conjunto.

Ao Prof. Dr. Leonardo Miranda pelas importantes informações sobre fontes bibliográficas e sobre o atual estágio da atividade de reciclagem no Brasil.

Ao Eng Artur Granato pelo aprendizado sobre o desenvolvimento das atividades de reciclagem de RCD no Brasil.

Ao Eng Antonio Junqueira pelas informações sobre os empreendimentos de reciclagem no Brasil.

Ao Eng Alexandre Amado Brites pelas preciosas informações sobre o processo de gestão de qualidade e de resíduos na Construtora Cyrela.

Ao eng Ludmar da Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Piracicaba pelas informações sobre destinação de resíduos no município.

Ao sr Jair pelas informações e atenção dispensadas quando da visita ao Aterro Sanitário do Município de Jacareí.

Ao sr Thiago Zacharias pelo apoio na preparação das plantas anexadas a este trabalho.

Ao sr Valdecyr Papazissis pelas informações acerca da gestão pública de RCD no município de São Paulo.

Aos amigos do Projeto Competir NE (Eng Andrade Júnior, Eng<sup>a</sup> Tatiana Almeida, Prof Dr Alexandre Gusmão, Eng Ângelo, sr Kleyder, sra Dyanna Karla Tavares, sr Danilo Lisboa Borges) e a amiga eng Patrícia Carvalho, da MC Engenharia, pelas informações sobre a gestão em canteiros nos vários estados da região NE.

## Resumo

CARELI, E. D. **A Resolução CONAMA nº 307/2002 e as novas condições para gestão dos resíduos de construção e demolição**. 2008. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2008.

A indústria da construção civil consome cerca de 50% de todos os recursos naturais. Em vários municípios brasileiros, os resíduos da construção e demolição (RCD) representam mais de 60% da totalidade dos resíduos sólidos urbanos gerados. A Resolução nº 307 do CONAMA estabeleceu novas condições para o gerenciamento dos RCD no Brasil para minimizar os impactos ambientais gerados por estes resíduos.

O objetivo deste trabalho é examinar os limites e possibilidades para o exercício da responsabilidade no gerenciamento dos RCD pelos grandes geradores. A pesquisa foi realizada em 05 obras situadas em 05 municípios diferentes no Estado de SP. As informações sobre o gerenciamento dos resíduos nos canteiros e as alternativas de destinação nas cidades foram obtidas nos projetos de gerenciamento de resíduos e nos documentos de registro da destinação. Foram relacionados os fatores que favorecem ou impõem limites para a destinação ambientalmente compromissada em cada caso.

Conclui-se que já há condições favoráveis, em diferentes medidas, ao cumprimento das determinações da Resolução CONAMA nº 307. Porém, impõe-se como desafio superar alguns limites relacionados ao processo de gestão nas obras e ao desenvolvimento e implantação das soluções urbanas para o gerenciamento dos resíduos.

Palavras-chave; Resíduos de construção e demolição; Resolução CONAMA nº 307; Gerenciamento dos resíduos da construção e demolição; Grandes geradores de resíduos da construção e demolição.

## **Abstract**

CARELI, E. D. **A Resolução CONAMA nº 307/2002 e as novas condições para gestão dos resíduos de construção e demolição**. 2008. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2008.

The civil construction industry consumes around 50% of the whole natural resources. In various Brazilian cities, the construction and demolition waste (CDW) represents more than 60% of the municipal solid waste (MSW). The Resolution number 307 of CONAMA established new conditions for the management of CDW in Brazil to minimize the environmental impacts generated for this waste.

The objective of this work is to examine the limits and possibilities for the practice of responsibility in CDW management by the great generators. The research was done in 05 (five) construction sites placed in 05 (five) cities in SP state. The information about CDW management and the alternatives for destination in the cities were got from the management projects and from the documents about CDW destination. The factors that favor or impose limits to the environmentally committed destination were related in each case.

The conclusion is that there is already favorable conditions, in different measure, to fulfillment for the Resolution CONAMA 307 obligations. However, it's imposed as a challenge to surpass some limits related to the introduction process of construction waste management in construction sites and to the development and introduction of urban solutions for CDW management.

**Keywords:** Construction and demolition waste; Resolution CONAMA number 307; Construction and demolition waste management; Great generators of construction and demolition waste.

## Lista de Figuras

Figura 1	Evolução da mancha urbana na região metropolitana de São Paulo, anos 1930, 1952, 1962, 1972, 1983 e 1995	20
Figura 2	Índice de exclusão / inclusão social no município de São Paulo por distrito	24
Figura 3	Loteamentos irregulares no município de São Paulo por distrito	25
Figura 4	Ocupação territorial por favelas no município de São Paulo por distrito	26
Figura 5	Possibilidade de intervenção durante a vida útil do edifício	31
Figura 6	Origem dos resíduos da construção em alguns municípios brasileiros	34
Figura 7	Composição dos resíduos recebidos na ATT Base Ambiental	35
Figura 8	Deposição irregular em coqueiral à beira mar em praia no município de Maceió – AL	39
Figura 9	Deposição irregular em via pública em Salvador - BA	39
Figura 10	Deposição irregular em terreno desocupado em São Paulo – SP	40
Figura 11	Deposição irregular em via pública em São Paulo – SP	40
Figura 12	Deposição irregular em terreno desocupado em Santo André – SP	41
Figura 13	Bota-fora operado por transportador em Natal – RN	41
Figura 14	Bota-fora utilizado por diversos transportadores em Conselheiro Lafaiete, MG	42
Figura 15	Ecoponto Pinheiros – São Paulo - SP	45
Figura 16	Descarga de pequeno volume por caminhonete no Ecoponto Bresser – São Paulo, SP	46
Figura 17	A evolução: do entulho ao co-produto	51
Figura 18	Áreas para a destinação de grandes volumes de resíduos da construção civil na região metropolitana de São Paulo operantes em março de 2008	54
Figura 19	Planejamento e implantação da gestão de resíduos em	

	canteiros	63
Figura 20	Melhoria contínua resultante do processo de gestão de resíduos em canteiros	65
Figura 21	Geração de RCD em municípios brasileiros (estimativa) e IDHM-Renda	67
Figura 22	Estimativas da geração de RCD nos municípios de Ferraz de Vasconcelos e Jacareí.	68
Figura 23	Modelo utilizado para avaliação da destinação de resíduos da obra C-1	74
Figura 24	Dispositivos para acondicionamento inicial de resíduos em pavimentos-tipo	75
Figura 25	“Big-bags” para o acondicionamento final de resíduos de papel e plástico	76
Figura 26	Blocos de concreto acondicionados em pilhas cobertas em C-2	81
Figura 27	Central para preparação de concreto e argamassa em C-2	81
Figura 28	Baia com resíduos de madeira acumulados em C-2	82
Figura 29	Caixa estacionária com capacidade de 39 m <sup>3</sup> utilizada para acondicionar resíduos de madeira em C-2	82
Figura 30	Pilha com resíduos de alvenaria e concreto em C-2	83
Figura 31	Gleba do Jardim Cristiane, limites, quadras e área para equipamento público	85
Figura 32	Portas e batentes removidas para reutilização	86
Figura 33	Telhas empilhadas para reutilização	86
Figura 34	Modelo para sinalização de dispositivos	93
Figura 35	Rotulagem dos resíduos de amianto	94
Figura 36	Big-bags em suportes sinalizados fornecidos pelo SEMASA em Santo André, SP	95
Figura 37	Guarita e piso em concreto que requerem demolição em C-3	97
Figura 38	Entrada do terreno (portão de entrada e muros) em C-3	97
Figura 39	Árvores derrubadas (porção central) e preservadas (lateral e fundos do terreno) em C-3	98
Figura 40	Solos aguardando remoção em C-4	100

Figura 41	Estimativa de redução de custos em C-1 – Gráfico	109
Figura 42	Estimativa da redução de custos em C-2 - Gráfico	111
Figura 43	Parede projetada com elementos de vedação em quantidade e dimensões previamente definidas	112
Figura 44	Ajuste dimensional a partir de quadrículas	113
Figura 45	Marcação para elevação de alvenarias	114
Figura 46	Assentamento de blocos cerâmicos	114
Figura 47	Aplicação de argamassa de assentamento com uso de bisnaga dosadora	115
Figura 48	Recorte de paredes para instalações hidráulicas	115
Figura 49	Caixa metálica para passagem de tubulação hidráulica	116
Figura 50	Vista aérea do empreendimento Itaquareia	119
Figura 51	Central de reciclagem para resíduos de madeira	120
Figura 52	Caixas estacionárias para coleta de resíduos de madeira em ATT	121
Figura 53	Área coberta para triagem – Jacareí Recicla	125
Figura 54	Conjunto de britagem da EMDHAP, em Piracicaba	126
Figura 55	Pilha de resíduos não segregados em bota-fora (Jacareí, SP)	130

## Índice de Tabelas

Tabela 1	Valor adicionado e ocupação no Brasil – Macro setor da construção civil e economia em 2002	27
Tabela 2	Valor adicionado e ocupação por componente da atividade da construção civil no Brasil	28
Tabela 3	Produção e consumo de minerais não metálicos predominantes na construção civil brasileira	29
Tabela 4	Geração de resíduos da construção em alguns municípios brasileiros	34
Tabela 5	Geração total de resíduos de construção na União Européia	36
Tabela 6	Geração de resíduos da construção por atividade nos EUA	37
Tabela 7	Ocorrência de vetores em áreas de descarte em São José do Rio Preto, SP (1996)	38
Tabela 8	Dados sobre deposição irregular e bota-foras em alguns municípios	38
Tabela 9	Série IDHM-Renda e Geração de RCD (kg / hab / ano) em diversos municípios brasileiros	67
Tabela 10	Estimativa da geração de RCD nos municípios estudados	69
Tabela 11	Resíduos gerados na obra C-1	70
Tabela 12	Indicadores da geração de resíduos da obra C-1	71
Tabela 13	Resíduos e tipos de destinatários utilizados pela obra C-1	72
Tabela 14	Área de construção em C-2	77
Tabela 15	Resíduos gerados na obra C-2	78
Tabela 16	Indicadores da geração de resíduos da obra C-2	79
Tabela 17	Resíduos e destinatários utilizados pela obra C-2	80
Tabela 18	Caracterização dos resíduos (obra U-1)	87
Tabela 19	Caracterização dos resíduos (obra C-3)	98
Tabela 20	Caracterização dos resíduos (obra C-4)	100
Tabela 21	Relevância da geração de resíduos nas obras	105
Tabela 22	Massa de resíduos por m <sup>2</sup> de área construída – obra C-1	106
Tabela 23	Massa de resíduos por m <sup>2</sup> de área construída – obra C-2	107

Tabela 24	Composição dos custos unitários de transporte e destinação – obra C-1	107
Tabela 25	Composição dos custos unitários de transporte e destinação – obra C-2	108
Tabela 26	Estimativas da redução dos custos em C-1	110
Tabela 27	Estimativas da redução dos custos em C-2	111

## Índice de Quadros

Quadro 1	Classificação e destinação dos resíduos da construção e demolição	33
Quadro 2	Plano integrado e a distinção entre geradores de pequenos e grandes volumes de RCD	44
Quadro 3	Normas para o manejo em áreas especializadas	49
Quadro 4	Número de empresas que implantaram a gestão dos RCD em canteiros com apoio de consultorias especializadas	52
Quadro 5	Publicações para orientar construtores na gestão dos RCD em canteiros	52
Quadro 6	Ações vinculadas à gestão dos RCD em municípios brasileiros	53
Quadro 7	Áreas de reciclagem de RCD classe A no Brasil	55
Quadro 8	Tipos de obras e os municípios nas quais se inserem	59
Quadro 9	Fonte de informação das obras pesquisadas	59
Quadro 10	Projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil – modelo (folha 01)	60
Quadro 11	Projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil – modelo (folha 02)	61
Quadro 12	Possibilidades de reutilização de materiais e resíduos em canteiros	62
Quadro 13	Controle de Transporte de Resíduos (CTR) – modelo	64
Quadro 14	Indicadores associados ao volume por tipo de resíduos gerado	66
Quadro 15	Destinatários utilizados pela obra C-1	72
Quadro 16	Destinatários utilizados pela obra C-2	79
Quadro 17	Destinatários indicados para obra U-1	89
Quadro 18	Fluxo de resíduos provenientes de demolições – obra U-1	91
Quadro 19	Fluxo de resíduos provenientes da construção de novas unidades habitacionais – obra U-1	92
Quadro 20	Fluxo de resíduos provenientes da reforma de unidades habitacionais parcialmente demolidas – obra U-1	93

Quadro 21	Destinatários indicados para obra C-3	102
Quadro 22	Destinatários indicados para a obra C-4	103
Quadro 23	Fluxo dos resíduos em C-3 e C-4	104
Quadro 24	Destinatários para resíduos de madeira utilizados ou indicados em C-1, C-2 e U-1	120
Quadro 25	Condições para destinação de resíduos de madeira a Eucatex em junho de 2008	122
Quadro 26	Áreas para reciclagem de RCD na região metropolitana de São Paulo	127

## **Siglas e abreviaturas**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ATT – Área de Transbordo e Triagem

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CEDEST – Centro de Estudos das Desigualdades Sócio-Territoriais

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (originariamente: Centro Tecnológico de Saneamento Básico)

CIB – The International Council for Research and Innovation in Building and Construction

CNAE – Código Nacional de Atividade Econômica

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

CREA – Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia

CTR – Controle de Transporte de Resíduos

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

EEA – European Environment Agency

EMDHAP – Empresa Municipal de Desenvolvimento Habitacional de Piracicaba

FGV – Fundação Getúlio Vargas

FIESP – Federação da Indústria do Estado de São Paulo

IBRE – Instituto Brasileiro de Economia

IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

IPEA – Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

NBR – Norma Brasileira

ONU – Organização das Nações Unidas

PGRCC – Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

PMSP – Prefeitura Municipal de São Paulo

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

p.p.m. – partes por milhão

RAP – Relatório Ambiental Preliminar

RCD – Resíduos de Construção e Demolição

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SEDEMA – Secretaria de Defesa do Meio Ambiente (Município de Piracicaba)

SEMASA – Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SIERESP – Sindicato das Empresas Removedoras de Entulho de São Paulo

SISH-DEHAB - Secretaria de Inclusão Social e Habitação – Departamento de Habitação

SNIC – Sindicato Nacional da Indústria de Cimento

SVMA – Secretaria do Verde e Meio-Ambiente

UNEP – United Nations Environment Programme

USEPA – United States Environmental Protection Agency

## Sumário

I. INTRODUÇÃO	18
II. ASPECTOS TEÓRICOS	20
1. Desenvolvimento em cheque	20
2. A importância econômica e os impactos ambientais da construção civil	26
3. Resíduos de construção e demolição	32
4. Panorama da gestão dos RCD no Brasil	50
III. MATERIAIS E MÉTODOS	58
1. Metodologia da pesquisa	58
2. Intensidade da geração de RCD nos municípios estudados	67
3. Descrição da gestão dos RCD nas obras	69
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO	105
1. Aspectos favoráveis ao gerenciamento dos RCD	106
2. Limites ao compromisso ambiental na destinação dos RCD	127
V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	131
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	133
GLOSSÁRIO	141
ANEXOS	145

## I. INTRODUÇÃO

A Resolução CONAMA nº 307, editada em 2002, atribui responsabilidades aos geradores de resíduos da construção civil e à administração pública municipal, inaugurando uma nova fase no enfrentamento dos problemas gerados pela disposição irregular dos resíduos da construção civil. A necessidade de articular os diferentes agentes sociais na redução do impacto ambiental das atividades é reconhecida e explicitada, permitindo avanço em relação à postura meramente punitiva expressa na legislação ambiental, tal como se apresenta na lei federal de crimes ambientais nº 9605 de 13/02/1998 (JOHN, 2000, p.32).

Tal avanço alinha-se com as diretrizes gerais estabelecidas pelo Estatuto das Cidades em relação ao planejamento do desenvolvimento das cidades e de suas atividades econômicas de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio-ambiente (BRASIL CASA CIVIL, 2001).

A gestão integrada dos resíduos da construção civil é apresentada pela Resolução CONAMA 307 (vide anexo 5) como instrumento necessário para propiciar os benefícios de ordem econômica, social e ambiental desejados, disciplinando as ações necessárias de modo a minimizar os impactos ambientais (BRASIL CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002). Os planos integrados de gerenciamento devem ser elaborados e implementados pelos respectivos municípios, respeitando as peculiaridades locais e estabelecendo condições para o manejo e destinação dos resíduos provenientes tanto de grandes como de pequenos geradores (PINTO; GONZALES. 2005a, p.10).

Considerando este novo cenário, este trabalho propõe-se a examinar de que modo os grandes geradores de resíduos podem, a partir da elaboração e implantação de projetos de gerenciamento, exercer sua responsabilidade em consonância com as diretrizes da Resolução CONAMA nº 307. Mais especificamente, pretende-se identificar quais são os limites e as possibilidades para a destinação responsável dos resíduos, considerando a interface existente entre a prática da gestão nos canteiros (gestão interna) e as soluções oferecidas pelos respectivos ambientes urbanos que os inserem (gestão externa). Neste contexto, busca-se examinar os aspectos relacionados à mútua interferência entre o processo

de gestão de resíduos praticado no interior dos canteiros estudados e a dinâmica urbana de captação e disposição dos resíduos observável em cada região onde se inserem as respectivas obras.

## II. ASPECTOS TEÓRICOS

### 1. Desenvolvimento em cheque

O papel da construção civil na sociedade industrial tem sido o de transformar o ambiente natural em ambiente construído (JOHN, 2000, p. 5). Na região metropolitana de São Paulo a expressão dessa realidade dá-se na expansão da mancha urbana ao longo das últimas décadas, conforme evidencia a figura 1. Essa avassaladora marcha da ocupação territorial tem sido fortemente marcada por loteamentos irregulares, favelas, ocupação de áreas de proteção de mananciais, construções verticais, encortiçamento e pelo avanço sobre a cobertura vegetal (SVMA, IPT. 2004, p. 63-68).

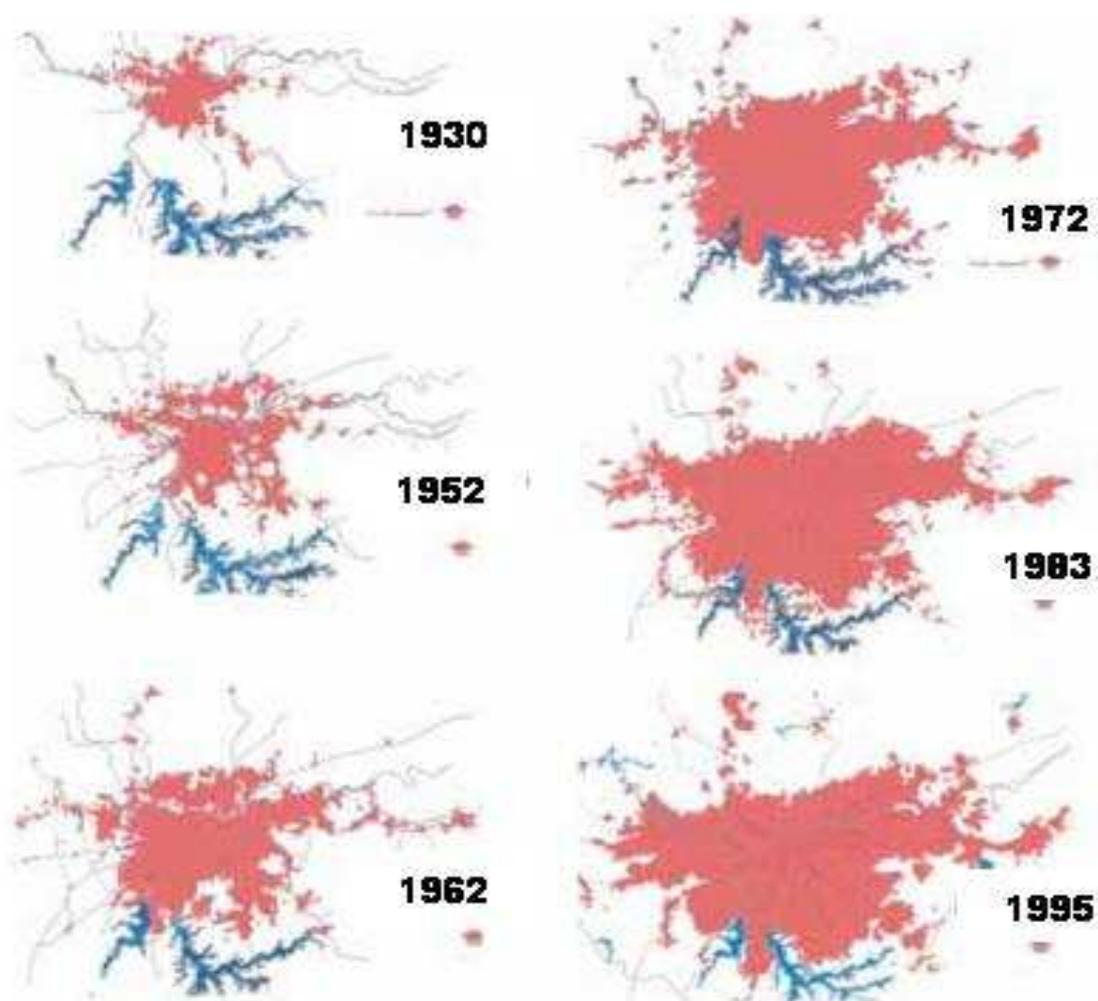


Figura 1 – Evolução da mancha urbana na região metropolitana de São Paulo, anos 1930, 1952, 1962, 1972, 1983 e 1995.

Fonte: SVMA, IPT. 2004. p. 61

A dinâmica da ocupação urbana e industrial é marcada pela emissão de gases que intensificam o efeito estufa, tais como dióxido de carbono, metano e óxido nitroso. No período pré-industrial a concentração de dióxido de carbono na atmosfera terrestre era de 280 partes por milhão (p.p.m.) e, em 2005, alcançou 380 p.p.m.. No período decenal entre 1995 e 2005 o crescimento anual estimado desta concentração foi de 1,9 p.p.m. por ano, mais significativo do que no período mais longo compreendido entre 1960 e 2005 (1,4 p.p.m. por ano) (IPCC, 2007, p. 2) o que, se projetarmos até 2060 nos conduz a uma estimativa próxima a 500 p.p.m.. e, neste cenário as temperaturas deverão aumentar para um novo estado estacionário, talvez de seis a oito graus Celsius mais quente do que o atual (LOVELOCK, 2006, p. 69-70).

Mais do que preconizar uma nova alternativa para o desenvolvimento, Lovelock (2006) argumenta que será necessário fazer uma retirada sustentável, uma vez que os danos ocasionados pelo homem a Gaia, a Terra Viva, são irreversíveis impossibilitando a sustação do aquecimento global. Restaria a espécie humana adaptar-se às novas condições de vida resultantes, num cenário de colapso civilizatório (LOVELOCK, 2006, p.20-23).

O exame das circunstâncias dos colapsos civilizatórios ancestrais, presentes ou iminentes permite identificar situações históricas diversas em que dano ambiental, mudança climática, vizinhança hostil, fragilização de parceiros comerciais amistosos e a resposta da sociedade aos problemas ambientais combinam-se de modo diversificado e alternado, resultando na derrocada das civilizações. Destaca-se, no contexto da incapacidade das sociedades em resolver seus problemas ambientais, o comportamento racional de grupos de indivíduos que agem em seu próprio benefício visando obtenção de lucros altos e contrariando o interesse de um grande número de indivíduos, ou seja, configura-se o conflito de interesses (DIAMOND, 2007, p.27, 510).

Um bom exemplo de superação no enfrentamento de tais riscos e de minimização do conflito de interesses entre seus cidadãos é o da Holanda. Com um quinto do território povoado a até sete metros abaixo do nível do mar a ocupação territorial só foi possível graças a um sistema de drenagem com um conjunto de diques, moinhos e bombas. A necessidade da interdependência entre cada um dos componentes deste sistema denominado como polder é reconhecida e reflete-se num comportamento coletivo minimizador de conflitos de interesse e num alto grau

de conscientização ambiental dos holandeses, o que garante a sobrevivência de todos. Considerando a sociedade contemporânea, a globalização contribui para tornar todo o nosso mundo um polder, de modo que os eventos ocorridos repercutem em qualquer parte do mundo (DIAMOND, 2007, p. 620-621).

Contrapõe-se ao cenário de colapso civilizatório iminente a possibilidade de superação e avanço associado ao fato de que os problemas ambientais tem sido gerados pelo próprio homem e que não são insolúveis, bastando vontade política para aplicar as soluções já disponíveis. Outro fato relevante para tal reversão “é a crescente conscientização ambiental do público em todo o mundo” (DIAMOND, 2007, p. 620-623).

Diante dos limites do modelo de desenvolvimento adotado pela sociedade industrial, tem-se afirmado como alternativa o conceito de desenvolvimento sustentável, que coloca em destaque o atendimento às necessidades básicas de toda a população (igualdade intra-geração), garantindo oportunidade de satisfazer suas aspirações para uma vida melhor sem o comprometimento da habilidade das gerações futuras atenderem suas próprias necessidades (igualdade entre gerações). A controvérsia em torno do desenvolvimento sustentável expressa-se numa contradição semântica na medida em que ser sustentável implica em algo que se mantenha indefinidamente, opondo-se a noção de desenvolvimento, que implica em transformação (JOHN, 2000, p. 12).

Outro aspecto relevante desta contradição apontado pela geógrafa Vanderli Custódio é de que o “desenvolvimento econômico no capitalismo significa constante aumento ampliado de lucros, concentração de riqueza nas mãos de poucos (privatização dos benefícios), socialização dos prejuízos e das externalidades negativas” (LOBO, 2007, p. 22).

O filósofo e fundador do Clube de Budapeste, Ervin Laszlo propõe e destaca a necessidade da evolução sustentável, uma vez que a interferência humana na evolução natural cria um tipo de evolução artificial perigosa para os seres humanos, porque move o equilíbrio natural numa direção que dificulta a vida e o desenvolvimento humanos (PARDINI, 2007, p. 12).

A marcha do desenvolvimento identificada como sinônimo de crescimento econômico, na acepção tradicional consagrada pela ótica capitalista, esbarra em limites estabelecidos tanto por fracassar no processo de reversão dos benefícios a todos os grupos sociais (INSTITUTO HUMANITAS UNISINOS – REVISTA ON LINE,

2006) como por exaurir recursos naturais finitos (natureza como despesa) e degradar o ambiente (natureza como quarto de despejo), numa escala progressiva e sem fim, no atendimento a necessidades insaciáveis, uma vez que “o próprio conceito de necessidades se alarga” (MENDES, 1993, p. 16-18).

Não obstante as controvérsias, a Agenda 21 para a Construção Sustentável nas Nações em Desenvolvimento destaca que a principal motivação do desenvolvimento sustentável deve ser a garantia de existência da espécie humana, conforme enunciado nos princípios da Declaração do Rio (ONU, 1992). No entanto, isto não significa mera sobrevivência, mas a existência em condições ambientais que assegurem qualidade de vida e o atendimento às necessidades básicas de todos relativamente à segurança, a saúde e a uma vida produtiva e em harmonia com a natureza, os valores espirituais e culturais. Está em jogo a possibilidade de distribuição da riqueza de forma eqüitativa entre indivíduos, comunidades, nações e gerações, garantindo recursos, oportunidades e o crescimento generalizado da prosperidade. Deste modo devem estar alinhados, desenvolvimento social, proteção ambiental e desenvolvimento econômico. Com esta nova abordagem de desenvolvimento (sustentável), pretende-se alcançar um estado de sustentabilidade que, no entanto, não é estático, mas sujeito a permanentes modificações e a necessárias adaptações face a dinâmica social, ambiental e econômica (CIB, 2002, p.5-6).

O papel da construção civil, considerando a existência e o bem-estar humano, está fortemente vinculado à viabilização dos assentamentos humanos, principalmente urbanos. Neste contexto afirma-se o conceito de construção sustentável como meio de harmonizar o ambiente construído e o ambiente natural, considerando a necessidade da criação de assentamentos que afirmem a dignidade humana e contribuam para a eqüidade econômica (CIB, 2002, p. 8).

Nos países industrializados, existe uma forte pressão exercida sobre o ecossistema global decorrente dos padrões de consumo das cidades enquanto assiste-se, comumente, nas cidades dos países em desenvolvimento uma degradação das condições dos assentamentos humanos decorrente da restrição generalizada de acesso a recursos e do baixo volume de investimentos (ONU, 1992).

Como forma de examinar as desigualdades nas condições de vida dos habitantes do município de São Paulo, o Centro de Estudos das Desigualdades Sócio-

Territoriais (CEDEST) elaborou o índice de exclusão / inclusão social, apurando-o em cada um dos distritos integrantes do município, evidenciando grandes diferenças qualitativas. Considerando o objetivo de propiciar igualdade intra-geração inerente ao conceito de desenvolvimento sustentável percebe-se um grande atraso a ser superado. O padrão básico de inclusão corresponde ao índice igual a zero e a figura 2 apresenta a disparidade entre os distritos, com intervalo entre -1,0 e 1,0. No contexto deste estudo, inclusão social implica em autonomia, desenvolvimento humano, qualidade de vida e equidade (SPOSATI, 2000, p. 13).

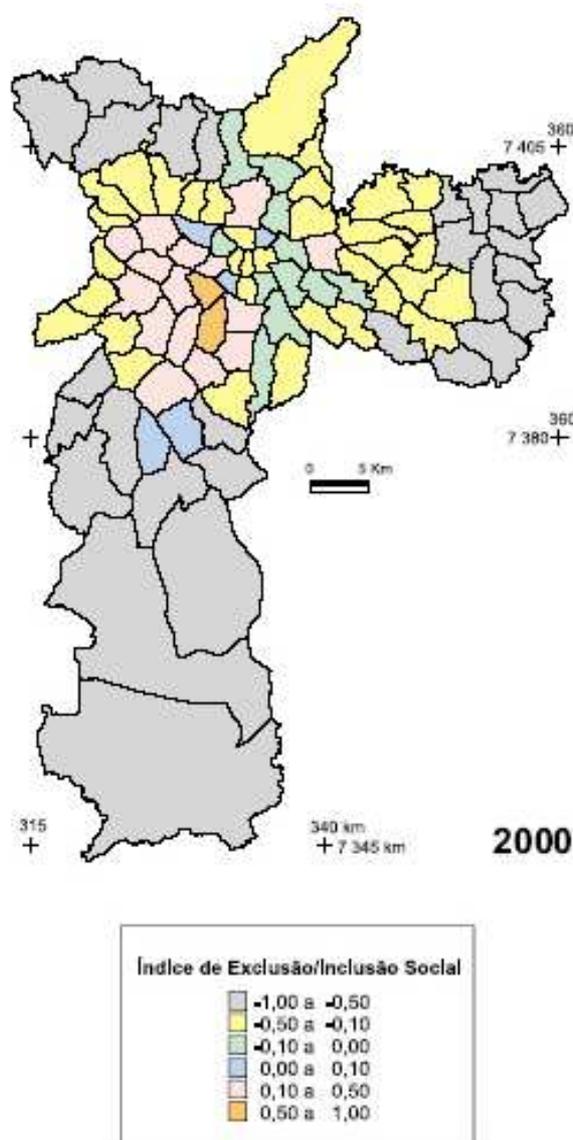


Figura 2 – Índice de exclusão / inclusão social no município de São Paulo por distrito.

Fonte: SVMA, IPT, 2004, p. 37

Num paralelo com os padrões de ocupação territorial consagrados no processo de urbanização em São Paulo, dos 12 distritos mais ocupados, em área, por loteamentos irregulares, 9 estão entre os de pior avaliação em relação à inclusão social (índice entre -1,00 e -0,50), o que pode ser percebido na observação das figuras 2 e 3.

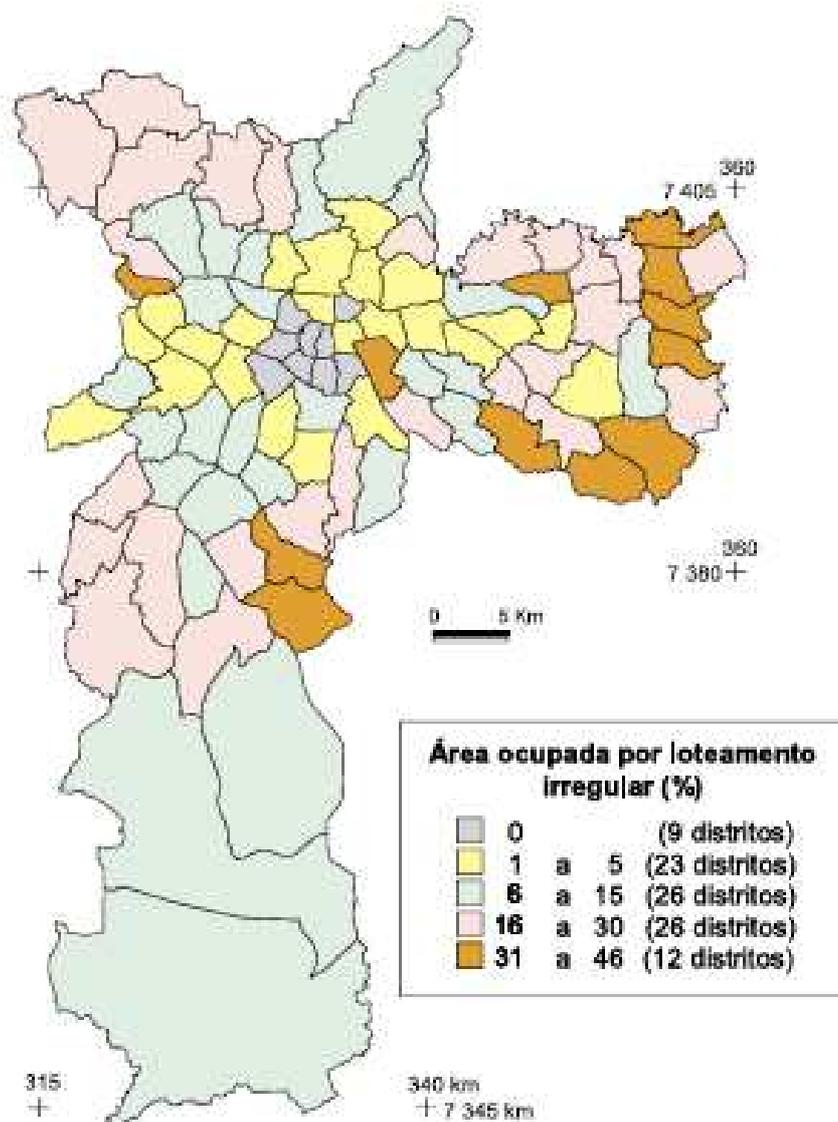


Figura 3 – Loteamentos irregulares no município de São Paulo por distrito.

Fonte: SVMA, IPT, 2004, p. 63

Em relação à ocupação por favelas, dos 11 distritos mais ocupados por favelas, 7 estão entre os de pior avaliação em relação à inclusão social (vide figuras 2 e 4). Em todos os distritos mais ocupados (em área) por favela ou loteamentos irregulares, o padrão de inclusão social está abaixo do padrão básico (índice

igual a zero) apresentado pelo estudo (SVMA, IPT, 2004, p. 63-64), conforme figuras 2, 3 e 4.

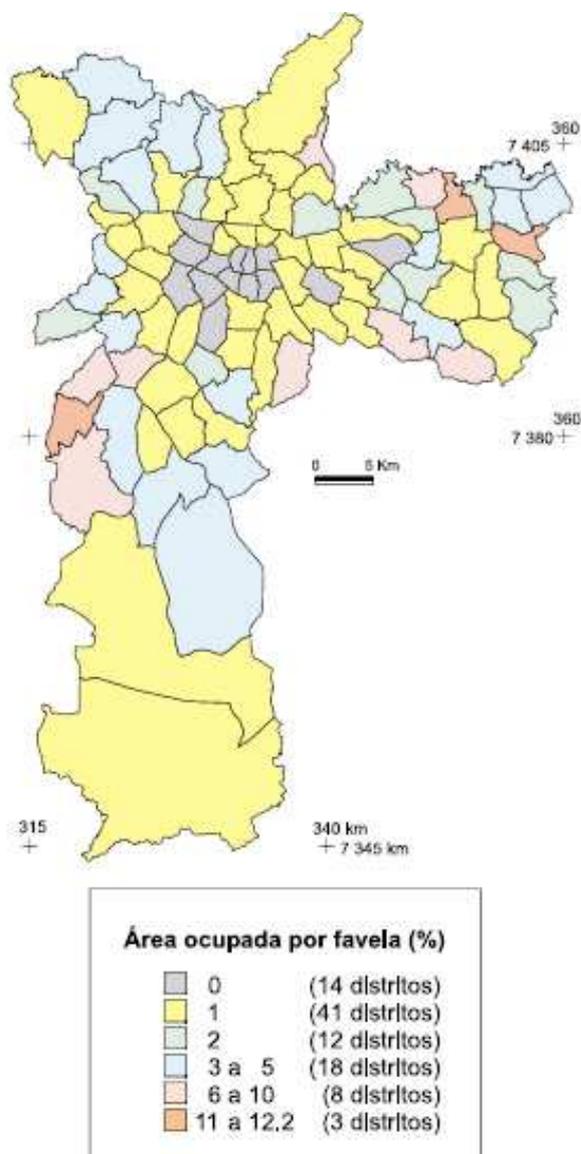


Figura 4 – Ocupação territorial por favelas no município de São Paulo por distrito.

Fonte: SVMA, IPT, 2004, p. 64

## 2. A importância econômica e os impactos ambientais da construção civil.

A relevância econômica da construção civil evidencia-se no posicionamento como principal indústria tanto na Europa (10 a 11% do Produto Interno Bruto) como nos EUA (12% do Produto Interno Bruto), respondendo por cerca de 7% dos empregos no mundo, equivalentes a 28% dos empregos em atividades industriais.

Dos empregos gerados pela construção civil, 74% estão nos países mais pobres que concentram 40,9% da população mundial. (UNEP DTIE, 2005, p. 5-6). Em contraste com seu potencial de ocupação de grandes contingentes de mão-de-obra, os países mais pobres geram apenas 23% do rendimento global da construção civil (CIB, 2002, p.15).

No Brasil, a participação do setor da construção civil, em 2002, no Valor Adicionado Bruto da economia foi de 7,96% e, se considerado o macro setor, agrupando também o valor adicionado bruto gerado pela indústria e pelos serviços associados à construção civil, o índice sobe para 11,09%, conforme explicita a tabela 1.

Tabela 1- Valor adicionado e ocupação no Brasil – Macro setor da construção civil e economia em 2002

<b>Atividade</b>	Construção	Indústria associada a construção	Serviços associados a construção	Total do macro setor	Total da Economia
Valor adicionado bruto (em milhões de R\$)	95.468,8	26.132,0	11.394,7	132.995,5	1.199.144,9
%	7,96	2,18	0,95	11,09	100,00
Pessoal ocupado	4.064.200	923.544	1.197.272	6.185.016	66.373.200
%	6,12	1,39	1,80	9,32	100,00

Fonte: IBRE FGV, 2005, p. 1

A construção civil, para efeito da análise de seu valor adicionado, pode ser identificada como o resultado do agrupamento das atividades de preparação de terrenos, construção de edifícios, construção de obras de engenharia, obras para infra-estrutura elétrica e de telecomunicação e a construção realizada por trabalhadores autônomos. Merece destaque a importância relativa do item construção de obras de engenharia no valor adicionado total da atividade com 44,25%, contrastando com a ocupação de apenas 21,49% da mão-de-obra em atividade no setor. Por outro lado, embora a construção por trabalhadores autônomos represente apenas 5,98% do valor adicionado total, a ocupação é de 32,47% do pessoal ocupado na atividade (IBRE FGV, 2005, p. 1-2). A tabela 2 apresenta o contraste marcante entre valor adicionado e geração de emprego considerando a importância relativa dos sub-setores analisados.

Tabela 2- Valor adicionado e ocupação por componente da atividade da construção civil no Brasil

Componentes da construção civil	Preparação de terreno	Construção de edifícios (inclui instalações e acabamento)	Construção de obras de engenharia	Obras de engenharia para infra-estrutura elétrica e de telecomunicações	Construção por trabalhadores autônomos	Total da Construção
Valor adicionado bruto (em milhões de R\$)	2.854,4	34.032,7	42.248,3	10.622,9	5.710,5	95.468,8
%	2,99	35,65	44,25	11,13	5,98	100,00
Pessoal ocupado	90.123	1.406.407	873.469	374.399	1.319.802	4.064.200
%	2,22	34,60	21,49	9,21	32,47	100,00

Fonte: IBRE FGV, 2005, p. 2

Neste cenário, a construção civil brasileira responde por 64,4% da Formação Bruta de Capital Fixo sob a forma de investimentos em infra-estrutura, edificações e moradia (IBRE FGV, 2005, p. 2-3). Notabiliza-se, deste modo, o macro setor da construção civil por propiciar ambiente favorável ao desenvolvimento das atividades humanas, produzindo os bens de maiores dimensões físicas do planeta e gerando impactos ambientais significativos. (JOHN, 2000, p. 15).

Considera-se como impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1986).

Estima-se que a construção civil consuma cerca de 50% dos recursos naturais extraídos no planeta (UNEP DTIE, 2005, p. 6). São utilizados diversos minerais na construção civil, tais como rochas britadas, areia, argila, cascalho, gipsita, calcáreo entre outros. A extração nas respectivas jazidas gera impactos na paisagem e nos ecossistemas onde se inserem, além de ruído e materiais particulados (EEA, 2005, p 39).

Considerando os dados disponibilizados pelo DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral), o registro da produção comercializada indica a utilização estimada em 2005 de 240,9 milhões de m<sup>3</sup> dos quais areia representa 60% e rochas

britadas 40%, conforme tabela 3. Não há registro das reservas estimadas destes minerais.

Tabela 3 – Produção e consumo de minerais não metálicos predominantes na construção civil brasileira.

Produção e consumo	Produção comercializada em m <sup>3</sup>			Mercado consumidor		
	Bruta	Beneficiada	Total	Construção civil	Atividades correlatas	Atividades não correlatas
Areia	141.084.561	4.244.282	145.328.843	89,48%	8,71%	1,81%
Rochas britadas e cascalho	3.130.674	92.406.263	95.536.937	71,82%	22,01%	6,17%
Totais ==>	144.215.235	96.650.545	240.865.780	81,81%	14,48%	3,71%

Fonte: BRASIL DNPM, 2006

As estimativas anuais de produção e comercialização são feitas “com base nos relatórios anuais de lavra e por consulta direta às Associações e Sindicatos de classe de produtores confrontada com cálculos executados pelo DNPM em função do consumo de cimento (SNIC – Sindicato Nacional da Indústria de Cimento) em cada unidade da federação”. A identificação dos consumidores baseia-se na Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE e há predominância da construção civil como principal consumidora. Entre as demais atividades correlatas destacam-se a construção e manutenção de estradas, pavimentação asfáltica, produção de artefatos de cimento, comércio de materiais de construção entre outras. O consumo total de areia e pedras britadas pela cadeia produtiva da construção civil representa 96,29% do total da produção comercializada cujos consumidores respectivos foram informados pelos produtores (BRASIL DNPM, 2006).

A indústria cimenteira brasileira produziu, em 2006, 41,9 milhões de toneladas (SNIC, 2006, p. 10) que, associadas à produção de agregados naturais, atendem a demanda por concreto e argamassas da construção civil brasileira. Em 2005 a produção mundial de cimento foi de 2.293,3 milhões de toneladas e o Brasil foi o 10º maior produtor mundial com 39,2 milhões de toneladas (1,71% da produção mundial) (SNIC, 2006, p. 35).

Quanto aos impactos decorrentes de emissões atmosféricas, notadamente de CO<sub>2</sub>, e do consumo de energia merecem atenção os processos industriais subseqüentes à extração que visam produzir bens que são intensamente utilizados na construção civil, como cimento, artefatos em cerâmica entre outros.

Nos países da União Européia, estima-se que a construção civil, incluindo produção e transporte de seus insumos, responda por algo em torno de 25 a 40% de toda a energia consumida, alcançando 50% em alguns dos países. Entre os países desenvolvidos, cerca de 1/3 do consumo final de energia ocorre em edifícios residenciais, comerciais e públicos para fins de iluminação, condicionamento de ar e operação de equipamentos em geral (UNEP DTIE, 2005, p. 6).

Em relação à indústria de cimento, cerca de 5% das emissões de CO<sub>2</sub> decorrentes das atividades humanas são dela provenientes (KLEE, 2007, p. 99). Tais emissões provêm tanto da queima de combustíveis fósseis para geração de energia como das reações químicas inerentes ao processo de fabricação do cimento (liberação de CO<sub>2</sub> durante a calcinação, por exemplo) (USEPA, 2007, p. 4-4).

Aliás, a construção moderna notabiliza-se pelo uso combinado e intensivo de aço e concreto, insumos estes produzidos em processos industriais que geram gases de efeito estufa e que consomem intensamente energia. Dados relativos aos EUA em 2005 indicam que 61,5% das emissões de CO<sub>2</sub> proveniente de fontes industriais foram geradas pelas indústrias de cimento (31,2%) e de ferro e aço (30,3%) (USEPA, 2007, p. 4-3).

Outro aspecto importante é o da utilização da terra, considerando seus elementos diversos: solo, crosta terrestre e paisagem. Assim, na mineração, faz-se remoção do solo e da vegetação superficial, extração das reservas minerais, com alteração da paisagem e da biodiversidade local. Considerando o ambiente construído, há principalmente repercussões derivadas da remoção da vegetação e dos solos superficiais e da alteração da paisagem natural. Relativamente ao solo, os efeitos sentidos dizem respeito à erosão, contaminação e impermeabilização, impedindo o exercício de suas funções naturais em relação aos respectivos ecossistemas. As condições originais de absorção de água são alteradas com redução na recarga de aquíferos e alteração das condições de evapo-transpiração (EEA, 2005, p. 41-42). A ocorrência de inundações em áreas urbanas está estritamente relacionada ao modo como é utilizado o solo, com aumento de precipitações decorrente da formação de ilhas de calor, redução da capacidade de infiltração em áreas alagáveis, insuficiência dos sistemas de drenagem para permitir o escoamento das águas, deposição de sedimentos nos leitos dos rios e córregos provenientes de trechos com solos sem sua proteção natural (cobertura vegetal) e da deposição de resíduos sólidos (MENDES, 2004, p. 12-13).

O problema dos impactos ambientais da construção civil também pode ser visto da perspectiva do ciclo de atividades que se sucedem desde a concepção, passando pela elaboração dos respectivos projetos e estendendo-se até a construção, operação, desativação, demolição e disposição final de seus resíduos (CIB, 2002, p. 3). Considerando a vida útil de uma edificação, as possibilidades de intervenção para propiciar minimização de impactos ambientais são decrescentes na medida em que as fases se sucedem, o que se explicita no gráfico da figura 5 (CEOTTO, 2006, p.21).

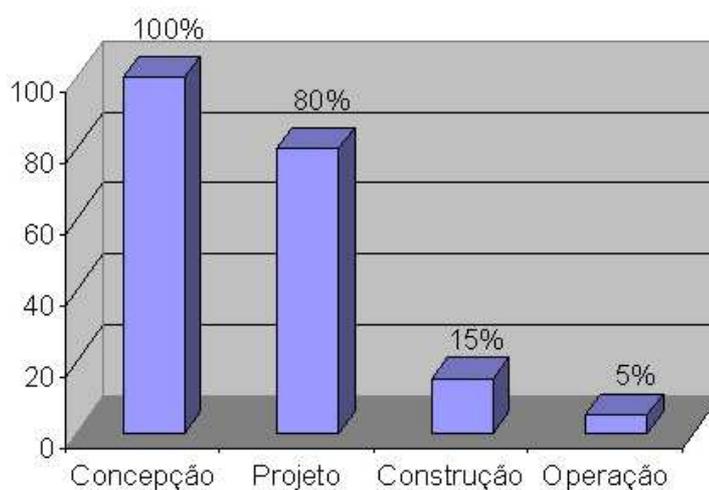


Figura 5 - Possibilidade de intervenção durante a vida útil do edifício

Fonte: CEOTTO, 2006, p. 21

Assim, avaliar o ciclo de vida das edificações permite identificar os fluxos de materiais e energia necessários durante toda a vida útil e até a desativação das respectivas plantas, considerando possibilidades tais como de adaptação para reuso e de demolição. No entanto, são significativas as dificuldades de realizar a avaliação do ciclo de vida de um edifício isoladamente, dada a variedade de materiais e produtos incorporados, cada qual com seu próprio ciclo de vida, além de que a vida útil de edifícios é costumeiramente muito longa o que torna ainda mais complexa esta avaliação. A própria aplicabilidade da avaliação de ciclo de vida a edifícios isoladamente é prejudicada pela necessidade de considerar os significativos impactos locais associados a presença da edificação, tais como interferência na insolação das construções vizinhas, no micro-clima nos arredores, na demanda adicional de serviços de infra-estrutura urbana, além das questões associadas a

saúde, segurança e conforto ambiental no ambiente interno da edificação. Alternativamente, afirma-se a tendência de considerar o ambiente construído como um todo como objeto da avaliação de ciclo de vida, destacando as possibilidades de integração entre os diferentes elementos que integram o espaço urbano, contribuindo na conversão daquilo que, inicialmente, se apresenta como um “amontado” de edificações em espaço urbano sustentável. Ganha importância, neste contexto, os processos de desenho integrado na concepção de projetos com a participação de equipe multi-disciplinar na busca da sustentabilidade do ambiente construído (KOHLER; MOFFATT, 2005, p. 17-18).

### **3. Resíduos de construção e demolição**

Até a edição da Resolução CONAMA nº 307, em 2002, os resíduos gerados pela atividade da construção civil não eram identificáveis de modo claro entre os resíduos qualificados nas normas técnicas de referência. Assim, a definição de resíduos sólidos urbanos da NBR 10004 referia-se ao conjunto de resíduos em estado sólido ou semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: 2004), ou seja, não era mencionada, explicitamente, a atividade da construção civil como geradora de resíduos. Esta norma considera 03 (três) classes de resíduos: os perigosos (classe I), os não inertes (classe II-A) e os inertes (classe II-B), definindo critérios específicos de caracterização a partir do potencial de dano ambiental ou à saúde humana (resíduos classe I) e das condições de potabilidade da água em ensaios de solubilidade dos resíduos (classe II-A e II-B) (JOHN, 2000, p 26).

A Resolução CONAMA nº 307 definiu os resíduos da construção civil em função de seus elementos constituintes (tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc) e das atividades que os originam (construção, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, além da preparação e da escavação de terrenos). O quadro 1 apresenta a classificação e as possibilidades de destinação também estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 307.

Identificam-se como elementos de distinção entre as classes o potencial de reutilização ou reciclagem dos resíduos (classes A e B), as atividades que tornam possível sua revalorização (classe A – construção civil e classe B – outras atividades), a periculosidade dos resíduos (classe D) e a não periculosidade associada à impossibilidade de revalorização (classe C).

Quadro 1 – Classificação e destinação dos resíduos da construção e demolição.

CLASSES	DESCRIÇÃO	DESTINAÇÃO REQUERIDA
<b>A</b>	Reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como concreto (incluindo blocos e peças pré-moldadas), argamassas, componentes cerâmicos e solos provenientes de terraplanagem	Reciclagem ou reutilização na forma de reciclagem ou encaminhamento a aterros de RCD para disposição de forma a possibilitar a sua reutilização ou reciclagem futura.
<b>B</b>	Recicláveis para outras destinações, como: madeiras, papel / papelão, plásticos, metais, vidros etc.	Reciclagem, reutilização ou encaminhamento a armazenamento temporário de modo que permita sua reciclagem ou utilização futura.
<b>C</b>	Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso.	Armazenamento, transporte e destinação em acordo com as normas técnicas específicas.
<b>D</b>	Resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos, amianto ou contaminados oriundos de demolições, reformas ou reparos em clínicas radiológicas, instalações industriais e outros	Armazenamento, transporte e destinação em acordo com as normas técnicas específicas.

Fonte: adaptado de BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2004

Num paralelo com a nomenclatura utilizada em outros países (C&DW – construction and demolition waste), os resíduos da construção civil, também denominados RCD (resíduos da construção e demolição) (SCHNEIDER; PHILLIPI JÚNIOR, 2005, p.20) são produzidos de modo predominante relativamente a massa dos resíduos sólidos urbanos gerada nos municípios brasileiros (PINTO, 2005, p. 8), conforme dados apresentados na tabela 4, mesmo sem o cômputo de estimativas da geração de resíduos provenientes de obras viárias e de escavações (PINTO, 1999, p. 33).

Tabela 4 – Geração de resíduos da construção em alguns municípios brasileiros

Município / Ano	Geração diária em ton	Geração per capita (kg / hab / ano)	Participação em relação à massa de resíduos sólidos urbanos
Guarulhos / 2001	1.308 (2)	380 (2)	50% (3)
Diadema / 2001	458 (2)	400 (2)	57% (3)
Piracicaba / 2001	620 (2)	590 (2)	67% (3)
Vitória da Conquista / 1997 (1)	310	400	61%
Jundiaí / 1997 (1)	712	760	62%
São José do Rio Preto / 1997 (1)	687	660	58%
Santo André / 1997 (1)	1.013	510	54%
São José dos Campos / 1995 (1)	733	470	67%
Ribeirão Preto / 1995 (1)	1.043 (2)	710	70% (2)

Fontes:

- (1) PINTO, 1999, p. 40-42.
- (2) PINTO; GONZALES, 2005a, p. 24.
- (3) PINTO, 2005. p. 8.

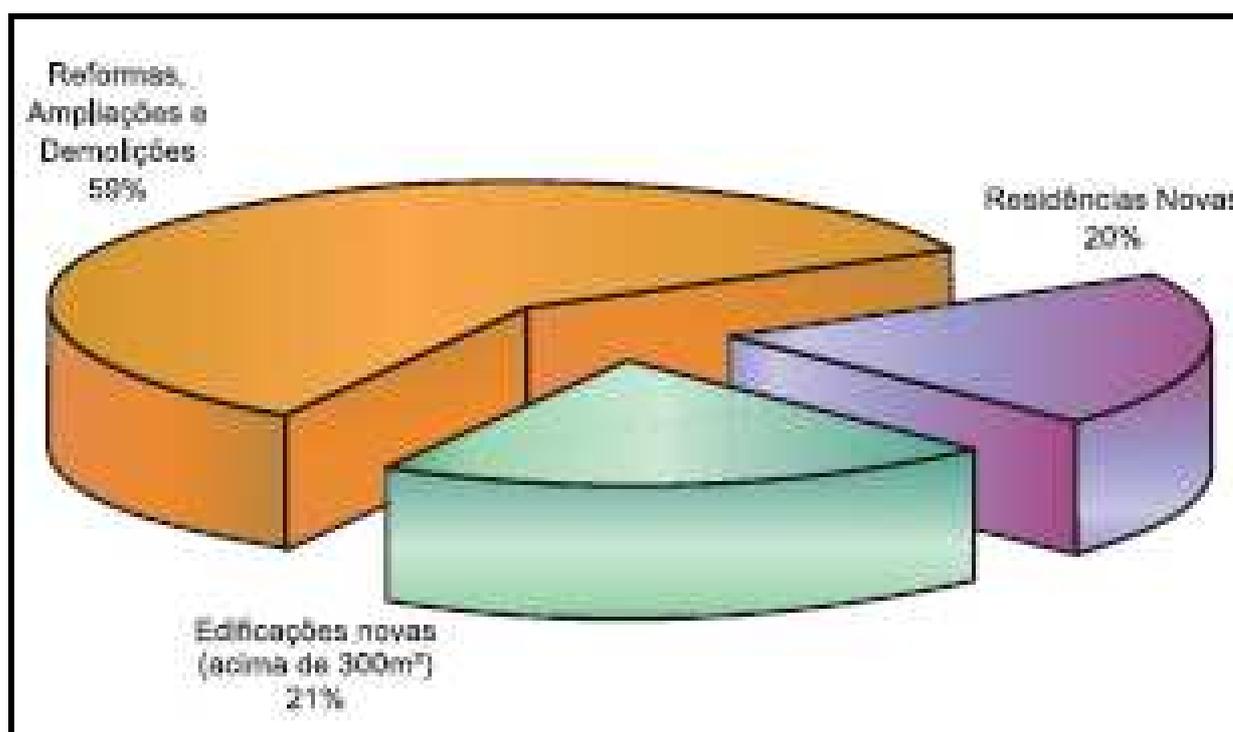


Figura 6 – Origem dos resíduos da construção em alguns municípios brasileiros

Fonte: PINTO; GONZALES, 2005a, p. 24.

A figura 6 apresenta qual a origem dos RCD em alguns municípios brasileiros, sendo marcante a predominância das reformas, ampliações e demolições que são raramente formalizadas com aprovação de plantas e alvarás. A informalidade

também caracteriza a construção de residências novas, geralmente executadas pelos próprios usuários dos imóveis, com destaque para as pequenas residências de periferia (PINTO; GONZALES, 2005a, p. 15-16). Considera-se que cerca de 75% dos resíduos de construção nas cidades brasileiras são gerados em eventos iminentemente informais e 41% provém de novas construções, tanto formais como informais (PINTO, 2005, p. 8). Nas áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil (ATT) obtém-se uma amostragem significativa indicadora dos diversos tipos de materiais que integram os resíduos da construção urbana, servindo como exemplo a composição apresentada pela figura 7. No município de São Paulo, na ATT Base Ambiental, de propriedade do sr. Gentil Ferraz, é realizada esta atividade de modo regular e o volume predominante é de resíduos inertes (a nomenclatura utilizada considera a classificação de resíduos sólidos da NBR 10004). A amostragem numa área de destinação de resíduos permite o reconhecimento da diversidade de influências incidentes sobre a geração dos resíduos (ASSIS, 2002, p. 38-39).

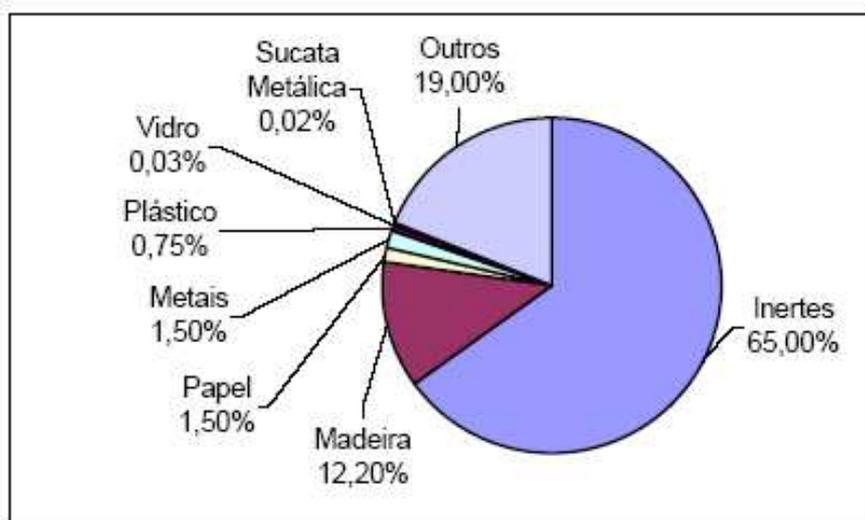


Figura 7 – Composição dos resíduos recebidos na ATT Base Ambiental

Fonte: ASSIS, 2002, p. 38.

Analogamente, na Europa as estimativas apontam para geração de 390 kg habitante / ano de resíduos sólidos municipais (LAURITZEN, 1998 apud JOHN, 1999, p. 17), e os estudos realizados nos países da União Européia apontam para geração mais intensa dos resíduos provenientes da construção, estimada em 481 kg / habitante / ano, excluídos solos, rochas e de obras em estradas, conforme apresentado pela tabela 5. No relatório que consolida as informações provenientes

das diversas fontes disponíveis destacou-se a maior extensão, confiabilidade e relevância dos dados provenientes da pesquisa realizada na Alemanha, motivada pela iniciativa governamental de incentivo a reciclagem dos resíduos da construção, que apontou para uma geração per capita de 720 kg / ano. Comparativamente, a adição nas estatísticas disponíveis dos resíduos de solos, rochas e de obras em estradas, na Alemanha, elevou a taxa de geração per capita para 3.658 kg / ano, correspondentes a geração de 300 milhões de toneladas anuais. Se forem agregadas as demais estatísticas disponíveis relativas à geração de resíduos de solos, rochas e de estradas em outros países da União Européia (Reino Unido, Holanda, Bélgica, Áustria, Dinamarca, Suécia, Finlândia e Irlanda) a geração per capita estimada salta para 1.440 kg / ano (REPORT TO DGXI EUROPEAN COMMISSION, 1999, p. 43, 44).

Tabela 5 – Geração total de resíduos de construção na União Européia

Unidade	Milhões de toneladas por ano			Kg / habitante por ano	
	Resíduos de construção e demolição (RCD)	Solos, rochas e de obras em estradas	Total	RCD per capita	Total per capita
Alemanha	59,0	241,0	300,0	720	3.658
Reino Unido	30,0	37,0	67,0	509	1.137
Holanda	11,2	9,0	20,2	718	1.295
Bélgica	6,8	27,9	34,7	666	3.402
Áustria	4,7	21,7	26,4	580	3.259
Dinamarca	2,7	8,1	10,8	509	2.038
Suécia	1,7	4,2	5,9	193	671
Finlândia	1,3	8,1	9,4	255	1.843
Irlanda	0,6	1,3	1,9	162	513
Demais países	61,7	Não estimado	61,7	351	351
Total União Européia	179,7	358,3	538,0	481	1.440

Fonte: REPORT TO DGXI EUROPEAN COMMISSION, 1999, p. 43, 44.

Na Alemanha e países da Europa Oriental estima-se que 2/3 dos resíduos da construção sejam provenientes de demolições e manutenções ou reformas e que 1/3 sejam oriundos de novas construções (BOSSINC et alli, 1996 apud JOHN, 2000, p. 16).

Nos EUA, estima-se que a geração de resíduos da construção seja de 463 kg / habitante / ano (não incluídos os resíduos provenientes de estradas, construção de

pontes e da limpeza de terrenos) (USEPA, 1998, ES-2), significativamente inferior à estimativa de 720 kg / habitante / ano relativa aos resíduos domiciliares (JOHN, 2000, p. 17). Apenas 8% dos resíduos de construção nos EUA provêm de construções novas residenciais ou não residenciais. A tabela 6 sintetiza as informações considerando a distinção entre as atividades tipicamente geradoras.

Tabela 6 – Geração de resíduos da construção por atividade nos EUA

Atividade geradora	Geração em milhões de ton anuais	Geração anual em kg / habitante	%
Construção	10.830	37	8
Reformas	59.900	205	44
Demolições	64.800	221	48
Total	135.530	463	100

Fonte: USEPA, 1998. ES-3.

Há uma variabilidade significativa na composição dos resíduos da construção considerando seus materiais constituintes. Métodos construtivos utilizados, disponibilidade local de matérias-primas (ASSIS, 2002, p. 34) e o patamar tecnológico (PINTO, 1999, p. 18) são definidores do volume e da composição dos resíduos da construção nos diversos ambientes urbanos.

A deposição desordenada dos resíduos da construção civil no ambiente urbano constitui-se num sério problema que carece ser enfrentado por seu potencial de desorganização da vida nas cidades, provocando a degradação dos mananciais, favorecendo a proliferação de doenças, obstruindo os sistemas de drenagem, assoreando cursos d'água e prejudicando a circulação de pessoas e veículos por decorrência da ocupação de vias e logradouros públicos (PINTO, 2005, p. 8) . Na tabela 7, vetores de transmissão de doenças são identificados em bota-fora situado em São José do Rio Preto, SP.

Tabela 7 – Ocorrência de vetores em áreas de descarte em São José do Rio Preto, SP (1996).

Vetores	Participação
Pulgas, Carrapatos, Piolhos e Percevejos	51,30%
Escorpiões	25,70%
Ratos	9,50%
Baratas	8,10%
Moscas	5,40%

Fonte: Pinto, 1999. p. 77

A persistência do lançamento de resíduos na malha urbana permite a identificação de “rotas” do entulho em diversas cidades com destaque para as deposições irregulares dispersas resultantes da concentração de pequenos volumes gerados e transportados informalmente ou por pequenos transportadores e para os bota-foras, áreas públicas ou privadas que concentram grandes cargas de resíduos lançadas a pretexto de seu aterramento, sem o requerido controle técnico (PINTO; GONZALES, 2005a, p.17-18) cuja capacidade de disposição de resíduos rapidamente é exaurida.

A tabela 8 apresenta diagnóstico realizado em alguns municípios relativamente a espaços urbanos degradados pelo lançamento de RCD tanto em pequenos volumes (deposições irregulares) como em grandes volumes (bota-foras).

Tabela 8 – Dados sobre deposição irregular e bota-foras em alguns municípios

Municípios (mês e ano)	RCD removido das deposições irregulares / RCD total	Número de deposições irregulares	Número de bota-foras
São José dos Campos – SP (09/1995)	47%	150	13
Ribeirão Preto - SP (11/1995)	11%	170	8
Santo André - SP (10/1997)	12%	383	4
Vitória da Conquista – BA (06/1998)	25%	62	3
Uberlândia – MG (10/2000)	12%	158	2
Guarulhos – SP (06/2001)	11%	100	17
Piracicaba – SP (10/2001)	4%	170	14

Fonte: PINTO; GONZALES, 2005a, p. 18 e 27.

As figuras 8 a 12 apresentam ocorrências da deposição irregular evidenciando a dispersão de resíduos que se acumulam degradando a paisagem e impedindo a circulação de pessoas e veículos.



Figura 8 - Deposição irregular em coqueiral à beira mar em praia no município de Maceió - AL

Fonte: autor / 2004



Figura 9 – Deposição irregular em via pública em Salvador - BA

Fonte: autor / 2004



Figura 10 – Deposição irregular em terreno desocupado em São Paulo - SP

Fonte: PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO. SECRETARIA DE SERVIÇOS – DEPARTAMENTO DE LIMPEZA URBANA, 2007.



Figura 11 – Deposição irregular em via pública em São Paulo – SP

Fonte: PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO. SECRETARIA DE SERVIÇOS – DEPARTAMENTO DE LIMPEZA URBANA, 2007.



Figura 12 – Deposição irregular em terreno desocupado em Santo André - SP  
Fonte: autor / 2007

As figuras 13 e 14 identificam bota-foras, que são utilizados para disposição final de resíduos, sendo evidente o acúmulo de grandes cargas de resíduos não triados.



Figura 13 – Bota-fora operado por transportador em Natal – RN  
Fonte: autor / 2005



Figura 14 – Bota-fora utilizado por diversos transportadores em Conselheiro Lafaiete, MG

Fonte: autor / 2008

A atuação dos chamados “caçambeiros” realizando a coleta dos resíduos de construção com os caminhões equipados por poli-guindastes e utilizando caçambas estacionárias com capacidade de 3 a 5 m<sup>3</sup> tem sido comum. Sua maior versatilidade operacional, por serem as caçambas intercambiáveis, constitui-se numa vantagem relativamente aos caminhões basculantes e equipados com carroceria de madeira. Boa parte dos resíduos coletados por estas empresas provém de reformas e ampliações que são atividades predominantemente exercidas de modo informal. Deste modo, o compromisso na destinação dos resíduos transportados por estes agentes representará um avanço na formalização da destinação dos resíduos oriundos de obras iminentemente informais. Os caminhões equipados com poli-guindastes normalmente cobrem percursos que variam entre 6 e 50 km para destinar os resíduos nos bota-foras disponíveis nos municípios. No entanto, persistem também, embora de modo não predominante, a coleta e o transporte de resíduos realizados por carroças e caminhonetes com capacidade de carga de até 1 tonelada que realizam, para efetuar o descarte dos resíduos, deslocamentos de até 3 km e destas descargas originam-se os pontos de deposição irregular (PINTO, T P, 1999, p. 29, 36).

A ausência de regra e de compromisso ambiental no manejo e disposição dos resíduos da construção civil é identificada pela Resolução CONAMA 307 como um sério problema ambiental urbano. Por isso, segundo tal resolução, é proibida a disposição final dos resíduos de construção em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de “bota-fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei (BRASIL CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, 2002). A proibição à disposição dos resíduos de construção em aterros sanitários objetiva poupá-los, prolongando sua vida útil (GIASANTE; LEVY, 2001, p.42) o que é significativo dada a escassez de espaços urbanos para instalação deste tipo de empreendimento. No município de São Paulo, a partir de 1990 os RCD coletados, transportados e recebidos em áreas de transbordo pela administração pública são dispostos em aterros de inertes (CALDERONI, 1999, p 101), inicialmente no Aterro de Itatinga, que após sua desativação teve parte de sua área destinada à atividade de transbordo de RCD e posteriormente no Aterro de Itaquera. Após o encerramento das atividades no Aterro de Itaquera a Prefeitura Municipal de São Paulo têm destinado os resíduos coletados nas vias e logradouros públicos em aterros de RCD classe A e inertes privados. Deste modo, ao aterro CDR Pedreira (em Guarulhos, SP) são destinados os RCD identificados como “sujos” (composto por resíduos classe A, B, C e D, sem triagem) e aos aterros Nova Cumbica (em Guarulhos, SP), Essencis Brasilândia, Marquise, Iúdice e Guaianazes (todos em São Paulo, SP) são destinados os resíduos classe A e inertes.

No período entre 1993 e 2003 a Prefeitura Municipal de São Paulo coletou, transportou e destinou mais de nove milhões de toneladas de RCD, desembolsando R\$ 300 milhões a preços de 2003 (R\$ 32,00 / ton). Como as empreiteiras contratadas como operadoras do sistema de limpeza urbana são remuneradas pela massa de resíduos coletados, estabelece-se uma contradição entre o interesse público em minimizar a massa de resíduos e o interesse privado em maximizar seus resultados financeiros. Denúncias de irregularidades nas práticas dos operadores de limpeza urbana associadas ao super faturamento dos serviços evidenciam o conflito de interesses entre as partes resultando na “tragédia do bem comum” (DIAMOND, 2005, p. 512), ou seja, empresas privadas são favorecidas em detrimento da coletividade (SCHNEIDER; PHILLIPI JÚNIOR, 2005, p. 13-17).

As políticas públicas devem cumprir importante papel no estabelecimento de condições favoráveis ao alcance da sustentabilidade na geração, manejo e

destinação dos RCD e “a influência da comunidade na condução dos negócios públicos” é fundamental para garantir o atendimento ao interesse público (SCHNEIDER; PHILLIPI JÚNIOR, 2005, p. 20).

Diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCD são estabelecidos na Resolução CONAMA 307 que reconhece a necessidade de alinhar geradores, transportadores e destinatários que operarão o sistema de gestão objetivando a gestão sustentável dos RCD e a conseqüente minimização dos impactos ambientais urbanos associados. As obrigações de cada um dos agentes devem estar explicitadas em legislação municipal específica (Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil), participando o poder público como gestor, cumprindo seu papel no licenciamento de empreendimentos, no cadastramento de transportadores, na fiscalização dos agentes, na promoção de ações sócio-educativas e no provimento de soluções para pequenos volumes de RCD. A critério do sistema de limpeza urbana local devem ser distinguidos os geradores de resíduos segundo o volume de resíduos gerados conforme apresenta o quadro 2.

Quadro 2 – Plano integrado e a distinção entre geradores de pequenos e grandes volumes de RCD.



Fonte: PINTO; GONZALES, 2005a, p. 13.

Os geradores de pequenos volumes de RCD exercerão sua responsabilidade na medida em que destinem seus resíduos para uma rede de áreas especializadas na triagem destas pequenas cargas para posterior coleta diferenciada e destinação. No município de São Paulo, tais áreas são públicas e denominadas Ecopontos, recebendo até 1 m<sup>3</sup> por viagem de RCD e resíduos volumosos (móveis, utensílios domésticos inutilizados, podas etc) (SÃO PAULO, Decreto nº 42.217/2002). As figuras 15 e 16 apresentam imagens de Ecopontos.



Figura 15 – Ecoponto Pinheiros - São Paulo, SP

Fonte: PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO. Secretaria de Serviços – Departamento de Limpeza Urbana, 2007



Figura 16 - Descarga de pequeno volume por caminhonete no Eco-ponto Bresser - São Paulo, SP

Fonte: PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO. Secretaria de Serviços – Departamento de Limpeza Urbana, 2007

Está prevista a instalação de uma unidade por distrito no município de São Paulo, totalizando 96 Eco-pontos, dos quais apenas 22 estavam em funcionamento em fevereiro de 2008. O primeiro Eco-ponto, situado nos baixos do Viaduto Bresser, foi inaugurado em outubro de 2003 e até maio de 2007 já recebera 5.165 m<sup>3</sup> com média mensal de recebimento de resíduos volumosos de 110 m<sup>3</sup> (PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO. Secretaria de Serviços – Departamento de Limpeza Urbana, 2007).

Para a destinação dos resíduos coletados nos Eco-pontos foram contratados os aterros de RCD classe A e inertes Marquise, Nova Cumbica e Essencis Brasilândia.

Para a destinação dos grandes volumes de RCD deve ser considerada a necessidade da utilização de transportadores cadastrados e de áreas de manejo licenciadas pelo poder público municipal local e pelos órgãos competentes na esfera estadual. Um passo adiante na gestão pública é a vinculação dos alvarás de construção à apresentação pelos grandes geradores dos projetos de gerenciamento de resíduos em que auto-declarem seu compromisso cujo efetivo cumprimento será comprovado, finda a respectiva obra, por meio dos documentos de Controle de

Transporte de Resíduos (CTR) emitidos que condicionará a liberação do alvará de conclusão (PINTO; GONZALES, 2005a, p. 110).

A Resolução CONAMA nº 307 evidencia como prioritário o esforço pela não geração de resíduos (BRASIL CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002) o que está vinculado à busca pela redução do desperdício. A aferição da geração de resíduos por área construída aponta para 49,58 kg / m<sup>2</sup>, a partir de estimativa realizada em diversos canteiros brasileiros, considerando a construção de edifícios multi-pisos (ANDRADE, et alli, 2001, p. 72). Entretanto, considerando a estimativa utilizada por Pinto (1999) para o cálculo em diversos municípios brasileiros, a geração é de 150 kg / m<sup>2</sup>. Não obstante o esforço pela redução da geração ser importante, destaca-se o fato de a viabilidade econômica da reciclagem dos RCD estar vinculada a intensidade da geração, sendo possível imaginar situações em que a redução na geração dos resíduos resultem num impacto ambiental maior do que o benefício correspondente (JOHN, 2000, p. 27). A distinção dos RCD em classes e tipos, conforme apresentado na definição e classificação estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 307, permite que seja ressaltada a importância da segregação ou triagem dos resíduos nos locais de geração e o acondicionamento diferenciado (CUNHA JÚNIOR, N. B., 2005, p. 13, 21), como condições para a valorização destes resíduos. Assim, as possibilidades de reutilização dos resíduos nas próprias obras bem como de reciclagem e mesmo disposição final ambientalmente compromissada dependem do modo como os resíduos são manejados nos canteiros e também no ambiente urbano pelos operadores de áreas especializadas no tratamento ou disposição final destes resíduos. Tal compromisso deve ser manifesto e materializar-se na elaboração e implantação pelos grandes geradores dos projetos de gerenciamento de resíduos e na operação de empreendimentos especializados de modo a atender os requisitos estabelecidos nas normas técnicas de referência.

Os procedimentos para o licenciamento ambiental das áreas especializadas no manejo e valorização de RCD gerados em grandes volumes devem ser “eficazes e não complexos” uma vez que os resíduos classe A são inertes e predominantes. Nos municípios do Estado de São Paulo, as Áreas de Transbordo e Triagem são licenciadas apenas pelo poder público local (licença ou simples autorização de funcionamento) não requerendo parecer dos órgãos ambientais estaduais. As áreas de reciclagem, por similaridade, são licenciáveis pelos órgãos ambientais

competentes a exemplo das atividades industriais. No Estado de São Paulo, os aterros de RCD e inertes são sujeitos a licenciamento nas seguintes condições (SÃO PAULO. Resolução SMA nº 41/2002):

- Capacidade total de até 100.000 m<sup>3</sup> com recebimento diário de até 150 m<sup>3</sup>: licenciamento pela agência regional do órgão ambiental estadual (CETESB);
- Capacidade superior a 100.000 m<sup>3</sup> com recebimento diário entre 150 e 300 m<sup>3</sup>: licenciamento pela agência regional da CETESB com consulta aos órgãos centrais de licenciamento estadual;
- Capacidade superior a 100.000 m<sup>3</sup> com recebimento diário superior a 300 m<sup>3</sup>: licenciamento pelos órgãos centrais de licenciamento estadual mediante apresentação de Relatório Ambiental Preliminar (RAP).

Apenas os aterros executados para regularizar terrenos de até 1.000 m<sup>2</sup> e com capacidade de até 1.000 m<sup>3</sup>, visando futuras edificações, não estão sujeitos ao licenciamento ambiental pelos órgãos ambientais competentes no Estado de São Paulo (BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. 2005, p. 17, 18).

As normas técnicas que referenciam a operação de áreas especializadas para o manejo, reciclagem e disposição final de RCD estabelecem determinadas condições que devem ser respeitadas pelos respectivos operadores conforme apresenta o quadro 3.

Quadro 3 - Normas para o manejo em áreas especializadas.

<u>Empreendimento especializado</u>	<u>Norma Técnica de referência</u>	<u>Aspectos operacionais</u>
Área de Transbordo e Triagem (ATT)	ABNT NBR 15.112	<p>Controle sobre o recebimento dos resíduos (procedência, qualidade e quantidade);</p> <p>Aceitação apenas de RCD e resíduos volumosos;</p> <p>Recebimento somente com CTR (Controle de Transporte de Resíduos);</p> <p>Acondicionamento diferenciado de acordo com a natureza dos resíduos;</p> <p>Destinação de acordo com as condições estabelecidas na Resolução CONAMA no 307, respeitando as respectivas classes, com emissão de CTR.</p>
Aterros de RCD e resíduos inertes	ABNT NBR 15.113	<p>Controle sobre o recebimento dos resíduos (procedência, qualidade e quantidade);</p> <p>Disposição final apenas de RCD classe A e inertes;</p> <p>Manter plano de controle e monitoramento, abrangendo recebimento de resíduos, qualidade de águas subterrâneas e inspeção / manutenção (drenagem, estabilidade do aterro, dispersão de particulados, emissão de ruídos e segurança ocupacional);</p> <p>Manter plano de controle de reservação dos resíduos segregados afim de possibilitar o futuro aproveitamento destes;</p> <p>Manter plano de controle da disposição definitiva dos resíduos visando o encerramento do aterro e o uso futuro da área.</p>
Área de reciclagem de RCD classe A	ABNT NBR 15.114	<p>Controle de vibrações, ruídos e emissões atmosféricas;</p> <p>Controle de entrada dos resíduos e descrição dos resíduos rejeitados, reutilizados e reciclados, associado com as respectivas destinações de cada parte;</p> <p>Manter controle da qualidade dos resíduos reciclados.</p>

Fonte:

adaptado de ABNT . NBR 15.112:2004.

\_\_\_\_\_ . NBR 15.113:2004.

\_\_\_\_\_ . NBR 15.114:2004.

Há normas técnicas para o uso de agregados reciclados na atividade da construção civil, a saber:

- NBR 15.115:2004. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos.
- NBR 15.116:2004. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.

#### 4. Panorama da gestão dos RCD no Brasil

As diretrizes e conceitos emanados da Resolução CONAMA nº 307 repercutiram no modo como a cadeia produtiva da construção civil e o poder público municipal lidam com a questão dos resíduos sólidos gerados. A necessidade de atender os requisitos da resolução inseriu na pauta dos empreendedores e dos governos municipais a questão dos RCD. A contribuição do SindusCon-SP como representante da CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil nas discussões do CONAMA durante o ano de 2001 que culminaram na edição da Resolução nº 307 evidencia uma postura pró-ativa que reconheceu a importância do tema (PINTO, 2005, p. 6). Na realidade a mobilização em torno da questão, promovida pelo CONAMA, decorreu da percepção, pela sociedade, da urgência em estabelecer condições específicas para o manejo e destinação dos RCD, uma vez que, nas cidades, os efeitos perniciosos da dispersão do entulho são significativos.

No município de São Paulo, a ação conjunta envolvendo o poder público, a construção civil organizada e os transportadores de RCD, representados respectivamente pelo Departamento de Limpeza Urbana (LIMPURB) da prefeitura, pelo SindusCon-SP e pelo SIERESP (sindicato que representa as empresas que removem entulho), tem sido fundamental na consolidação de novas práticas vinculadas ao compromisso na destinação dos RCD.

Convencionou-se denominar como entulho, metralha ou caliça o conjunto de resíduos gerados pela atividade da construção civil (BRASIL CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002). Até a edição da Resolução CONAMA nº 307, refletindo a inexistência de classificação e de regras específicas para os componentes do entulho, a prática generalizada nas cidades era do manejo e destinação inteiramente descompromissados. Usualmente, o entulho acumulado nas obras era transferido para caçambas estacionárias ou para a carroceria de caminhões basculantes e descartado sem quaisquer possibilidade de aproveitamento posterior, nas áreas de bota-fora disponíveis.

A classificação dos RCD considerando as oportunidades de valorização e de disposição ambientalmente compromissadas representa uma evolução, na medida em que aponta para a necessidade de segregar os resíduos na fonte, acondicionando-os de modo diferenciado. Novos negócios apresentam-se como

alternativas de transformação do que dantes era resíduo em co-produto (QUEIROZ; GABRIELZYK; SILVA, 2006, p. 45), o que se configura como evolução conforme apresentado na figura 17. Entende-se que co-produtos sejam materiais requalificados por processos ou operações de valorização para os quais há utilização técnica, ambiental e economicamente viável (FIESP, s/d).

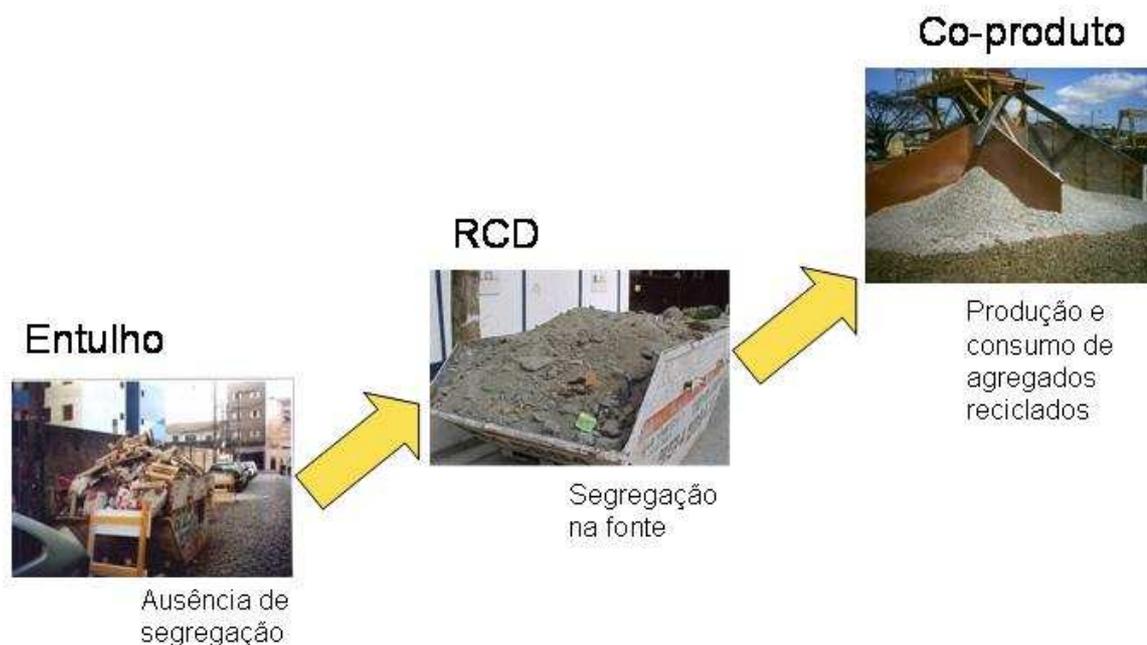


Figura 17 - A evolução: do entulho ao co-produto.

Fonte: autor

No gerenciamento dos RCD reconhece-se a existência de dois ambientes ou sub-sistemas nos quais se deve atuar, ou seja, no próprio canteiro de obra (sub-sistema interno) onde são gerados os resíduos e nos respectivos ambientes urbanos (sub-sistema externo) onde são destinados (PUCCI, R B, 2006, p. 3).

As iniciativas para a implantação da gestão de resíduos em canteiros de obra tem se intensificado nos últimos anos, como resultado da mobilização da cadeia produtiva em torno do assunto. Há um número significativo de empresas construtoras que desenvolveram ações diferenciadas para o manejo e destinação dos RCD nos últimos anos em diversos estados brasileiros, conforme vê-se no quadro 4 que, mesmo parcialmente, relaciona as iniciativas, considerando as empresas assistidas por consultorias especializadas na implantação da gestão dos RCD.

Quadro 4 – Número de empresas que implantaram a gestão dos RCD em canteiros com apoio de consultorias especializadas

Estado	Número de empresas assistidas	Suporte técnico
AL	12	Projeto Competir NE (SENAI, SEBRAE e GTZ)
BA	20	Projeto Competir NE (SENAI, SEBRAE e GTZ)
DF	25	Universidade de Brasília
MA	09	Projeto Competir NE (SENAI, SEBRAE e GTZ)
MG	07	SENAI
PE	28	SENAI e POLI-UPE
PI	04	Projeto Competir NE (SENAI, SEBRAE e GTZ)
RN	06	Projeto Competir NE (SENAI, SEBRAE e GTZ)
SE	20	MC Engenharia
SP	60	Obra Limpa

Fonte: autor

Entre as iniciativas que propiciaram a difusão das práticas de gestão também merece destaque a edição de publicações especializadas citadas no quadro 5 que, de modo prático, objetivam orientar os construtores sobre como proceder para implantar a gestão em canteiros.

Quadro 5 - Publicações para orientar construtores na gestão dos RCD em canteiros.

Publicação	Unidade federativa	Instituições envolvidas	Ano
Gestão ambiental dos resíduos da construção civil – A experiência do SindusCon-SP	SP	SindusCon-SP, Informações e Técnicas e Obra Limpa	2005
Programa Entulho Limpo (1ª Etapa) – Coleta Seletiva	DF	SindusCon-DF, Ecoatitude e Universidade de Brasília	2000
Cartilha de gerenciamento de resíduos sólidos para a construção civil	MG	SindusCon-MG, SENAI-MG e SEBRAE-MG	2005
Gestão de resíduos na construção civil	SE	SindusCon-SE, SENAI-SE e SEBRAE-SE	2005
Programa Entulho Limpo / PE – Resíduos da construção e demolição	PE	SindusCon-PE, SEBRAE-PE e ADEMI-PE	2004

Fonte: autor

A disseminação da gestão em canteiro também tem ocorrido por meio de cursos, palestras, seminários e eventos variados nos quais profissionais tem buscado informações para viabilizar sua implantação. Como possível referência, somente a participação do pesquisador ministrando cursos que abordaram o tema alcançou cerca de 300 profissionais oriundos de diferentes localidades e atuantes em diversas empresas e instituições.

Outra fonte importante de informação técnica direcionada aos profissionais para orientação sobre o manejo e destinação dos RCD é o Guia Profissional para uma gestão correta dos resíduos da construção, publicada em 2005 pela comissão especial de meio-ambiente do CREA-SP. O destaque desta publicação é a responsabilidade ambiental que deve ser assumida pelos diferentes agentes envolvidos no manejo e destinação dos RCD, a saber: poder público, projetistas, construtores, transportadores e receptores de resíduos (PINTO; GONZALES, 2005b, p. 7-28).

Relativamente à participação do poder público no cumprimento de seu papel de gestor estabelecido pela Resolução CONAMA nº 307, há evidências de que alguns municípios já estruturaram seus planos de gestão, adotando medidas alinhadas com as diretrizes estabelecidas para o manejo e destinação sustentável dos RCD, conforme apresentado no quadro 6.

Quadro 6 - Ações vinculadas à gestão dos RCD em municípios brasileiros

Município	Plano de gestão desenvolvido	Legislação específica aprovada	Pontos de entrega para pequenos volumes
Araraquara / SP	Sim	-	Sim
Belo Horizonte / MG	Sim	-	Sim
Curitiba / PR	-	Sim	-
Diadema / SP	Sim	Sim	Sim
Guarulhos / SP	Sim	-	Sim
Joinville / SC	Sim	Sim	-
Lages / SC	-	Sim	-
Maceió / AL	-	-	Sim
Piracicaba / SP	Sim	-	Sim

Município	Plano de gestão desenvolvido	Legislação específica aprovada	Pontos de entrega para pequenos volumes
Ribeirão Pires / SP	Sim	-	Sim
Rio de Janeiro / RJ	-	Sim	Sim
Salvador / BA	Sim	-	Sim
Santo André / SP	-	-	Sim
São Carlos / SP	-	-	Sim
São José do Rio Preto / SP	Sim	Sim	Sim
São Paulo / SP	Sim	Sim	Sim
Uberlândia / MG	-	-	Sim

Fonte: adaptado de BRASIL. Ministério das Cidades, 2005.

Novos empreendimentos têm-se consolidado como soluções para a destinação dos RCD, realizando reciclagem, transbordo, triagem e aterramento, atraindo resíduos e permitindo seu manejo, transformação e disposição final. Tais empreendimentos, na região metropolitana de São Paulo, considerando a disponibilidade de uso para os grandes geradores de RCD, constituem uma rede que está mapeada na figura 18.

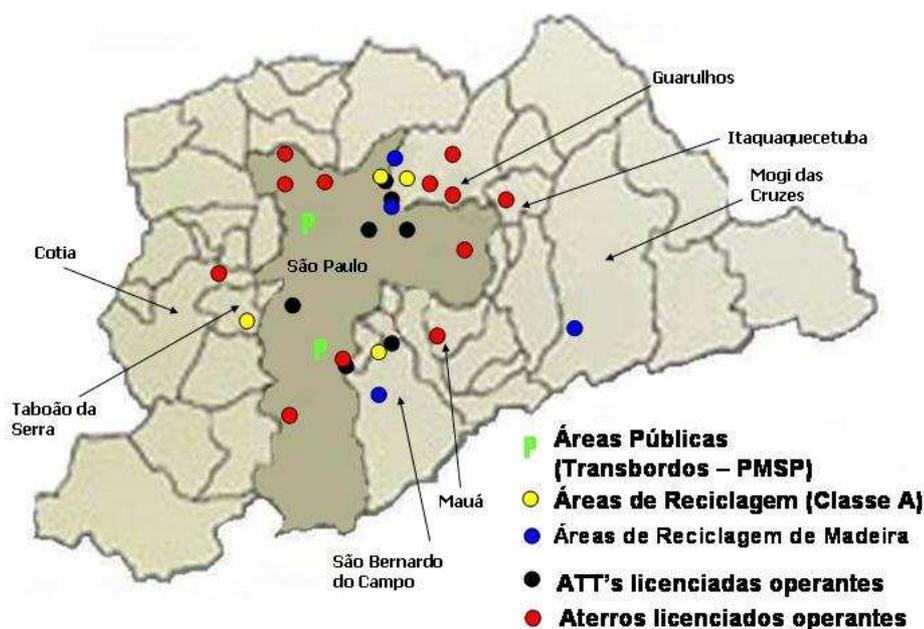


Figura 18– Áreas para a destinação de grandes volumes de resíduos da construção civil na região metropolitana de São Paulo operantes em março de 2008.

Fonte: autor

Desde 1991 foram instaladas unidades para reciclagem de RCD objetivando a produção de agregados reciclados no Brasil, tanto por iniciativa do poder público municipal em várias localidades como também de empreendedores privados. O quadro 7 apresenta um panorama destas iniciativas identificando também os empreendimentos que estão inativos.

Quadro 7 – Áreas de reciclagem de RCD classe A no Brasil

Município	Proprietário	Início das atividades	Situação em março de 2008
São Paulo / SP	Prefeitura	1991	Inativa
Londrina / PR	Prefeitura	1994	Inativa
Belo Horizonte / MG	Prefeitura	1994	Operante
Belo Horizonte / MG	Prefeitura	1996	Operante
Ribeirão Preto / SP	Prefeitura	1996	Operante
São José dos Campos / SP	Prefeitura	1996	Inativa
Piracicaba / SP	Prefeitura	1996	Operante
Fortaleza / CE	Usifort	1997	Operante
São Paulo / SP	ATT Base	1998	Operante
Vinhedo / SP	Prefeitura	2000	Operante
Macaé / RJ	Prefeitura	2000	Inativa
Socorro / SP	Irmãos Preto	2000	Operante
Guarulhos / SP	Prefeitura	2000	Operante
Brasília / DF	Caenge	2001	Operante
Ribeirão Pires / SP	Prefeitura	2003	Inativa
Ciríaco / RS	Prefeitura	2003	Inativa
São Gonçalo / RJ	Prefeitura	2003	Operante
Jundiaí / SP	SMR	2004	Operante
Caraguatatuba / SP	JC	2004	Operante
Campinas / SP	Prefeitura	2004	Operante
São Bernardo do Campo / SP	Urbem	2004	Operante
São Bernardo do Campo / SP	Ecoforte	2004	Inativa
São José do Rio Preto / SP	Prefeitura	2005	Operante
São Carlos / SP	Prefeitura	2005	Operante
Belo Horizonte / MG	Prefeitura	2006	Operante
Ponta Grossa / PR	Ponta Grossa Ambiental	2006	Operante
Taboão da Serra / SP	Estação Ecologia	2006	Operante
João Pessoa / PB	Prefeitura	2007	Operante

Município	Proprietário	Início das atividades	Situação em março de 2008
Colombo / PR	Soliforte Reciclagem	2007	Operante
Londrina / PR	Kurica	2007	Operante
Limeira / SP	RL	2007	Operante
Americana / SP	Cemara	2007	Operante
Osasco / SP	Instituto Nova Ágora	2007	Em instalação
Piracicaba / SP	Prefeitura	2007	Operante
Rio das Ostras / RJ	Prefeitura	2007	Em instalação
Guarulhos / SP	Henfer	2008	Em instalação
Petrolina / PE	Prefeitura	2008	Em instalação
Barretos / SP	Prefeitura	2008	Em instalação
São Luis / MA	Limpel	2008	Em instalação

Fonte: autor

Algumas considerações são cabíveis relativamente às informações contidas no quadro 7, a saber:

- Predominância das iniciativas do poder público: das 39 áreas mencionadas, 22 são públicas e 17 são privadas;
- Crescimento das iniciativas empresariais privadas após a edição da Resolução CONAMA 307 (em 2002): até 2002 existiam 04 empreendimentos privados frente 10 áreas públicas de reciclagem e, a partir de 2002, foram iniciados outros 13 empreendimentos privados frente 12 novas áreas públicas de reciclagem de RCD, ou seja, a partir da edição da Resolução CONAMA 307, as novas iniciativas de empreendedores privados já representam cerca de 52% do total enquanto no período anterior representavam apenas 29%;
- Casos freqüentes de paralisação das atividades em áreas públicas de reciclagem: em março de 2.008, 06 das 18 áreas de reciclagem públicas que estiveram em operação no período apresentado na tabela estavam inativas, o que representa 33,33%.

Na comunidade europeia, há cerca de 1.500 plantas de britagem em operação com capacidade de produção de agregados reciclados instalada de 100.000 toneladas / ano por planta. Destaca-se a Holanda que, em seu território, dispõe de 100 plantas de britagem fixas e 20 unidades móveis com capacidade total instalada de  $16,25 \times 10^6$  toneladas / ano, possibilitando que, em seu território, 90% da massa de RCD produzida seja reciclada e, quando possível, reutilizada (REPORT TO DGXI EUROPEAN COMMISSION, 1999, p. 2, 48).

O cumprimento das diretrizes da Resolução CONAMA 307 também tem sido, em alguns municípios brasileiros, induzido pela ação do ministério público estadual local que, mobilizando construtores, prefeitura, transportadores e receptores de resíduos, celebra termos de ajuste de conduta, como é o caso anunciado em informe do ministério público estadual do Rio Grande do Sul relativo a gestão dos RCD no município de Santa Maria. Cumpre destacar que a atuação dos promotores que representam o ministério público nos respectivos estados da federação está alinhada com a orientação dada pelo Ministério das Cidades para o trato da questão (SANTA MARIA. Ministério Público do Rio Grande do Sul).

### **III. METODOLOGIA E AVALIAÇÃO PRELIMINAR**

#### **1. Metodologia da pesquisa**

O levantamento bibliográfico realizado situa a temática da gestão dos RCD no contexto da discussão sobre o desenvolvimento sustentável e mais especificamente da necessidade de que seja buscada a sustentabilidade do ambiente construído. A disciplina específica para manejo e destinação dos resíduos da construção e demolição expressa na Resolução CONAMA nº 307 propiciou o surgimento de novas iniciativas empresariais e públicas resultando no ajustamento das condutas e adoção de práticas mais compromissadas no Brasil.

Entre os grandes geradores de resíduos merece destaque os representantes da construção formal que, de acordo com o que estabelece a Resolução CONAMA nº 307, devem elaborar e implantar os projetos de gerenciamento de resíduos, submetendo tanto os projetos quanto os documentos relativos à destinação dos resíduos a apreciação dos órgãos competentes das respectivas administrações públicas municipais.

##### **a) Critérios de escolha**

A seleção simultânea de obras e das respectivas localidades em que estão inseridas levou em conta os seguintes critérios:

- Disponibilidade da informação em projetos de gerenciamento ou documentos de registro da destinação dos resíduos;
- Diversidade de tipos de obra;
- Diversidade de localização considerando o acesso do pesquisador às informações sobre a dinâmica do gerenciamento de resíduos nos municípios em referência.

Objetiva-se, com esta diversidade, examinar as peculiaridades associadas ao manejo e destinação dos RCD tanto quanto aos diferentes tipos de resíduos gerados como em relação às diversas atividades que os originam (construção, demolição e reformas) e aos usos que se fará das construções.

Faz-se um estudo de caso com 05 (cinco) obras em 05 (cinco) municípios distintos, agrupando-as e identificando-as conforme o quadro 8.

Quadro 8 – Tipos de obras e os municípios nas quais se inserem

Municípios	Sub-grupo	Tipos de obras			
		(1)	(2)	(3)	(4)
São Paulo	I – Obras na Região metropolitana de São Paulo	C-1			
Santo André				U-1	
Ferraz de Vasconcelos			C-2		
Piracicaba	II – Construção de agências bancárias				C-3
Jacareí					C-4
Sub-total		01	01	01	02
Total		05			

(1) Construção de edifício residencial multi-piso.

(2) Construção escolar.

(3) Urbanização de favela compreendendo construção de novas moradias, demolições e reformas.

(4) Construção de agência bancária.

Fonte: autor

#### b) Fontes de informação

O conteúdo dos projetos de gerenciamento e dos documentos de registro da destinação dos resíduos são as fontes utilizadas.

O quadro 9 relaciona a fonte de informação utilizada e as respectivas obras identificadas por seu código correspondente.

Quadro 9 – Fonte de informação das obras pesquisadas.

Fonte de informação	Obras
Projetos de gerenciamento	U-1, C-3 e C-4.
Controles de registro da destinação dos RCD	C-1 e C-2.

Fonte: autor

O modelo apresentado nos quadros 10 e 11 sintetizam as informações que deverão constar dos projetos de gerenciamento com destaque para a caracterização dos resíduos considerando classes e estimativa de geração e para a indicação dos agentes transportadores e destinatários qualificados para posterior utilização.

Quadro 10 - Projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil – modelo (folha 01)

<b>Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil</b> (informações básicas obrigatórias)	
<b>1.</b>	<b>Características básicas da obra</b> (finalidade, prazo de execução, áreas, pavimentos e outras descrições)
<b>2.</b>	<b>Materiais e componentes básicos utilizados em cada etapa</b> (preparo de canteiro, fundações, estrutura, vedações, instalações, revestimentos, cobertura etc.)
<b>2.1.</b>	<b>Resíduos classe A que serão gerados</b> (descrição e quantidade estimada em m <sup>3</sup> dos resíduos de concreto, argamassas, alvenaria, produtos cerâmicos, solo e outros)
<b>2.2.</b>	<b>Resíduos classe B que serão gerados</b> (descrição e quantidade estimada em m <sup>3</sup> dos resíduos de madeira, plásticos, papéis e papelões, metais, vidros e outros)
<b>2.3.</b>	<b>Resíduos classe C que serão gerados</b> (descrição e quantidade estimada em m <sup>3</sup> dos resíduos de gesso e outros)
<b>2.4.</b>	<b>Resíduos classe D que serão gerados</b> (descrição e quantidade estimada em m <sup>3</sup> dos resíduos de tintas, solventes, óleos, instalações radiológicas ou industriais e outros resíduos perigosos)
<b>3.</b>	<b>Iniciativas para minimização dos resíduos</b> (escolha dos materiais, orientação da mão de obra e responsáveis, controles a serem adotados etc.)
<b>4.</b>	<b>Iniciativas para absorção dos resíduos na própria ou em outras obras</b> (reutilização dos resíduos de demolição, reutilização nas diversas etapas etc.)

Fonte: PINTO, T P, GONZALES, J, 2005, p. 31.

Quadro 11 - Projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil – modelo (folha 02)

5. Iniciativas para acondicionamento diferenciado e transporte adequado (forma de organização dos resíduos das quatro classes, dispositivos empregados etc.)			
6. Descrição do destino a ser dado aos resíduos não absorvidos			
Classe A (transporte para área de triagem, área de reciclagem, aterro para reservação, aterro para regularização de área etc.)	Classe B (transporte para área de triagem, área de reciclagem específica, aterro adequado licenciado etc.)	Classe C (transporte para área de triagem, área de reciclagem específica, aterro adequado licenciado etc.)	Classe D (transporte para área de triagem, área de reciclagem específica, aterro adequado licenciado etc.)
7. Descrição do destino a ser dado a outros tipos de resíduos (eventuais resíduos de ambulatórios, refeitórios etc.)			
8. Indicação dos agentes licenciados responsáveis pelo fluxo posterior dos resíduos (os agentes podem ser substituídos, a critério do gerador, por outros, legalmente licenciados)			
8.1. Identificação do transportador Nome: _____ Cadastro: _____ End.: _____ Tel.: _____		8.2. Identificação da área receptora dos resíduos Nome: _____ Licença: _____ End.: _____ Tel.: _____	
8.1. Identificação do transportador Nome: _____ Cadastro: _____ End.: _____ Tel.: _____		8.2. Identificação da área receptora dos resíduos Nome: _____ Licença: _____ End.: _____ Tel.: _____	
Preencher quantos campos sejam necessários			
9. Caracterização dos responsáveis			
9.1. Identificação do gerador Nome: _____ CPF/CNPJ: _____ End.: _____ Tel.: _____ Assinatura:..... (Local)..... (Data)...../...../.....		9.2. Identificação do responsável técnico da obra Nome: _____ CREA: _____ End.: _____ Tel.: _____ Assinatura:..... (Local)..... (Data)...../...../.....	
Podem ser incluídas, além destas, outras informações julgadas necessárias pelos geradores.			

Fonte: PINTO; GONZALES, 2005a, p. 32.

A efetiva comprovação da destinação dos resíduos em conformidade com o que estabelece a legislação ambiental e as normas respectivas poderá ser requerida pelos municípios no âmbito da concessão das licenças de ocupação (“habite-se”) dos respectivos empreendimentos. Também nos processos de auditoria para certificação de qualidade o requerimento de tal comprovação evidenciará a

concretização do compromisso declarado no projeto de gerenciamento (PINTO; GONZÁLES, 2005, p 13-14).

Uma vez caracterizados os resíduos (tipos, classes e volumes estimados), considera-se necessário definir os possíveis destinatários para cada tipo de resíduo. Entre as alternativas de destinação dos resíduos deverão ser considerados procedimentos que possibilitem a reutilização de materiais ou resíduos no próprio canteiro, tal qual exemplifica o quadro 12.

Quadro 12 - Possibilidades de reutilização de materiais e resíduos em canteiros

Tipos de materiais ou resíduos	Cuidados requeridos	Procedimento	Forma de reutilização
Painéis de madeira provenientes da desforma de lajes, pontaletes, sarrafos etc.	Retirada das peças, separando-as dos resíduos.	Empilhar e organizar as peças deixando-as disponíveis e próximas dos locais de reaproveitamento. Se o aproveitamento das peças não for próximo do local de geração, deverão ser estocadas (com sinalização) nos pavimentos inferiores.	Preparação de painéis para formas na concretagem de lajes, pilares, vigas e dos elementos de sustentação destas estruturas em madeira.
Blocos de concreto e cerâmicos parcialmente danificados.	Segregação imediatamente após a sua geração, para evitar descarte.	Empilhar para posterior utilização em outras frentes de trabalho.	Nas vedações em alvenaria identificando peças cujas dimensões sejam compatíveis com a necessidade de utilização.
Solo.	Identificar eventual necessidade do aproveitamento na própria obra para reaterros.	Planejar execução da obra compatibilizando fluxo de geração e possibilidades de estocagem e reutilização.	Disposição e compactação para readequação geométrica do terreno.

Fonte: adaptado de PINTO, 2005, p. 25.

A figura 19 indica que, numa fase pré-operacional em que se elabora o projeto de gerenciamento, os resíduos devem ser caracterizados (passo 01), com apresentação das iniciativas que possibilitem a minimização de perdas (passo 02). Nesta fase também são identificadas as soluções de destinação adequadas (passo 03) e posterior definição da logística para o acondicionamento interno e remoção

dos respectivos resíduos (passo 04). Iniciada a obra (fase operacional), os operários devem ser instruídos (passo 05) para a prática sistemática da triagem dos resíduos e acondicionamento diferenciado, após a alocação dos respectivos dispositivos. Inicia-se, então, a implantação do processo de gestão, com adoção de práticas que minimizem perdas (passo 06), a realização da triagem e acondicionamento diferenciado (passo 07) e a destinação dos resíduos, com o registro documental (passo 08) expresso nos controles de transporte de resíduos (CTR) cujo modelo está no quadro 13.



Figura 19 - Planejamento e implantação da gestão de resíduos em canteiros

Fonte: autor

### Quadro 13 - Controle de Transporte de Resíduos (CTR) – modelo

#### CTR - CONTROLE DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS (NBR 15.112/2004)

(3 vias : gerador, transportador e destinatário)

(informações mínimas essenciais – podem estar incluídas nos formulários próprios dos transportadores)

<b>1. IDENTIFICAÇÃO DO TRANSPORTADOR</b>			
Nome ou Razão Social:		tel:	
Endereço:	Cadastro Municipal:		
Nome do condutor:	Placa do veículo:		
<b>2. IDENTIFICAÇÃO DO GERADOR</b>			
Nome ou Razão Social:		tel:	
Endereço:	CPF ou CNPJ:		
<b>2.1 ENDEREÇO DA RETIRADA</b>			
Rua/Av.:	Bairro:	Município:	
<b>3. IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA RECEPTORA DE GRANDES VOLUMES</b>			
Nome ou Razão Social:		Nº da Licença Funcionamento:	
Endereço:		tel:	
<b>4. CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO</b>			
Volume transportado	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	m <sup>3</sup>	
			Concreto / Argamassa / Alvenaria <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> Volumosos (móveis e outros) <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> Volumosos (podas) <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>
			Solo <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> Madeira <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> Outros (especificar) <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>
<b>5. RESPONSABILIDADES</b>			
Visto do condutor do veículo: _____ Visto do gerador ou responsável pelo serviço: _____			
Visto e carimbo da Área Receptora de Grandes Volumes: _____			
Data: ___ / ___ / ___ Horário: ___ : ___ h			
<b>6. ORIENTAÇÃO AO USUÁRIO</b> (de acordo com a Lei Municipal nº __ de __ de __ e as sanções nela previstas)			
a) o gerador só pode dispor no equipamento de coleta resíduos da construção civil e resíduos volumosos (penalidade Ref. II);			
b) o transportador é proibido de coletar e transportar equipamentos com resíduos domiciliares, industriais e outros (penalidade Ref. VI);			
c) o gerador só pode dispor resíduos até o limite superior original do equipamento (penalidade Ref. III);			
d) o transportador é proibido de deslocar equipamentos com excesso de volume (penalidade Ref. VII);			
e) o transportador é obrigado a usar dispositivo de cobertura de carga dos resíduos (penalidade Ref. XII);			
f) as caçambas devem ser estacionadas prioritariamente no interior do imóvel;			
g) o posicionamento das caçambas em via pública é responsabilidade do transportador – sua posição não pode ser alterada pelo gerador (penalidade Ref. XI);			
h) as caçambas estacionárias podem ser utilizadas pelo prazo máximo de [5 (cinco) dias], ou [48 (quarenta e oito) horas], em vias especiais;			
i) ao gerador é proibido contratar transportador não cadastrado pela administração municipal (penalidade Ref. IV)			
j) o gerador tem o direito de receber do transportador documento de comprovação da correta destinação dos resíduos coletados (penalidade Ref. XIII, ao transportador)			

Fonte: PINTO, GONZALES, 2005a, p. 123.

c) Relevância do processo de gestão nos canteiros para os respectivos municípios

É apurada a estimativa de geração dos municípios a partir de pesquisas realizadas ou estimativas que considerem a correlação entre o fator renda do índice de desenvolvimento humano e as informações disponíveis de estudos anteriores em alguns municípios brasileiros.

d) Detalhamento das informações das obras

Para possibilitar a compreensão dos aspectos relativos ao gerenciamento dos resíduos nas obras em questão são apresentadas as seguintes informações: a) descrição sucinta do(s) empreendimento(s); b) o executante da(s) obra(s) e sua iniciativa de realizar a gestão dos resíduos; c) caracterização dos resíduos; d) alternativas para destinação dos resíduos; e) soluções para logística interna e externa (considerando acondicionamento, transporte interno e remoção dos resíduos).

e) Indicadores

Nas obras cujas informações da geração de resíduos são provenientes dos registros da destinação é possível apurar indicadores por meio dos quais pretende-se medir o desempenho em relação aos padrões apresentados na literatura especializada, balizando um processo de melhoria contínua em conformidade com o diagrama da figura 20.

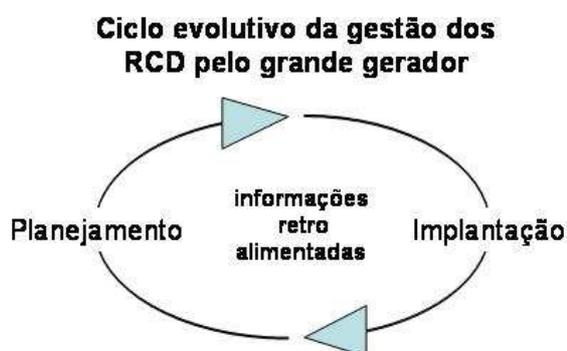


Figura 20 – Melhoria contínua resultante do processo de gestão de resíduos em canteiros

Fonte: autor

No detalhamento de informações das obras C-1 e C-2, são apresentados indicadores que relacionam o volume efetivamente gerado de resíduos com a área da superfície ou o volume do insumo que está associado mais diretamente à geração do respectivo tipo de resíduo, conforme define o quadro 14.

Quadro 14 – Indicadores associados ao volume por tipo de resíduos gerado

Tipo de resíduo	Fórmula para cálculo
Alvenaria e concreto	$m^3$ de resíduos de alvenaria e concreto / $m^2$ de superfície de paredes internas e externas
Madeira	$m^3$ de resíduos de madeira / $m^3$ de concreto consumido em estrutura
Gesso	$m^3$ de resíduos de gesso / $m^2$ de superfícies de paredes e tetos revestidos por gesso
Metal	$m^3$ de resíduos de metal / $m^3$ de concreto consumido em estrutura
Papel	$m^3$ de resíduos de papel e papelão / $m^2$ de área construída
Plástico	$m^3$ de resíduos de plástico / $m^2$ de área construída

Na apresentação dos resultados do estudo, indicadores mais gerais da massa de resíduos gerada por  $m^2$  de área construída e dos custos de destinação são apresentados e analisados de modo mais detalhado considerando as obras C-1 e C-2.

#### f) Apresentação dos resultados

Partindo da confrontação dos elementos descritos na pesquisa para cada empreendimento são alinhados e discutidos os aspectos favoráveis à destinação ambientalmente compromissada dos resíduos e os limites ao exercício da responsabilidade, considerando os aspectos da gestão interna (canteiro) e da gestão externa (cidades), com apresentação de indicadores e análise qualitativa.

## 2. INTENSIDADE DA GERAÇÃO DE RCD NOS MUNICÍPIOS ESTUDADOS

A confrontação da série de dados relativa às estimativas de geração de RCD disponíveis em alguns municípios com seus respectivos índices de desenvolvimento humano – fator renda (IDHM-R), permite o reconhecimento de uma “nuvem de pontos” (Figura 21), construída com base na tabela 9. O coeficiente de correlação linear entre a geração de RCD e o IDHM Renda é de 0,6354.

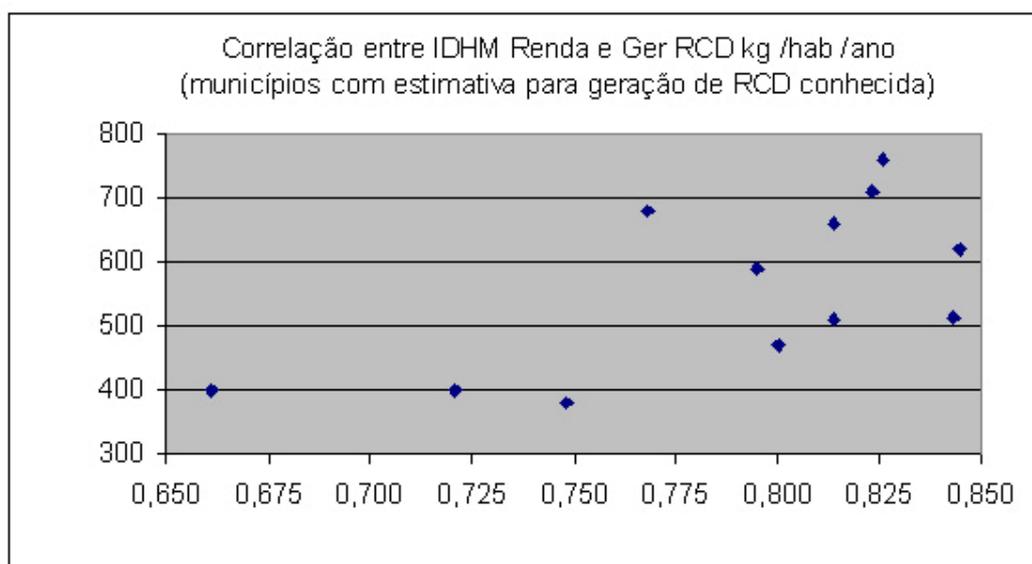


Figura 21 – Geração de RCD em municípios brasileiros (estimativa) e IDHM-Renda.

Fontes:

- (1) PNUD, 2003
- (2) PINTO; 1999, p. 40-42.
- (3) PINTO; GONZALES, 2005a, p. 24.
- (4) adaptado de PINTO, 2005. p. 8.

Tabela 9 – Série IDHM-Renda e Geração de RCD (kg / hab / ano) em diversos municípios brasileiros.

Município	IDHM-Renda (ano: 2000) (1)	Estimativa da geração de RCD	
		Kg / hab / ano	Ano
Jundiaí / SP	0,826	760 (2)	1997
Ribeirão Preto / SP	0,823	710 (2)	1995
Uberlândia / MG	0,768	680 (3)	2000
Campinas / SP	0,845	620 (2)	1996
São José do Rio Preto / SP	0,814	660 (2)	1997

Município	IDHM-Renda (ano: 2000) (1)	Estimativa da geração de RCD	
		Kg / hab / ano	Ano
São Paulo / SP	0,843	515 (4)	2003
Piracicaba / SP	0,795	590 (3)	2001
Santo André / SP	0,814	510 (2)	1997
São José dos Campos / SP	0,800	470 (2)	1995
Diadema / SP	0,721	400 (3)	2001
Vitória da Conquista / BA	0,661	400 (2)	1997
Guarulhos / SP	0,748	380 (3)	2001

Fontes:

(4) PNUD, 2003

(5) PINTO; 1999, p. 40-42.

(6) PINTO; GONZALES, 2005a, p. 24.

(4) adaptado de PINTO, 2005. p. 8.

Nos dois municípios pesquisados para os quais não se dispunha de estimativas de geração de RCD é feita uma aproximação baseada em curva exponencial e, dado o IDHM-Renda de cada município, obtém-se a correspondente estimativa de geração de RCD. A nova “nuvem de pontos” com a inserção dos dados estimados relativos aos municípios de Ferraz de Vasconcelos e Jacareí está na figura 22.

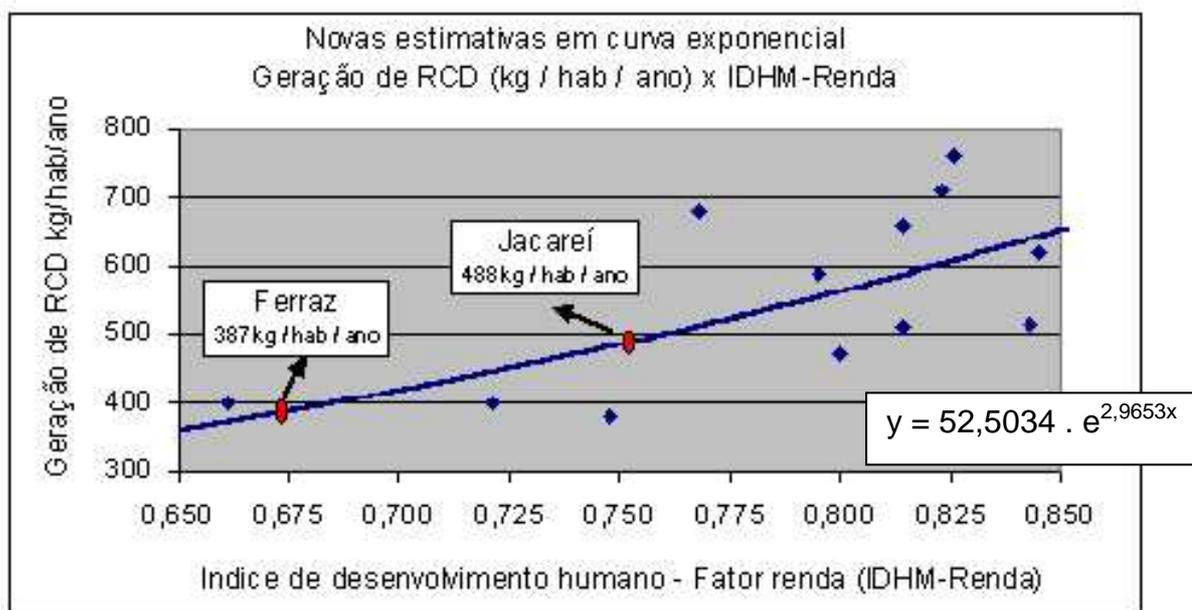


Figura 22 – Estimativas da geração de RCD nos municípios de Ferraz de Vasconcelos e Jacareí.

Fonte: autor

Considerando a população dos respectivos municípios em que estão inseridas as obras objeto desta pesquisa, obtêm-se as estimativas de geração anual de RCD apresentadas na tabela 10.

Tabela 10 – Estimativa da geração de RCD nos municípios estudados

Municípios	População Ano: 2000 (1)	Geração de RCD em ton / dia	Sub-grupos
São Paulo / SP	10.435.546	17.240	I - Obras na região metropolitana de SP
Santo André / SP	649.331	1.013	
Ferraz de Vasconcelos / SP	142.377	176	
Jacareí / SP	191.291	298	II – Construções de agências bancárias
Piracicaba / SP	329.158	620	

Fonte: (1) BRASIL, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.

### 3. DESCRIÇÃO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS NAS OBRAS

A iniciativa dos executantes das respectivas obras de realizar a gestão dos RCD é o elemento comum que permite distingui-las das demais obras nos espaços urbanos que as inserem.

Os três empreendimentos escolhidos situados na região metropolitana de São Paulo estão em três municípios, a saber: São Paulo (C-1), Santo André (U-1) e Ferraz de Vasconcelos (C-2), integrando o sub-grupo I para efeito desta pesquisa. O sub-grupo II é integrado por outras 02 (duas) obras semelhantes entre si (construção de agências bancárias), do mesmo empreendedor, porém situadas em municípios distintos e em regiões distintas do Estado de São Paulo.

- a) Sub-grupo I - empreendimento C-1, localizado no município de São Paulo, SP, no sub-distrito de Água Rasa a Rua Freire de Andrade, 64.
  - i) Descrição sucinta do(s) empreendimento(s).

Construção de condomínio residencial multi-piso em terreno com 1.863 m<sup>2</sup> em que foram construídos 64 apartamentos distribuídos numa torre com 16 pavimentos, com 02 (dois) sub-solos, perfazendo a área total de construção de 11.984 m<sup>2</sup>. A estrutura da construção foi feita em concreto armado e as vedações em blocos de concreto.

ii) O executante da(s) obra(s) e sua iniciativa de realizar a gestão dos resíduos.

Além da obra em referência e simultaneamente o empreendedor, que também é executante, implementa a gestão dos resíduos em todas suas obras, a partir de procedimentos instituídos que compreendem atividades de planejamento, capacitação e monitoramento, descritas num procedimento executivo que integra o sistema de gestão de qualidade da empresa. No período em questão, cerca de 15 (quinze) outras obras do mesmo empreendedor praticaram os mesmos procedimentos operacionais. Portanto as soluções buscadas para acondicionamento, transporte interno, coleta e destinação dos resíduos foram padronizadas e também compartilhadas.

iii) Caracterização dos resíduos.

O registro sistemático da geração dos resíduos pela equipe responsável pela administração da obra foi realizado no período entre julho de 2005 e abril de 2007. Não foi apontado nos registros o volume de solo escavado removido da obra em seu período inicial. Os resíduos foram identificados segundo o que apresenta a tabela 11 e os dados foram extraídos dos respectivos controles de transporte de resíduos (CTR) emitidos pela própria obra a medida em que os resíduos eram removidos.

Tabela 11 – Resíduos gerados na obra C-1.

Resíduos	Classe (segundo Resolução CONAMA n° 307)	Volume em m <sup>3</sup>	%
Alvenaria e concreto	A	920,0	50,83
Madeira	B	568,0	31,37
Gesso	C	128,0	7,07

Resíduos	Classe (segundo Resolução CONAMA nº 307)	Volume em m <sup>3</sup>	%
Papel	B	124,8	6,89
Plástico	B	57,6	3,18
Metal	B	12,0	0,66
Totais		1.810,4	100,00

Fonte: autor

O volume total de resíduo apresentado na tabela 11 permite o cálculo de um indicador geral de 0,1510 m<sup>3</sup> de resíduos por m<sup>2</sup> de área construída.

Alguns outros indicadores podem ser obtidos com base em dados disponíveis sobre diversos serviços executados, conforme tabela 12.

Tabela 12 – Indicadores da geração de resíduos da obra C-1.

Referência para cálculo dos indicadores	Indicadores resultantes	Descrição	
13.000	Área em m <sup>2</sup> de paredes internas e externas	0,070769	m <sup>3</sup> de resíduos de alvenaria e concreto / m <sup>2</sup> de paredes internas e externas.
2.500	Consumo em m <sup>3</sup> de concreto em estrutura	0,227200	m <sup>3</sup> de resíduos de madeira / m <sup>3</sup> de concreto consumido em estruturas.
21.500	Área em m <sup>2</sup> revestida por gesso em paredes e tetos	0,005953	m <sup>3</sup> de resíduos de gesso / m <sup>2</sup> de paredes e tetos revestidos por gesso.
11.984	Área construída em m <sup>2</sup>	0,010414	m <sup>3</sup> de resíduos de papel / m <sup>2</sup> de área construída
		0,004806	m <sup>3</sup> de resíduos de plástico / m <sup>2</sup> de área construída
2.500	Consumo em m <sup>3</sup> de concreto em estrutura	0,004800	m <sup>3</sup> de resíduos de metal / m <sup>3</sup> de concreto consumido em estruturas.

Fonte: autor

iv) As alternativas para a destinação dos resíduos.

Foram utilizados 08 (oito) destinatários distintos durante o período analisado que seguem relacionados no quadro 15 de acordo com o tipo de atividade e de resíduos recebidos.

Quadro 15 – Destinatários utilizados pela obra C-1.

Destinatário	Resíduos recebidos	Atividade
Aterro de Itaquera	Alvenaria e concreto	Aterro de RCD – classe A e resíduos inertes
Claro Terraplanagem	Alvenaria, concreto e madeira	
Aterro Klabin	Alvenaria e concreto	
Maxxipappel Comércio de Aparas e Sucatas (ATT Pari)	Alvenaria, concreto, madeira e gesso	Área de transbordo e triagem de RCD
PEPEC Ambiental Comércio e Serviço (ATT PEPEC)	Alvenaria e concreto	
Amsterdam Remoção de Entulho (ATT Multilix)	Alvenaria, concreto e madeira	
Madevila Comércio e Reciclagem	Madeira	Reciclagem de resíduos de madeira
Jane R Galvão ME	Papel, plástico e metal	Comércio de resíduos recicláveis

Fonte: autor

A tabela 13 apresenta os destinatários agrupados em conformidade com as respectivas atividades e informa o volume de resíduos recebidos.

Tabela 13 - Resíduos e tipos de destinatários utilizados pela obra C-1

Tipo de resíduo	Tipo de empreendimento (volume recebido em m <sup>3</sup> )			
	Aterros de RCD	Áreas de transbordo e triagem	Área para reciclagem dos resíduos de madeira	Comércio de resíduos de papel, plástico e metais
Alvenaria e concreto	840,0	80,0	0,0	0,0
Madeira	8,0	176,0	384,0	0,0
Gesso	0,0	128,0	0,0	0,0
Papel	0,0	0,0	0,0	124,8
Plástico	0,0	0,0	0,0	57,6
Metal	0,0	0,0	0,0	12,0
Totais	848,0	384,0	384,0	194,4
	46,84%	21,21%	21,21%	10,74%

Fonte: autor

Desde o início do registro da destinação dos resíduos da obra C-1 foram emitidos relatórios de avaliação pela empresa de consultoria em gestão de resíduos denominada Obra Limpa, conforme o exemplo apresentado pela figura 23. Tais relatórios consideraram a avaliação das medições realizadas mediante a confrontação das notas fiscais com os CTR, da formalidade expressa nos documentos de registro da destinação e das soluções utilizadas para a destinação dos respectivos resíduos.

Cliente:		Obra: <b>Premiere</b>		Código: <b>002 - 15</b>		Período avaliado: <b>01/04/2007 a 30/04/07</b>		Quantidade de CTR's: <b>10</b>	
<b>NOTAS FISCAIS RECEBIDAS</b>									
Data da Emissão		NF - Nº	Valor	Serviço	Viagens	Abater (próxima medição)	Comentários		
16/04/2007		547	650,00	Locação de caçamba estacionária	5				
02/05/2007		556	650,00	Locação de caçamba estacionária	5				
<b>DESTINAÇÕES REALIZADAS</b>									
Data da Emissão	Tipo de resíduo	Qtde	Unid.	Destinatário	Transportador	Inconsistências	Recomendações		
01 13/04/2007	Papel	7	bag	Jane R. Galvão (Aparas Curuçá)	Jane R. Galvão(Aparas Curuçá)				
02 13/04/2007	Plástico	3	bag	Jane R. Galvão (Aparas Curuçá)	Jane R. Galvão(Aparas Curuçá)				
03 30/03/2007	Madeira	4	m³	Made Villa Comercio de Madeira	Ermigdio Sabbag Junior ME				
04 05/04/2007	Alvenaria e Concreto	4	m³	Alerro Klabin	Emerson C. da Silva Entulho				
05 11/04/2007	Madeira	4	m³	Made Villa Comercio de Madeira	Ermigdio Sabbag Junior ME				
06 12/04/2007	Alvenaria e Concreto	4	m³	Alerro Klabin	Ermigdio Sabbag Junior ME				
07 13/04/2007	Alvenaria e Concreto	4	m³	Alerro Klabin	Ermigdio Sabbag Junior ME				
08 17/04/2007	Madeira	4	m³	Made Villa Comercio de Madeira	Ermigdio Sabbag Junior ME				
09 19/04/2007	Alvenaria e Concreto	4	m³	Alerro Klabin	Ermigdio Sabbag Junior ME				
10 23/04/2007	Madeira	8	m³	Made Villa Comercio de Madeira	Emerson C. da Silva Entulho				
11 26/04/2007	Alvenaria e Concreto	4	m³	Alerro Klabin	Ermigdio Sabbag Junior ME				
<b>CONCLUSÕES</b>									
Todos os CTR's estão preenchidos corretamente.									
<b>AVALIAÇÃO DA DESTINAÇÃO COMPROMISSADA DOS RESÍDUOS</b>									
Resíduo	Destinação	Unid.	Volume em Peso	Observações	Nota Possível	Peso %	Notas Alimada		
Alvenaria e Concreto	Alerro Klabin	20	m³		8,0	7,5%	8,0		
Madeira	Made Villa	20	m³		9,0	7,5%	9,0		
Papel	Jane R. Galvão (Aparas Curuçá)	7	bags		9,0	7,5%	9,0		
Plástico	Jane R. Galvão (Aparas Curuçá)	3	bags		9,0	7,5%	9,0		
Observações:					<b>Registro da destinação &gt;&gt;&gt;</b>		<b>40,0%</b>		<b>10,0</b>
					<b>Consistência da medição &gt;</b>		<b>30,0%</b>		<b>10,0</b>
					<b>Média Final &gt;&gt;&gt;</b>		<b>9,6</b>		

Figura 23 – Modelo utilizado para avaliação da destinação de resíduos da obra C-1.

Fonte: autor

v) Soluções para logística interna e externa.

Para viabilizar a triagem dos resíduos, o acondicionamento e a destinação diferenciada foram instituídos procedimentos específicos, com a utilização de dispositivos sinalizados para facilitar a distinção entre os respectivos tipos de resíduos.

Nos pavimentos-tipo foram utilizadas bombonas revestidas internamente por sacos de rafia e sinalizadas com adesivos para o acondicionamento diferenciado de resíduos de papel, plástico, metal e madeira em pequenas dimensões (vide figura 24). Os resíduos contidos nos sacos de rafia foram regularmente coletados (com a reposição, nas bombonas, de sacos vazios) e transferidos para o acondicionamento final em dispositivos de maior capacidade no pavimento térreo.



Figura 24 – Dispositivos para acondicionamento inicial de resíduos em pavimentos-tipo.

Fonte: autor

Os resíduos de plástico e papel foram dispostos em “big-bags” (vide figura 25) para acondicionamento final, enquanto os resíduos de metal foram dispostos em baias sinalizadas e os resíduos de madeira isoladamente em caçambas estacionárias.



Figura 25 – “Big-bags” para o acondicionamento final de resíduos de papel e plástico.

Fonte: autor

Tanto os resíduos de alvenaria e concreto como os resíduos de gesso foram acondicionados em caçambas estacionárias, porém isoladamente, ou seja, resíduos de alvenaria e concreto não foram misturados aos resíduos de gesso. O acondicionamento inicial foi feito em pilhas distintas e na medida em que se acumularam tais resíduos, foram transferidos com o uso de carrinhos e gericas disponíveis para transporte horizontal e do elevador de carga para transporte vertical.

A remoção dos resíduos de madeira, alvenaria e concreto e gesso foi realizada com o uso combinado de caçambas estacionárias e equipamento poli-guindaste e para tal finalidade foi utilizada uma empresa devidamente cadastrada pelo órgão de limpeza urbana municipal (LIMPURB) de São Paulo. As medições e pagamentos pelos serviços prestados pela referida empresa foram realizados mediante apresentação dos controles de transporte de resíduos assinados pelos respectivos destinatários previamente aprovados.

Em relação aos resíduos de papel, plástico e metal foram coletados a custo zero por empresa que comercializa resíduos desta natureza, havendo necessidade de concentrar cargas que viabilizassem roteiros de coleta envolvendo um conjunto de obras que, semelhantemente a obra C-1, adotaram procedimentos de triagem e acondicionamento diferenciado. No

período e de modo escalonado em conformidade com os roteiros elaborados, foi possível a realização das coletas com a concentração de resíduos em big-bags em volumes que variaram entre 07 e 11 big-bags, correspondentes a 6,72 m<sup>3</sup> ou 490 kg e 10,56 m<sup>3</sup> ou 770 kg, respectivamente. Para agilizar o carregamento e possibilitar a formação de cargas diárias que justificassem, para a empresa que coleta e comercializa os resíduos o deslocamento conforme a programação de coleta em diversas obras, foram utilizados caminhões com equipamento para içamento de cargas conhecido como “munck”.

b) Sub-grupo I - empreendimento C-2, localizado no município de Ferraz de Vasconcelos, SP no bairro Parque Dourado a Rua David Rogatis, 310.

i) Descrição sucinta do(s) empreendimento(s).

Construção de escola pública em terreno cuja projeção no pavimento térreo é de 1.088 m<sup>2</sup>, com área total de construção de 3.398 m<sup>2</sup>, distribuídos conforme tabela 14. A estrutura da construção foi feita em elementos pré-moldados em concreto com vedações em blocos de concreto.

Tabela 14 – Área de construção em C-2

Descrição	Área de construção (m <sup>2</sup> )
Pavimento térreo	1.088,00
1º pavimento	1.088,00
2º pavimento	600,00
Quadra	622,00
Total	3.398,00

Fonte: autor

Durante a execução da obra, houve disponibilidade de uso de área adicional para canteiro de 5.045 m<sup>2</sup>.

ii) O executante da(s) obra(s) e sua iniciativa de realizar a gestão dos resíduos.

A implantação do gerenciamento de resíduos foi determinada pelo contratante como iniciativa piloto em obras escolares realizada simultaneamente na obra C-2, em Ferraz de Vasconcelos e em outra obra escolar executada por outra construtora no município de Guarulhos. Aos executantes de tais obras piloto coube a adequação e o cumprimento dos procedimentos propostos pelo contratante no âmbito da implantação do processo de gestão.

iii) Caracterização dos resíduos.

Os resíduos foram retirados da obra e foram emitidos os respectivos CTR (Controle de Transporte de Resíduos). A tabela 15 apresenta a síntese da geração dos resíduos no período entre 08/06/2007 e 09/11/2007.

Tabela 15 – Resíduos gerados na obra C-2.

Resíduos	Classe (segundo Resolução CONAMA nº 307)	Volume em m <sup>3</sup>	%
Alvenaria e concreto	A	264,0	63,98
Madeira	B	115,0	27,87
Gesso	C	7,7	1,87
Papel	B	16,3	3,95
Plástico	B	9,6	2,33
Totais		412,6	100,00

Fonte: autor

O registro da destinação dos resíduos de metal foi feito de modo incompleto, não havendo menção ao volume nem ao peso das cargas destinadas.

Dos 412,60 m<sup>3</sup> de resíduos gerados durante a execução da obra, 134,20 m<sup>3</sup> originaram-se de demolições de pisos e muros. Como indicador de geração dos resíduos desta obra, considerando o abatimento do volume de resíduos das demolições, obtém-se 0,0819 m<sup>3</sup> / m<sup>2</sup> de construção.

A tabela 16 explicita outros indicadores obtidos a partir de informações acerca de diversos serviços executados.

Tabela 16 – Indicadores da geração de resíduos da obra C-2.

Referência para cálculo dos indicadores		Indicadores resultantes	Descrição
2.600	Área em m <sup>2</sup> de paredes internas e externas	0,049923	m <sup>3</sup> de resíduos de alvenaria e concreto / m <sup>2</sup> de paredes internas e externas.
245	Consumo em m <sup>3</sup> de concreto em estrutura	0,469388	m <sup>3</sup> de resíduos de madeira / m <sup>3</sup> de concreto consumido em estruturas.
1.750	Área em m <sup>2</sup> revestida por gesso em paredes e tetos	0,004400	m <sup>3</sup> de resíduos de gesso / m <sup>2</sup> de paredes e tetos revestidos por gesso.
3.398	Área construída em m <sup>2</sup>	0,004802	m <sup>3</sup> de resíduos de papel / m <sup>2</sup> de área construída
		0,002825	m <sup>3</sup> de resíduos de plástico / m <sup>2</sup> de área construída

Fonte: o autor

iv) Alternativas para a destinação dos resíduos.

Os resíduos gerados pela obra foram destinados a 05 (cinco) empresas apresentadas no quadro 16 que identifica as respectivas atividades.

Quadro 16 – Destinatários utilizados pela obra C-2

Destinatário	Resíduos recebidos	Atividade
Villatex Indústria Cerâmica	Madeira	Indústria cerâmica
Madevila Comércio e Reciclagem de Madeira	Madeira	Reciclagem de resíduos de madeira (produção de cavacos)
Itaquareia Indústria de Extração de Minérios	Alvenaria e concreto	Aterro de RCD – classe A e resíduos inertes.
Maxxipappel Comércio de Aparas e Sucata	Gesso	Área de transbordo e triagem
Santa Mariana Comércio de Sucata e Aparas de Papel	Papel, plástico e metal	Comércio de resíduos recicláveis

Fonte: autor

A tabela 17 apresenta os destinatários agrupados em conformidade com as respectivas atividades e informa o volume de resíduos recebidos.

Tabela 17 - Resíduos e destinatários utilizados pela obra C-2

Tipo de resíduo	Tipo de empreendimento (volume recebido em m <sup>3</sup> )				
	Indústria cerâmica	Área para reciclagem dos resíduos de madeira	Área de transbordo e triagem	Aterro de RCD	Comércio de resíduos de papel, plástico e metais
Alvenaria e concreto	0,0	0,0	0,0	264,0	0,0
Madeira	78,0	37,0	0,0	0,0	0,0
Gesso	0,0	0,0	7,7	0,0	0,0
Papel	0,0	0,0	0,0	0,0	16,3
Plástico	0,0	0,0	0,0	0,0	9,6
Totais	78,0	37,0	7,7	264,0	25,9
	18,90%	8,97%	1,87%	63,98%	6,28%

Fonte: autor

O documento utilizado para formalizar a destinação dos resíduos foi o CTR (controle de transporte de resíduos) emitido pela própria obra utilizando informações sobre transportadores e destinatários e descrevendo os respectivos resíduos.

v) Soluções para logística interna e externa.

Além do próprio terreno onde foi erigida a construção, houve disponibilidade de 5.045 m<sup>2</sup> de áreas contíguas para atividades de apoio e acondicionamento de insumos e resíduos. Desta área, 1.700 m<sup>2</sup> são identificáveis como um corredor de acesso ao longo do qual foi possível armazenar insumos e dispor uma central para preparação de concreto e argamassa, conforme evidenciam as figuras 26 e 27.



Figura 26 – Blocos de concreto acondicionados em pilhas cobertas em C-2.

Fonte: autor



Figura 27 – Central para preparação de concreto e argamassa em C-2.

Fonte: autor

Numa área excedente de 3.345 m<sup>2</sup> foram construídas dependências para refeitório, almoxarifado e áreas de vivência. Foi também possível destinar espaços amplos para o acondicionamento final de resíduos, com a preparação de baias e alocação de caixas estacionárias com grande capacidade de armazenamento para os resíduos de madeira, conforme evidenciam as figuras 28 e 29.



Figura 28 – Baía com resíduos de madeira acumulados em C-2.

Fonte: autor



Figura 29 – Caixa estacionária com capacidade de 39 m<sup>3</sup> utilizada para acondicionar resíduos de madeira em C-2.

Fonte: autor

O acúmulo de cargas mais volumosas possibilitou a eliminação dos custos de coleta e transporte no caso dos resíduos de madeira, uma vez que os próprios destinatários alocaram o equipamento necessário para acondicionar as cargas (caixas estacionárias com capacidade de carga de 37 e 39 m<sup>3</sup>) e realizaram coleta e transporte.

Os resíduos de alvenaria e concreto foram empilhados com o aproveitamento desta área periférica e excedente, dispensando o uso das caçambas estacionárias com pequena capacidade de carga (4 m<sup>3</sup>) normalmente requeridas para o acondicionamento final destes resíduos. A formação destas

pilhas, conforme figura 30, esteve associada à utilização de caminhões basculantes com capacidade de 22 m<sup>3</sup> para a retirada e o transporte dos resíduos.



Figura 30 – Pilha com resíduos de alvenaria e concreto em C-2.

Fonte: autor

Os resíduos de plástico e papel foram acondicionados em “big-bags” e os resíduos de metal e de gesso em baias sinalizadas. O transporte de tais resíduos da obra às respectivas empresas qualificadas para o recebimento de tais resíduos foi realizado por veículos de carga do próprio executante da obra.

c) Sub-grupo I - empreendimento U-1, localizado no município de Santo André, SP no Jardim Cristiane.

i) Descrição sucinta do(s) empreendimento(s).

O projeto executivo de reurbanização da favela do Jardim Cristiane foi elaborado em fevereiro de 2004 e sua execução compreende as seguintes intervenções:

- Demolição total ou parcial de unidades habitacionais para construção de novas vias e vielas;
- Reforma de unidades habitacionais parcialmente demolidas;

- Abertura de novas vias diagonais que se cruzarão no interior do bairro (diagonais norte-sul e leste-oeste);
- Melhoria e ampliação das vielas existentes (no interior das quadras);
- Readequação do traçado e ampliação da Av. Rangel Pestana;
- Abertura da Marginal Taioca;
- Construção de novas unidades habitacionais (área destinada a equipamento público) – 02 torres com 05 pavimentos e total de 40 apartamentos;
- Readequação das redes de água e esgoto.

Após a elaboração do projeto de urbanização e até o momento do início da execução das obras a ocupação dos espaços outrora disponíveis prosseguiu, determinando alterações significativas na configuração apresentada no projeto executivo original. Ampliação de construções pré-existentes, novas construções, ocupação de espaços na faixa por onde passa a linha de transmissão de energia elétrica são alguns dos limites à observância dos novos traçados originariamente estabelecidos no respectivo projeto executivo. Evidentemente, haverá uma repercussão considerável sobre a geração de resíduos, tanto pela limitação a extensão de algumas das intervenções previstas inicialmente como pela necessidade de definição de novas intervenções.

Na figura 31 é possível identificar a gleba com área de 97.977,33 m<sup>2</sup> e seus limites, ocupada, quando da elaboração do projeto e do cadastramento das famílias, por 868 domicílios distribuídos em 11 quadras, assinaladas de A a K, destacando também área destinada a construção de novas moradias (equipamento público) onde serão alocadas 41 famílias.

O projeto redefine a ocupação da gleba, com a necessidade de remoção de 416 famílias e a redução da população para 2.700 habitantes após o término de sua implantação, em lotes residenciais totalizando 29.472,05 m<sup>2</sup>.



Figura 31 – Gleba do Jardim Cristiane, limites, quadras e área para equipamento público.

Fonte: adaptado de Google earth

- ii) O executante da(s) obra(s) e sua iniciativa de realizar a gestão dos resíduos.

A referida obra é parte integrante das ações do Programa de Inclusão Social conduzido pelo SISH-DEHAB (Secretaria de Inclusão Social e Habitação – Departamento de Habitação cuja nomenclatura atual é Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação), da Prefeitura Municipal de Santo André que contratou empresa especializada na execução de projetos desta natureza. No entanto, a exigência da elaboração dos projetos de gerenciamento de resíduos da construção civil e de sua conseqüente e posterior implantação é feita pela SEMASA no âmbito do licenciamento ambiental de empreendimentos no município de Santo André, mais especificamente, para obtenção de Licenças Prévia e de Instalação.

iii) Caracterização dos resíduos.

A desocupação dos imóveis para execução dos serviços de demolição normalmente é acompanhada pela remoção dos elementos construtivos passíveis de reutilização tanto pelo próprio proprietário como também por possíveis adquirentes destes bens, como ilustram as figuras 32 e 33. Exemplos comuns destes bens reutilizáveis são portões, portas, batentes, telhas, esquadrias etc.



Figura 32 – Portas e batentes removidas para reutilização

Fonte: autor



Figura 33 – Telhas empilhadas para reutilização

Fonte: autor

A combinação entre atividades de construção, incluindo pequenas reformas, e de demolições gera uma variedade significativa de resíduos, predominando os resíduos provenientes das demolições.

Quando da elaboração do projeto de gerenciamento de resíduos foi realizada a caracterização dos resíduos que segue explicitada na tabela 18 na qual o volume de resíduos é estimado com a distinção das principais atividades geradoras.

Tabela 18 – Caracterização dos resíduos (obra U-1)

Tipo de resíduo e classe	Origem	Volume em m <sup>3</sup>		
		Demolição	Construção	Total
<b>Alvenaria, concreto, argamassas e cerâmicos – classe A</b>	Resultantes da demolição das unidades habitacionais, das áreas comuns pavimentadas em concreto e da construção das novas unidades residenciais.	10.436,70	165,00	10.601,70
<b>Amianto – classe D</b>	Fragmentação das telhas durante retirada para reutilização.	10,00	0,00	10,00
<b>Gesso – classe C</b>	Retalhos de placas para forro e resíduos da aplicação de gesso sarrafeado em paredes.	0,00	6,71	6,71
<b>Madeira – classe B</b>	Resultantes da demolição das unidades habitacionais em madeira e da retirada das formas após uso em concretagem.	375,00	42,84	417,84
<b>Metal – classe B</b>	Retalhos gerados durante a construção e embalagens.	0,00	2,59	2,59
<b>Papel – classe B</b>	Embalagens dos insumos utilizados durante a execução da obra, notadamente sacos e caixas de papelão.	0,00	12,28	12,28
<b>Pavimento asfáltico – classe A</b>	Provenientes da demolição dos pavimentos para sua reconstituição ou	348,00	0,00	348,00

Tipo de resíduo e classe	Origem	Volume em m <sup>3</sup>		
		Demolição	Construção	Total
	substituição por outro tipo de superfície.			
<b>Plástico – classe B</b>	Embalagens de insumos e aparas de pequenas dimensões provenientes da instalação de tubulações hidráulica e elétrica nas novas unidades residenciais.	0,00	1,85	1,85
<b>Podas, vegetação e resíduos volumosos – classe C</b>	Provenientes da limpeza dos terrenos cobertos por vegetação durante a execução das demolições.	3.000,00	0,00	3.000,00
<b>Solos – classe A</b>	Remoção nos serviços de urbanização das áreas comuns para passagem de tubulações, reconfiguração geométrica dos espaços e, na construção, para execução de fundações e estrutura das edificações.	11.346,40	819,00	12.165,40
<b>Totais</b>		<b>25.516,10</b>	<b>1.050,27</b>	<b>26.566,37</b>

Fonte: autor

#### iv) Alternativas para a destinação dos resíduos.

A identificação de empreendimentos qualificados para a destinação dos RCD, considerando a possibilidade de valorização e, ao menos, da disposição em áreas licenciadas, é a prática necessária para minimizar os custos sem o comprometimento das condições de compromisso do grande gerador na destinação dos respectivos resíduos. Considerando a região metropolitana de São Paulo, alguns possíveis destinatários têm maior potencial de atração para disposição dos RCD por estarem mais próximos do local de geração e seguem identificados no quadro 17.

Quadro 17 – Destinatários indicados para obra U-1

Resíduos	Destinatários	Município	Atividade
Alvenaria, concreto, argamassas e cerâmicos	Porto de Areia Sete Praias	São Paulo / SP	Área de transbordo e triagem de RCD
	Antonio Manassa El Khoury (ATT Rudge Entulho)	São Bernardo do Campo / SP	
	Extração de Minérios Sertãozinho	Mauá / SP	Aterros de RCD – classe A e resíduos inertes.
	Porto de Areia Sete Praias	São Paulo / SP	
	Espólio Isidoro Matheus (Aterro Guaianazes)	São Paulo / SP	
	Anaconda Ambiental e Empreendimentos	Guarulhos / SP	
	Aterro Klabin	Guarulhos / SP	
Amianto	Essencis Soluções Ambientais S/A	Caieiras / SP	Aterro sanitário e industrial
Gesso	Maxxipappel Comércio de Aparas e Sucatas (ATT Pari)	São Paulo / SP	Área de transbordo e triagem de RCD
Madeira	Biovap Ambiental Ltda	São Bernardo do Campo / SP	Reciclagem de resíduos de madeira (produção de cavacos)
Metal	Departamento de Resíduos Sólidos - SEMASA	Santo André / SP	Gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos municipais
Papel			
Pavimento asfáltico	Extração de Minérios Sertãozinho	Mauá / SP	Aterros de RCD – classe A e resíduos inertes.
	Porto de Areia Sete Praias	São Paulo / SP	
	Espólio Isidoro Matheus (Aterro Guaianazes)	São Paulo / SP	
	Anaconda Ambiental e Empreendimentos	Guarulhos / SP	

Resíduos	Destinatários	Município	Atividade
	Aterro Klabin	Guarulhos / SP	
Plástico	Departamento de Resíduos Sólidos - SEMASA	Santo André / SP	Gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos municipais
Podas, vegetação e resíduos volumosos	Lara Central de Tratamento de Resíduos	Santo André / SP	Aterro sanitário
	Aterro Sanitário Municipal de Santo André	Santo André / SP	
Outros resíduos não recicláveis (1)	Lara Central de Tratamento de Resíduos	Santo André / SP	Aterro sanitário
	PEPEC Ambiental Comércio e Serviço (ATT PEPEC)	São Paulo / SP	Área de transbordo e triagem

(1) uniforme, botas, luvas, lixas, pincéis, rolos, trinchas, brochas, espuma de poliuretano, bisnagas de silicone, EPS (isopor), embalagens de poliuretano expandido, texturas acrílicas e outros

Fonte: autor

v) Soluções para logística interna e externa.

Com a finalidade de descrever os fluxos de resíduos durante a execução da obra, classificamos as atividades desenvolvidas em 03 (três) grupos, ou seja, demolições, construção de novas unidades habitacionais e reformas em unidades parcialmente demolidas.

O quadro 18 explicita os fluxos de resíduos associados aos serviços de demolição das unidades habitacionais e dos pavimentos de concreto e asfálticos, que também gerará resíduos de solos, podas, vegetação e volumosos quando da limpeza de terrenos e escavações necessárias para dar continuidade aos serviços.

Quadro 18 – Fluxo de resíduos provenientes de demolições – obra U-1

Fase	Tipo de resíduo		Acondicionamento inicial	Transporte interno	Acondicionamento Final	Transporte externo
DEMOLIÇÃO	Alvenaria, concreto, argamassas e cerâmicas	Grande volume (demolição completa de unidades habitacionais associadas ou não a demolições parciais para adequação)	Não aplicável	Não aplicável	Caçamba estacionária	Caminhão equipado com poli-guindaste
		Pequeno volume (demolições parciais para adequação)	Pilhas	Manual com auxílio de gerica ou carrinho de mão	Caçamba instalada em caminhão basculante (carregamento com pá mecânica)	Caminhão basculante
	Amianto		Não aplicável	Não aplicável	"Big-bags"	Caminhão equipado com carroceria de madeira e munck
	Madeira		Não aplicável	Não aplicável	Caçamba estacionária	Caminhão equipado com poli-guindaste
			Caçamba estacionária	Caminhão poliguindaste	Baia ou caixa estacionária tipo "roll on roll off"	Caminhão equipado com carroceria de madeira
			Carroceria de caminhão	Caminhão equipado com carroceria de madeira		Caminhão equipado com caixa estacionária tipo "roll on roll off"
	Pavimento asfáltico		Não aplicável	Não aplicável	Caçamba estacionária	Caminhão equipado com poli-guindaste
					Caçamba instalada em caminhão basculante (carregamento com pá mecânica)	Caminhão basculante
	Podas, vegetação e resíduos volumosos		Não aplicável	Não aplicável	Caçamba estacionária	Caminhão equipado com poli-guindaste
					Carroceria de caminhão	Caminhão equipado com carroceria de madeira
Solos		Não aplicável	Não aplicável	Caçamba instalada em caminhão basculante (carregamento com pá mecânica)	Caminhão basculante	

Fonte: autor

O quadro 19 considera os fluxos dos resíduos provenientes da construção das 40 (quarenta) novas unidades habitacionais na área destinada a equipamento público.

Quadro 19 – Fluxo de resíduos provenientes da construção de novas unidades habitacionais – obra U-1

Fase	Tipo de resíduo	Acondicionamento inicial	Transporte interno	Acondicionamento Final	Transporte externo	
CONSTRUÇÃO DOS EDIFÍCIOS	Alvenaria, concreto, argamassas e cerâmicas	Pilhas	Manual com auxílio de gerica ou carinho de mão	Caçamba estacionária	Caminhão equipado com poliguindaste	
	Gesso	Pilhas	Manual com auxílio de gerica ou carinho de mão	Caçamba estacionária	Caminhão equipado com poliguindaste	
	Madeira	Pequeno volume	Bombona com saco de rafia	Manual dos sacos de rafia contendo resíduos	Baia associada a caçamba estacionária	Caminhão equipado com poliguindaste
					Baia	Caminhão equipado com carroceria de madeira
		Grande volume	Pilhas e fardos	Manual com auxílio de gerica ou carinho de mão	Baia associada a caixa estacionária tipo "roll on roll off"	Caminhão equipado com caixa estacionária tipo "roll on roll off"
					Baia associada a caçamba estacionária	Caminhão equipado com poliguindaste
	Metal	Bombona com saco de rafia não aplicável	Manual dos sacos de rafia contendo resíduos não aplicável	Baia	Caminhão que faz a coleta seletiva	
	Papel	Bombona com saco de rafia não aplicável	Manual dos sacos de rafia contendo resíduos não aplicável	"Big-bags"	Caminhão que faz a coleta seletiva	
	Plástico	Bombona com saco de rafia não aplicável	Manual dos sacos de rafia contendo resíduos não aplicável	"Big-bags"	Caminhão que faz a coleta seletiva	
	Solos	Não aplicável	Não aplicável	Caçamba instalada em caminhão basculante (carregamento com pá mecânica)	Caminhão basculante	
Uniforme, botas, luvas, lixas, pincéis, rolos, trinchas, brochas, espuma de poliuretano, bsnagas de silicone, EPS (isopor), embalagens que contém espuma de poliuretano expandido, texturas acrílicas e outros	Não aplicável	Não aplicável	Baia para resíduos não recicláveis (classe C)	Caminhão equipado com poliguindaste e carregamento em caçamba estacionária ou caminhão equipado com carroceria de madeira		
Orgânico	Bombona ou lixeira com tampa e saco de lixo	Saco de lixo	Saco de lixo	Caminhão compactador de coleta pública		

Fonte: autor

Após a demolição parcial das residências que interceptam o novo conjunto de vias e vielas conforme definido em projeto, é necessária a reconstrução das unidades para readequá-las a suas novas dimensões. Deste modo o quadro 20 apresenta os possíveis fluxos de resíduos nas reformas das casas parcialmente demolidas, considerando o conjunto de resíduos gerado.

Quadro 20 - Fluxo de resíduos provenientes da reforma de unidades habitacionais parcialmente demolidas – obra U-1

Fase	Tipo de resíduo	Acondicionamento inicial	Transporte interno	Acondicionamento Final	Transporte externo
REFORMA NAS CASAS PARCIALMENTE DEMOLIDAS	Alvenaria, concreto, argamassas e cerâmicas	Pilhas	Manual com auxílio de gerica ou carrinho de mão	Caçamba estacionária	Caminhão equipado com poliguindaste
	Madeira, metal, papel e plástico	Bombona com saco de ráfia	Manual dos sacos de ráfia contendo resíduos	Baia associada ou não a caçamba estacionária ou caixa estacionária tipo "roll on roll off" para resíduos de madeira, "big-bags" para resíduos de papel e plástico e baia para resíduos de metal	Caminhão carroceria ou caminhão poliguindaste ou caminhão equipado com caixa estacionária tipo "roll on roll off" para resíduos de madeira, caminhão para coleta seletiva (papel, plástico e metal)
	Solos	Não aplicável	Não aplicável	Caçamba instalada em caminhão basculante (carregamento com pá mecânica)	Caminhão basculante
	Uniforme, botas, luvas, lixas, pincéis, rolos, trinchas, brochas, espuma de poliuretano, bsnagas de silicone, EPS (isopor), embalagens que contém espuma de poliuretano expandido, texturas acrílicas e outros	Bombonas com saco de ráfia	Manual (sacos de ráfia com resíduos)	Baia para resíduos não recicláveis (classe C)	Caminhão poliguindaste com caçamba estacionária ou caminhão carroceria

Fonte: autor

A sinalização das bombonas, baias e "big-bags" indicados como dispositivos de acondicionamento segue o padrão explicitado pela figura 34.



Figura 34 - Modelo para sinalização de dispositivos

Fonte: autor

A indicação, no projeto de gerenciamento de resíduos, dos possíveis transportadores para realizar a coleta diferenciada considera a disponibilidade de equipamentos adequados que possibilitem barateamento dos custos e condições compatíveis de acondicionamento, carregamento e transporte dos

resíduos. Eventualmente e para facilitar o transporte interno de pequenos volumes de resíduos de plástico, papel, metal ou de madeira contidos em sacos de rafia, notadamente nos casos das reformas das unidades habitacionais parcialmente demolidas, pode ser utilizado veículo do tipo “pick-up” de uso comum durante a execução da obra.

É importante destacar a necessidade de acondicionamento diferenciado dos resíduos de amianto, o que é preconizado pelo anexo 12 da NR-15 que, além de requerer a elaboração de um plano de trabalho para minimizar os riscos da exposição ao amianto (BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego), contém recomendação acerca da rotulagem dos resíduos. Desta forma, uma vez acondicionados em big-bags, deverá ser preparada etiqueta de sinalização cujo padrão está apresentado na figura 35.



Figura 35 – Rotulagem dos resíduos de amianto.

Fonte: BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego.

Em relação à coleta de resíduos de amianto recomenda-se utilização dos serviços de empresa especializada na coleta de resíduos industriais dada a

necessidade de obtenção de CADRI (Certificado de Aprovação para a Destinação de Resíduos Industriais).

O local mais adequado para concentrar os resíduos que serão coletados é a área destinada a equipamento público com a construção de baias e preparação de estruturas em metal ou madeira para posicionamento de “big-bags”, em local coberto, nas dimensões e posicionamento apresentados nos anexos 1 e 2. O Departamento de Resíduos Sólidos do SEMASA, em Santo André, disponibiliza big-bags para o acondicionamento dos resíduos recicláveis constituídos por papel, papelão e plástico, conforme ilustra a figura 36.



Figura 36 – Big-bags em suportes sinalizados fornecidos pelo SEMASA em Santo André, SP

Fonte: autor

Os dispositivos de acondicionamento final de resíduos que são acoplados aos veículos de carga para transporte (caçambas ou caixas estacionárias) devem ser posicionados de modo a facilitar a disposição dos resíduos e, simultaneamente, evitar que resíduos estranhos à obra sejam lançados nestes dispositivos.

- d) Sub-grupo II - empreendimentos C-3 e C-4, localizados, respectivamente, nos municípios de Piracicaba, SP a Av Independência, 1.008 e Jacareí, SP a Av Siqueira Campos, 176.

i) Descrição sucinta do(s) empreendimento(s).

Os empreendimentos C-3 e C-4 serão agências bancárias da mesma instituição. A área total de C-3 é de aproximadamente 600 m<sup>2</sup> em apenas um pavimento ocupando parcialmente terreno de 2.260 m<sup>2</sup> com espaço excedente destinado a estacionamento. O prazo previsto para execução da obra é de 109 dias.

A área total de C-4 é de aproximadamente 400 m<sup>2</sup> também em apenas um pavimento ocupando parcialmente terreno de 1.941,80 m<sup>2</sup> com espaço excedente destinado a estacionamento. O prazo previsto para execução da obra é de 99 dias.

ii) O executante da(s) obra(s) e sua iniciativa de realizar a gestão dos resíduos.

O proprietário dos empreendimentos C-3 e C-4 estabelece como requisito a ser cumprido pelos respectivos construtores contratados para executar suas obras a elaboração dos projetos de gerenciamento de resíduos, numa demonstração da intenção de exercer sua responsabilidade como gerador de resíduos da construção civil. É particularmente relevante esta iniciativa uma vez que as novas agências bancárias e as já existentes e que requerem reformas estão situadas em diversos municípios e, na maioria dos casos, as empresas contratadas são sediadas em outras localidades, desconhecendo, a priori, as alternativas disponíveis para destinação dos RCD nos municípios onde se situam as obras que assumem. Cumpre destacar que, para a construção dos empreendimentos C-3 e C-4, o proprietário contratou o mesmo construtor.

iii) Caracterização dos resíduos.

O terreno, antes do início da construção do empreendimento C-3, estava ocupado por um estacionamento e o projeto, conforme representado na planta do anexo 3 e pelas figuras 37 e 38, requereu demolição de uma construção em alvenaria na parte frontal (antiga guarita do estacionamento

com 30 m<sup>2</sup>), de um piso com 120 m<sup>2</sup> e do muro frontal junto ao portão de entrada da propriedade.



Figura 37 – Guarita e piso em concreto que requerem demolição em C-3.

Fonte: autor



Figura 38 – Entrada do terreno (portão de entrada e muros) em C-3

Fonte: autor

Deste modo, é importante distinguir, em C-3, as atividades de demolição e construção como potenciais geradoras de resíduos. No projeto executivo da construção considera-se a necessidade de preservar o maior número possível das árvores existentes no terreno, restando suprimir apenas 05 (cinco) árvores situadas na porção central onde será erigida a agência. A figura 39 permite a visualização das árvores já derrubadas na porção central e das demais que serão mantidas numa das laterais do terreno e ao fundo.



Figura 39 – Árvores derrubadas (porção central) e preservadas (lateral e fundos do terreno) em C-3

Fonte: autor

A estimativa dos resíduos de construção e de demolição é apresentada na tabela 19 que associa os respectivos tipos de resíduos às principais atividades que os originaram.

Tabela 19 - Caracterização dos resíduos (obra C-3)

Tipo de resíduo e classe	Origem	Volume em m <sup>3</sup>		
		Demolição	Construção	Total
<b>Alvenaria, concreto, argamassas e cerâmicos – classe A</b>	Resultantes de serviços onde são utilizados blocos para vedação externa e interna, argamassas para assentamento de blocos e revestimentos, componentes cerâmicos para revestimento e concreto (sobras geradas na concretagem dos edifícios em pisos, lajes, pilares, vigas etc.) e da demolição de pisos e dos muros em torno do terreno.	45,50	37,00	82,50
<b>Gesso acartonado – classe C</b>	Retalhos provenientes de recortes para colocação de placas acartonadas.	0,00	0,47	0,47

Tipo de resíduo e classe	Origem	Volume em m <sup>3</sup>		
		Demolição	Construção	Total
<b>Madeira – classe B</b>	Provenientes de serviços de marcenaria para colocação de portas, batentes e esquadrias, preparação das formas utilizadas nas fundações e estrutura e da retirada das mesmas, de algumas embalagens, da desmobilização dos tapumes e barracões e do corte de troncos de árvores.	0,00	50,97	50,97
<b>Metais – classe B</b>	Gerados a partir do corte e dobra de armaduras para concretagem. Considerou-se também as latas de tinta, desde que esgotadas, como resíduo de metal. Outras embalagens metálicas, arames, retalhos de perfis metálicos, fios encapados etc integram esta categoria.	0,00	1,51	1,51
<b>Papel / Papelão – classe B</b>	Oriundos de embalagens (sacos e caixas) de insumos, materiais ou equipamentos adquiridos pela obra.	0,00	6,14	6,14
<b>Plástico – classe B</b>	Provenientes das embalagens utilizadas para o acondicionamento de insumos, materiais e equipamentos adquiridos pela obra, além das aparas de tubulações em PVC para instalações elétricas (eletrodutos), hidráulicas (tubos de água e esgoto) e revestimento dos cabos elétricos.	0,00	0,91	0,91
<b>Podas e vegetação – classe B</b>	Corte e remoção de árvores (raízes, galhos e folhas).	0,00	20,00	20,00
<b>Outros resíduos não recicláveis (1)</b>	Serviços diversificados.	0,00	0,12	0,12

Tipo de resíduo e classe	Origem	Volume em m <sup>3</sup>		
		Demolição	Construção	Total
Totais		45,50	117,12	162,62

(1) uniforme, botas, luvas, lixas, pincéis, rolos, trinchas, brochas, gesso acartonado, espuma de poliuretano, bisnagas de silicone, EPS (isopor), embalagens de poliuretano expandido, texturas acrílicas e outros.

Fonte: autor

No caso do empreendimento C-4, a construção foi precedida pela limpeza do terreno com a remoção de vegetação, solo e de resíduos de concreto de fundações de uma construção outrora existente. Na figura 40 vêm-se solos escavados e provenientes da limpeza do terreno acumulados aguardando remoção.



Figura 40 - Solos aguardando remoção em C-4

Na tabela 20 os diversos tipos de resíduos são identificados e sua geração estimada, mencionando-se as principais atividades que os originam.

Tabela 20 - Caracterização dos resíduos (obra C-4)

Tipo de resíduo e classe	Origem	Volume em m <sup>3</sup>		
		Demolição	Construção	Total
<b>Alvenaria, concreto, argamassas e cerâmicos – classe A</b>	Resultantes de serviços onde são utilizados blocos para vedação externa e interna, argamassas para assentamento de blocos e revestimentos,	13,00	56,05	69,05

Tipo de resíduo e classe	Origem	Volume em m <sup>3</sup>		
		Demolição	Construção	Total
	componentes cerâmicos para revestimento e concreto (sobras geradas na concretagem dos edifícios em pisos, lajes, pilares, vigas etc.) e da demolição das fundações de antiga construção.			
<b>Madeira – classe B</b>	Provenientes de serviços de marcenaria para colocação de portas, batentes e esquadrias, preparação das formas utilizadas nas fundações e estrutura e da retirada das mesmas, de algumas embalagens, da desmobilização dos tapumes e barracões.	0,00	23,76	23,76
<b>Metais – classe B</b>	Gerados a partir do corte e dobra de armaduras para concretagem. Considerou-se também as latas de tinta, desde que esgotadas, como resíduo de metal. Outras embalagens metálicas, arames, retalhos de perfis metálicos, fios encapados etc integram esta categoria.	0,00	3,43	3,43
<b>Papel / Papelão – classe B</b>	Oriundos de embalagens (sacos e caixas) de insumos, materiais ou equipamentos adquiridos pela obra.	0,00	4,88	4,88
<b>Plástico – classe B</b>	Provenientes das embalagens utilizadas para o acondicionamento de insumos, materiais e equipamentos adquiridos pela obra, além das aparas de tubulações em PVC para instalações elétricas (eletrodutos), hidráulicas (tubos de	0,00	0,56	0,56

Tipo de resíduo e classe	Origem	Volume em m <sup>3</sup>		
		Demolição	Construção	Total
	água e esgoto) e revestimento dos cabos elétricos.			
<b>Solos e vegetação – classes A e B, respectivamente</b>	Limpeza do terreno e das escavações para execução das fundações.	0,00	105,00	105,00
<b>Outros resíduos não recicláveis (1)</b>	Serviços diversificados.	0,00	0,08	0,08
<b>Totais</b>		<b>13,00</b>	<b>193,76</b>	<b>206,76</b>

(1) uniforme, botas, luvas, lixas, pincéis, rolos, trinchas, brochas, gesso acartonado, espuma de poliuretano, bisnagas de silicone, EPS (isopor), embalagens de poliuretano expandido, texturas acrílicas e outros.

Fonte: autor

#### iv) Alternativas para a destinação dos resíduos.

Os destinatários de resíduos relacionados no respectivo projeto de gerenciamento da obra C-3 estão situados em Piracicaba e em alguns municípios próximos conforme consta do quadro 21.

Quadro 21 – Destinatários indicados para obra C-3

Tipos de resíduo	Destinatário	Município	Atividade
Alvenaria, concreto, argamassa e cerâmicos	EMDHAP – Empresa Municipal de Desenvolvimento Habitacional de Piracicaba	Piracicaba / SP	Reciclagem de RCD classe A (produção de agregados)
Madeira	Cerâmica Batagin	Capivari / SP	Produção de tijolos cerâmicos
	Cemara Pró-Ambiental	Americana / SP	Reciclagem de resíduos de madeira e produção de cavacos
Metais	Cooperativa do Reciclador Solidário de Piracicaba	Piracicaba / SP	Coleta seletiva, triagem e comercialização de resíduos recicláveis
Papel e papel			
Plástico			

Tipos de resíduo	Destinatário	Município	Atividade
Podas e vegetação	Depósito de Materiais da Prefeitura Municipal de Piracicaba – SEDEMA	Piracicaba / SP	Trituração de galhos e folhas para utilização na manutenção de parques e jardins públicos municipais (compostagem)
Outros resíduos não recicláveis (1)	Prefeitura Municipal de Piracicaba - Área de triagem do Bongue	Piracicaba / SP	Área de transbordo e triagem de RCD

(1) uniforme, botas, luvas, lixas, pincéis, rolos, trinchas, brochas, gesso acartonado, espuma de poliuretano, bsnagas de silicone, EPS (isopor), embalagens de poliuretano expandido, texturas acrílicas e outros.

Fonte: autor

Para a obra C-4 foram identificados os destinatários de resíduos apresentados pelo quadro 22, todos situados no próprio município de Jacareí.

Quadro 22 – Destinatários indicados para a obra C-4

Tipos de resíduo	Destinatário	Atividade
Alvenaria, concreto, argamassa e cerâmicos	Prefeitura Municipal de Jacareí – Aterro Sanitário Municipal	Aterro sanitário
Madeira	Prefeitura Municipal de Jacareí – Usina de triagem	Central de triagem de resíduos oriundos da coleta seletiva
	Biomass Soluções Ambientais	Reciclagem de resíduos de madeira (produção de cavacos)
Metal	Prefeitura Municipal de Jacareí – Usina de triagem	Central de triagem de resíduos oriundos da coleta seletiva
Papel e papelão		
Plástico		
Solos e vegetação	Prefeitura Municipal de Jacareí – Aterro Sanitário Municipal	Aterro sanitário
Outros resíduos não recicláveis (1)	Prefeitura Municipal de Jacareí – Aterro Sanitário Municipal	Aterro sanitário

(1) uniforme, botas, luvas, lixas, pincéis, rolos, trinchas, brochas, espuma de poliuretano, bsnagas de silicone, EPS (isopor), embalagens de poliuretano expandido, texturas acrílicas e outros.

Fonte: autor

## v) Soluções para logística interna e externa.

Em relação ao acondicionamento dos resíduos nos canteiros, as soluções indicadas nos respectivos projetos de gerenciamento das obras C-3 e C-4 são semelhantes, tendo em vista que o espaço disponível, a geração estimada e os tipos de resíduos definem tal similaridade. Considera-se, nos respectivos canteiros, a utilização da mesma combinação entre os dispositivos de acondicionamento, os respectivos tipos de resíduos e a forma recomendada para coleta e transporte dos resíduos até os destinatários. Deste modo, em apenas um quadro, é possível a descrição do fluxo dos resíduos tanto em C-3 como em C-4, conforme está no quadro 23. O anexo 3 ilustra o posicionamento dos dispositivos na obra C-3, com definição das áreas de construção, de demolição e do posicionamento de dispositivos para o acondicionamento final de resíduos.

Quadro 23 – Fluxo dos resíduos em C-3 e C-4.

<i>Tipo de resíduo</i>	<i>Acondicionamento inicial</i>	<i>Transporte interno</i>	<i>Acondicionamento Final</i>	<i>Transporte externo</i>
Alvenaria, concreto, argamassas e cerâmicos	Pilhas	Manual com auxílio de gerica ou carrinho de mão	Caçamba estacionária	Caminhão equipado com poliguindaste
Madeira	Bombona revestida internamente por saco de ráfia junto a carpintaria	Manual dos sacos de ráfia contendo os resíduos	Baia	Caminhão que faz coleta seletiva
Plástico (sacos em PP, aparas de PVC)	Bombonas revestidas internamente com sacos de ráfia		"Big-bags"	
Papelão (caixas e sacos) e Papel	Não aplicável		Baia	
Metal (latas, arames, vergalhões, perfis, fios encapados, etc).	Não aplicável	Manual	Baia para acumular e caçamba estacionária para coleta e transporte	Caminhão equipado com poliguindaste
Uniforme, gesso acartonado, botas, luvas, mantas para impermeabilização, textura acrílica, lixas, pincéis, rolos, trinchas, brochas usados(as), espuma de poliuretano, bisnagas de silicone, embalagens de PU expandido, EPS (isopor)	Não aplicável			
Solos	Não aplicável	Não aplicável	Caçamba instalada em caminhão basculante (carregamento com pá mecânica)	Caminhão basculante
Podas e vegetação			Carroceria de caminhão	Caminhão equipado com carroceria de madeira
Orgânico	Bombona ou lixeira com tampa contendo saco de lixo	Saco de lixo	Saco de lixo	Caminhão de coleta pública

Fonte: autor

## IV.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com o processo de gestão provêm da combinação entre os procedimentos implantados e praticados nos respectivos canteiros e a identificação e uso das alternativas para a destinação de resíduos nas respectivas regiões. Na elaboração dos projetos de gerenciamento e na implantação dos processos de gestão nos canteiros é possível identificar aspectos favoráveis que possibilitam o exercício da responsabilidade pelos geradores e, em oposição, limites que, circunstancialmente, podem colocar em risco a destinação ambientalmente compromissada dos resíduos. Comum a todas as obras observadas é a iniciativa de estabelecer fluxos diferenciados para os resíduos no interior dos canteiros, acondicionando-os de modo a permitir que a destinação seja feita respeitando a natureza específica dos resíduos. Deste modo, busca-se, em cada obra estudada, condição de máximo compromisso ambiental na disposição dos RCD de acordo com os limites existentes em cada um dos municípios. A tabela 21 apresenta qual a relevância da geração dos resíduos das obras C-1 e C-2 em relação à geração estimada em cada um dos respectivos municípios. Para as obras cujas informações provêm de projetos de gerenciamento de resíduos (U-1, C-3 e C-4), simplifica-se o cálculo da massa de resíduos considerando densidade média entre todos os tipos de resíduo de 1,0 ton / m<sup>3</sup>.

Tabela 21 – Relevância da geração de resíduos nas obras

Obra	Geração de RCD total na obra (ton)	Município	Geração urbana diária estimada (ton)	Equivalência da geração total de resíduos da obra em relação à massa de resíduos gerado nos municípios
C-1	1.386	São Paulo	17.240	0,08 dias
C-2	356	Ferraz de Vasconcelos	176	2,02 dias
C-3	162	Piracicaba	620	0,26 dias
C-4	206	Jacareí	298	0,69 dias
U-1	26.566	Santo André	1.013	26,22 dias

Fonte: autor

Destaca-se a intensidade da geração de resíduos estimada da obra U-1 no município de Santo André, correspondendo a 26,22 dias da geração total de RCD estimada. A dimensão e o tipo de intervenção realizada neste empreendimento o tornam muito relevante quanto à geração de RCD no ambiente urbano em que está inserido.

## 1. Aspectos favoráveis ao gerenciamento dos RCD.

### a) Redução dos custos de transporte e destinação (obras C-1 e C-2).

Não há controle por pesagem da massa de resíduos removida das obras. Assume-se, deste modo, uma estimativa de densidade média por tipo de resíduo considerando a forma como os diferentes tipos de resíduos são acondicionados e coletados, resultando nos valores para massa de resíduos por m<sup>2</sup> apresentados nas tabelas 22 e 23.

Tabela 22 – Massa de resíduos por m<sup>2</sup> de área construída – obra C-1

Tipo de resíduo	Volume (m <sup>3</sup> )	Densidade média (kg / m <sup>3</sup> )	Massa (kg)
Alvenaria e concreto	920,0	1.200,00	1.104.000
Madeira	568,0	250,00	142.000
Gesso	128,0	1.000,00	128.000
Papel	124,8	70,00	8.736
Plástico	57,6	70,00	4.032
Metal	12,0	100,00	1.200
Massa total de resíduos gerada em kg			1.387.968
Área construída em m <sup>2</sup>			11.984
<b>Taxa de geração em kg/m<sup>2</sup></b>			<b>115,82</b>

Fonte: autor

Tabela 23 – Massa de resíduos por m<sup>2</sup> de área construída – obra C-2

Tipo de resíduo	Volume (m <sup>3</sup> )	Densidade média (kg / m <sup>3</sup> )	Massa (kg)
Alvenaria e concreto	264,0	1.200,00	316.800
Madeira	115,0	250,00	28.750
Gesso	7,7	1.000,00	7.700
Papel	16,3	70,00	1.141
Plástico	9,6	70,00	672
Massa total de resíduos gerada em kg			355.063
Área construída em m <sup>2</sup>			3.398
<b>Taxa de geração em kg/m<sup>2</sup></b>			<b>104,49</b>

Fonte: autor

Considerando a referência de 150 kg / m<sup>2</sup> apresentada na literatura especializada (PINTO, 1999, p 34), verifica-se em C-1 e C-2 taxas inferiores em 22,78% e 30,33%, respectivamente.

Os custos unitários de transporte e destinação de resíduos em C-1 e C-2 são significativamente distintos, com R\$ 29,54 / m<sup>3</sup> em C-1 e R\$ 7,43 / m<sup>3</sup> em C-2 e as tabelas 24 e 25 apresentam tais custos por tipo de resíduo.

Tabela 24 – Composição dos custos unitários de transporte e destinação – obra C-1

Resíduos	Transportador	Volume em m <sup>3</sup>	Custo unitário R\$	Custos totais em R\$
Alvenaria	Point Blue	920,00	32,50	29.900,00
Madeira		568,00	32,50	18.460,00
Gesso		128,00	40,00	5.120,00
Papel	Jane R Galvão	124,80	0,00	0,00
Plástico		57,60	0,00	0,00
Metal		12,00	0,00	0,00
Volume total >>>		1.810,40	Custo / m <sup>3</sup> >>>	29,54

Fonte: autor

Tabela 25 – Composição dos custos unitários de transporte e destinação – obra C-2

Resíduos	Transportador	Volume em m <sup>3</sup>	Custo unitário - R\$	Custos totais em R\$
Madeira	Villatex	78,00	0,00	0,00
	Made Vila	37,00	0,00	0,00
Plástico	Próprio	9,60	0,00	0,00
Papel		16,30	0,00	0,00
Gesso		7,70	12,50	96,25
Alvenaria	Pepec Ambiental	264,00	11,25	2.970,00
Volume total >>>		412,60	Custo / m <sup>3</sup> >>>	7,43

Fonte: autor

Vale destacar em C-1 a eliminação dos custos para resíduos de plástico, papel e metal, sendo os resíduos de alvenaria, madeira e gesso coletados com o uso de caçambas estacionárias. A exigüidade de espaços internos em C-1 para acondicionamento de volume mais significativo de resíduos força a utilização das caçambas estacionárias elevando os custos de coleta. Opostamente, o amplo espaço disponível no canteiro da obra C-2, identificado quando da elaboração do projeto de gerenciamento de resíduos, permitiu a concentração de resíduos de modo a reduzir os custos totais de coleta e destinação. Os resíduos de madeira foram retirados pelos destinatários respectivos a custo zero. Os resíduos de plástico e papel e gesso foram transportados pelo próprio construtor e destinados a custo zero. Os resíduos de gesso também foram transportados pelo construtor, porém destinados em área de transbordo e triagem com custo de R\$ 12,50 / m<sup>3</sup>. A parcela mais significativa foi de resíduos de alvenaria e concreto, transportado em carretas com capacidade de 22 m<sup>3</sup> e destinado em aterro de RCD e inertes no município de Itaquaquecetuba com custo de R\$ 247,50 por viagem. Cabe, em C-1 e C-2, estimar a economia alcançada considerando a combinação entre 03 (três) efeitos:

- Redução dos custos por tipo de resíduo, tomando como referência os preços de mercado vigentes para coleta de RCD em caçambas estacionárias em C-1 (R\$ 32,50 / m<sup>3</sup>) e em C-2 (R\$ 20,00 / m<sup>3</sup>) e a disposição não segregada dos resíduos nos dispositivos de coleta;

- Redução do empolamento e dos respectivos volumes correspondentes;
- Redução da massa total de resíduos por m<sup>2</sup> de área construída.

Evidenciam a combinação destes efeitos supondo reduções das taxas de empolamento os gráficos das figuras 41 e 42, baseados nas informações apresentadas pelas tabelas 26 e 27.

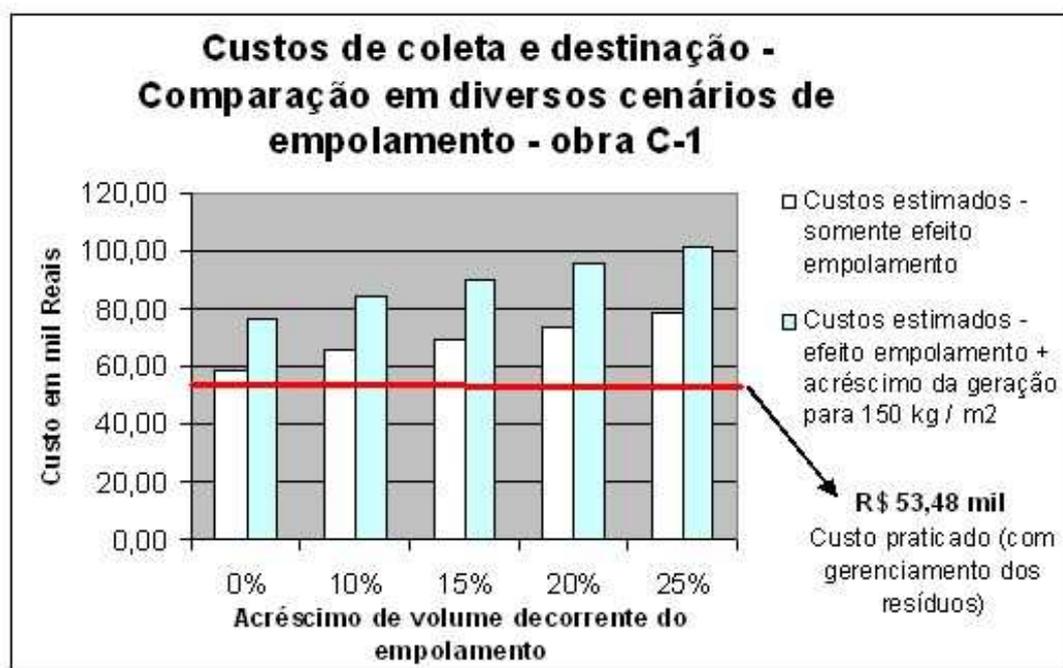


Figura 41 – Estimativa de redução de custos em C-1 – Gráfico

Fonte: autor

Tabela 26 – Estimativas da redução dos custos em C-1

<b>Volume de resíduos em m<sup>3</sup></b>	<b>1.810,4</b>				
<b>Custo total realizado em R\$</b>	<b>53.480,00</b>				
Redução do empolamento	0,00%	10,00%	15,00%	20,00%	25,00%
Volume estimado em m <sup>3</sup> sem triagem	1.810,4	2.011,6	2.129,9	2.263,0	2.413,9
Custo total estimado sem triagem em R\$	58.838,00	65.375,56	69.221,18	73.547,50	78.450,67
Redução de custo em R\$ (empolamento)	5.358,00	11.895,56	15.741,18	20.067,50	24.970,67
Redução de custo (%)	9,11%	18,20%	22,74%	27,29%	31,83%
<b>Volume estimado em m<sup>3</sup> equivalente a 150 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>2.346,73</b>	<b>2.607,48</b>	<b>2.760,86</b>	<b>2.933,42</b>	<b>3.128,98</b>
<b>Custo total estimado equivalente a 150 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>76.268,84</b>	<b>84.743,16</b>	<b>89.728,05</b>	<b>95.336,05</b>	<b>101.691,79</b>
<b>Redução de custo em R\$ (empolamento + redução do desperdício)</b>	<b>22.788,84</b>	<b>31.263,16</b>	<b>36.248,05</b>	<b>41.856,05</b>	<b>48.211,79</b>
<b>Redução de custo (%)</b>	<b>29,88%</b>	<b>36,89%</b>	<b>40,40%</b>	<b>43,90%</b>	<b>47,41%</b>

Fonte: autor

Apenas considerando o efeito do empolamento, as soluções diferenciadas para transporte e destinação dos RCD propiciadas pela gestão de resíduos em C-1 representam economia estimada entre 18,20% (com 10% de redução no empolamento) e 31,83% (com 25% de redução no empolamento). Se for acrescentado o efeito da redução da massa de resíduos, os custos estimados reduzem-se entre 36,89% e 47,41%.

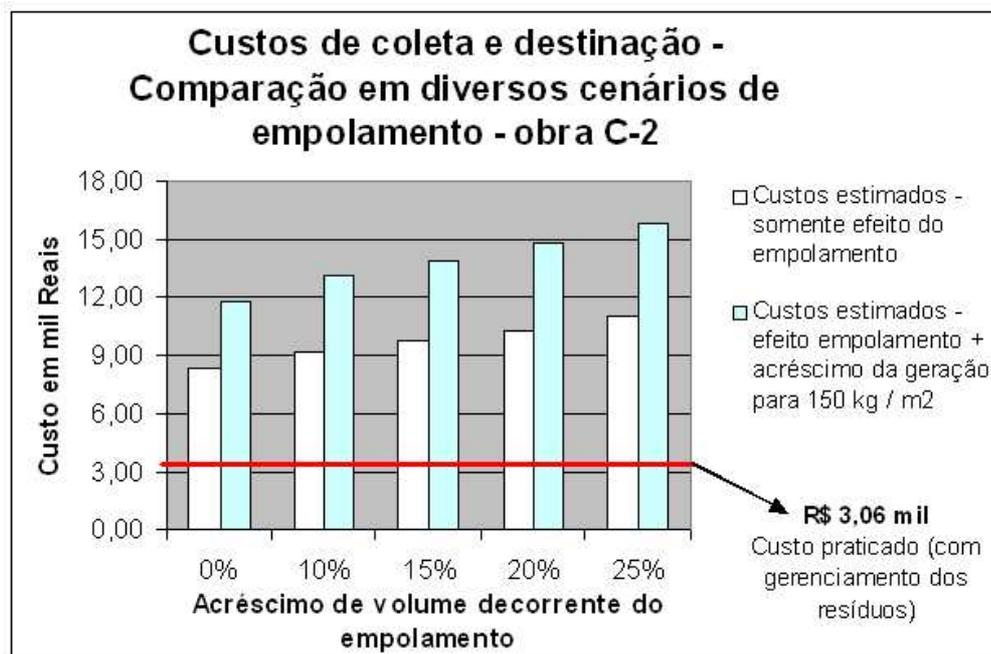


Figura 42 – Estimativa da redução de custos em C-2 - Gráfico

Fonte: autor

Tabela 27 – Estimativas da redução dos custos em C-2

Volume de resíduos em m <sup>3</sup>	412,6				
Custo total realizado em R\$	3.066,25				
Redução do empolamento	0,00%	10,00%	15,00%	20,00%	25,00%
Volume estimado em m <sup>3</sup> sem triagem	412,6	458,4	485,4	515,8	550,1
Custo total estimado sem triagem em R\$	8.252,00	9.168,89	9.708,24	10.315,00	11.002,67
Redução de custo em R\$ (empolamento)	5.185,75	6.102,64	6.641,99	7.248,75	7.936,42
Redução de custo (%)	62,84%	66,56%	68,42%	70,27%	72,13%
<b>Volume estimado em m<sup>3</sup> equivalente a 150 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>592,30</b>	<b>658,11</b>	<b>696,82</b>	<b>740,37</b>	<b>789,73</b>
<b>Custo total estimado equivalente a 150 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>11.845,91</b>	<b>13.162,12</b>	<b>13.936,36</b>	<b>14.807,39</b>	<b>15.794,55</b>
<b>Redução de custo em R\$ (empolamento + redução do desperdício)</b>	<b>8.779,66</b>	<b>10.095,87</b>	<b>10.870,11</b>	<b>11.741,14</b>	<b>12.728,30</b>
<b>Redução de custo (%)</b>	<b>74,12%</b>	<b>76,70%</b>	<b>78,00%</b>	<b>79,29%</b>	<b>80,59%</b>

Fonte: autor

No caso de C-2, há uma expressiva economia de 62,84% decorrente da redução ou eliminação dos custos unitários de coleta para cada tipo de resíduo, apenas complementada pela redução do empolamento.

Quanto à redução na massa gerada, aliada da gestão dos resíduos é a padronização de procedimentos. A empresa executante da obra C-1 define e documenta 170 procedimentos de execução de variados serviços, 45 procedimentos de recebimentos de materiais e 45 procedimentos de gestão de processos. A execução dos serviços de alvenaria em C-1 foi baseada em projetos com coordenação modular, em que os elementos de vedação são adquiridos e utilizados em quantidade e dimensões previamente estabelecidas, para minimizar recortes. A figura 43 evidencia como são projetadas as paredes a partir das quadrículas modulares da figura 44.

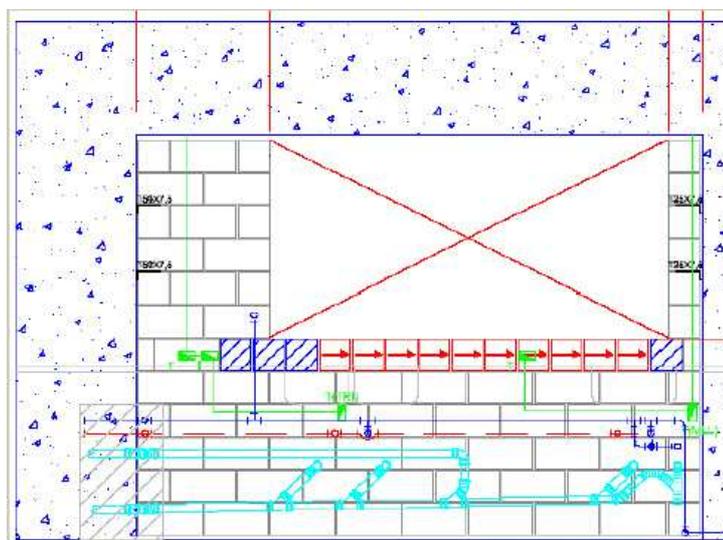


Figura 43 – Parede projetada com elementos de vedação em quantidade e dimensões previamente definidas

Fonte: Construtora Cyrela

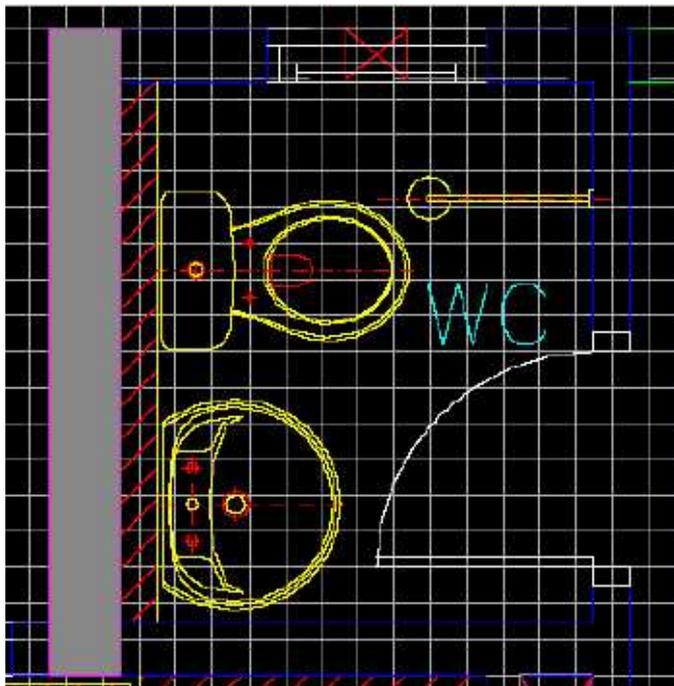


Figura 44 – Ajuste dimensional a partir de quadrículas.

Fonte: Construtora Cyrela

A elevação das paredes em alvenaria, ilustrada pelas figuras 45 e 46, é feita atendendo o que está definido nos respectivos projetos, com o uso de instrumentos de trabalho apropriados (por exemplo, bisnagas para dosar quantidade da argamassa de assentamento, conforme a figura 47), o que propicia redução na quantidade de resíduos gerada nestes serviços.



Figura 45 – Marcação para elevação de alvenarias

Fonte: Construtora Cyrela



Figura 46 – Assentamento de blocos cerâmicos

Fonte: Construtora Cyrela



Figura 47 – Aplicação de argamassa de assentamento com uso de bisnaga dosadora

Fonte: Construtora Cyrela

Durante a execução de C-1, a passagem da tubulação de hidráulica foi feita com o recorte de paredes, gerando significativa quantidade de resíduos, conforme ilustrado na figura 48



Figura 48 – Recorte de paredes para instalações hidráulicas

Fonte: Construtora Cyrela

Como parte de um processo de melhoria contínua, a construtora adota nas obras mais recentemente executadas novo procedimento com passagem das tubulações hidráulicas protegida por caixas metálicas, conforme figura 49, revestidas externamente por paredes em gesso acartonado. Reduz-se, com este novo procedimento, a geração de resíduos de alvenaria e concreto durante os serviços de passagem das instalações hidráulicas.



Figura 49 – Caixa metálica para passagem de tubulação hidráulica.

Fonte: Construtora Cyrela

O benefício econômico associado à gestão dos RCD na obra C-2 pode ser percebido quando são comparados os custos de transporte e destinação praticados com os de outra obra semelhante (construção escolar) situada no município de Guarulhos e que também teve o processo de gestão implantado no mesmo período, com custos unitários de R\$ 27,87 / m<sup>3</sup> e utilização de caçambas estacionárias para coleta e transporte dos resíduos. O custo unitário de C-2 (R\$ 7,43 / m<sup>3</sup>) é 73,34% inferior.

b) Legislação municipal específica (obras C-1 e U-1)

Nos municípios de São Paulo e Santo André, em que se inserem, respectivamente, as obras U-1 e C-1, há leis específicas que disciplinam o manejo e destinação dos RCD. Importa observar que tais leis favorecem a

implantação dos processos de gestão, quer seja por estabelecerem a necessidade de apresentação dos projetos de gerenciamento ou por disciplinarem a constituição da rede de empreendimentos licenciados para o manejo e a destinação dos RCD.

Em Santo André, destaca-se a iniciativa da exigência de apresentação dos Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção por obras que são passíveis de licenciamento ambiental. Quando da implantação do projeto de urbanização da favela do Jardim Cristiane (obra U-1) foi requerido da empresa contratada para execução da obra a apresentação do respectivo projeto de gerenciamento de resíduos. No caso das obras situadas em Santo André, a elaboração e implantação de tais projetos não são resultantes da ação voluntária dos grandes geradores de resíduos, pois devem ser submetidos à apreciação do órgão público municipal responsável, configurando o controle institucional sobre o manejo e a destinação dos respectivos resíduos.

Em São Paulo, vale ressaltar a implantação das áreas de transbordo e triagem privadas, possível graças ao decreto municipal nº 42.217/2002 que estabelece as condições para licenciamento, implantação e operação destes empreendimentos (SÃO PAULO, Decreto nº 42.217 de 24/07/2002). Mais recentemente, em junho de 2008, foi sancionada a lei que institui o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção no município de São Paulo (Lei nº 14.803/2008) e que, após regulamentação específica, requererá dos grandes geradores de resíduos a elaboração e implantação dos projetos de gerenciamento de resíduos.

A Resolução Estadual da Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo nº 41 estabeleceu também, em outubro de 2002, as condições para o licenciamento de aterros de resíduos da construção civil e inertes (SÃO PAULO. Resolução SMA nº 41. 17/10/2002), possibilitando a formação de uma rede de aterros licenciados para a disposição final dos resíduos classe A gerados pela atividade da construção civil no Estado de São Paulo.

- c) Elaboração prévia de projetos de gerenciamento por determinação do contratante (obras C-2, C-3, C-4 e U-1).

Nas obras indicadas os respectivos executores foram contratados com a determinação de cumprirem os procedimentos indicados nos projetos de gerenciamento de resíduos elaborados inicialmente. Estabelece-se, desta maneira, uma forma de controle externo que permite induzir os executores a uma postura mais compromissada no manejo e destinação dos resíduos, sendo feito um planejamento antecipado das ações considerando as peculiaridades da obra no que se refere, inclusive, a sua inserção nos respectivos ambientes urbanos.

- d) Rede de empreendimentos destinatários dos RCD na região metropolitana de SP (obras C-1, C-2 e U-1).

A formação da rede de destinatários de RCD apóia-se tanto na legislação específica como também nas normas técnicas que disciplinam o manejo dos resíduos e o uso de agregados reciclados pela atividade da construção civil. Deste modo, quando da elaboração e implantação dos projetos de gerenciamento de resíduos dos empreendimentos C-1, C-2 e U-1, foi possível a utilização de soluções diferenciadas que consideram o potencial de valorização dos resíduos, respeitada a natureza específica.

Para os resíduos de alvenaria, concreto, argamassas, cerâmicos tanto áreas de transbordo e triagem como áreas de aterro especializadas foram utilizadas (obras C-1 e C-2) ou indicadas no projeto de gerenciamento (obra U-1). Considerando que as ATT devem destinar os RCD classe A e inertes que são recebidos e triados aos aterros licenciados cabe considerar o papel que estes aterros cumprem. Na região metropolitana de São Paulo podemos identificar tais aterros como depósitos tecnogênicos úrbicos e espólicos, formados, respectivamente, a partir da disposição de resíduos oriundos da construção civil e de solos provenientes de serviços de terraplanagem. Entende-se como tecnogênese a ação humana transformadora do meio ambiente que estrutura e modela o relevo com uso de recursos tecnológicos. Dos 08 (oito) aterros mencionados como efetivos ou potenciais destinatários de resíduos classe A,

06 (seis) ocupam cavas exauridas total ou parcialmente, motivando a disposição final dos resíduos como meio de possibilitar a recuperação da área degradada, ou seja, o sistema tecnogênico de mineração precede o sistema tecnogênico de resíduos. (FIGUEIRA, 2007, p. 16-19, 82-87, 113). Um exemplo emblemático da lógica de alteração do uso do espaço urbano combinando extração mineral e disposição de resíduos é o empreendimento da figura 50 denominado Itaquareia que, simultaneamente, funciona como aterro de RCD e como jazida para exploração de areia, figurando como maior produtor de areia do Brasil segundo registrado no anuário mineral do DNPM (BRASIL. DNPM, 2006).



Figura 50 – Vista aérea do empreendimento Itaquareia

Fonte: Google Earth

A utilização dos resíduos de madeira provenientes de obras em fornos e caldeiras para geração de energia, como biomassa, tem-se intensificado nos últimos anos no estado de São Paulo. A necessidade de homogeneizar os resíduos para melhor controle durante o processo de queima motiva a instalação de plantas tais quais a ilustrada na figura 51, com 02 (dois) estágios de trituração e extração de metais.



Figura 51 – Central de reciclagem para resíduos de madeira

Fonte: BRUNO INDUSTRIAL

Nas obras C-1, C-2 e U-1 são identificados alguns agentes desta cadeia logística e, no quadro 24 é destacado o papel cumprido por tais agentes no fluxo de destinação dos resíduos de madeira triados nos respectivos canteiros.

Quadro 24 – Destinatários para resíduos de madeira utilizados ou indicados em C-1, C-2 e U-1.

Destinatário	Atividade	Papel cumprido ou a cumprir
Maxxipappel Comercio de Aparas e Sucatas (ATT Pari)	Transbordo e triagem de resíduos da construção	Captação dos resíduos de madeira para posterior transferência à empresa coligada Madevila que processará os resíduos, produzindo cavacos para comercialização.
Amsterdam Remoção de Entulho (ATT Multilix)	Coleta, transbordo e triagem de resíduos da construção e reciclagem de resíduos de madeira	Captação dos resíduos de madeira e produção de cavacos para comercialização.
Madevila Comércio e Reciclagem	Coleta e reciclagem de resíduos de madeira	Captação dos resíduos de madeira e produção de cavacos para comercialização.
Villatex Indústria Cerâmica	Produção de artefatos cerâmicos utilizando nos fornos cavacos de madeira provenientes de resíduos	Captação dos resíduos de madeira, produção de cavacos e consumo em fornos.
Biovap Ambiental	Coleta e reciclagem de resíduos de madeira	Captação dos resíduos de madeira e produção de cavacos para comercialização

Fonte: autor

Destaca-se entre os consumidores de resíduos de madeira provenientes da atividade da construção civil, a empresa Eucatex cuja unidade fabril situada no município de Salto consumiu entre março e maio de 2008 uma média mensal de 8.500 toneladas de cavacos em suas caldeiras. Tal iniciativa compreende desde a coleta de resíduos utilizando caixas estacionárias com capacidade de carga em torno de 36 m<sup>3</sup> (vide ilustração da figura 52), passando também pela contratação de terceiros para incrementar o fornecimento de resíduos, pela produção dos cavacos em sua planta industrial e pelo consumo dos cavacos para geração de energia nas caldeiras.



Figura 52 – Caixas estacionárias para coleta de resíduos de madeira em ATT

Fonte: autor

O quadro 25 explicita as condições comerciais oferecidas pela Eucatex, em junho de 2008, para o recebimento dos resíduos de madeira evidenciando a possibilidade de valorização, eliminação de custos ou, pelo menos, redução dos custos unitários em relação ao uso das caçambas estacionárias com capacidade de 4 m<sup>3</sup>. Importa observar a necessidade de concentração de cargas expressivas de resíduos para melhoria das condições comerciais.

Quadro 25 – Condições para destinação de resíduos de madeira a Eucatex em junho de 2008

Volume de resíduo	Condições operacionais	Condições comerciais
Acima de 32 ton / mês com cada caixa estacionária removida contendo, em média, 5 toneladas	Eucatex coleta resíduos	Remuneração a partir de R\$ 10,00 / ton.
Até 32 ton / mês	Eucatex coleta resíduos	Custo zero para coleta e locação de caixa para acondicionamento a razão de R\$ 400,00 / mês.
Independente do volume	Eucatex recebe resíduos em Salto, SP	Remuneração entre R\$ 40,00 e R\$ 75,00 / ton, conforme volume entregue.

Fonte: autor

No período considerado (junho de 2008), o preço cobrado para coleta e destinação de resíduos de madeira por empresas que utilizam caçambas estacionárias com capacidade de 4 m<sup>3</sup> é de, aproximadamente, R\$ 32,50 / m<sup>3</sup>. Considerando a disponibilidade de resíduo de até 32 ton / mês e dada a capacidade das caixas estacionárias utilizadas pela Eucatex para realizar coletas de 36 m<sup>3</sup>, o preço resultante para coleta e destinação é de, no máximo, R\$ 11,11 / m<sup>3</sup> o que possibilita uma redução de 65,81% nos custos de coleta e destinação. O custo por m<sup>3</sup> ficará ainda mais reduzido se, porventura, forem solicitadas mais coletas até o limite mínimo que permite remuneração.

As obras C-1 e C-2 geraram resíduos de gesso destinando-as a ATT Pari, também indicada no projeto de gerenciamento da obra U-1. O contrato firmado pela ATT com empresa que produz tijolos refratários, distribui cimento e recicla gesso situada no município de Pedreira, SP, possibilita a transferência dos resíduos para concentração de cargas mais expressivas que viabilizem a destinação final para cimenteiras, aproveitando viagem de retorno dos caminhões que a abastecem para revenda de cimento. Os resíduos de gesso são gerados nas obras como resultado da hidratação do gesso calcinado para aplicação em revestimento de paredes tendo composição idêntica à gipsita que o origina (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O), antes da calcinação (JOHN; CINCOTTO, 2003, p. 4). Como na produção do cimento

Portland adiciona-se gipsita para controlar a pega na fase de moagem do clínquer, algumas cimenteiras tem substituído a gipsita extraída diretamente das jazidas por resíduos de gesso provenientes da construção civil numa proporção limitada, inicialmente, a 10% (ROSA, V. 2008). Embora seja considerado como resíduo classe C pela Resolução CONAMA nº 307, ou seja, sem tecnologia ou aplicações economicamente viáveis que permitam sua reciclagem ou recuperação, as iniciativas de 02 (duas) ATT em São Paulo (ATT Pari e ATT Morelix) evidenciam a superação do limite apontado pela própria resolução relativamente ao potencial de valorização destes resíduos. A destinação dos resíduos de gesso em aterros industriais na condição de resíduos não inertes (conforme NBR 10.004) requer a assunção de um custo cerca de três vezes maior do que o cobrado pelos transportadores de RCD para destinarem tais resíduos para as ATT que os transferem para o reaproveitamento nas cimenteiras.

As soluções para a destinação dos resíduos de papel, papelão, plástico e metal associadas a cada um dos empreendimentos estudados são viabilizadas em função do potencial de valorização dos resíduos desde que segregados. Na obra C-1, a coleta destes resíduos foi realizada por empresa (Jane Rodrigues Galvão ME) que comercializa diretamente tais resíduos para recicladores ou para intermediários que concentram cargas maiores para viabilizarem venda aos recicladores. O acondicionamento dos resíduos de papel, papelão e plástico de modo diferenciado e em big-bags facilita o carregamento tornando possível formação de roteiros de coleta para, em conjunto com outras obras, concentrar cargas que cubram os custos de transporte e possibilitem a obtenção de lucro pelo destinatário. A garantia de coleta regular de 25 a 30 big-bags por dia, intercalada com coletas dos resíduos de metal, em aproximadamente 20 (vinte) obras com programação de coletas realizada pela empresa Obra Limpa é o que possibilitou o compromisso do destinatário em atender as necessidades de coleta de C-1. Por outro lado, ao gerador cabe reconhecer os limites da valorização de seus resíduos principalmente os sacos de papelão que, contaminados por cimento ou argamassa, tem baixo valor comercial. Desta maneira, houve compromisso de C-1 com a disponibilização integral dos resíduos de papel, papelão, metal e plástico para que, ao coletar também resíduos de maior valor agregado

como PVC e metais, o destinatário cobrisse seus custos e se remunerasse convenientemente. A obra C-2 optou por utilizar como destinatário de tais resíduos a empresa Santa Mariana Comércio de Sucatas e Aparas de Papel, transportando os resíduos em veículo próprio e doando os resíduos para obter o registro de sua destinação. Quanto à obra U-1, há coleta seletiva regular pública no município onde se situa (Santo André, SP) que possibilita o recolhimento dos resíduos de papel, papelão, plástico e metal. A destinação dos resíduos é feita a duas cooperativas sediadas nas dependências do Aterro Sanitário Municipal (CoopCicla e Cooperativa Cidade Limpa) que realizam a triagem e comercializam os resíduos. O Departamento de Resíduos Sólidos do SEMASA responsabiliza-se pela coleta e pelo encaminhamento dos resíduos às cooperativas sem que se saiba, de antemão, qual cooperativa receberá tais resíduos. Assim, quando da emissão do CTR pelo gerador para o registro da destinação dos resíduos, propõe-se, no projeto de gerenciamento, que o próprio Departamento de Resíduos Sólidos do SEMASA seja identificado como transportador e também destinatário e representado pelo motorista da empresa terceirizada que realiza a coleta a serviço do poder público.

- e) Existência de atividade de coleta seletiva com atuação extensiva às obras em Piracicaba e Jacareí.

Tanto em Jacareí como em Piracicaba estão estruturadas cooperativas para coleta seletiva, triagem e comercialização de resíduos. Quando da elaboração dos respectivos projetos de gerenciamento, foram visitadas as instalações das cooperativas para identificação das práticas operacionais e acordo em relação à rotina para coletas.

A Recicla Jacareí está sediada na Usina de Triagem da Prefeitura Municipal, situada ao lado do aterro sanitário, e busca o licenciamento junto a CETESB (em 21/08/2007 possuíam apenas a Licença Prévia). Coletam, em média, cerca de 50 toneladas de resíduos por mês e contam com 56 cooperados dos quais 29 trabalham na triagem e os demais na coleta seletiva porta a porta, transferindo os resíduos a 03 (três) locais de entrega voluntária (LEV) instalados no município. A coleta dos resíduos na obra é realizada com o uso

de caminhão equipado com carroceria de madeira pela empresa contratada para os serviços de coleta de resíduos domiciliares no município. Além dos resíduos de papel, papelão, plástico e metal, também realizam a coleta de resíduos de madeira para comercialização junto à empresa Biomass, sediada no próprio município, que faz a trituração para produzir e vender cavacos para uso em fornos e caldeiras. A figura 53 permite a visualização de parte das instalações da Recicla Jacareí.



Figura 53 – Área coberta para triagem – Jacareí Recicla

Fonte: autor

A Cooperativa do Reciclador Solidário de Piracicaba agrupa 60 cooperados, todos ex-catadores do antigo lixão, coleta mensalmente 200 toneladas de resíduos recicláveis, ocupando galpão de 700 m<sup>2</sup> e utilizando 04 caminhões para realizar coletas até duas vezes por semana. Os resíduos da obra C-3 que interessam à cooperativa são papel, papelão, plástico e metais.

f) Reciclagem e reutilização de resíduos em Piracicaba.

O projeto de gerenciamento de resíduos da obra C-3 qualifica a área de reciclagem da EMDHAP (Empresa Municipal de Desenvolvimento Habitacional de Piracicaba) como destinatária dos resíduos de alvenaria e concreto, instalada na área onde se situava o antigo matadouro municipal. Em agosto de 2008 operava a razão de 100 ton / dia em conjunto formado por alimentador vibratório, britador de mandíbulas 4230, correia transportadora e peneiras para classificação, produzindo agregados reciclados para uso, entre

outros, em obras de urbanização de favelas no município. Não recebe, correntemente, resíduos diretamente dos grandes geradores pela ausência de compromisso com a triagem nas obras atendidas pelas empresas que fazem coleta de RCD. Assim, normalmente, os RCD em Piracicaba são destinados à Área de Triagem do Bongue para, após triagem, serem transferidos para a EMDHAP onde são reciclados na unidade de britagem apresentada na figura 54. Todavia, segundo informação obtida com funcionário da EMDHAP, quando os resíduos ingressam é requerida nova triagem para possibilitar a reciclagem. Dada a precariedade operacional observada na Área de Triagem do Bongue, que não possui licenciamento de qualquer espécie, obteve-se orientação junto a SEDEMA para encaminhamento de ofício, conforme modelo do anexo 4, solicitando autorização para que os resíduos de alvenaria e concreto provenientes da obra C-3 fossem destinados a EMDHAP.



Figura 54 – Conjunto de britagem da EMDHAP, em Piracicaba.

Fonte: autor

Em relação aos resíduos de madeira, incluindo os troncos de parte das árvores existentes no terreno suprimidas para construção, foram qualificados dois possíveis destinatários em municípios vizinhos, a saber, Cerâmica Batagin (em Capivari, SP) que consome resíduos em fornos para produção de artefatos cerâmicos e Cemara Pró-Ambiental (em Americana, SP) que tritura resíduos de madeira produzindo cavacos para comercialização e posterior utilização em caldeiras de indústrias da região.

Quanto aos galhos, folhas e a vegetação cuja supressão fez-se necessária para início da construção, a destinação recomendada é para o Depósito de Materiais da Prefeitura Municipal em cujas dependências há um triturador de madeira de pequena envergadura utilizado para preparo de matéria orgânica de origem vegetal para utilização em compostagem.

## 2. Limites ao compromisso ambiental na destinação dos RCD.

- a) Incipiência da atividade de reciclagem na região metropolitana de SP (obras C-1, C-2 e U-1)

Nenhuma das obras pesquisadas e situadas na região metropolitana de SP destinou resíduos para empreendimentos de reciclagem. A obra U-1 está situada próxima de empreendimento da empresa de reciclagem Urbem, situada em São Bernardo do Campo, SP. No entanto, a possibilidade de destinar resíduos para a Urbem pela obra U-1 é limitada pela restrição que fazem ao recebimento de resíduos cerâmicos.

Com relação às demais obras (C-1 e C-2) de igual modo não destinaram resíduos para áreas de reciclagem. No quadro 26 é possível identificar os empreendimentos para reciclagem de RCD na Região Metropolitana de São Paulo, reconhecidos inicialmente como possíveis destinatários dos resíduos de concreto, argamassas e cerâmicos.

Quadro 26 – Áreas para reciclagem de RCD na região metropolitana de São Paulo

Município	Proprietário	Início das atividades	Situação em março / 2008
São Paulo / SP	Prefeitura	1991	Inativa
São Paulo / SP	ATT Base	1998	Operante
Guarulhos / SP	Prefeitura	2000	Operante
Ribeirão Pires / SP	Prefeitura	2003	Inativa
São Bernardo do Campo / SP	Urbem	2004	Operante
São Bernardo do Campo / SP	Ecoforte	2004	Inativa

Município	Proprietário	Início das atividades	Situação em março / 2008
Taboão da Serra / SP	Estação Ecologia	2006	Operante
Osasco / SP	Instituto Nova Ágora	2007	Em instalação
Guarulhos / SP	Henfer	2008	Em instalação

Fonte: autor

Dos empreendimentos de reciclagem listados, apenas 03 (três) estavam ativos quando da execução das obras C-1 e C-2, próximas das áreas de reciclagem da Prefeitura de Guarulhos, SP e da empresa ATT Base. A área de reciclagem pública em Guarulhos, SP apenas recebe resíduos de obras e serviços públicos realizados no próprio município. A ATT Base embora estivesse operante é uma instalação de pequeno porte (britador de mandíbula 4230 com capacidade de produção de 10 a 15 ton / hora) e com interferência de vizinhança (área invadida por moradias sub-normais) o que impossibilitou, inclusive, seu licenciamento ambiental por parte da CETESB. Quanto à Urbem a distância inviabilizou a destinação dos resíduos das respectivas obras.

b) Dependência da ação voluntária do gerador de resíduos (C-1, C-2, C-3 e C-4).

A exigência da apresentação dos projetos de gerenciamento de resíduos da construção para análise no momento da aprovação dos projetos dos empreendimentos nos respectivos municípios é uma determinação da Resolução CONAMA 307 que deve constar dos planos integrados de gerenciamento municipais.

Nos municípios de São Paulo, Ferraz de Vasconcelos, Piracicaba e Jacareí onde se situam a obras C-1, C-2, C-3 e C-4, respectivamente, não foram implantados os planos integrados de gerenciamento, razão pela qual o planejamento e a implantação da gestão em canteiro depende da ação voluntária do grande gerador, não havendo apreciação de procedimentos por qualquer agente externo vinculado ao sistema de gestão urbana dos RCD. As decisões relativas à forma de destinação de resíduos não recicláveis (classe

C) e perigosos (classe D) cujos volumes são reduzidos, porém com custos unitários altos são tomadas sem controle externo. Assim, facilmente, tais resíduos perdem-se em meio aos demais sem que sequer sejam identificados gerando, evidentemente, situação de risco. Por meio da descrição dos resíduos gerados pelas obras C-1 e C-2, presente nos documentos que registram sua destinação, evidencia-se a não identificação de resíduos classes C e D o que não significa, necessariamente, que não tenham sido gerados, mas sim que, se gerados, foram destinados conjuntamente com outros resíduos e, possivelmente, dispostos de modo indevido.

O avanço para uma condição mais compromissada na destinação dos resíduos requer, inclusive, ação conjunta dos construtores, por meio dos sindicatos de classe para negociar junto à cadeia produtiva condições mais favoráveis para o manejo e destinação dos RCD. Importa destacar o papel a ser cumprido pela estruturação de sistemas logísticos reversos para que, na atividade da construção civil, a responsabilidade pelos produtos utilizados nas obras seja exercida pelos respectivos fabricantes durante todo o ciclo de vida (MARCONDES, 2007, p. 2).

- c) Inexistência de áreas especializadas para recebimento de RCD classe A em Jacareí e cercanias (obra C-4).

Embora a Resolução CONAMA 307 proíba a destinação de RCD em aterros sanitários, bem como em bota-foras, no município de Jacareí e imediações não há empreendimentos licenciados para o recebimento de RCD e tais resíduos acabam sendo destinados irregularmente. Os aterros para resíduos classe A e inertes mais próximos distam cerca de 60 km do município, em Itaquaquecetuba, SP e em Taubaté, SP, o que inviabiliza o deslocamento para destinação final de tais resíduos. Como alternativa, resta a escolha entre a dispersão dos resíduos em área de bota-fora situada defronte ao aterro sanitário municipal e a disposição no próprio aterro sanitário. Considerando a ausência de controle sobre a forma de disposição dos resíduos na área de bota-fora mencionada, conforme evidencia a figura 55, descarta-se esta alternativa, pois sua adoção associa-se de maneira inequívoca a formação de um passivo ambiental.



Figura 55 – Pilha de resíduos não segregados em bota-fora (Jacareí, SP)

Fonte: autor

A possibilidade de utilização dos resíduos que provém da obra devidamente triados para a cobertura do aterro sanitário municipal apresenta-se como atenuante a não observância da proibição da disposição dos RCD em aterros sanitários. A tolerância em relação a esta prática decorre da ausência de alternativas para os grandes geradores de RCD sediados no município, ou seja, trata-se de uma solução paliativa e minimamente aceitável diante das demais existentes (bota-fora identificado ou outras alternativas dispersas e não identificadas pelo projeto).

## V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As diretrizes, critérios e procedimentos determinados para a gestão dos RCD no Brasil pela Resolução CONAMA 307 tem sido progressivamente cumpridas, porém de modo desigual considerando as diferentes regiões geográficas e o compromisso dos diversos agentes sociais envolvidos neste processo.

Cabe destacar as seguintes conclusões obtidas a partir das informações apuradas e discutidas:

- É fundamental o compromisso tanto de contratantes de obras como dos executantes e demais sub-contratados no planejamento e implantação da gestão nos canteiros, identificando previamente os aspectos relevantes que devem ser observados para garantia de condições maximamente compromissadas no manejo e destinação de resíduos, vinculadas a própria obra e ao ambiente urbano em que se insere;
- Os projetos de gerenciamento de resíduos elaborados pelos grandes geradores são elementos úteis e fundamentais para que o poder público municipal exerça seu papel como gestor reconhecendo as práticas adotadas e interferindo, quando necessário, para requalificar os processos de gestão;
- A constituição de uma rede de empreendimentos especializados com a consolidação de opções variadas e que se adequam ao porte dos municípios e regiões em que se inserem é condição necessária para a adoção de práticas sustentáveis no gerenciamento urbano dos RCD;
- A triagem dos RCD nos canteiros deve ser feita de modo ajustado às condições identificadas localmente para coleta e destinação;
- O compromisso ambiental no manejo e destinação dos RCD é alcançável com obtenção de resultado financeiro favorável propiciado pela redução dos custos para coleta e destinação.
- Há um volume significativo de resíduos recicláveis (classe B), tais como papel, papelão, plástico e metais, gerados em obras, que requerem coleta e destinação regulares e que podem ser destinados a cooperativas que atuam para propiciar geração de renda e inclusão social a catadores;

- A reciclagem de RCD no Brasil é, de um modo geral, incipiente e carece de instrumentos que a consolidem como iniciativa sustentável, estimulando o uso de agregados reciclados em substituição a agregados naturais de modo tecnicamente responsável.

Novas abordagens sobre o gerenciamento de RCD são pertinentes e recomendáveis tais como:

- Realizar estudos acerca do manejo e destinação de RCD considerando a prática dos operadores de aterros, ATT, áreas de reciclagem e de transportadores de resíduos;
- Estudar as condições que viabilizam a reciclagem em canteiros com aplicação dos agregados reciclados, como iniciativa minimizadora de impactos ambientais urbanos;
- Criar métodos de avaliação das condições de manejo e destinação dos RCD considerando os ambientes de canteiro e das áreas especializadas de transbordo, triagem, aterro e reciclagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. C. et alli. Estimativa da quantidade de entulho produzido em obras de construção de edifícios. In: IV SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL - MATERIAIS RECICLADOS E SUAS APLICAÇÕES, 2001, São Paulo. **Anais...** . São Paulo: Ibracon, p. 65 - 74.

ASSIS, C. S. **Modelo de gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos: uma contribuição ao planejamento urbano.** 2002. 120 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Unesp, Rio Claro, 2002.

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

\_\_\_\_\_.NBR 15.112:2004. Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. NBR 15.113:2004. Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. NBR 15.114:2004. Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. NBR 15.115:2004. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. NBR 15.116:2004. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Casa Civil Subchefia Para Assuntos Jurídicos. Presidência da República. **Lei nº 10257:** Estatuto das Cidades. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/Leis/LEIS\\_2001/L10257.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/Leis/LEIS_2001/L10257.htm)>. Acesso em: 08 nov. 2007.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 001/86.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html> Acesso em: 27 fev. 2008.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 307/2002** : Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html> . Acesso em: 08 nov. 2007.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 348/2004** : Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res34804.html>. Acesso em: 19/06/2008.

BRASIL. Departamento Nacional de Proteção Mineral. Ministério Das Minas e Energia. **Anuário Mineral Brasileiro 2006:** Parte I - Estatística Brasil. Brasília, 2006. Disponível em: [http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/AMB2006/I\\_2006.pdf](http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/AMB2006/I_2006.pdf) . Acesso em: 27 fev. 2008.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Panorama dos resíduos de construção e demolição (RCD) no Brasil.** 2005. 1 CD-ROM.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Ministério das Cidades. **Áreas de manejo de resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Orientações para seu licenciamento e aplicação da resolução CONAMA 307/2002.** 2005. 1 CD-ROM.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-15**. Atividades e operações insalubres (115.000-6). Anexo nº 12 - Limites de tolerância para poeiras minerais. Brasília. s/d. Disponível em: <[http://www.mte.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/nr\\_15.pdf](http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_15.pdf)>. Acesso em 17/06/2008

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **IBGE Cidades @**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default2.php>>. Acesso em 17/06/2008.

BRUNO INDUSTRIAL. Central de reciclagem de madeira. Disponível em: <<http://www.bruno.com.br/index.asp?dep=3&menu=10&cat=18&subcat=26>>. Acesso em 21/06/2008

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. São Paulo: Humanitas, 1999. 348 p.

CEOTTO, L. H. A construção civil e o meio ambiente – 1ª parte. **Notícias da Construção**. SindusCon-SP. São Paulo, nº 51, p. 20-21, nov. 2006.

CIB. **Agenda 21 for sustainable construction in developing countries: A discussion document**. South Africa, 2002. 82 p.

CUNHA JÚNIOR, N. B. **Cartilha de gerenciamento de resíduos sólidos para a construção civil**. Belo Horizonte: SindusCon-MG, 2005. 38 p.

DIAMOND, J. **Colapso**. Rio de Janeiro, Editora Record, 2007.

EEA (Ed.). **Sustainable use and management of natural resources**. Copenhagen, 2005. 68 p. Report n.9 / 2005. Disponível em: [http://reports.eea.europa.eu/eea\\_report\\_2005\\_9/en/EEA\\_report\\_9\\_2005.pdf](http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2005_9/en/EEA_report_9_2005.pdf). Acesso em: 27 fev. 2008.

FIESP. Proposta CNI / FIESP / COEMA da Política Nacional de Resíduos Sólidos. São Paulo, s/d. Disponível em: <[http://www.fiesp.com.br/ambiente/downloads/PNRS\\_proposta\\_CNI\\_Fiesp.pdf](http://www.fiesp.com.br/ambiente/downloads/PNRS_proposta_CNI_Fiesp.pdf)> Acesso em 16/06/2008.

FIGUEIRA, R. M. **Evolução dos sistemas tecnogênicos no município de São Paulo**. 2007. 126 p.. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2007.

GIANSANTE, A. E.; LEVY, S. M.. As implicações dos resíduos da construção civil na limpeza pública. In: IV SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL - MATERIAIS RECICLADOS E SUAS APLICAÇÕES, 2001, São Paulo. **Anais...** . São Paulo: Ibracon, p. 39 - 42.

IBRE FGV (Ed.). **O macro setor da construção**. Março 2005. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/files/dadosmacro/2002/sumario.pdf> . Acesso em: 27 fev. 2008.

INSTITUTO HUMANITAS UNISINOS – REVISTA ON LINE. Um desenvolvimento sustentável é possível: Entrevista com Marcel Bursztyn. Realizada em 06/11/2006. Disponível em: [http://www.unisinos.br/ihu/index.php?option=com\\_noticias&Itemid=18&task=detalhe&ide=1468](http://www.unisinos.br/ihu/index.php?option=com_noticias&Itemid=18&task=detalhe&ide=1468). Acesso em 21.fev.2008.

IPCC. **Climate change 2007: the physical science basis**. Contribution of working group to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-spm.pdf> . Acesso em: 19.fev. 2008.

JOHN, V. M. **Reciclagem de Resíduos na Construção Civil**: Contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000. 113 p. Tese (Livre Docência) - Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

JOHN, V. M.; CINCOTTO, M. A. Alternativas da gestão de resíduos de gesso. Contribuição apresentada a discussão da reformulação da Resolução CONAMA 307, relativa a gestão do gesso. 2003. Disponível em: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/artigos.htm>>.

KLEE, H. Making cement sustainable: carbon and other emissions: Emissions monitoring and gas analysis. **World Cement**, Genebra, p.99-101, 03 set. 2007. Disponível em: [http://www.wbcsd.org/DocRoot/CgQLxwjL4ugeic\\_XKUMmx/making-cement-sustainable.pdf](http://www.wbcsd.org/DocRoot/CgQLxwjL4ugeic_XKUMmx/making-cement-sustainable.pdf) . Acesso em: 28 fev. 2008.

KOHLER, N.; MOFFATT, S. Life-cicle analysis of built environment. In: **UNEP Industry and Environment**: quarterly review, Paris, v. 26, n.2-3, p.27-21, 25 mar.2005, Disponível em: <http://www.uneptie.org/media/review/vol26no2-3/005-098.pdf> . Acesso em: 27 fev.2008.

LOBO, F. Como recriar a realidade. **Página 22**. Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, nº 11, p.18-27, ago. 2007.

LOVELOCK, J. **A vingança de Gaia**. Rio de Janeiro, Editora Intrínseca, 2006.

MARCONDES, F. C. S. **Sistemas logísticos reversos na indústria da construção civil – estudo da cadeia produtiva de chapas de gesso acartonado**. 2007. 364 p. Dissertação (mestrado). Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2007.

MENDES, A. D. Breve itinerário dos ecossistemas à ecopoesia. In: BURSZTYN, M. **Para pensar o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Brasiliense, 1993. Cap.1, p. 11-28.

MENDES, H. C. Expansão urbana e inundações: histórico e impactos. In: MENDES, H. C. et alli. **Reflexões sobre impactos das inundações e propostas de políticas públicas mitigadoras**. São Carlos, 2004. Cap.1, p. 5-18.

ONU. **Agenda 21 da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18&idConteudo=575>. Acesso em 21.fev.2008.

ONU. **Declaração do Rio sobre meio ambiente e desenvolvimento**: Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento. 1992. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/index/.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18&idConteudo=576>. Acesso em 21.fev.2008.

PARDINI, F. Uma evolução a sustentar. **Página 22**. Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, nº 11, p.12-17, ago. 2007.

PINTO, T. P. **Metodologia para gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189 p. Tese (Doutorado). Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo. São Paulo. 1999.

\_\_\_\_\_. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do SindusCon-SP**. São Paulo: SindusCon-SP, 2005. 48 p.

PINTO, T. P.; GONZALES, J. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil: Vol 1 - Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios**. Brasília: Caixa, 2005a. 196 p.

\_\_\_\_\_. **Guia profissional para uma gestão correta dos resíduos da construção**. São Paulo: CREA-SP, 2005b. 44 p.

PNUD, IPEA, FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil**, versão 1.0.0. 2003. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/atlas/instalacao/index.php>> Acesso em 17/06/2008

PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO. Secretaria de Serviços – Departamento de Limpeza Urbana. **Estágio da gestão de resíduos da construção civil e demolição na cidade de São Paulo em 2007**. São Paulo, 2007. Arquivo em power-point (124 slides).

PUCCI, R. B. **Logística de resíduos da construção civil atendendo a resolução CONAMA 307**. 2006. 137 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

QUEIROZ, E. F.; GABRIELZYK, J. C.; SILVA, M. L. P. Softwares de gestão como ferramentas para obtenção do desenvolvimento sustentável. **Boletim Técnico da Faculdade de Tecnologia de São Paulo**, São Paulo, n° 20, p. 45-51, jul.2006.

REPORT TO DGXI EUROPEAN COMMISSION. **Construction and Demolition Waste management practices and their economic impacts**. United Kingdom, 1999. Symonds Group in association with Argus, CDWI and PRC Bouwcentrum. Disponível em: [http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/cdw/cdw\\_chapter7-10.pdf](http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/cdw/cdw_chapter7-10.pdf) . Acesso em: 14 jun. 2008.

ROSA, V. **Aproveitamento de resíduos de gesso na fabricação de cimento**. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por [obralimpa@obralimpa.com.br](mailto:obralimpa@obralimpa.com.br) em 05/05/2008.

SANTA MARIA. Cristiane Pasquali Conceição. Ministério Público do Rio Grande do Sul. **Resíduos da construção civil gera termo de ajuste**. Disponível em: <[www.mp.rs.gov.br/imprensa/noticias/id10008.htm](http://www.mp.rs.gov.br/imprensa/noticias/id10008.htm)>. Acesso em: 08 mai. 2008.

SÃO PAULO. **Decreto nº 42.217**, de 24 de julho de 2002. Regulamenta a lei nº 10.315, de 30 de abril de 1987. Diário Oficial do município de São Paulo, ano 47, nº 134. São Paulo, 19 de julho de 2002.

SÃO PAULO. **Resolução SMA nº 41**, de 17 de outubro de 2002. Dispõe sobre procedimentos para o licenciamento ambiental de aterros de resíduos inertes e da construção civil no Estado de São Paulo. Diário Oficial do Estado de São Paulo, nº 112, volume 203, 23 de outubro de 2002. Disponível em: [http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/legislacao/estadual/resolucoes/2002\\_Res\\_SM\\_A\\_41.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/legislacao/estadual/resolucoes/2002_Res_SM_A_41.pdf). Acesso em: 15. jun. 2008.

SCHNEIDER, D. M. **Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo**. 2003. 130 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SCHNEIDER, D. M.; PHILLIPI JUNIOR, A. Resíduos da Construção Civil na Cidade de São Paulo: Atores em Conflito. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, São Paulo, p.13-21, abr. 2005.

SNIC - SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE CIMENTO. **Relatório Anual 2006**. Disponível em: <http://www.snic.org.br/pdf/relat2006-7web.pdf> .Acesso em: 28 fev. 2008.

SPOSATI, A.. **Mapa da exclusão / inclusão social da cidade de São Paulo / 2000: Dinâmica social dos anos 90**. São Paulo: PUC-SP / Polis / INPE, 2000. CD-ROM.

SVMA, IPT. **GEO Cidade de São Paulo: panorama do meio ambiente urbano**. Brasília: PNUMA, 2004.

UNEP DTIE (Ed.). Sustainable construction facts and figures. **UNEP Industry and Environment: quarterly review**, Paris, v. 26, n.2-3, p.5-8, 25 mar.2005, Disponível em: <http://www.unepdtie.org/media/review/vol26no2-3/005-098.pdf> . Acesso em: 27 fev.2008.

USEPA - Municipal and Industrial Solid Waste Division. **Characterization of Buiding Related construction and demolition debris in the United States**. Prairie Village, 1998. Franklin Associates. Disponível em: <http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/sqg/c&d-rpt.pdf> . Acesso em: 15 jun. 2008.

USEPA. **Inventory of U.S. greenhouse gas emissions and sinks: 1990-2005: Industrial process**. Washington, 2007. Disponível em: <http://www.epa.gov/climatechange/emissions/downloads06/07Industrial.pdf> . Acesso em: 28 fev.2008.

## GLOSSÁRIO

Área de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil classe A – área especializada e licenciada pelos órgãos competentes que se dedica ao processamento dos resíduos minerais com a finalidade de produzir agregados reciclados (brita corrida, areia, pedrisco e brita graduada). Sua instalação e operação devem respeitar as condições estabelecidas pela norma brasileira NBR 15.114:2004 – Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.

Área de Transbordo e Triagem (ATT) – área especializada e licenciada pelos órgãos competentes que se dedica ao recebimento de grandes volumes de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, dedicadas a realizar a segregação das cargas recebidas para posterior comercialização, reciclagem ou disposição final em áreas devidamente licenciadas. Sua instalação e operação devem respeitar as condições estabelecidas pela norma brasileira NBR 15.112:2004 – Resíduos da construção civil e volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.

Aterro de RCD classe A e resíduos inertes – área especializada e licenciada pelos órgãos competentes que se dedica a disposição final de resíduos classe A e inertes visando a futura utilização da área. Também deverá funcionar de modo a permitir a reservação dos resíduos para reaproveitamento futuro. Sua instalação e operação devem respeitar as condições estabelecidas pela norma brasileira NBR 15.113:2004 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação.

Avaliação de ciclo de vida – técnica utilizada para avaliar os aspectos ambientais e os respectivos impactos potenciais de um produto considerando desde a utilização das matérias-primas que o compõe até sua disposição final.

Big-bags – saco de rafia reforçado, dotado de 4 alças e com capacidade de armazenamento em torno de 1 m<sup>3</sup>, com abertura em sua parte superior, ideal para o acondicionamento e transporte de resíduos leves, como papel, papelão e plásticos.

Bombonas – recipiente plástico com capacidade de 50 a 200 litros, utilizado originariamente para acondicionar substâncias líquidas e que, sendo lavados corretamente e, se necessário, cortados em sua parte superior, são reutilizáveis para acondicionar temporariamente resíduos segregados.

Bota-fora – áreas públicas ou privadas que concentram grandes cargas de resíduos lançadas a pretexto de seu aterramento, sem o devido controle técnico.

Clínquer – principal matéria-prima na produção de cimento, resultante da calcinação a 1450°C e do resfriamento até 80°C da farinha crua homogeneizada moída e pulverizada composta por 90% de calcáreo e 10% de argila.

Co-produto - materiais requalificados por processos ou operações de valorização para os quais há utilização técnica, ambiental e economicamente viável.

Deposição irregular de RCD – áreas comumente situadas em vias públicas e logradouros públicos ou terrenos desocupados com concentração de pequenas cargas transportadas de modo predominantemente informal ou por pequenos transportadores.

Depósitos tecnogênicos úrbicos e espólicos – áreas nas quais a disposição de resíduos da construção civil e de solos provenientes de serviços de escavação e terraplanagem permite a remodelação do relevo de modo tecnicamente adequado.

Ecoponto – espaço público dedicado ao recebimento de pequenos volumes de resíduos da construção ou resíduos volumosos. No município de São Paulo, cargas de até 1 m<sup>3</sup> são consideradas como pequeno volume de RCD.

Empolamento – efeito de aumento do volume provocado por espaços vazios no acondicionamento dos resíduos, provocado, invariavelmente, pela precariedade na segregação dos resíduos.

Eqüidade – reconhecimento e efetivação imparcial dos direitos de todos os integrantes de uma população, sem restrição de acesso nem estigmatização das diferenças que conformam os diversos segmentos que a compõem.

Formação bruta de capital fixo – acréscimos ao estoque de bens duráveis destinados ao uso de unidades produtivas visando ao aumento da capacidade produtiva do País.

Índice de desenvolvimento humano municipal – medida de avaliação do progresso e das condições de vida das populações considerando 03 (três) componentes básicos, quais sejam: renda (medida pelo poder de compra da população), longevidade e educação.

Munck – tipo de guindaste articulado acoplado a carroceria de caminhões utilizado para o içamento e transporte de cargas.

Polder – porção de terras baixas recuperadas e protegidas das águas por um sistema de diques.

Poli-guindaste – equipamento instalado em caminhões que transportam caçambas estacionárias intercambiáveis para coleta e remoção de RCD, dotado de mecanismo hidráulico que permite o içamento das caçambas e sua colocação na carroceria para o transporte.

Resíduos classe I (perigosos) – resíduos que, quando submetidos a caracterização laboratorial, apresentam presença de componentes perigosos em concentração que representa riscos à saúde pública e ao meio-ambiente.

Resíduos classe II-A (não inertes) – resíduos que embora não perigosos, quando submetidos a teste de solubilização, tem seus constituintes solubilizados em concentração superior ao padrão de potabilidade de água.

Resíduos classe II-B (inertes) – resíduos que quando submetidos a teste de solubilização não tem nenhum de seus constituintes solubilizados em concentração superior ao padrão de potabilidade de água.

Resíduos sólidos urbanos - resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.

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

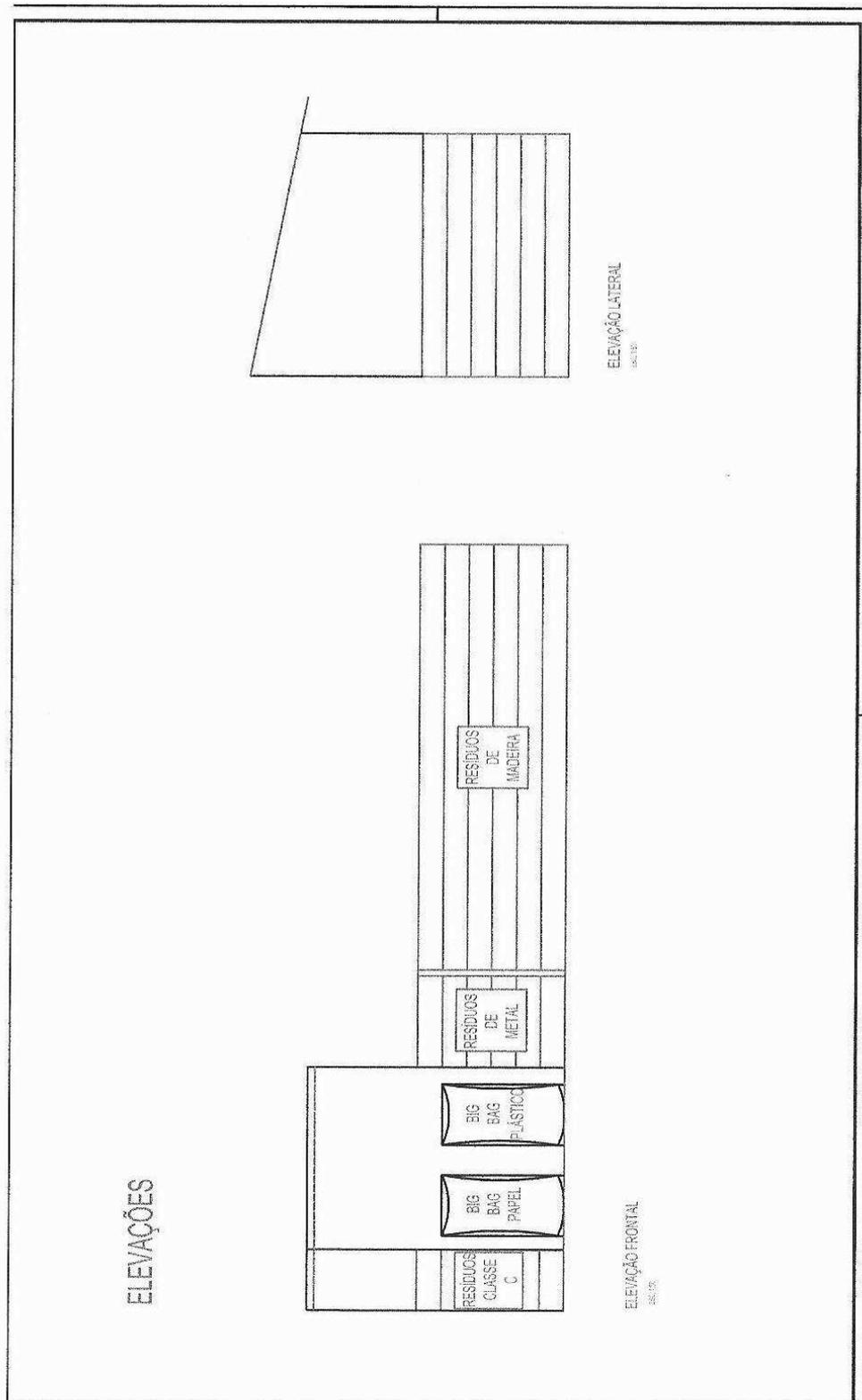
Resíduos volumosos – resíduos provenientes de atividades não industriais, tais como móveis, equipamentos domésticos inutilizados, grandes embalagens e peças de madeira, restos de vegetação e podas etc.

Terra Viva – na acepção da Teoria de Gaia, concebida por Lovelock considera-se o planeta Terra como um grande ser vivo com capacidade de auto-regulação de seu clima e química na busca de um estado estável e favorável à vida.

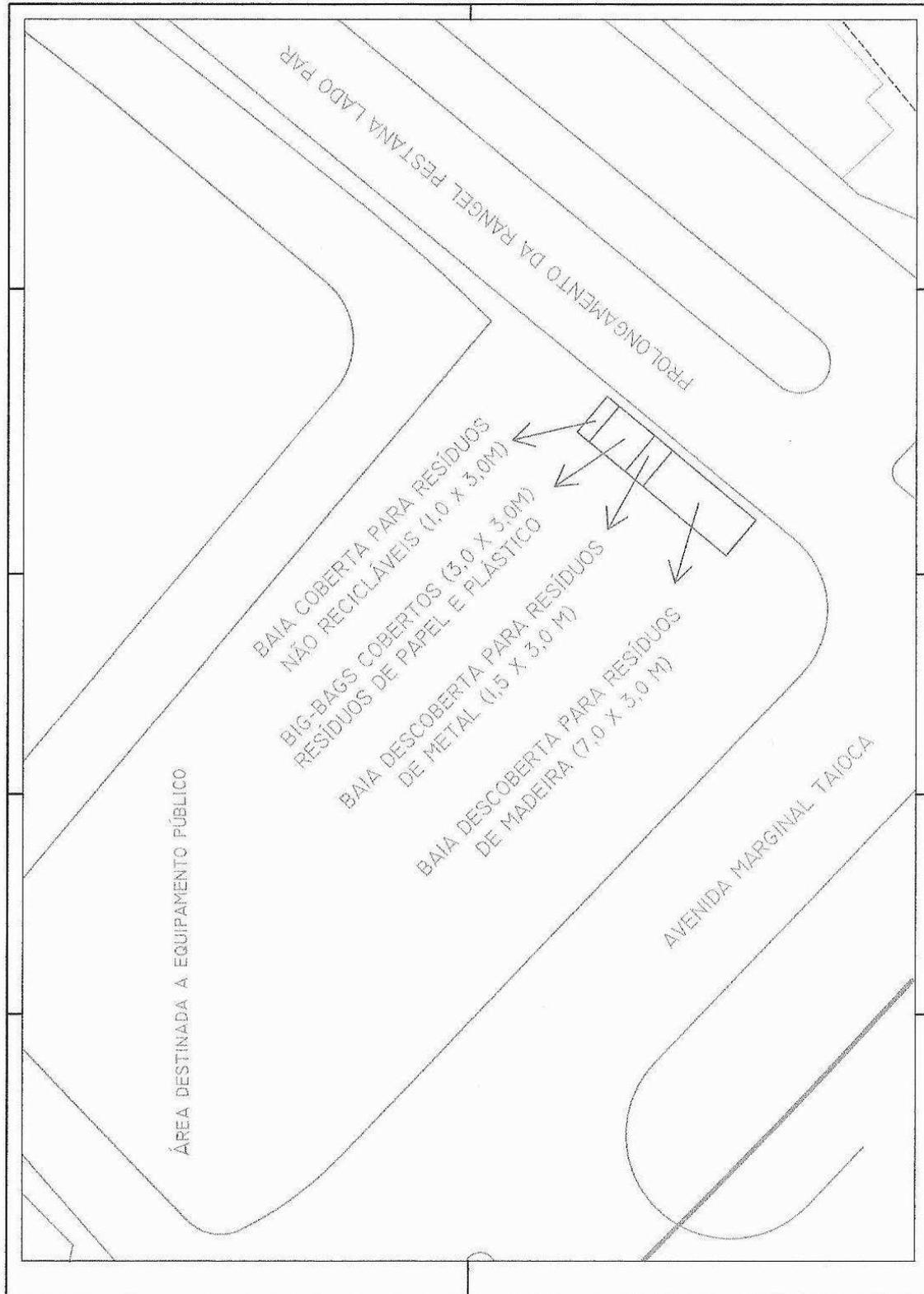
Valor adicionado bruto – valor que a atividade econômica acrescenta aos bens e serviços consumidos no seu processo produtivo, representando a contribuição ao Produto Interno Bruto (PIB) das diversas atividades econômicas. É obtido por saldo entre o Valor da Produção e o consumo intermediário das atividades.

# ANEXOS

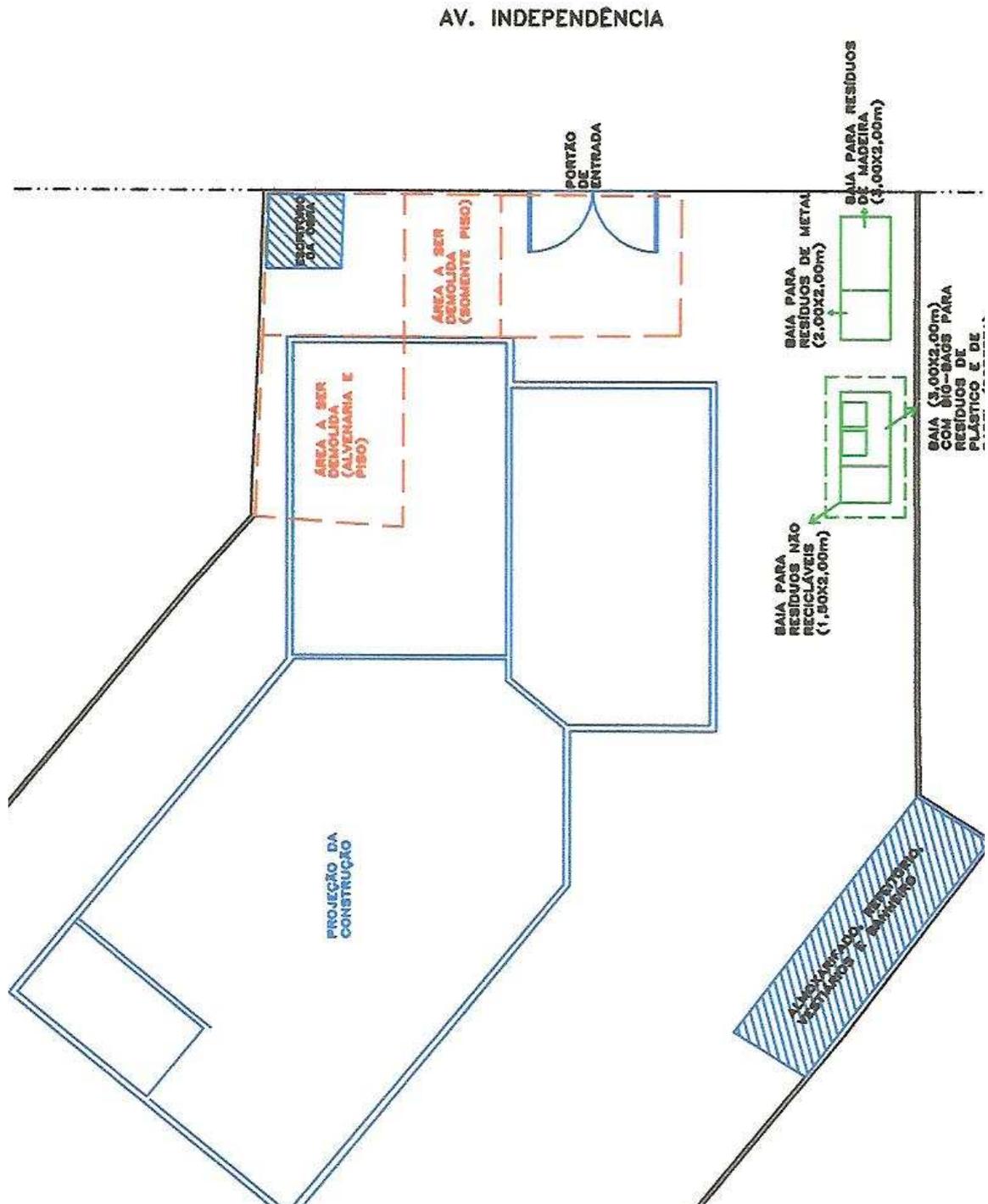
Anexo 1 – Planta em elevação de dispositivos para acondicionamento final – obra U-1



Anexo 2 – Planta para posicionamento dos dispositivos de acondicionamento final na área destinada a equipamento público – obra U-1



Anexo 3 - Planta para posicionamento dos dispositivos de acondicionamento final – obra C-3 (detalhes da projeção da construção, das superfícies demolidas e dos dispositivos para acondicionamento)



Anexo 4 – Modelo de ofício solicitando autorização para disposição dos RCD classe A triados na EMDHAP (área de reciclagem) – obra C-3

A  
PREFEITURA MUNICIPAL DE PIRACICABA – SEDEMA  
A/C SR.

Gostaríamos de requerer autorização de V.Sas. para a destinação dos resíduos de alvenaria e concreto provenientes da construção de uma agência bancária do XXXXXX situada a Av. Independência, 1008, Piracicaba, SP a usina de reciclagem da EMDHAP situada na Av Cristóvão Colombo, 1800, Jd Algodal, Piracicaba, SP. Tal obra está sob nossa responsabilidade e estamos comprometidos com a triagem dos resíduos de tal forma que viabilize o aproveitamento pleno dos resíduos na produção de agregados reciclados. Pretendemos, com isso, nos alinhar com a iniciativa do poder público na promoção de ações que possibilitem a gestão sustentável dos resíduos da construção civil.

Subscrevemo-nos, atenciosamente,

CONSTRUTORA (Assinatura)

## Anexo 5 – Resolução CONAMA nº 307

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE  
Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA**

Procedência: 66ª Reunião Ordinária do CONAMA  
Data: 5 de julho de 2002.  
Processo nº 02000.001641/2000-15  
Assunto: dispõe sobre resíduos da construção civil.

O **CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA**, de conformidade com as competências que lhe foram conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de julho de 1990, e em razão do disposto em seu regimento interno, anexo à Portaria nº 326, de 15 de dezembro de 1994, e

Considerando a política urbana de pleno desenvolvimento da função social da cidade e da propriedade urbana, conforme disposto na Lei 10.257, de 10 de julho de 2001;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

I- Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil,

II- Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

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

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

II. O cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em

conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento;

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

IV. A proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;

V. O incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;

VI. A definição de critérios para o cadastramento de transportadores;

VII Ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;

VIII. Ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação.

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

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

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

§ 2º O Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de atividades e empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental, deverá ser

analisado dentro do processo de licenciamento, junto aos órgão ambiental competente.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Art. 14. Esta Resolução entra em vigor em 02 de janeiro de 2003.

**JOSÉ CARLOS CARVALHO**