



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA POLITÉCNICA  
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL URBANA**

**ELIZABETH VIEIRA PESSOA**

**GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL:  
ALTERNATIVAS ADOTADAS PARA SEGREGAÇÃO, COLETA E  
DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES  
COM BASE EM UM ESTUDO DE CASOS.**

Salvador  
2006

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**ELIZABETH VIEIRA PESSOA**

**GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL:  
ALTERNATIVAS ADOTADAS PARA SEGREGAÇÃO, COLETA E  
DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES  
COMBASE EM UM ESTUDO DE CASOS.**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana da Escola Politécnica da UFBA, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Ambiental

Orientadora: Profa. Dra. Viviana Maria Zanta

Salvador  
2006

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Bernadete Sinay Neves, Escola Politécnica da UBA

Pessoa, Elizabeth Vieira

P475g Gestão de resíduos de construção civil: alternativas adotadas para segregação, coleta e destinação de resíduos de construção de edificações com base em um estudo de casos. / Elizabeth Viera Pessoa – Salvador, 2006.

115 f.: il.

Orientadora: Prof<sup>ra</sup>. D<sup>ra</sup>. Viviana Maria Zanta.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, 2006.

1. Construção Civil – Eliminação de resíduos. 2. Gestão Ambiental. I. Zanta, Viviana Maria. II. Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. III. Título.

CDD 20.ed.628.4

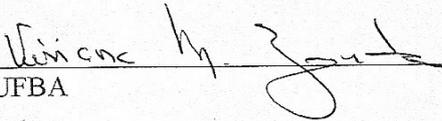
ELIZABETH VIEIRA PESSOA

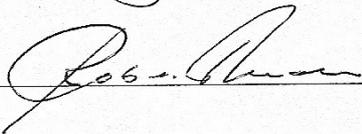
GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL:  
ESTUDO DE CASOS DE ALTERNATIVAS ADOTADAS PARA  
SEGREGAÇÃO, COLETA E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS DA  
CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES

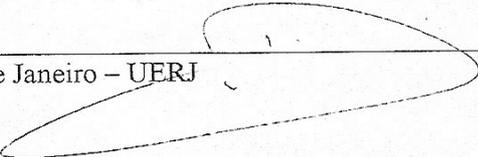
Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Ambiental Urbana.

Salvador, 19 de junho de 2006.

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Viviana Maria Zanta   
Universidade Federal da Bahia – UFBA

Prof. PhD Roberto Jorge de Câmara Cardoso   
Universidade Federal da Bahia – UFBA

Prof. Dr. João Alberto Ferreira   
Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ

À família e aos amigos que seguiram juntos nesta caminhada, em especial Sávio, Daniela, Celda, Jorge, Nilson, Carolina, Klaus e Mauro.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos Professores Viviana Zanta, Emerson Ferreira, Roberto Guimarães, Ilce Freitas, Roberto Cardoso e todos os outros mestres, pelo apoio e incentivo na solução dos dilemas epistemológicos.

Ao Professor Carlos Formoso grande amigo e líder nos assuntos acadêmicos e no incentivo desde os trabalhos de iniciação científica.

Ao Senai Dendezeiros e empresas construtoras por terem autorizado o uso dos dados de pesquisa coletados e em especial aos colegas Patrícia Evangelista, Tatiana Almeida, Ricardo Gonçalves e Priscila Cangussu.

Aos colegas consultores do Programa de Gestão de resíduos do Projeto Competir, Tatiana, Patrícia, Luciene, Elaine, André e Alvino.

O planeta é considerado um “ser vivo”, onde estão presentes as capacidades de realimentação e auto-organização para a manutenção da vida do sistema maior.

Paulo Figueiredo, 1995.

## RESUMO

Esta pesquisa avalia as alternativas adotadas por um grupo de empresas para a segregação, coleta e disposição de resíduos de construção civil no segmento de construção de edificações que buscam se adequar à Resolução n.º 307 do CONAMA/2002 .

O método de estudo é composto por duas etapas: 1) revisão da literatura incluindo a legislação ambiental pertinente, impactos ambientais e na saúde causados pelo manejo inadequado de Resíduos de Construção Civil - RCC, características do RCC, identificação de métodos de gestão de resíduos; 2) realização do levantamento de dados e informações de campo em relação ao sistema de gestão das obras estudadas; análise dos resultados obtidos após a implantação de sistema de gestão de resíduo quanto às dificuldades encontradas; e proposição de melhorias.

O sistema de gestão de resíduos implementado nas cinco empresas do grupo piloto estudado mostrou viabilidade financeira e ganhos ambientais significativos, além de terem sido tomadas iniciativas espontâneas de redução, reutilização e reciclagem de resíduos, o que também demonstra um resultado bastante positivo.

Com este trabalho espera-se fundamentar iniciativas do setor da construção civil com diretrizes e procedimentos técnicos para a implantação de sistemas de gestão de RCC.

**PALAVRAS CHAVES:** Resíduos de construção e demolição, resíduos de construção civil e planos de gestão.

## **ABSTRACT**

This work intends to evaluate the alternatives adopted by a group of companies for the segregation, collection and disposition of construction residues in the segment of construction of buildings, to contribute for the best use of the natural resources and to assist the resolution n.º 307 of CONAMA and other environmental legislations of the city of Salvador.

The study method approaches two stages: 1) revision of the literature including the pertinent environmental legislation, environmental impacts and in the health caused by the inadequate handling of Civil Construction Residues - CCR, characteristics of CCR, identification of methods of administration of residues; 2) accomplishment of the rising of data and field information in relation to the system of management of the studied works; analysis of the results obtained after the implantation of system of residue management as for the found difficulties; and proposition of improvements.

The system of administration of residues implemented in the five companies of the studied pilot group showed financial viability and won environmental significant, besides spontaneous initiatives of reduction, reutilização and recycling of residues they have been taken, what also demonstrates a quite positive result.

With this work there is hope to base initiatives of the section of the civil construction with guidelines and technical procedures for the implantation of systems of administration of RCC.

**KEY WORDS:** construction and demolition residues, civil construction residues and management plans.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 3.1: Modelo para o fluxo de transporte e coleta de RCC em Salvador.

Figura 3.2: Usina de britagem de resíduo classe A em Belo Horizonte

Figura 3.3: Técnicas de Prevenção da Poluição (LAGREGA, 1994)

Figura 5.1: Transporte de blocos em jericá

Figura 5.2: Toncas para transporte de argamassa

Figura 5.3: paleteira ou carrinho porta-pallet

Figura 5.4: Resíduo-duto utilizado em canteiro de obras

Figura 5.5: Volume mensal de resíduo gerado por obra

Figura 5.6: Evolução do desempenho no aspecto limpeza

Figura 5.7: Evolução do desempenho no aspecto segregação

Figura 5.8: Diagrama de Pareto para as ocorrências de problemas em obras.

Figura 6.1: Uso de resíduo classe A para enchimento de jardineiras

Figura 6.2: Embalagens de papel espalhadas no pavimento

Figura 6.3: Quebra da alvenaria e do concreto para montagem da instalação hidrossanitária (parede) e elétrica (piso)

Figura 6.4: Quebra da alvenaria por um erro de locação da parede.

Figura 6.5: resíduo de gesso destinado para reuso

Figura 6.6 : Moinho e misturador de argamassa

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 3.1: Meios sobre os quais atuam impactos ambientais relacionados às classes de atividades da construção civil.

Quadro 3.2: Geração diária de RCC e o volume que este resíduo representa sobre o total de resíduo coletado nos municípios.

Quadro 3.3: Quantificação das perdas de materiais de construção em percentual

Quadro 5.1: Cronograma de atividades do GR Competir na empresas construtoras.

Quadro 5.2: Características básicas das obras.

Quadro 5.3: Quadro de áreas.

Quadro 5.4: Características construtivas das obras

Quadro 5.5: Sistemas de transporte interno das obras

Quadro 5.6: Avaliação qualitativa de resíduos gerados nas obras

Quadro 5.7: Dimensionamento de dispositivos de coleta intermediária e final

Quadro 5.8: Volume de RCC gerado por obra

Quadro 5.9: Despesas e receitas levantadas com a destinação de RCC.

Quadro 5.10: Comparação entre custos reais e custos estimados para a destinação de resíduos.

Quadro 5.11: Volumes e custos dos resíduos consolidados para as 5 obras.

Quadro 5.12: Ocorrência de problemas nas obras

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>9</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>10</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>11</b>
<b>SUMÁRIO.....</b>	<b>12</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1. ESTRUCTURA DO TRABALHO.....	17
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>19</b>
2.1. OBJETIVO GERAL .....	19
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
<b>3. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>20</b>
3.1. CONCEITOS BÁSICOS.....	20
3.2. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL REFERENTE À GESTÃO DE RCC .....	21
3.3. OS IMPACTOS DA GERAÇÃO DO RCC.....	24
3.4. CARACTERÍSTICAS DO RCC.....	30
3.5. POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DO RCC.....	32
3.6. PERDA DE MATERIAL VERSUS ESTIMATIVA DO RESÍDUO GERADO .....	33
3.7. ESTRATÉGIAS E FERRAMENTAS DE GESTÃO AMBIENTAL.....	36
3.7.1. <i>Análise do ciclo de vida (ACV)</i> .....	37
3.7.2. <i>Auditoria ambiental</i> .....	38
3.7.3. <i>Prevenção da poluição</i> .....	39
3.7.4. <i>Produção Limpa (PL) e Produção Mais Limpa (P+L)</i> .....	42
<b>4. METODO .....</b>	<b>43</b>
4.1. CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS.....	43
4.2. IDENTIFICAÇÃO DAS ALTERNATIVAS ADOTADAS PELO GRUPO DE EMPRESAS PARA A SEGREGAÇÃO, COLETA E DESTINAÇÃO DOS RCC. ....	44
4.3. ANÁLISE CRÍTICA DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DE RCC E PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS	45
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>47</b>
5.1. DESCRIÇÃO DO PROGRAMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO .....	47
5.2. CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS.....	48
5.2.1. <i>Características gerais dos empreendimentos</i> .....	48

5.2.2.	<i>Características de áreas</i> .....	49
5.2.3.	<i>Sistemas construtivo utilizados</i> .....	50
5.2.4.	<i>Sistemas de transporte utilizados nas obras</i> .....	54
5.3.	<b>IDENTIFICAÇÃO DAS ALTERNATIVAS ADOTADAS PELO GRUPO DE EMPRESAS PARA A SEGREGAÇÃO</b>	
	<b>COLETA E DESTINAÇÃO DOS RCC</b> .....	57
5.3.1.	<i>Avaliação quantitativa dos resíduos</i> .....	57
5.3.2.	<i>Disposição e quantificação dos dispositivos de coleta de resíduo</i> .....	58
5.4.	<b>LEVANTAMENTO DOS RESULTADOS.</b> .....	60
5.4.1.	<i>Volumes de resíduos gerados e custos com destinação</i> .....	60
5.4.2.	<i>Avaliação de desempenho</i> .....	63
5.4.3.	<i>Ocorrência de problemas observados nas visitas às obras</i> .....	65
<b>6.</b>	<b>AVALIAÇÃO DO PROGRAMA DE GESTÃO DE RCC E PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS</b> .....	<b>67</b>
6.1.	<b>GANHOS OBTIDOS COM O PROGRAMA DE GESTÃO DE RCC</b> .....	67
6.2.	<b>PRINCIPAIS DIFICULDADES ENCONTRADAS NA IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA DE GESTÃO DE</b>	
	<b>RCC</b> 69	
6.3.	<b>PROPOSTAS DE MELHORIAS</b> .....	73
6.3.1.	<i>Melhorias no Programa de Gestão de RCC</i> .....	73
6.3.2.	<i>Racionalização na construção e redução do desperdício</i> .....	74
6.3.3.	<i>Reutilização de resíduos</i> .....	75
6.3.4.	<i>Reciclagem de RCC</i> .....	76
<b>7.</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>78</b>
<b>8.</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>81</b>
	<b>APÊNDICE B: PLANILHA 2A - PLANEJAMENTO – IDENTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS E</b>	
	<b>TRATAMENTO</b> .....	<b>90</b>
	<b>APÊNDICE C: PLANILHA 2B - PLANEJAMENTO – DISTRIBUIÇÃO DE DISPOSITIVOS POR</b>	
	<b>PAVIMENTO</b> .....	<b>93</b>
	<b>APÊNDICE D: PLANILHA 2C - PLANEJAMENTO – RESUMO DE DISPOSITIVOS E ESTIMATIVA</b>	
	<b>DE CUSTO</b> .....	<b>95</b>
	<b>APÊNDICE E: PLANILHA 3 - CHECK-LIST DE MONITORAMENTO</b> .....	<b>97</b>
	<b>APÊNDICE F: PLANILHA 4 - CONTROLE DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS</b> .....	<b>99</b>
	<b>APÊNDICE G: PLANILHA 5 - REGISTRO DE DESTINAÇÃO</b> .....	<b>101</b>
	<b>APÊNDICE H: DADOS DE VOLUME E CUSTO DE RESÍDUOS</b> .....	<b>103</b>
	<b>APÊNDICE I: RESUMO DE OCORRENCIAS EM OBRAS</b> .....	<b>109</b>
	<b>ANEXO 1: RESOLUÇÃO CONAMA N.º 307, DE 5 DE JULHO DE 2002</b> .....	<b>112</b>
	<b>ANEXO 2: RESOLUÇÃO CONAMA 348 DE 16 DE AGOSTO DE 2004</b> .....	<b>117</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O problema da escassez dos recursos naturais tem sido cada vez mais enfatizado pela sociedade. A água é um exemplo de recurso natural que é considerado abundante no Brasil. No entanto, hoje se presenciavam crises como a da energia, gerada pela diminuição acentuada dos níveis de água em barragens e o recente racionamento no abastecimento de água da cidade de São Paulo ocorrido no período de novembro de 2003 a fevereiro de 2004. Quando poderia se imaginar que o Brasil, um país com tal potencial hídrico poderia passar por crises como a citada?

Assim como a água, recursos naturais como a madeira, o minério de ferro e muitos outros são utilizados pela indústria da construção civil intensivamente, e de forma muitas vezes predatória. É preciso, portanto, iniciar ações para o seu uso racional, a fim de garantir a necessidade das gerações futuras de uso destes recursos, como estabelecido no conceito de desenvolvimento sustentável da Agenda 21 para a Construção Sustentável (CIB, 2000). Devem ser realizadas ações com os objetivos de reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos de construção civil abrangendo todas as partes envolvidas, sejam gestores públicos, empresas construtoras, sub-empregados, fabricantes de materiais ou pequenos construtores.

A fim de ilustrar o contexto nacional sobre o setor industrial da construção civil, são citados alguns marcos contemporâneos que impulsionam este setor a iniciar ações voltadas para proteção ambiental e desenvolvimento sustentável.

A Constituição Federal, o primeiro marco de nosso contexto histórico nacional, reza no *caput* do artigo 225 que:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (BRASIL, 1998, pág. 139)

Dentro da legislação ambiental impulsionada pela Constituição Federal, seguem a Lei 6938/1981 que institui a Política Nacional do Meio Ambiente e o Sistema Nacional de Preservação e Controle – SISNAMA e seu conselho consultivo e deliberativo - CONAMA, que elaboram uma série de outras leis, decretos e resolução

que definem com maior clareza o sistema de regras, controles e fiscalização quanto a preservação ambiental.

A legislação ambiental referente às atividades de construção se consolida ainda mais com a resolução CONAMA n.º 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil (RCC) .

Segundo esta resolução, que entrou em vigor em janeiro de 2003, os Municípios e o Distrito Federal teriam um prazo de 12 meses para elaborarem seus Planos Integrados de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e um prazo de 18 meses simultâneos para sua implantação. As empresas construtoras geradoras de resíduos teriam um prazo de 24 meses para se adequar às exigências dos Planos de Gestão Integrada de Resíduos elaborados pelos Municípios e Distrito Federal e apresentar Projeto de Gerenciamento de RCC juntamente com os projetos do empreendimento para análise pelo órgão competente do poder público municipal e posterior licenciamento da obra.

A indústria da construção civil é bastante significativa para o desenvolvimento econômico do país, sendo responsável por 6% do PIB total e 20% do PIB da indústria de transformação já em 1992, tornando-se a maior indústria nacional de transformação (SENAI, 1995). Em 1998 já era responsável por 10,3% do PIB total, segundo o IBGE (1998).

Entretanto, o sub-setor de construção é considerado atrasado tecnologicamente se comparado a outras indústrias de transformação. Uma parcela deste entrave é devida à constituição majoritária do setor de pequenas e médias empresas com baixo poder de barganha junto a fornecedores tanto de conhecimento e tecnologia, quanto de matérias-primas e demais insumos.

O setor industrial da construção civil enquadra-se dentre as cadeias produtivas, nas quais as atividades econômicas possuem impactos direto sobre o meio ambiente, seja no uso e ocupação do solo, demanda sobre mananciais de água, extração de recursos naturais como matéria prima, como também na geração de resíduos .

Tendo em vista a importância econômica e social da indústria da construção civil no País e a carência por tecnologias de gestão em que se encontra o setor atualmente,

pode-se afirmar que ações que promovam melhorias gerenciais terão grande importância para o alcance do desenvolvimento sustentável.

Diante deste quadro o documento “Cidades Sustentáveis: Subsídio à elaboração da Agenda 21 brasileira” (Ministério do Meio Ambiente, 2000), tem como uma das propostas apresentadas promover a alteração dos padrões de produção e de consumo de habitações, modernizando normas técnicas e introduzindo critérios eco-compatíveis de projeto para construção de conjuntos habitacionais, para reduzir custos e desperdício de matéria-prima, recursos naturais e outros não-econômicos, diminuindo o investimento em manutenção e aumentando o bem-estar dos moradores.

Outro marco no contexto nacional é a consolidação do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat – PBQP-H, assim como dos programas estaduais derivados do programa nacional, a exemplo do QUALIOP (2000) na Bahia e QUALIHAB (2000) em São Paulo. Com a assinatura destes acordos setoriais estaduais que limitam a participação em licitações públicas e financiamento de bancos para construção de edificações, vem sendo cada vez mais comum a certificação de sistemas de qualidade em empresas construtoras. Porém, dentro de uma concepção moderna de gestão empresarial, esta etapa é apenas o primeiro passo em direção à “gestão pela excelência”.

Além da necessidade de atendimento à legislação e aos programas de qualidade, existe o interesse de algumas empresas do setor em implantar sistemas de gestão ambiental. O primeiro passo para a implantação de um sistema formal de gestão ambiental atendendo à norma ISO 14001 é a identificação de aspectos e impactos ambientais e, em seguida, a formulação de Programas de Gestão Ambiental, que sem dúvidas, devem incluir a gestão de resíduos.

Diante dos cenários apresentados, pode-se justificar a importância de se pesquisar as alternativas para o correto gerenciamento de resíduos de construção civil de maneira a garantir o atendimento à legislação vigente, contribuir para o desenvolvimento da gestão da excelência na indústria da construção civil e agregar referências à comunidade científica.

Neste sentido, esta pesquisa desenvolveu um estudo de casos sobre o sistema de gestão de resíduos em canteiros de obras de edificações, de forma a promover a melhor utilização dos recursos naturais e atender a resolução n.º 307 do CONAMA e o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município do Salvador.

O trabalho objetivou avaliar os resultados preliminares, as dificuldades, barreiras econômicas e estruturais vivenciadas pelo grupo de empresas selecionadas para o estudo, propor alternativas que minimizem os problemas identificados, visando a redução do volume total de resíduos gerados e, conseqüentemente do consumo de matérias primas e energia.

### **1.1. ESTRUTURA DO TRABALHO**

Para entendimento do trabalho apresenta-se de forma resumida a estrutura do trabalho que é composta pelos capítulos:

- **REVISÃO DA LITERATURA** no qual se aborda aspectos conceituais e o contexto em termos de legislação e planos de gestão, com finalidade de estruturar o conhecimento necessário à análise crítica do tema de pesquisa.
- **MÉTODO**, capítulo em que são apresentadas as etapas de trabalho de modo a permitir que o trabalho possa ser reproduzido por outros pesquisadores interessados.
- **RESULTADOS E DISCUSSÕES** no qual são apresentados dados e análises referentes a (1) Descrição do programa de gestão de resíduos de construção; (2) Caracterização das obras estudadas; (3) Identificação das alternativas adotadas pelo grupo de empresas para a segregação coleta e destinação dos RCC; (4) Levantamento dos resultados obtidos com a implantação das soluções propostas; (5) Análise crítica da implantação do sistema de gestão de RCC e proposição de melhorias.
- **AValiação DO PROGRAMA DE GESTÃO DE RCC E PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS**, trata da análise dos ganhos obtidos com o programa de gestão de resíduos, principais dificuldades percebidas e propostas de melhorias para correção dos erros.

- CONCLUSÕES, neste capítulo apresentam-se as conclusões e recomendações referentes a análise critica realizada.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Avaliar as soluções adotadas e resultados obtidos por um grupo de empresas para segregação, coleta e destinação de resíduos de construção de edificações, propondo alternativas para melhoria no sistema de gestão de resíduos em Salvador.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

O objetivo geral do trabalho é composto pelos seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar as obras pesquisadas quanto ao tipo e sistemas construtivos utilizados;
- Identificar e descrever dos procedimentos de manejo e destinação dos RCC gerados;
- Analisar os resultados alcançados após implantação do sistema de coleta, segregação e destinação dos RCC com quantificação dos principais RCC gerados.
- Identificar melhorias para o sistema de gestão de resíduos.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

A necessidade de administrar melhor o uso dos recursos naturais é um ponto comum em praticamente toda a bibliografia pesquisada para este trabalho. Em uma análise objetiva do tema deve se considerar que o planeta é um sistema fechado, e que tem recursos limitados.

Diante de tal preocupação com a preservação ambiental, é importante salientar o estado da arte e conhecimento técnico e científico que se referem à gestão de resíduo em obras de edificação, considerando os objetivos desta pesquisa.

Com este intuito destaca-se neste item a conceituação básica dos termos utilizados, as políticas públicas referentes à gestão e geração de resíduos, a dimensão e os impactos da geração, as características, as formas de utilização do RCC e as principais características de Planos de Gestão de Resíduos para obras de edificações.

#### 3.1. CONCEITOS BÁSICOS

A gestão ambiental é um assunto ainda em discussão e por isso alguns conceitos podem ter mais de uma interpretação. Deste modo, alguns conceitos e definições de termos utilizados neste trabalho são comentados na seqüência.

Os **Resíduos Sólidos** são resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultem de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição (ABNT, 2004).

**O Resíduo de Construção Civil (RCC)**, é todo o resíduo proveniente de atividades de construção, reformas, reparos e demolições de obras de edificações, tais como solos, restos de argamassa, concreto e gesso para revestimento, aparas de cerâmica, sobras de aço e tubos, sacarias, entre outros.

Como formas para a minimização de resíduos preconizadas pela Resolução CONAMA 307/2002 têm-se que **Reutilização** é o processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo, **Reciclagem** é o processo de

reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação, **Destinação** ou **Disposição Final** é o armazenamento final do resíduo considerando que não será dado nenhum tratamento de reutilização ou reciclagem, como, por exemplo, a colocação de resíduos em aterros.

Assim, o gerenciamento de RCC pode incluir as alternativas de reaproveitamento acima mencionadas associadas ao encaminhamento a pontos de recepção de resíduos de construção civil, Bases de Disposição de Entulho – **BDE**, usadas pela Prefeitura Municipal de Salvador, para futura destinação final em aterros de disposição de resíduos.

**A Gestão ou Gerenciamento de Resíduos** é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduo, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos (CONAMA, 2002). Enquanto, por essa mesma resolução, os **Geradores de Resíduos** são pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos (CONAMA, 2002).

Ainda por definição desta resolução, a ferramenta gerencial, utilizada pelos gestores municipais, para planejamento e controle da geração, aproveitamento, triagem, transporte e destinação final de resíduos é conceitualmente o **Plano de Gestão de Resíduos**. Já os projetos elaborados e implementados pelos geradores que tem como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos são os **Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil** (CONAMA, 2002).

### **3.2. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL REFERENTE À GESTÃO DE RCC**

As políticas públicas direcionadas para o gerenciamento de RCC que visam impulsionar as empresas construtoras geradoras de resíduos a tomarem uma nova postura gerencial.

No meio empresarial tanto se desconhece a legislação, como se tem pouca familiaridade com a cultura do uso racional dos recursos naturais e destinação compromissada de resíduos. Para tornar viável a adoção das medidas previstas pela

legislação é necessário criar ferramentas gerenciais, levantar dados de pesquisa e divulgá-los adequadamente para viabilizar uma mudança de paradigma no segmento industrial da construção civil.

A Resolução n.º307/2002 do CONAMA, torna obrigatório que os Gestores Municipais e Empresas Construtoras adequem seus processos para garantir a destinação ambientalmente correta dos resíduos de construção civil. Destacam-se três artigos desta Resolução:

- Artigo 4º que reza sobre a prioridade da não geração de resíduos e secundariamente sobre redução, reutilização, reciclagem e a destinação final.
- Artigo 8º que menciona a obrigatoriedade de apresentação de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil pelos geradores de RCC.
- Artigo 9º que estabelece as características de um Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

A legislação municipal de Salvador, ainda não estabeleceu os mecanismos para atender à Resolução 307/ 2002 do CONAMA plenamente, porém já existe um plano de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos. Para o RCC o plano municipal estabelece o fluxo do resíduo conforme apresentado pela figura 3.1.

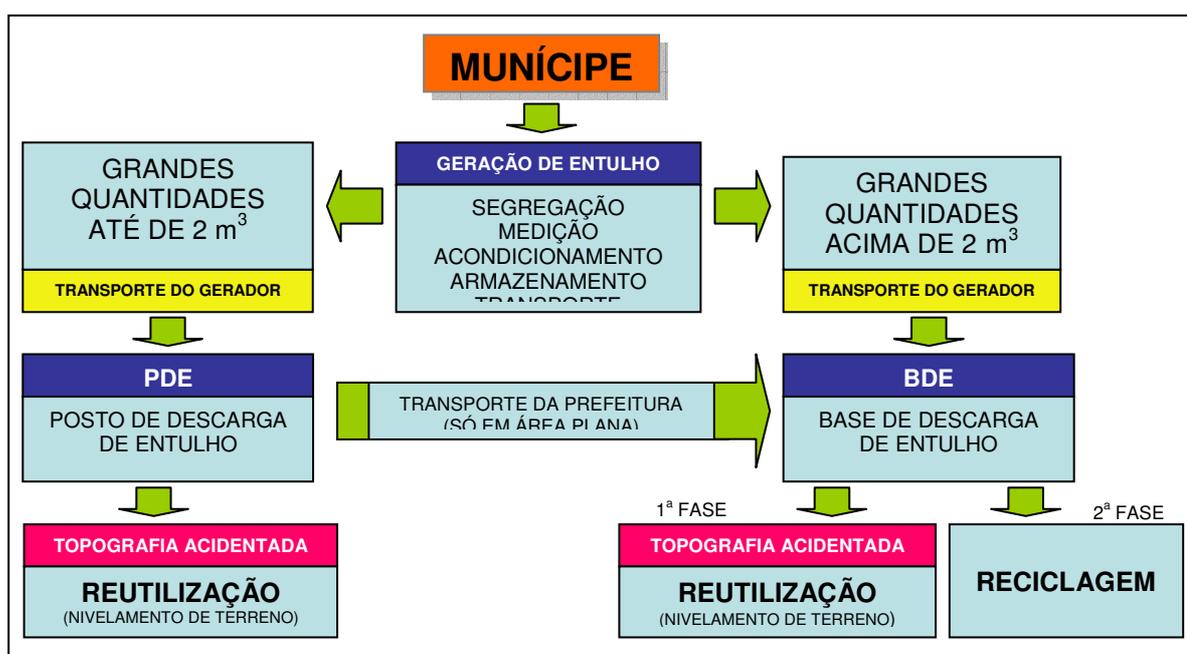


Figura 3.1: Modelo para o fluxo de transporte e coleta de RCC em Salvador.

O Plano municipal estabelece que a responsabilidade por segregar, medir, acondicionar, armazenar e transportar o RCC é do gerador. Para uma quantidade de até 2 m<sup>3</sup> por dia, o gerador pode depositar o resíduo em um Posto de Descarga de Entulho – PDE. A Prefeitura se responsabiliza por encaminhar este resíduo para uma BDE – Base de Descarga de Entulho. O grande gerador deve destinar o RCC gerado diretamente a uma BDE. Segundo o Plano Municipal de Gestão de Resíduos, o resíduo dos PDE e BDE deve ser encaminhado para reutilização como material de aterro em terrenos desnivelados ou encaminhado para reciclagem em usinas de triagem e britagem de resíduos classe A.

Hoje a prefeitura de Salvador tem disponível 6 PDE e 1 BDE. Foi elaborado o projeto da usina de britagem de resíduos classe A do Parque sócio-ambiental de Canabrava, porém ainda não foi implantado.

O Decreto Municipal nº 12.133/98 também prevê multa para os munícipes que depositem RCC fora de locais autorizados (PDE, BDE ou aterros particulares credenciados).

A certificação pelo Programa Estadual de Qualidade em Obras Públicas - QUALIOP, no estado da Bahia, é hoje um limitante para participação em licitações públicas coordenadas pelos órgãos estaduais e para financiamentos de obras por instituições bancárias como a Caixa Econômica Federal. As empresas construtoras que não tenham certificados de qualidade do Programa Qualiop não podem participar de licitações públicas estaduais ou buscar financiamento de bancos oficiais.

Em relação ao Programa Qualiop, vale ressaltar a necessidade de apresentar um programa de gestão de RCC dentre os Itens e Requisitos do Sistema da Qualidade para Empresas de Serviços e Obras. O requisito 7.1 é referente ao conteúdo do Plano de Qualidade de Obras:

A empresa construtora deve, para cada uma de suas obras, elaborar e documentar o respectivo Plano da Qualidade da Obra, consistente com os outros requisitos do Sistema de Gestão da Qualidade, contendo os seguintes elementos, quando apropriado:

(...)

- i) definição dos destinos adequados dados aos resíduos sólidos e líquidos produzidos pela obra (entulhos, esgotos, águas servidas), que respeitem o meio ambiente (PROGRAMA QUALIOP, 2000, página 15).

Como experiência exitosa de Planos de Gestão de Resíduos podem ser citados os municípios de Belo Horizonte e Santo André, onde foram estabelecidos locais adequados para destinação de RCC, estrutura de reciclagem e reutilização e usinas de britagem de resíduos classe A.

A foto da figura 3.2, da usina de britagem de resíduos em Belo Horizonte, ilustra o processo que reaproveita o resíduo classe A como material de base para pavimentação do sistema viário urbano municipal ou como agregado graúdo de concreto para a fabricação de meio fio.



Figura 3.2 – Usina de britagem de resíduo classe A em Belo Horizonte

### 3.3. OS IMPACTOS DA GERAÇÃO DO RCC

Quando é abordado o assunto "meio ambiente" é natural que as atenções convirjam para uma pergunta: Será que a humanidade usa os recursos disponíveis na natureza de forma equilibrada e contribui para o equilíbrio do ciclo de vida destes elementos? Presencia-se problemas ambientais ocasionados exatamente por este desequilíbrio no ciclo natural de reciclagem dos materiais. É latente a necessidade

de que se modifiquem os padrões de consumo para evitar o uso de materiais de difícil reciclagem, evitar o desperdício, viabilizar a reutilização e reciclagem de materiais.

No segmento industrial da construção civil, a variabilidade de materiais empregados é muito grande, tem-se desde materiais combustíveis e derivados de petróleo; agregados extraídos em jazidas como brita e areia, aglomerantes como cimento, cal, gesso e argamassas também obtidos por meio de processos de extração mineral; bem como produtos manufaturados a exemplo de blocos, telhas, tubos de diversos materiais (PVC, cobre, aço, etc.), cerâmicas de revestimento, fios, entre outros.

Além dos materiais empregados, também é importante considerar o volume e variedade de embalagens geradas como resíduo durante o processo. São embalagens de materiais plásticos, polímeros (isopor, polipropileno, etc.), metálicos e de papel, que apesar de serem em sua maioria materiais recicláveis, em alguns casos são contaminados de tal forma que impedem o processo de reaproveitamento. É o caso de sacarias de cimento, cal e gesso, sacos plásticos contaminados por restos de massa corrida e latas de tinta e vernizes.

Somando a variabilidade e quantidade de materiais e componentes à representatividade da indústria da construção civil brasileira no cenário econômico, tem-se uma idéia do impacto das atividades do setor ao meio ambiente.

Para que se possa ter uma visão melhor dos desperdícios na construção de edificações será citado um exemplo simples que considera apenas um material empregado em uma edificação.

Considerando uma edificação residencial com quatro pavimentos em uma área construída total em torno de 1.600 m<sup>2</sup>. Segundo Lantelme (1996), o consumo teórico médio de concreto é de 0,15 m<sup>3</sup> por m<sup>2</sup> de área construída e a perda média de concreto usinado é estimada em 11,4%. Para esta edificação o desperdício total na obra é de 27 m<sup>3</sup> de concreto usinado, a um custo de produção, em Salvador, de R\$ 4.995,00 (R\$ 185,00 por metro cúbico, em novembro de 2004), sem serem mencionados os custos de produção, água e energia do canteiro de obras.

Diante deste exemplo, pode-se ter uma idéia aproximada de quanto o desperdício de materiais representa econômica e ambientalmente para a sociedade.

A extração de materiais e fabricação de componentes para o setor industrial da construção civil também representa um grande consumo energético na indústria de base, o que demonstra o quanto a redução, reutilização e reciclagem destes materiais pode contribuir para a recuperação energética. Segundo Figueiredo (1995), os elementos que compõem a massa descartada de uma sociedade arrastam para os aterros ou para os corpos d'água uma grande quantidade de energia acumulada durante o processo de produção, que poderia ser recuperada por meio de um planejamento global.

O Programa Entulho Limpo do Distrito Federal (2004) referencia em cartilha publicada para a reciclagem de resíduos de construção civil, os impactos em várias etapas da construção de edificações baseando-se no método de análise de Jassen, Nijkamp e Voogd (1984), conforme quadro 3.1.

Classes de atividades	Meios que recebem impactos ambientais causados pelas atividades							
	solo e lençol freático	água	ar	plantas	animais	paisagem	barulho	clima
Ocupação de terra	X	X	X	X	X	X	X	X
Extração de matéria prima	X	X	X	X	X	X	X	X
Transporte			X				X	
Processo construtivo	X	X	X			X	X	
Geração e disposição de resíduo sólido	X	X	X	X	X	X		
Produto em si		X				X		X

FONTE : Jassen, Nijkamp e Voogd (1984),

Quadro 3.1: Meios sobre os quais atuam impactos ambientais relacionados às classes de atividades da construção civil.

O impactos ambientais no clima, referenciadas no quadro 3.1, por exemplo, podem ser com respeito à influência sob o efeito estufa (aquecimento global), mudança no regime de evaporação por supressão da camada vegetal, alteração na incidência de ventos, etc.

Observa-se pelo quadro 3.1 que a fase de geração e disposição de resíduos tem impacto sobre praticamente todos os meios citados .

Outro dado importante é que as etapas de mobilização, construção, e desmobilização, que vão desde a ocupação do solo até a disposição de resíduos, geram uma quantidade maior de impactos do que o produto em si, que é a edificação construída.

Os fibrocimentos gerados na construção civil devem ser considerados como críticos pelo seu efeito na saúde da população. O amianto ou asbesto, uma fibra mineral usada na fabricação de telhas e caixas d'água de fibrocimento, é perigoso, podendo causar doenças como a asbestose (o material se aloja nos pulmões, comprometendo a capacidade respiratória) e o câncer do pulmão. Por isso, seu uso foi proibido em 42 países, o que poderá ocorrer também no Brasil, onde já existem 13 projetos de leis federais e estaduais nesse sentido. Na França, o Conselho de Estado reconheceu a responsabilidade do governo na contaminação de trabalhadores, responsabilizando-o por não adotar medidas de prevenção de riscos ligados à exposição dessas pessoas à poeira de amianto (MCT, 2004).

O fibrocimento contém 10 a 15 % de amianto, o restante é cimento Portland. Há 3 situações em que o fibrocimento se torna potencialmente perigoso: quando se encontra em mal estado de conservação (a vida útil estimada de materiais de fibrocimento é de 30 anos); quando danificado de qualquer maneira; ou quando é removido. Não é o pó visível que provem do cimento o maior risco e sim as fibras invisíveis de amianto libertadas. Uma vez no ar constituem um grave problema para a saúde (FETTWEIS, 2004).

A resolução n.º 348/2004 do CONAMA, altera a resolução 307/2002 e ratifica a posição da Organização Mundial de Saúde sobre amianto crisotila, que, no Critério de Saúde Ambiental n.º 203 de 1998, afirma entre outros que:

A exposição ao amianto crisotila aumenta o risco da asbestose, câncer de pulmão e mesotelioma de maneira dependente em função da dose e que nenhum limite de tolerância foi identificado para os riscos de câncer. (CONAMA, 2004, página 1)

Esta resolução classifica os resíduos de amianto como classe D, ou seja, como resíduos perigosos.

Outra resolução do CONAMA, a de n.º 235/1998, que trata de classificação de resíduos para gerenciamento de importação, classifica o amianto em pó (asbesto) e outros desperdícios de amianto como resíduo perigoso classe I de importação proibida.

O Instituto Brasileiro do Crisotila assume a posição de que o amianto crisotila somente é perigoso na forma de pó ou fibra e quando ligado a uma matriz de cimento, da forma como é utilizado para fabricação de telhas e outros materiais de fibrocimento, não causa risco à saúde. As indústrias fabricantes de materiais de fibrocimento, representadas pelo Instituto Brasileiro do Crisotila alegam que se um material de fibrocimento não é perigoso, então o seu resíduo também não é, e desta forma não se compromete em receber este tipo de resíduos.

De forma contrária à posição do Instituto Brasileiro do Crisotila, deve ser considerado que mesmo sendo um material composto ligado a uma matriz, a decomposição gradual tende a fazer com que os elementos voltem a sua forma natural. A telha de amianto não é um produto perigoso, porém a telha em decomposição e os resíduos de demolição e construção são um resíduo perigoso ao longo do tempo, portanto um passivo ambiental da indústria produtora.

Outro tipo de resíduo que merece atenção especial é o resíduo de gesso. A Resolução do CONAMA n.º 307/2002, classifica o gesso como resíduo Classe C. Segundo a resolução, este é o tipo de resíduo para o qual não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis, que permitam sua reciclagem ou recuperação. Ainda segundo esta resolução os resíduos classe C devem ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Atualmente, no Brasil, não estão disponíveis normas técnicas específicas nem informações sobre o resíduo de gesso, alternativas para reaproveitamento, toxicidade deste resíduo quando disposto em aterros, etc.

Nos Estados Unidos, este material é amplamente utilizado em forma de placas para painéis de parede, conhecido no Brasil como gesso acartonado. Segundo a revista eletrônica Baum Publication (2004), estima-se que 13% a 17% do gesso usado no mercado para painéis de parede estão potencialmente disponíveis para reciclagem.

Baseado na estimativa anual da produção de 30 milhões de toneladas, isto seria equivalente a uma escala de 4 a 5 milhões de toneladas disponíveis para reciclagem a cada ano nos Estados Unidos. Atualmente, a maior parte deste resíduo é aterrada ou posto em armazenamento em longo prazo.

Dispor este material em aterros torna-se inviável pelo volume de resíduo gerado. Talvez a maior causa de interesse em estudos sobre este resíduo seja o impacto ambiental causado à saúde das pessoas pelo aterramento do resíduo. Sob circunstâncias ótimas, painéis de parede de gesso são materiais relativamente inertes, entretanto, uma vez dispostos, sob determinadas circunstâncias, podem produzir o gás e o lixiviado tóxicos do sulfeto de hidrogênio.

Nos aterros em British Columbia nos anos 80, constatou-se que o gesso (sulfato dihidratado de cálcio) sob a ação de bactérias anaeróbias, presença de matéria orgânica e níveis elevados de umidade vinha a produzir o gás sulfeto de hidrogênio e lixiviados metálicos do sulfato.

O gás é perigoso em concentrações acima de 1.000 partes por milhão (ppm), e foi encontrado em concentrações superiores a 5.000 ppm nos aterros de British Columbia em função dos resíduos de gesso aterrados a menos de dois dias (BAUM PUBLICATION, 2004).

Nos Estados Unidos, alguns estados proíbem o despejo de resíduos de gesso em aterros e incentivam a reciclagem do material. O processo de reciclagem do gesso acartonado adotado é baseado na moagem dos resíduos, separação de papel e gesso, e retorno ao processo de fabricação dos painéis de gesso acartonado incorporando-se o resíduo à massa de gesso virgem.

No Brasil, já é possível o retorno dos resíduos das placas de gesso acartonado aos produtores de gesso, que já adotam em seus processos a moagem e reincorporação à massa matriz para fabricação das placas.

Não há dúvidas que o comprometimento dos fabricantes é essencial para garantir o reaproveitamento do resíduo de gesso, porém a limitação existente atualmente se refere a como viabilizar o recolhimento e transporte do resíduo para retorno às fábricas. Atualmente os fabricantes recebem o resíduo somente quando entregue em suas instalações. Ações isoladas de construtoras podem inviabilizar o

reaproveitamento de resíduo em função dos custos de frete associados aos pequenos volumes a serem transportados.

Diante desta situação uma solução possível é a parceria de empresas construtoras para destinar lotes viáveis de resíduo ou então a formação de pontos de coleta para envio dos resíduos.

### 3.4. CARACTERÍSTICAS DO RCC

A Resolução 307/2002 do CONAMA classifica os resíduos de construção civil em quatro classes:

- **Resíduos 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.
- **Resíduos classe B:** são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros.
- **Resíduos 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.
- **Resíduos 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.

A Empresa de Limpeza Urbana de Salvador – LIMPURB apresenta dados indicando que aproximadamente 37% do montante total de resíduo sólido urbano coletado no município de Salvador refere-se ao entulho, o que representou, em 2001, 32.810 t/mês ou 1.299 t/dia. Em todo o Brasil, são coletados cerca de 68 milhões de t/ano

(CARNEIRO *et al.*,2001), ou seja, uma média de 5,7 milhões t/mês ou 189 mil t/dia. Na União Européia, estima-se que o setor da construção civil gere aproximadamente 40% do total de resíduo produzido pelo homem (CIB, 2000), um dado bastante coerente com o valor levantado pela LIMPURB em Salvador que é de 37%

Dados coletados com a parceria da LIMPURB/SALVADOR/BA (2002) indicam que a maior parte do RCC de Salvador é composta por restos de concreto e argamassa (53%), material cerâmico (14%), solos e areia (22%), rocha (5%), plástico (4%) e outros materiais (2%) (Carneiro *et al.*, 2001). Estes dados representam volumes favoráveis para o uso de resíduos de argamassa, de concreto e de materiais cerâmicos como agregados, após passarem por processo de britagem ou em estado natural, a depender da granulometria, além de outras possibilidades de reaproveitamento destes resíduos.

Deve ser observado que na composição dos resíduos apresentada pela LIMPURB/SALVADOR/ BA, não são mencionados resíduos de madeira, aço e papel. Tal informação conduz a duas hipóteses: ou estes materiais não geram uma quantidade de resíduos significativa, ou têm uma maior capacidade de reaproveitamento e por isso são destinados de outra forma ao invés de serem depositados na base de destinação de entulho da LIMPURB, onde os dados foram coletados.

A segunda hipótese parece ser mais razoável do que a primeira, pois o que se observa nos canteiros em geral é uma grande quantidade de resíduos de madeira gerados por formas inservíveis, deterioração das instalações de canteiro, desmobilização das estruturas de apoio como andaimes e escoramentos, embalagens inservíveis, etc. Quanto ao aço, o resíduo da execução de armaduras é relativamente pequeno, porém considerando a geração de embalagens inaproveitáveis de tintas, vernizes, aditivos, o volume pode ser considerado representativo. No caso do resíduo de papel, estes são encontrados em sacarias de cimento, cal, argamassa, gesso e caixas de cerâmicas de revestimento, ferragens, metais sanitários por exemplo.

Sobre o potencial de reaproveitamento do metal, sabe-se que já existe uma prática do setor de venda de sucata a empresas especializadas. A madeira muitas vezes é

encaminhada para queima. Quanto ao papel não foi identificada a destinação que é dada a este resíduo.

Os dados sobre RCC levantado para a cidade do Salvador podem ser comparados a outras cidades conforme observado no quadro 3.2. O percentual que representa o volume de RCC coletado em relação ao volume total de resíduos urbanos coletados, 45%, está bem abaixo do valor apurado para as outras cidades mencionadas. Esta informação pode demonstrar duas conclusões ou a cidade gera pouco RCC, ou este resíduo não está sendo coletado pelo gestor municipal sendo depositado em áreas inadequadas.

CIDADE	FONTE	VOLUME DIÁRIO DE RCC COLETADO	PERCENTUAL DE RCC NO TOTAL DE RESIDUO COLETADO
São Paulo	PMSP - 2003	17.240 t/dia	55%
Salvador (RMS)	PMS - 2003	2.016 t/dia	45%
São José dos Campos	I&T - 1995	733 t/dia	67%
Ribeirão Preto	I&T - 1995	1.043 t/dia	70%
Jundiaí	I&T - 1997	712 t/dia	62%
São José do Rio Preto	I&T - 1997	1.013 t/dia	54%

Fonte: Projeto Competir

Quadro 3.2: Geração diária de RCC e o volume que este resíduo representa sobre o total de resíduo coletado nos municípios.

### 3.5. POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DO RCC

O uso de materiais renováveis ou recicláveis é pouco comum na construção civil e uma exceção importante é o re-uso do entulho de construção e demolição como agregado em camadas de sub-base de pavimentação e no concreto. Em vários países 85% do entulho é reciclado desta maneira (CIB, 2000). Além da qualidade técnica, as propriedades ambientais dos agregados também foram estudadas. No processo de demolição ou beneficiamento do entulho precisam ser tomados cuidados para não contaminar o agregado reciclado, por exemplo, com amianto ou metais pesados.

Estudos de Grigoli (2000) e Zordan (1997) indicam a potencialidade do uso de RCC como agregado para argamassa e concreto, respectivamente. Grigoli identifica problemas de fissuração em argamassas executadas com agregado pelo efeito “filler ativo”, ou seja, pelo excesso de finos na porção miúda do agregado provocado pelo processo de trituração do entulho. Grigoli atesta, como uma das soluções para o problema, o aumento da dosagem de água para hidratação e adição de areia inerte fina, na mesma proporção de volume do agregado reciclado.

Spotop (1999) desenvolveu um programa piloto com dez empresas construtoras do Distrito Federal visando a análise de perdas e estudo da capacidade das empresas em implantar Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) integrado ao Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Tal estudo destaca claramente a necessidade de reduzir perdas de materiais e considerar a geração de entulho.

Para alguns resíduos existe pouco ou nenhum conhecimento disponível sobre alternativas para reaproveitamento, reciclagem ou disposição adequados. É o caso, por exemplo, de materiais de construção a base de amianto, gesso e sacaria contaminada por cimento, entre outros materiais. Para estes materiais, deve-se estudar as alternativas para redução da sua utilização como matéria prima e redução da geração de resíduos.

### **3.6. PERDA DE MATERIAL VERSUS ESTIMATIVA DO RESÍDUO GERADO**

No período de outubro de 1996 a maio de 1998, foi realizada no Brasil uma pesquisa intitulada “Alternativas para a redução do desperdício de materiais no canteiro de obras”, também conhecida como “Projeto de Perdas”, coordenado pelo Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade da Construção – ITQC e pela Universidade de São Paulo – USP, e financiados pela FINEP e SENAI. A pesquisa envolveu 15 universidades, 12 estados brasileiros e 70 canteiros de obras. Isatto *et al.* (2000) reuniu os principais dados da pesquisa realizada e comparou-os com dados levantados por Soilbeman (1993, apud ISATTO 2000) e Pinto (1989, apud ISATTO 2000). No Quadro 3.3 são mencionados os indicadores globais de perdas citados por Isatto *et al.* (2000).

Materiais	média	mediana	coeficiente de variação	mínimo	máximo	obras	média	
							Soilbeman (1993)	Pinto (1989)
Areia	75,9	43,8	104,1	6,8	311,1	28	46	39
Brita	75,1	38,3	144,8	8,7	294,4	6	-	-
Cimento	95,4	62,2	113,8	6,4	637,6	44	84	33
Saibro	182,2	173,9	30,2	133,9	247,1	4	-	-
Cal	97,1	36,0	179,2	6,4	637,8	12	-	102
Concreto usinado	9,5	8,6	56,8	2,4	23,3	35	13	1
Argamassa industrializada	59,8	32,6	116,0	5,3	207,4	8	91	-
Aço	10,3	10,6	39,5	4,0	16,5	12	19	26
Eletroduto	15,4	15,1	17,1	12,9	18,1	3	-	-
Condutores	25,4	26,7	42,6	13,9	40,3	3	-	-
Tubulação hidrossanitária	19,9	14,8	84,4	7,6	56,5	7	-	1
Blocos cerâmicos	18,0	13,8	75,8	2,0	60,7	53	28	13
Blocos de concreto	11,3	7,7	98,4	1,2	43,3	30	-	
Tijolos maciços	52,2	78,0	74,2	4,2	82,6	5	27	
Gesso	45,1	29,5	151,2	-13,9	119,7	3	-	-
Tintas	15,3	14,6	43,0	8,2	23,7	4	-	-
Revestimento cerâmico	15,6	14,4	74,1	1,8	49,7	18	-	10

FONTE : Isatto *et al* (2000).

Quadro 3.3: Quantificação das perdas de materiais de construção em percentual (%)

O quadro 3.3 referencia, por exemplo, uma perda média de 182% de saibro, ou seja, é gasto quase o triplo da quantidade necessária de saibro prevista em projeto. Em materiais como concreto usinado, para o qual se imagina que a perda não seja significativa, apurou-se uma perda de 23% levantada em canteiro de obras.

Dentro desta estimativa de perda de material, deve-se mencionar que há aquele material que é descartado como entulho, como também existe o material considerado desperdiçado, que fica agregado ao produto final, como o revestimento em argamassa que ultrapassa a espessura prevista em projeto. Zordan (1997) estima que cerca de 50% do material desperdiçado se converte em entulho.

As perdas mencionadas por Isatto *et al.* (2000) são perdas globais medidas através da comparação entre consumo real e consumo previsto em planejamento necessário

para a realização dos serviços. Neste ponto também é possível destacar uma fragilidade do método, pois o consumo estimado é um valor teórico que pode conter erros de interpretação e aproximação. Outra consideração, é que em muitos casos, as empresas consideram em suas composições unitárias de orçamento as perdas de materiais.

Isto pode ser observado tendo como exemplo o uso da TCPO 12 – Tabela de Composições de Preços para Orçamento (PINI, 2003), na qual é indicado um consumo de 1,10 m<sup>2</sup> de lâminas de madeira para executar 1,00 m<sup>2</sup> de piso em assoalho, ou seja, já na composição unitária está prevista uma perda de 10% de material. Caso tivesse sido levantado o índice de perda usando o método proposto pelo Projeto de Perdas o valor do indicador seria 10% menor do que a perda real de material.

Os dados apresentados para os indicadores globais do quadro 4.3 são, então, referentes a perdas agregadas ao produto, somadas ao volume de material que sai da obra como resíduo, como também, às discrepâncias nos valores teóricos assumidos pelas empresas para o consumo de materiais, o que pode justificar a grande variabilidade dos percentuais de perdas levantados neste projeto.

Outra causa da grande variabilidade dos percentuais de perdas obtidos na pesquisa realizada pode ser atribuída à característica do setor em não apresentar práticas operacionais bem estabelecidas dentro do segmento, ou seja, cada empresa tem métodos distintos para realização dos serviços operacionais.

Para ilustrar a variação nos métodos empregados na construção de edificações, cita-se como exemplo quatro diferentes formas do processo de levante de alvenaria comumente utilizados por empresas: (1) uso de juntas verticais entre blocos em todas as paredes, (2) uso de juntas verticais somente nas paredes de periferia, (3) não utilização de juntas verticais entre blocos em nenhum tipo de parede, (4) uso de juntas verticais em todas as paredes e mais o rejunte externo das paredes de fachada.

Outro ponto importante a ser mencionado é o fato de que alguns resíduos de construção civil não podem ser estimados em função de indicadores de perdas,

como é o caso de embalagens de plástico, metal, papel e madeira que não são utilizadas diretamente na construção mas que se tornam resíduos da obra.

### 3.7. ESTRATÉGIAS E FERRAMENTAS DE GESTÃO AMBIENTAL

A literatura disponível sobre gestão de RCC é ainda escassa, existindo algumas publicações específicas sobre reciclagem de certos tipos de resíduos. Deste modo, para embasamento teórico da pesquisa, realizou-se uma revisão geral sobre estratégias e ferramentas de gestão ambiental empregadas com objetivo de minimização de resíduos, e que podem ser empregadas na gestão de RCC. Também foram consideradas as práticas de gestão de RCC empregadas no Programa de Gestão de Resíduos do Projeto Competir – GR-Competir.

Segundo o CONAMA 307/2002, os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil devem contemplar as etapas:

- **caracterização:** nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;
- **triagem:** deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para esta finalidade, respeitadas as classes de resíduos;
- **acondicionamento:** o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e reciclagem;
- **transporte:** deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;
- **destinação:** deverá ser prevista de acordo com o estabelecido nesta Resolução.

Apesar de citar a priorização da redução, reutilização e reciclagem de resíduos e estabelecer o conteúdo mínimo para um Projeto de Gestão de RCC, a referida resolução não estabelece um método para a elaboração de tal projeto. Desta forma, é possível manter a flexibilidade quantos as técnicas a serem adotadas, de forma

que os geradores de resíduo possam escolher o método que melhor se adequa à sua realidade produtiva.

Dentro desta possibilidade, algumas práticas de gerenciamento ambiental aplicadas em geral para a gestão de resíduos sólidos industriais podem ser utilizadas como ferramentas para a elaboração de Planos de Gestão de RCC, a exemplo de auditorias ambientais para etapas de diagnóstico, técnicas de prevenção da poluição, para estabelecimento de ações de melhoria e, como ferramenta para visualização da cadeia de resíduos, a análise do ciclo de vida de materiais.

### **3.7.1. Análise do ciclo de vida (ACV)**

A Análise do Ciclo de Vida – ACV – é um instrumento que pretende abranger todas as esferas da existência de um produto, para a análise real do impacto associado ao mesmo. A análise enfoca as seguintes etapas: extração de matéria prima; processos de manufatura; transporte; uso; reuso; reciclagem e disposição. O resultado final é a tentativa de atribuir ao produto, da forma mais precisa possível, o seu real impacto sobre o meio ambiente e identificar melhorias cabíveis. (MEIRA, 2003).

Esta técnica consiste basicamente na análise de um material específico desde a sua geração até a sua disposição final (do berço até o túmulo) tomando com base um ou mais parâmetros de controle, que pode ser, por exemplo, emissão de gases, consumo de energia, consumo de água, consumo de material, etc.

A Análise do Ciclo de Vida pode ser utilizada como ferramenta de comparação entre processos diferentes que tenham a mesma finalidade considerando mais de um parâmetro de comparação. Para estabelecer a melhor estratégia de gerenciamento, por exemplo, é possível fazer uma comparação entre o uso de copos descartáveis, de vidro ou de papel, levantando para os três processos o consumo de água, de matéria prima ou de energia desde a extração das matérias primas, passando pela fabricação, uso, manutenção, reciclagem e disposição final.

LaGrega (1994) propõe o seguinte método para a aplicação desta ferramenta:

- **Fase 1: Inventários**
  - Organização de grupos de trabalho.
  - Determinação de prioridades.

- Seleção de produtos para a ACV.
- Desenho dos diagramas ACV que podem ser feitos por fluxogramas simples ou matrizes.
- Determinação do parâmetro de controle (emissões, consumo energético, etc.).
- **Fase 2: Análise do impacto**
  - Definição de tolerâncias (de acordo com a legislação e requisitos da organização).
  - Definição de taxas de risco, quando apropriado.
- **Fase 3: Implementação da análise**
  - Definição de alternativas para a implantação.

A análise do ciclo de vida é umas das ferramentas que pode ser utilizada para diagnóstico e acompanhamento de metas dos planos de gestão de RCC. A ferramenta é simples e permite estudos comparativos entre as possíveis soluções de problemas ambientais.

### **3.7.2. Auditoria ambiental**

Segundo a EPA – U. S. Environmental Protection Agency, auditoria ambiental é uma avaliação sistemática, periódica e objetiva, realizada por uma entidade credenciada, em processos e práticas com relação a um grupo de requisitos ambientais (LaGrega, 1994). Tais requisitos ambientais podem envolver legislação, normas técnicas, normas de sistema de gestão como a ISO 1400 ou mesmo uma combinação entre estes.

LaGrega propõem, também, uma classificação para os diferentes tipos de auditoria ambiental:

- **Auditoria de adequação:** baseada em avaliar o atendimento a requisitos legais e estatutários;
- **Auditoria de definição de responsabilidades:** baseada em identificar potenciais problemas ambientais e seus responsáveis legais;

- **Auditoria de passivo ambiental:** envolve as atribuições das duas auditorias citadas anteriormente;
- **Auditoria de definição de riscos:** voltada para a avaliação da extensão e periculosidade da geração de resíduos perigosos; e
- **Auditoria de minimização de resíduos:** envolve a análise da geração de resíduos para avaliar a viabilidade de reutilização, reciclagem e redução de quantidade e toxicidade de resíduos.

Para garantir bons resultados da auditoria ambiental, deve-se atender às etapas de definição dos requisitos, avaliação documental, programação, visita prévia, revisão da legislação, avaliação local e emissão de relatórios.

Em especial, na auditoria de minimização de resíduos deve-se identificar todos os resíduos gerados pela organização, sejam sólidos; líquidos ou gasosos, e em seguida caracterizar, avaliar e selecionar os resíduos. Considera-se nesta pesquisa ser este tipo de auditoria a mais adequada à etapa de diagnóstico inicial para a elaboração de Plano de gestão de RCC.

### **3.7.3. Prevenção da poluição**

Segundo Meira (2003), prevenção da poluição é o planejamento de ações que impedem que se realize a poluição por meio de geração de resíduos.

Para por em prática este conceito, são necessárias uma série de ações que incluem tanto atividades operacionais de reciclagem e reutilização de resíduos, como também atividades gerenciais como mudança nas matérias primas utilizadas (mudanças de projeto) e modificações no processo produtivo para atingir a eficiência na utilização dos recursos naturais. Para facilitar a compreensão sobre as possíveis ações de prevenção da poluição, o diagrama da figura 3.3 apresenta, de forma esquemática, a estrutura de ações para a prevenção da poluição.

Como descrito no diagrama, a prevenção da poluição pode abranger práticas de tratamento de resíduos, reciclagem, interna ou externa, ou seja, com reaproveitamento no próprio processo da organização ou com reaproveitamento em atividades externas à organização, como práticas de redução da geração de

resíduos, sejam em função de mudanças no produto, na matéria prima, nos métodos e tecnologias de produção ou na introdução de boas práticas gerenciais.

Segundo a EPA - U. S. Enviromental Protection Agency, os sistemas que incluem apenas tratamento de resíduos e reciclagem não são considerados como sistemas de prevenção da poluição, para tanto, é necessário que o sistema inclua a redução de resíduos (LAGREGA, 1994).

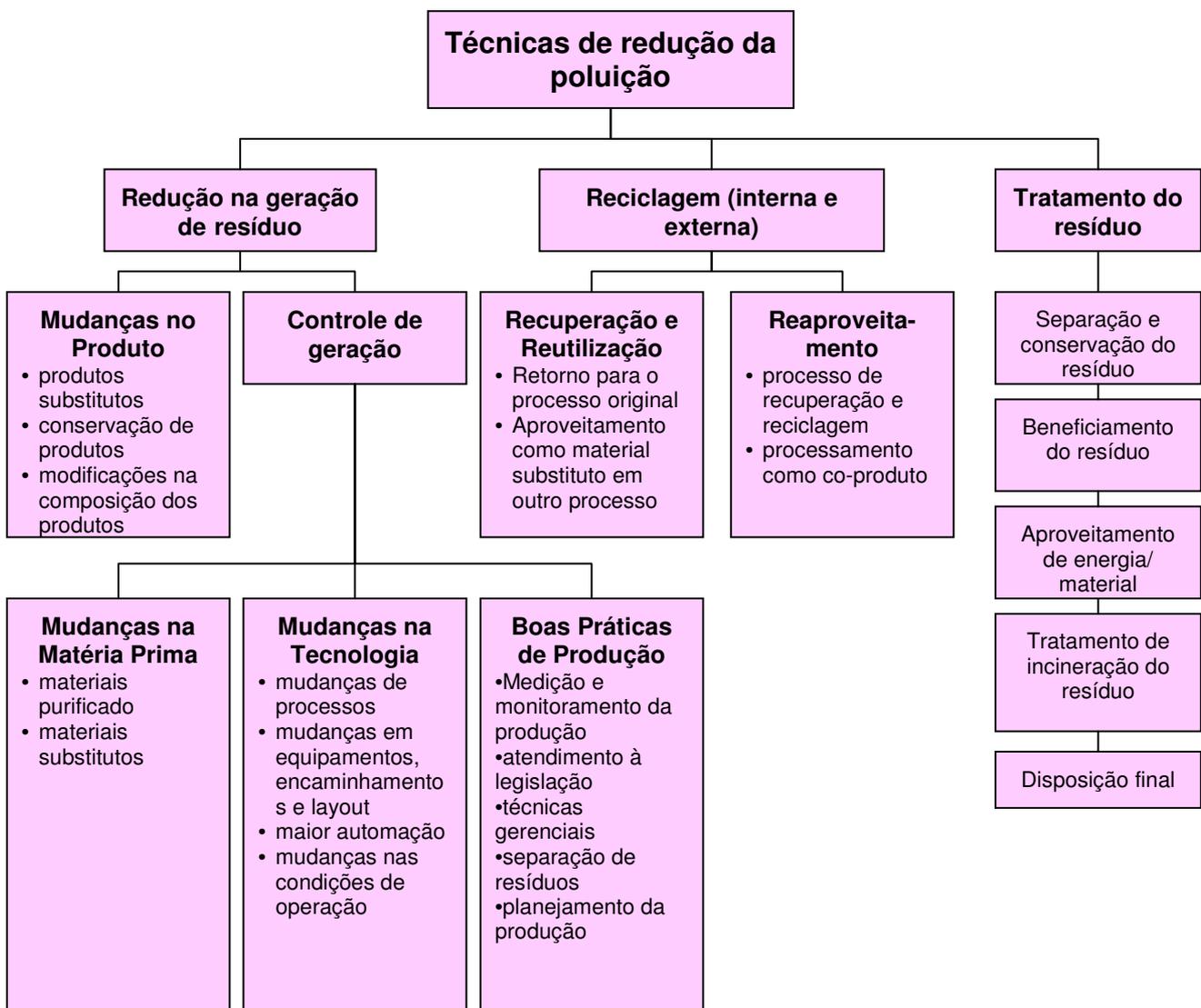


Figura 3.2: Técnicas de Prevenção da Poluição (LAGREGA, 1994)

Considerando outras linhas de interpretação, pode-se dizer que com a prática de se dispor adequadamente os resíduos, em aterros sanitários, por exemplo, já está se praticando a prevenção da poluição. Para fins deste trabalho, serão consideradas todas as possibilidades de prevenção da poluição que majorem o desempenho ambiental e econômico.

A política da EPA - U. S. Environmental Protection Agency estabelece como seqüência para a aplicação de prevenção da poluição em primeira instância a redução de resíduo, em seguida a reciclagem, tratamento e disposição final (LAGREGA *et al.*,1994):

Apesar da EPA estabelecer em sua seqüência apenas a atividade de reciclagem, deve estar claro para as entidades que pretendem implantar a prevenção da poluição que existe uma diferença conceitual entre reciclagem e reutilização em termos de gasto energético, pois enquanto no processo de reciclagem é gasta uma energia para transformar um resíduo em matéria prima para um novo processo, na reutilização ou reuso, o resíduo pode ser incorporado como matéria prima de outro processo sem que haja a necessidade de passar por um processo de transformação.

Diante deste esclarecimento e de outras observações elementares, torna-se claro que no processo de implantação de um sistema de prevenção da poluição deve se dar prioridade inicialmente à redução de resíduos, em seguida à reutilização, depois à reciclagem e por fim, o tratamento e a disposição de resíduos, de forma a garantir a viabilidade financeira do sistema.

A estratégia de gerenciamento, quando a meta é redução de resíduos, pode atender as seguintes etapas (LAGREGA, 1994):

- **Planejamento e organização:** nesta etapa deve ser obtida a concordância da gerência, estabelecidas metas claras e mensuráveis, definidas as responsabilidades individuais e estabelecidos grupos de trabalho;
- **Caracterização dos resíduos:** para esta etapa pode ser utilizada outra ferramenta, como por exemplo, a realização de auditoria ambiental;
- **Estabelecimento de técnicas de minimização:** as opções que podem ser estudadas por grupos de trabalho;

- **Avaliação sobre requisitos técnicos, legais, regulatórios e econômicos;**
- **Implementação:** nesta etapa os planos devem ser colocados em prática inclusive com respeito aos treinamentos necessário.
- **Monitoramento e otimização / melhoria:** verificação do atendimento de metas e proposição de melhorias.

#### **3.7.4. Produção Limpa (PL) e Produção Mais Limpa (P+L)**

O conceito de produção limpa se atribui a princípios que permitem satisfazer as necessidades da sociedade por produtos ambientalmente corretos, por meio do uso de sistemas de energia eficientes e renováveis e materiais que não oferecem risco nem ameacem a biodiversidade do planeta (GREENPEACE, apud MEIRA 2003).

Já o conceito de produção mais limpa, apesar de precursor ao de produção limpa, agrega ao conceito de produção limpa as atividades de prestação de serviços dentro dos mesmos princípios ambientais.

Para ambas as técnicas, a ênfase é garantir a preservação ambiental e a sustentabilidade por meio da ACV.

Neste trabalho, os princípios da PL e P+L foram considerados para a seleção de alternativas para redução, reutilização e reciclagem de RCC.

#### **4. METODO**

Para possibilitar o alcance dos objetivos propostos, foi realizado um estudo de casos abrangendo 5 canteiros de obras de edificações verticais com fins residenciais, localizados na cidade do Salvador/BA, que fazem parte do Programa de Gestão de Resíduos de Construção Civil, promovido pelo Projeto Competir, GR-COMPETIR desenvolvido pelo Senai e Sebrae por parte de seus parceiros brasileiros e pela *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH - GTZ* por parte dos parceiros alemães. Além dos parceiros, o Projeto Competir conta com a consultoria da empresa Obra Limpa.

As etapas realizadas nesta pesquisa foram:

1. Revisão da literatura;
2. Caracterização das obras do estudo de casos;
3. Levantamento qualitativo dos resíduos gerados;
4. Identificação e descrição das alternativas adotadas para segregação, coleta e destinação de RCC;
5. Análise crítica dos resultados obtidos após implantação e
6. Proposição de melhorias para a gestão de RCC;

Para o levantamento de dados informações referentes aos itens 1 a 4 foram empregados formulários utilizados no Programa Competir apresentados nos apêndices A ao G.

O detalhamento das etapas é apresentado na seqüência.

##### **4.1. CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS**

Para caracterização das obras foram levantados dados utilizando o Formulário de Levantamento de Informações – Planilha 1, apresentado no Apêndice A, proposto pelo GR Competir.

Dentre as informações identificadas no formulário as mais relevantes para este trabalho de pesquisa se referem as áreas por pavimento, sistemas construtivos adotados e sistemas de transporte disponíveis.

O levantamento de áreas por pavimento permite planejar o dimensionamento de dispositivos de coleta e sua distribuição, levando em consideração o método proposto pela empresa consultora Obra Limpa que permite identificar os sistemas construtivos possibilitando o levantamento qualitativo dos tipos de resíduos gerados pela obra e também uma estimativa preliminar das quantidades geradas.

Por exemplo, se o sistema de revestimento interno utilizado pela empresa é gesso projetado, sabe-se que nesta obra devem ser planejadas a segregação e destinação final de resíduo de gesso e sacaria de papel, e que o volume de resíduo é bem menor se comparado ao caso de se utilizar o sistema de “gesso corrido”.

#### **4.2. IDENTIFICAÇÃO DAS ALTERNATIVAS ADOTADAS PELO GRUPO DE EMPRESAS PARA A SEGREGAÇÃO, COLETA E DESTINAÇÃO DOS RCC.**

Nesta etapa são identificados os procedimentos previstos para o sistema de coleta seletiva de resíduos com segregação na fonte. Porém não se trata de uma coleta seletiva convencional de plástico, metal, vidro e papel. Segundo a resolução 307/2002 do CONAMA, estes resíduos são classificados como resíduos classe B, e nesta classe de resíduos também se inclui a madeira.

Além dos resíduos classe B, podem ser gerados em obra os resíduos classe A, resíduos classe C (resíduos de gesso e outros materiais para os quais não se conhecem alternativas de reaproveitamento e reciclagem) e resíduos classe D (resíduos perigosos como amianto, tintas, vernizes, solventes, etc.).

Para cada tipo ou classe de resíduo devem ser planejados dispositivos de coleta intermediários nos pavimentos e frentes de serviço, dispositivos de coleta final para armazenamento até a sua expedição ou reaproveitamento, meios de transporte dos resíduos do estoque intermediário até o estoque final e por fim a definição de como será feita a destinação ambientalmente compromissada dos resíduos.

Para a identificação são utilizados os formulários apresentados nos apêndices B, C e D: Planejamento – Identificação de resíduos e tratamento, Planejamento –

Distribuição de dispositivos por pavimento, e Planejamento – Resumo de dispositivos e estimativa de custo.

Cabe mencionar que o planejamento proposto pela equipe de consultores é discutido com o gerente da obra antes que se passe às fases seguintes de implantação e monitoramento.

#### **4.3. ANÁLISE CRÍTICA DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DE RCC E PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS**

Na fase de implantação do programa de gestão de resíduos nas obras, o grupo responsável pela atividade é orientado quanto à distribuição dos dispositivos de coleta nos pavimentos, sendo realizados treinamentos de sensibilização com os operários para promover a coleta e segregação de resíduos na fonte. Já os responsáveis pela destinação dos resíduos são orientados quanto ao uso de registros formais das quantidades de resíduos encaminhados para reciclagem, reutilização ou disposição em locais adequados, e são apresentados dispositivos de controle e monitoramento do programa.

Na fase de monitoramento são realizadas visitas dos consultores para a verificação da correta aplicação do sistema de coleta e segregação na fonte e registros de encaminhamento de resíduos, sempre com o acompanhamento da equipe responsável na obra.

As ferramentas de monitoramento utilizadas pelo GR Competir, e analisadas neste trabalho são as planilhas 3, 4 e 5 apresentadas nos apêndices E, F e G, respectivamente, Check-list de monitoramento, Controle de transporte de resíduos e Registro de destinação.

A análise dos dados coletados nas planilhas permite a avaliação dos resultados do programa sobre duas perspectivas. A primeira perspectiva é sobre os gargalos e principais ocorrências de problemas, ou seja, uma avaliação de dificuldades enfrentadas pelas empresas para consolidar implantação do programa de gestão de resíduos no canteiro de obras. A segunda corresponde às estimativas das quantidades de resíduos geradas, soluções de redução, reutilização e reciclagem, avaliando a situação atual e soluções adotadas pelas obras.

Diante dos dados levantados e das observações evidenciadas nas obras acompanhadas, é possível priorizar ações de melhorias, propor métodos construtivos alternativos ou soluções de projeto que visem a redução do desperdício e uso mais racional dos recursos naturais com base na literatura existente.

As proposições são voltadas às obras com características semelhantes às obras do estudo de casos, mas que também podem ser adotadas por obras com outras características como edificações horizontais, obras industriais ou com outros fins não residenciais, etc.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **5.1. DESCRIÇÃO DO PROGRAMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO**

Conhecer a estrutura básica do Programa GR-COMPETIR e o sistema de funcionamento é fundamental para a contextualização e o entendimento dos dados coletados e análises mostradas neste trabalho.

O Programa de Gestão de Resíduos de Construção Civil, promovido pelo Projeto Competir, GR-COMPETIR, tem como um de seus objetivos principais preparar as empresas construtoras para a adequação de suas práticas de gerenciamento de resíduos de forma a atender a Resolução 307 do CONAMA.

O grupo de trabalho do GR-COMPETIR estabeleceu uma sistemática para gestão de resíduos no canteiro de obras, que foi desenvolvida com base nos métodos propostos pela Empresa Obra Limpa.

As técnicas e métodos propostos pelo GR-Competir para a gestão de RCC foram aplicadas em um grupo piloto de cinco canteiros de obras em Salvador.

O atendimento das empresas dentro do Programa é feito por um grupo de consultores que realiza visitas técnicas no canteiro de obras piloto indicadas por cada empresa.

Dentro de um cronograma de visitas técnicas, as atividades se desenvolvem em três etapas: planejamento, implantação e monitoramento. O programa de implantação do sistema de gestão de resíduos é orientado pelo uso das cinco planilhas dispostas nos apêndices A a G, utilizadas conforme descrição do quadro 5.1. Todas as empresas do grupo estudado concluíram as etapas previstas neste cronograma esquemático.

VISITA	FASE	ATIVIDADE	FERRAMENTA
VP1	Planejamento	Levantamento de informações	Aplicação da planilha 1
VP2	Planejamento	Proposta de distribuição de dispositivos	Apresentação da planilha 2
VP3	Planejamento	Orientação da distribuição de dispositivos	-
VI1	Implantação	Treinamento dos operários	Material áudio visual
VI2	Implantação	Reunião para implantação de formulários	Treinamento sobre as planilhas 4 e 5
VI3	Implantação	1º check-list da limpeza e segregação	Aplicação da Planilha 3 e acompanhamento da planilha 5
VI4	Implantação	2º check-list da limpeza e segregação	Aplicação da Planilha 3 e acompanhamento da planilha 5
VI5	Implantação	3º check-list da limpeza e segregação	Aplicação da Planilha 3 e acompanhamento da planilha 5
VM1	Monitoramento	Visita quinzenal de avaliação	Acompanhamento da planilha 3 e 5
VM2	Monitoramento	Visita quinzenal de avaliação	Acompanhamento da planilha 3 e 5
VM3	Monitoramento	Visita quinzenal de avaliação	Acompanhamento da planilha 3 e 5

Quadro 5.1: Cronograma esquemático das atividades realizadas do GR Competir na empresas construtoras.

## 5.2. CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS

No trabalho de pesquisa foram estudadas 5 obras executadas por empresas diferentes, todas com características de edificação vertical para fins residenciais. Todas as empresas participaram voluntariamente do GR-Competir, utilizando como obra piloto as obras da amostra deste trabalho.

Com a finalidade de caracterizar a amostra pesquisada, na seqüência são apresentadas informações sobre as obras referentes a padrão construtivo, número de pavimentos, número de unidades habitacionais, sistemas de transporte utilizado na produção e áreas construídas.

### 5.2.1. Características gerais dos empreendimentos

No quadro 5.2 é indicado um panorama geral de características das obras estudadas. É possível avaliar que a variação no padrão construtivo é de médio a alto, todas têm acima de 22 pavimentos e uma média de 66 unidades habitacionais por empreendimento.

Características	OBRAS					
	1CH	2LM	3MT	4MR	5NC	MÉDIA
Total de pavimentos	25	23	22	28	28	25
Pavimentos tipo	20	18	19	25	24	21
Número de unidade habitacionais	40	90	76	100	24	66
Padrão construtivo	médio alto	médio alto	médio	médio	alto	-
Número de quartos por unidade	3	2 e 1	2 ou 3	2	4	-
Área total edificada (m <sup>2</sup> )	10.366	14.561	9.202	10.194	14.200	11.705
Fração ideal * (m <sup>2</sup> )	259,2	161,8	121,1	101,9	591,7	247,1

\* Área total edificada por unidade habitacional

Quadro 5.2: Características básicas das obras.

Uma particularidade que pode ser referenciada sobre a obra 2LM, é que apesar de ter um padrão construtivo médio alto, este empreendimento têm 5 unidades por pavimento, sendo 2 de dois quartos e 3 de apenas um quarto, o que faz com que a fração ideal se aproxime dos valores apresentados para as obras de padrão médio.

Deve ser destacado como informação adicional, que no caso da obra 3MT, foram executadas duas torres, porém para fins desta pesquisa será considerado o andamento em apenas uma torre a fim de tornar mais fácil a comparação com as outras obras.

No trabalho de campo, as medições foram realizadas inicialmente em uma torre e quando esta ficou concluída para a entrega aos usuários, o acompanhamento, então, passou a ser feito na segunda torre. Para o cálculo da área total edificada e da fração ideal foi considerada a metade da área destinada às garagens, uma vez que, os pavimentos de garagem atendem às duas torres (ver quadro 5.3).

### 5.2.2. Características de áreas

A distribuição das áreas nos pavimentos é informação fundamental para, nas etapas subseqüentes, identificar o melhor dimensionamento para os dispositivos de coleta

de resíduo. Além disso, é possível ter uma noção melhor de como está disposto o canteiro de obras, quando se conhecem as áreas e distribuição dos pavimentos.

PAVIMENTOS	OBRAS					
	1CH	2LM	3MT	4MR	5NC	MÉDIA
cobertura	332,2	483,0				407,6
pavimento tipo	332,2	483,0	324,3	282,0	350,0	354,3
mezanino	92,9	620,0			50,0	254,3
térreo	1.241,1	671,0	332,4	326,0	1.800,0	874,1
garagem 1	1.118,7	1.462,0	3.136,4	1.717,0	1.800,0	1.846,8
garagem 2	937,1	1.462,0	2.278,7	1.383,0	1.800,0	1.572,2
garagem 3		1.169,0				1.169,0
área total edificada	10.366,3	14.561,0	9.201,7	10.194,0	14.200,0	12.246,1

Quadro 5.3: Quadro de áreas.

### 5.2.3. Sistemas construtivo utilizados

Os sistemas construtivos utilizados devem ser observados para que se possa entender o grau de modernização e industrialização de cada obra. Quanto mais processos industrializados em uma obra, maior é a possibilidade de que se diminua o desperdício de materiais. Como exemplo, pode se comparar a execução de um loteamento de casas com elementos de alvenaria convencionais, em blocos cerâmicos e a execução do mesmo projeto com paredes pré-moldadas em argamassa armada. Ao construir com painéis pré-moldados fabricados em uma linha de produção, pressupõe-se que haverá menos quebras no transporte e na montagem, economia de material pela repetitividade, etc.

É importante salientar que o fator industrialização não deve ser considerado isoladamente, pois existem vários outros fatores que influenciam no uso racional dos recursos naturais. O número de repetições deve ser considerado como um fator relevante, assim no exemplo do loteamento de casas, quanto maior o número de unidades, o rateio com o material de formas será mais favorável.

Outro fator importante a ser considerado é uso de materiais substitutos. Quando se substitui o bloco cerâmico por argamassa armada, deve ser analisado todo o ciclo de vida do material, desde a extração até a desconstrução, passando pelas fases de construção, utilização e manutenção do imóvel. Devem ser levantadas algumas questões quando se pretende avaliar o ganho ambiental de um material substituto, com, por exemplo, qual o material de reposição mais fácil ao meio ambiente, a argila dos blocos cerâmicos, ou o calcário, argila, areia, gesso e fibra natural utilizados para a fabricação dos painéis de argamassa armada? Qual processo de fabricação que demanda mais energia? Qual processo construtivo demanda mais energia? O conforto térmico da edificação poderá gerar uma necessidade de recursos naturais para resfriamento ou aquecimento ambiental?

Embora não tenha sido objetivo desta pesquisa, a análise de ciclo de vida dos materiais, algumas considerações a este respeito são realizadas.

As características construtivas das obras, para fins de caracterização da amostra estudada, são indicadas no quadro 5.4.

Para o grupo de obras estudado, podem ser considerados como sistemas inovadores o uso de revestimento em gesso projetado e paginação da alvenaria com a elevação de instalações elétricas e hidráulicas realizadas simultaneamente, exceto pela obra 3MT que optou pelos sistemas convencionais para a execução destes serviços.

O sistema de alvenaria paginada é um método de racionalização da construção, que não utiliza produtos substitutos, sendo utilizados, da mesma forma que na alvenaria convencional, blocos cerâmicos ou de concreto e argamassa. O sistema consiste em estudar a melhor distribuição arquitetônica para os ambientes de forma a utilizar blocos inteiros ou fracionados evitando quebra tanto na elevação da parede quando na execução das instalações, pois com este método não são realizados “rasgos” na alvenaria para a acomodação de tubos e eletrodutos, que são montados a medida que a parede vai sendo erguida.

Com o sistema de alvenaria paginada, a expectativa é de que a obra consuma menos recursos naturais e gere menos resíduo nesta atividade.

SISTEMAS CONSTRUTIVOS	OBRAS				
	1CH	2LM	3MT	4MR	5NC
Estrutura	convencional com escoramento metálico e formas de madeira	convencional com escoramento metálico e formas de madeira	convencional com escoramento metálico e formas de madeira	convencional com escoramento metálico e formas de madeira	convencional com escoramento metálico e formas de madeira
Alvenaria	alvenaria paginada com bloco cerâmico de furação vertical	alvenaria paginada com bloco cerâmico de furação vertical e blocos calha	alvenaria convencional em bloco cerâmico	alvenaria paginada com bloco de concreto	alvenaria paginada com bloco cerâmico de furação vertical
Revestimento de fachada	pastilha cerâmica	cerâmico e pintura	cerâmico e pintura	textura	cerâmica e pintura
Revestimento interno de parede área seca	gesso convencional	gesso projetado	argamassa	gesso projetado	gesso projetado
Revestimento interno de parede área molhada	argamassa com cerâmica	argamassa com cerâmica	argamassa com cerâmica	argamassa com cerâmica	argamassa com cerâmica
Forro	gesso em placas	gesso projetado	gesso em placas	gesso em placas	gesso projetado
Piso	cerâmico	cerâmico e contrapiso (quartos)	cerâmico	cerâmico e contrapiso (quartos)	cerâmico
Instalações	embutida sem quebra da alvenaria	embutida sem quebra da alvenaria	após a alvenaria com quebras	embutida sem quebra da alvenaria	embutida sem quebra da alvenaria
Cobertura	telha de fibrocimento	telha de fibrocimento	telha de fibrocimento	telha de fibrocimento	telha de fibrocimento
Esquadrias	janelas de alumínio e portas de madeira	janelas de alumínio e portas de madeira	janelas de alumínio e portas de madeira	janelas de alumínio e portas de madeira	janelas de alumínio e portas de madeira
Impermeabilização			Manta asfáltica		

Quadro 5.4: Características construtivas das obras

O gesso projetado também é considerado um método de racionalização da construção, porém para esta técnica são utilizados produtos substitutos se comparado ao método tradicional para revestimento de paredes, e, por tanto, é pertinente uma análise do ciclo de vida, mesmo que seja superficial.

O revestimento em gesso projetado pode substituir o revestimento argamassado para paredes e tetos ou o revestimento em gesso lançado manualmente. A vantagem deste método, do ponto de vista econômico, é que ele pode ser executado em espessuras menores do que os dois métodos concorrentes, em menos tempo e a um custo por metro quadrado mais baixo.

A desvantagem, do ponto de vista ambiental, é que o resíduo de gesso é classificado como classe D, ou seja, resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação.

O resíduo de gesso se misturado aos resíduos classe A, inviabiliza a reutilização e/ou reciclagem deste outro resíduo por ser um material expansivo e higroscópico. Sendo assim, além de ter seu reaproveitamento inviabilizado o resíduo de gesso deve ser segregado dos resíduos classe A, o que demanda para a obra a necessidade de um sistema de coleta de resíduos independente e a proteção de contrapiso com lona no momento da execução do revestimento de paredes e tetos para evitar posteriores patologias e descolamentos do piso cerâmico por sua não aderência ao substrato.

Outra fase do ciclo de vida que deve ser considerada neste caso é a desconstrução, fase em que a edificação é desativada. Ao demolir uma parede revestida com gesso, a separação dos resíduos classe A e classe C torna-se inviável.

Uma informação contida no quadro 5.4 importante a ser ressaltada é que o sistema construtivo de cobertura em telhas de fibrocimento foi adotado em todas as obras da amostra. O fibrocimento é um material pré-moldado composto de amianto que, segundo a Resolução 348 do CONAMA/2004, é classificado como resíduo perigoso, classe D, e deve ser destinado a um aterro para resíduos perigosos. Uma alternativa para destinação do resíduo de amianto é a devolução ao seu fabricante, mas que pode ser inviabilizada pelo pouco volume gerado em cada obra e pela não aceitação do resíduo pelos fabricantes, que por sua vez contestam a classificação de periculosidade atribuída pelo CONAMA.

#### 5.2.4. Sistemas de transporte utilizados nas obras

Os sistemas de transporte adotados nas obras têm importância para este estudo sob dois aspectos, o primeiro diz respeito a uma indicação da quantidade de resíduos gerados ocasionados por um transporte inadequado de materiais. Por exemplo, na obra 3MT o transporte de blocos cerâmicos é feito em jericas, que têm o fundo abaulado, o que pode ser bastante inadequado ocasionando quebras não intencionais. A figura 5.1 ilustra o transporte de blocos cerâmicos em jericas.



Figura 5.1: Transporte de blocos em jericas

O segundo aspecto importante a ser observado é a escolha das alternativas para disposição dos resíduos adotadas em função dos recursos de transporte já disponíveis nas obras.

No quadro 5.5 são discriminados, por obra, os tipos e quantidades de transporte vertical e para o transporte horizontal, somente os tipos, por que as quantidades podem variar muito ao longo do período de execução da obra.

OBRAS	SISITEMAS DE TRANSPORTE INTERNO	
	VERTICAL	HORIZONTAL
1CH	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 3 elevadores (2 para carga e 1 para passageiros)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ tonicas</li> </ul>
2LM	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2 elevadores (1 para carga e 1 para passageiros)</li> <li>▪ 1 grua</li> <li>▪ 2 guinchos-foguete</li> <li>▪ 1 resíduo-duto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ carrinho de mão</li> <li>▪ jERICA</li> <li>▪ carro plataforma para blocos</li> </ul>
3MT	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1 elevador misto em cada torre (para carga e passageiros)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ jERICA</li> </ul>
4MR	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 3 elevadores (2 para carga e 1 para passageiros)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ carrinho de mão</li> <li>▪ jERICA</li> </ul>
5NC	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2 elevadores mistos (para carga e passageiros)</li> <li>▪ 1 grua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ jERICAS</li> <li>▪ carros de mão</li> <li>▪ 1 paleteira.</li> </ul>

Quadro 5.5: Sistemas de transporte interno das obras

No quadro 5.5, deve ser dado destaque especial a três equipamentos de transporte inovadores para canteiros de obras em Salvador, a tonica, a paleteira e o resíduo-duto.

A tonica é um tambor metálico cortado ao meio adaptado a um carrinho com pneus, conforme ilustrado na foto da figura 5.2. É usado, principalmente no transporte de argamassa concreto e também pode ser utilizado para transporte de resíduos leves. Além de ser bastante adequado para a sua proposta de uso, este equipamento é um reaproveitamento de embalagens sucateadas de outras indústrias.

As paleteiras, ou carrinho porta-pallet, indica a racionalização no transporte horizontal de materiais paletizados, como blocos cerâmicos, pisos, louças e outros. A necessidade de aquisição de materiais embalados em pallets também é requerida no uso de grua para o transporte vertical. O equipamento é mostrado na figura 5.3.

O resíduo-duto é um equipamento destinado exclusivamente ao transporte vertical resíduo na obra. A vantagem deste equipamento é a redução no consumo de energia e mão de obra, e a liberação de outros sistemas de transporte vertical para a circulação de materiais de produção. A figura 5.4 ilustra um resíduo-duto.



Figura 5.2: Toncas para transporte de argamassa



Figura 5.3: Paleteira ou carrinho porta-pallet



Figura 5.4: Resíduo-duto utilizado em canteiro de obras

### 5.3. IDENTIFICAÇÃO DAS ALTERNATIVAS ADOTADAS PELO GRUPO DE EMPRESAS PARA A SEGREGAÇÃO COLETA E DESTINAÇÃO DOS RCC

O planejamento dos dispositivos para coleta e transporte de resíduos é a segunda etapa após o levantamento inicial de informações. Nesta etapa foram consideradas as planilhas 2A, 2B e 2C (apêndices B, C e D).

A primeira etapa para o dimensionamento dos dispositivos de coleta de resíduos é uma identificação qualitativa dos tipos de resíduos a serem gerados pela obra. Em seguida é feita uma distribuição de dispositivos para acondicionamento intermediário (próximo às frentes de serviço) e acondicionamento final.

Os planejamentos dos dispositivos para coleta e transporte de resíduos foram elaborados e discutidos com as equipes das obras para a melhor adequação à logística dos canteiros.

#### 5.3.1. Avaliação quantitativa dos resíduos

O resultado mostrado no quadro 5.6 reflete os dados coletados na Planilha 2A - Planejamento – Identificação de resíduos e tratamento. Nesta tabela é feita uma avaliação qualitativa dos resíduos gerados em obra.

RESÍDUOS	OBRAS				
	1CH	2LM	3MT	4MR	5NC
Classe A (Alvenaria, concreto, argamassa, cerâmica)	X	X	X	X	X
Gesso	X	X	-	-	X
Madeira	X	X	X	X	X
Serragem	X	X	X	X	X
Plástico	X	X	X	X	X
Papel e papelão	X	X	X	X	X
Metal	X	X	X	X	X
Latas de tinta	X	X	X	X	X
Manta asfáltica (aparas)	X	X	-	X	X
Aparas de amianto	X	X	X	X	X
Pincéis e equipamentos de pintura	X	X	X	X	X
Resíduo orgânico	X	X	X	X	X
Outros materiais (Fardamentos, botas, lâmpadas, baterias, etc.)	X	X	X	X	X

Quadro 5.6: Avaliação qualitativa de resíduos gerados nas obras

O quadro 5.6 indica para a não identificação de resíduos de gesso nas obras 3MT e 4MR e resíduos de manta asfáltica na obra 3MT no levantamento inicial. Porém, observou-se que tais resíduos foram gerados nas obras, apesar de não terem sido previstos no planejamento inicial.

### **5.3.2. Disposição e quantificação dos dispositivos de coleta de resíduo**

A opção inicial para o dimensionamento dos dispositivos intermediários de coleta foi alocar um jogo de bombonas para papel, metal, plástico e madeira a cada pavimento. Porém na discussão de alternativas com as empresas, algumas empresas optaram por alocar um jogo de bombonas a cada dois pavimentos, outras optaram por utilizar um jogo completo com quatro bombonas em pavimentos ímpares e nos pavimentos pares um jogo com duas bombonas para plástico e papel.

No quadro 5.7 é apresentado um panorama geral do planejamento de dispositivos de coleta de resíduos. No caso da obra 5NC, o canteiro já dispunha de caixas plásticas para a coleta de plástico e papel. Em duas obras, houve a opção de alocar bombonas para gesso nas frentes de serviços.

Para o dimensionamento dos dispositivos de coleta final são feitas considerações específicas sobre a utilização de *big bags*. Este dispositivo é adequado para o armazenamento de materiais leves como papel e plástico. Outros materiais que não se enquadram na descrição de materiais classificados como classe A, B,C ou D ou como materiais orgânico também podem ser armazenados em *bags*. É o caso de espumas de poliuretano, EPIs, Isopor, plástico bolha, etc.

Para a utilização dos *bags* é importante que se planeje um número de sobressalentes, pois deve se considerar que é necessário armazenar um volume representativo de material antes de destiná-los às cooperativas de reciclagem a fim de melhorar a viabilidade do custo de transporte. Segundo a orientação da empresa Obra Limpa, para obras de até 10.000 m<sup>2</sup>, é adequado que se utilize 12 *bags*, para obras com de 10.000 m<sup>2</sup> a 20.000 m<sup>2</sup>, 15 *bags* e acima de 20.000 m<sup>2</sup>, 20 *bags*.

Para materiais mais pesados é adequada a construção de baias ou utilização de caçambas estacionárias a depender da disponibilidade de recursos e espaço disponível no canteiro de obras.

É aconselhável que seja previsto o uso de duas baias para madeira, uma para o resíduo inservível e outra para a madeira que ainda pode ser utilizada.

DISPOSITIVOS	OBRAS					TOTAL
	1CH	2LM	3MT	4MR	5NC	
<b>BOMBONAS</b>						
Papel	12	26	42	29	-	109
Plástico	12	26	42	29	-	109
Metal	12	25	21	28	14	100
Madeira	13	26	22	28	14	103
Gesso	5	-	-	-	3	8
Outros	-	1	-	-	-	1
<b>CAIXOTES</b>						
Asfálticos	1	1	1	1	1	5
Gesso	-	2	-	-	-	2
<b>LIXEIRA</b>						
Orgânico	14	1	1	3	5	24
<b>BIG BAG</b>						
Plástico	1	1	1	1	1	5
Papel	1	1	1	1	1	5
Outros	1	-	1	1	1	4
<b>BAIAS</b>						
Classe A	-	1	3	-	1	5
Gesso	1*	1	-	-	-	1
Metal	1	1	1	1	1	5
Madeira	-	1	1	-	2	4
Classe D	-	1	1	1	1	4
<b>CAÇAMBA</b>						
Classe A	1	-	-	1	-	2
Gesso	-	-	-	-	-	0
Metal	-	-	-	-	-	0
Madeira	1	-	-	1	-	2
<b>CUSTO POR OBRA</b>	R\$ 1.366,00	R\$ 1.780,00	R\$ 2.190,00	R\$ 1.898,00	R\$ 1.217,00	R\$ 8.451,00

\* Baia para gesso e classe D

Quadro 5.7: Dimensionamento de dispositivos de coleta intermediária e final

Não foi incluído no custo da obra 2LM o valor do resíduo-duto, que já estava disponível na obra antes da intervenção do Programa GR-COMPETIR.

Nos casos das obras 3MT e 4MR, para as quais não houve a identificação da geração de resíduos de gesso, no planejamento também não foram identificados dispositivos para a coleta deste resíduo. Ao longo do desenvolvimento do programa, foi constatada a necessidade e foram alocados os dispositivos de coleta nestas obras.

O custo de investimento na aquisição dos dispositivos tem impacto pequeno sobre o custo total das obras, tendo em vista o uso de dispositivos reaproveitados como as bombonas e a madeira para construção das baias.

#### 5.4. LEVANTAMENTO DOS RESULTADOS.

Os resultados coletados abordados nesta etapa do trabalho de pesquisa dizem respeito aos volumes de resíduos gerados, avaliação econômica relacionada aos dados coletados nas empresas, avaliação de desempenho da empresa ao longo do período de implantação do sistema e principais ocorrências de problemas presenciados nas obras durante o período de implantação do sistema.

##### 5.4.1. Volumes de resíduos gerados e custos com destinação

No apêndice H estão apresentados os quadros resumos de quantitativos de geração de resíduos em cada uma das obras estudadas. Nos quadros são especificadas as quantidades de resíduos gerados classificados por tipo, receitas e despesas na destinação dos resíduos e a estimativa de economia dada pela implantação do sistema de gerenciamento de resíduos nos canteiros estudados.

No quadro 5.8 é apresentado um resumo das informações sobre quantidades de resíduos gerados por obra e no quadro 5.9 o resumo sobre despesas com transporte do resíduo e aluguel de dispositivos de coleta e receitas obtidas pela venda de resíduos para entidades recicladoras.

	1CH	2LM	3MT	4MR	5NC
Volume total de resíduos exceto solo (m <sup>3</sup> )	661,0	774,5	141,2	220,7	446,0
Área Construída (m <sup>2</sup> )	10.273	16.024	14.219	10.536	13.800
Período avaliado (meses)	4,5	5,3	5,0	3,7	3,2
Média mensal (m <sup>3</sup> /mês)	146,9	147,1	28,2	60,2	139,4
Média mensal/1000m <sup>2</sup>	14,3	9,2	2,0	5,7	10,1

Quadro 5.8: Volume de RCC gerado por obra

	<b>1CH</b>	<b>2LM</b>	<b>3MT</b>	<b>4MR</b>	<b>5NC</b>
Volume total de resíduos exceto solo (m <sup>3</sup> )	661,0	774,5	141,2	220,7	446,0
Despesas com destinação de resíduos exceto solo	R\$ 6.861,00	R\$ 4.913,16	R\$ 407,50	R\$ 1.872,00	R\$ 1.360,00
Receita com venda de resíduo reciclável	R\$ -	R\$ 577,05	R\$ 480,00	R\$ 142,00	R\$ -
Custo total da destinação de resíduo	R\$ 6.861,00	R\$ 4.336,11	R\$ 27,50	R\$ 1.730,00	R\$ 1.360,00
Custo por m <sup>3</sup>	R\$ 10,38	R\$ 5,60	R\$ 0,19	R\$ 7,84	R\$ 3,05

Quadro 5.9: Despesas e receitas levantadas com a destinação de RCC.

Na obra 1CH não houve receita nem despesa com a destinação de resíduos de plástico e papel, os materiais foram doados. Nesta obra também não ocorreu nenhum registro de destinação de madeira até a conclusão da coleta de dados.

Na obra 2LM, houve receita com a venda de materiais recicláveis, além da redução do volume global de resíduos gerados, portanto estimou-se uma economia superior a 53% no custo com destinação de resíduos. Neste canteiro houve um volume considerável de corte em solo. O volume de solo removido foi apurado separadamente do restante de resíduo classe A. Esta separação permitiu ter uma visão mais clara do resíduo que é desperdício e do material de bota fora.

Para a obra 3MT, os dados de destinação de resíduos apurados não são consistentes se comparados às demais obras e às observações locais. Esta inconsistência é atribuída a uma falha na utilização dos registros de destinação, planilhas 4 e 5. Os dados, portanto, são desconsiderados na análise comparativa.

Para a obra 5NC é necessário destacar que houve um volume considerável de resíduo classe A reaproveitado em uma área de aterro dentro do próprio canteiro de obras, portanto a economia ainda é maior do que a apurada, pois supressão dos custos com a aquisição de material de aterro não foram contabilizados nos percentuais de economia.

No gráfico da figura 5.5 é apresentado o volume médio mensal de resíduo gerado a cada 1.000 m<sup>2</sup> de área construída. Observa-se a inconsistência dos dados apurados para a obra 3MT.

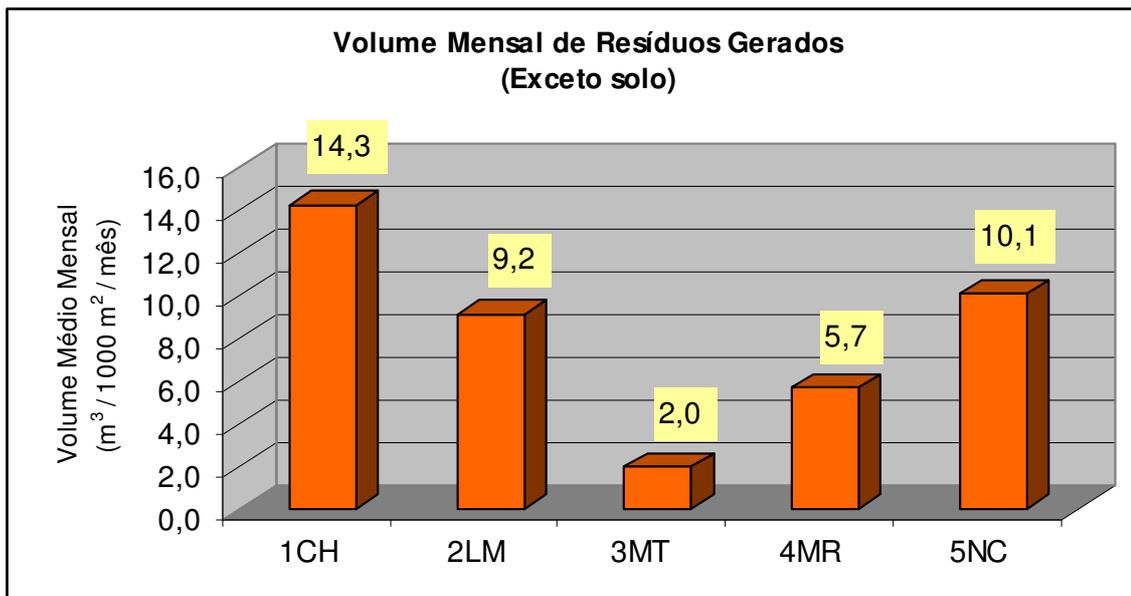


Figura 5.5: Volume mensal de resíduo gerado por obra

No quadro 5.10 é apresentada uma análise financeira do sistema de gestão de resíduos nas obras considerando os custos da destinação dos resíduos nas seguintes situações:

- Situação A - Gastos estimados considerando que, quando não segregados, há um aumento de volume de 25% (fator de empolamento) no acondicionamento final dos resíduos;
- Situação B - Gastos estimados considerando pagamento para transporte e destinação dos resíduos de plástico, papel, metal e madeira, sem considerar o fator de empolamento de 25%;
- Situação C - Gastos reais das empresas no período, deduzindo destes gastos as receitas eventualmente obtidas com a destinação de resíduos de plástico, papel e metais;

O valor de 25% de empolamento é sugerido pela empresa Obra Limpa. Este valor considera o aumento de volume devido ao índice de vazios do RCC quando não existe nenhum tipo de separação, ou seja, quando estão misturados resíduos de plástico, papel, madeira, metal, resíduo classe A, etc.

	1CH	2LM	3MT	4MR	5NC
C - Custo total real da destinação de resíduo	R\$ 6.861,00	R\$ 4.336,11	R\$ 27,50	R\$ 1.730,00	R\$ 1.360,00
B - Custo estimado sem considerar empolamento e receitas	R\$ 7.667,60	R\$ 6.970,58	R\$ 682,55	R\$ 2.295,63	R\$ 3.568,00
A - Custo estimado considerando empolamento de 25%	R\$ 10.223,47	R\$ 9.294,10	R\$ 910,06	R\$ 3.060,84	R\$ 4.757,33
economia sem considerar empolamento	8%	28%	72%	18%	46%
economia considerando empolamento	33%	53%	97%	43%	71%
(A) – (C)	R\$ 3.362,47	R\$ 4.957,99	R\$ 882,56	R\$ 1.330,84	R\$ 3.397,33
Investimento em dispositivos de coleta	R\$ 1.366,00	R\$ 1.780,00	R\$ 2.190,00	R\$ 1.898,00	R\$ 1.217,00

Quadro 5.10: Comparação entre custos reais e custos estimados para a destinação de resíduos.

Outro dado importante a mencionar na análise financeira é a comparação entre a economia com a destinação de resíduos considerando a diferença entre a situação (C) e a situação (A) e o valor de investimento empregado pelas empresas com a compra dos dispositivos de coleta. No caso das obras 1CH, 2LM e 5 NC a economia foi superior ao investimento, para a obra 4 MR o investimento superou o retorno econômico e para a obra 3MT os dados foram desconsiderados, como já citado anteriormente. No apêndice H, são apresentadas informações mais detalhadas sobre os dados que geraram o quadro 5.10.

#### 5.4.2. Avaliação de desempenho.

Durante as seis visitas em que foram aplicados os *check-lists* da planilha 3 (apêndice E), os consultores e a equipe da obra atribuíram notas para o desempenho com relação aos aspectos limpeza e segregação com base nas

observações e ocorrências de problemas verificadas nos pavimentos e frentes de trabalho.

A apuração das notas atribuídas mostrou uma oscilação constante ao longo do tempo em todas as obras da amostra. Os gráficos das figuras 5.6 e 5.7 apresentam os resultados.

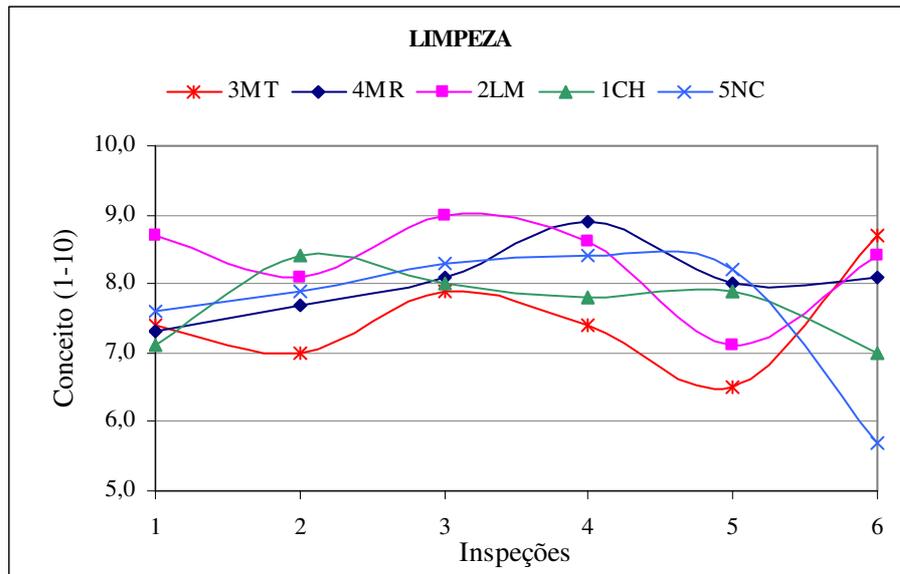


Figura 5.6: Evolução do desempenho no aspecto limpeza

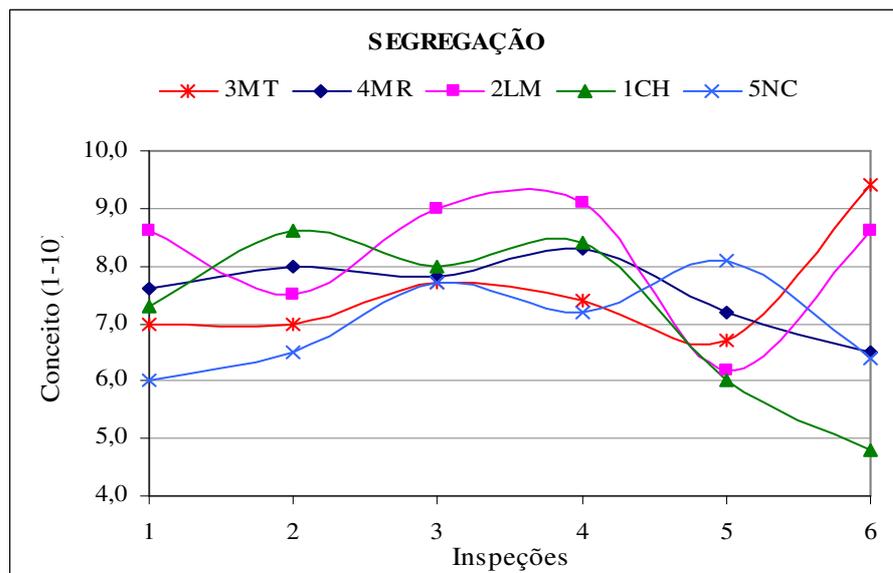


Figura 5.7: Evolução do desempenho no aspecto segregação

Deve se considerar que os resultados de desempenho são medidos de forma subjetiva e que não é clara a existência de alguma correlação entre as obras estudadas.

O fator “sensibilização da equipe” pode ter sido um dos fatores que levou à oscilação no desempenho. Como visto no cronograma do quadro 5.1, há somente uma atividade de sensibilização, na primeira visita de implantação, assim, é possível que a equipe tenha iniciado o programa motivada pelo treinamento realizado e, posteriormente perdido a motivação.

#### 5.4.3. Ocorrência de problemas observados nas visitas às obras.

Nas visitas de monitoramento e implantação em que são aplicados os *check-lists* da planilha 3 (apêndice E), são anotadas as ocorrências de problema. O quadro 5.11 e a figura 5.8 retratam a ocorrência de problemas em obra. No apêndice I, são apresentados os quadros individuais de ocorrência de problemas por obra.

Tipo da visita	Não avaliado / Sem acesso	Varrição insuficiente	Resíduos de Alven. e concreto	Resíduos de Madeira	Resíduos metálicos (retalhos)	Resíduos de gesso	Embalag. espalhadas	Pedaços de Conduítes	Lonas, telas espalhadas no local	Resíduos especiais	Material acondic. incorretam.	Resíduos não segreg. empilhados	Resíduos orgânicos	Maços de cigarro, garrafas Pet	Outros	Somatório
V1 - IM	6	34	47	27	10	19	16	27	4	4	27	30	11	7	8	277
V2 - IM	5	29	65	37	38	16	29	19	13	7	21	33	6	5	7	330
V3 - IM	14	43	47	35	24	11	14	26	13	2	33	24	5	5	20	316
V1 - MO	8	25	56	34	30	11	31	18	19	5	25	18	4	3	9	296
V2 - MO	11	33	78	59	36	14	45	28	29	5	19	27	4	9	7	404
V3 - MO	8	55	68	53	33	12	30	31	15	13	29	26	1	2	7	383
Somatório	52	219	361	245	171	83	165	149	93	36	154	158	31	31	58	2006
Acumulado	52	271	632	877	1048	1131	1296	1445	1538	1574	1728	1886	1917	1948	2006	2006

Quadro 5.11: Número de ocorrências de problemas nas obras

Na figura 5.8 e apresentada uma análise pelo diagrama de Pareto, 80% das ocorrências são ligados a seis tipos de problema: resíduos de alvenaria e concreto, resíduos de madeira, varrição insuficiente, resíduos metálicos, embalagens

espalhadas, material acondicionado incorretamente, resíduos não segregados, embalagens espalhadas e pedaços de eletroduto.

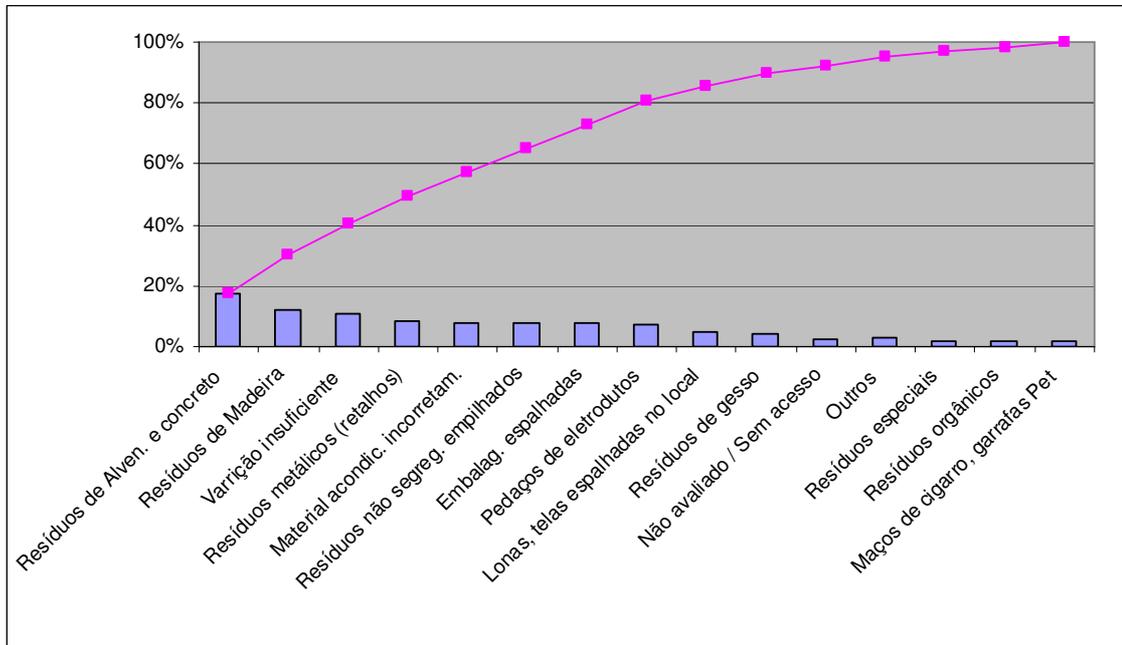


Figura 5.8: Diagrama de Pareto para as ocorrências de problemas em obras.

A incidência de problemas deve ser estudada a cada obra e tomadas ações com os gerentes do programa de gestão de resíduos dando-se prioridade às ocorrências de maior incidência.

## **6. AVALIAÇÃO DO PROGRAMA DE GESTÃO DE RCC E PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS**

Neste capítulo é apresentada uma avaliação, por meio de análise crítica, do processo de implantação do programa de gestão de resíduos nas obras estudadas e das soluções adotadas referenciando os ganhos obtidos com o programa, dificuldades encontradas e, ao final, a proposição de melhorias para o Programa de Gestão de RCC.

A abordagem das ações do GR Competir tem foco em medidas de “fim de tubo”. A preocupação inicial do programa é sobre como destinar o resíduo gerado de uma forma ambientalmente comprometida, sem um maior aprofundamento na abordagem de processos que visem reduzir a quantidade de resíduos gerados.

Esta abordagem deve ser entendida como uma priorização de medidas e não como uma limitação do programa, pois o foco nas medidas de segregação visando manejar e destinar adequadamente é o ponto de partida para envolver o segmento da construção civil em práticas responsáveis de gestão ambiental.

A perspectiva de ampliação das ações, tendo em vista a melhoria do desempenho ambiental, são bastante promissoras visto que quando o empresário toma conhecimento do custo do desperdício de recursos, a tendência é de que passe a tratar a gestão ambiental como uma oportunidade de melhorar o resultado financeiro de suas obras, reduzindo o consumo de recursos com uma menor geração de resíduos.

### **6.1. GANHOS OBTIDOS COM O PROGRAMA DE GESTÃO DE RCC**

Como já visto no capítulo 5, a separação dos resíduos leva a uma redução de volume no montante total de resíduos gerados em cerca de 25% em função do fator de empolamento do material. O simples fato de se segregar os resíduos classe A, madeira, embalagens, metal, etc. conduz a uma redução do custo da destinação de resíduos, pois assim o volume total é menor.

Outro ganho obtido por meio do programa de gestão de RCC é a possibilidade de mensuração real do desperdício. O montante do volume de resíduo gerado pode ser avaliado pelos gestores de obras não só em função dos custos de destinação, como também pela quantidade de matéria prima não empregada no produto final, mas que agrega custos. O bom gestor utiliza informações como estas para tomar decisões em nível tático, estratégia e operacional de forma a melhorar o seu desempenho.

A sensibilização da equipe para uma cultura ambiental em canteiros de obras também deve ser citada como um dos principais resultados do GR Competir. A mão de obra da construção civil, historicamente, é considerada como pouco qualificada e a iniciativa de manter um trabalho de educação ambiental para este segmento valoriza os operários e o próprio setor.

A partir da implantação da segregação de resíduos foi observado que houve uma preocupação em separar o resíduo do material que ainda pode ser reaproveitado sendo tomadas iniciativas de reaproveitamento em várias situações. Reaproveitar um resíduo que se encontra separado é muito mais viável do que procurar um material para reuso dentro de uma pilha de resíduos misturados.

Em alguns canteiros de obra foram montadas duas baias para resíduos de madeira, uma para o material cujo reaproveitamento seria possível e outra para o material a ser descartado. O resíduo classe A, em alguns canteiros, foi utilizado como material de aterro podendo-se citar a obra 5NC na qual 240 m<sup>3</sup> de resíduos classe A foram reaproveitados como aterro na própria obra. A figura 6.1 ilustra o aproveitamento de resíduos de alvenaria e concreto utilizado como enchimento de jardineiras na obra 3MT.



Figura 6.1: Uso de resíduo classe A para enchimento de jardineiras

A reciclagem de materiais é também um ponto bastante positivo apurado neste estudo. No período de aproximadamente quatro meses de observação em cada uma das obras foram registrados 180 m<sup>3</sup> de madeira, 88 m<sup>3</sup> de papel, 64 m<sup>3</sup> de plástico e 24 m<sup>3</sup> de metal destinados para aproveitamento energético e reciclagem. Estes materiais representam 11% do total de resíduos e geraram uma receita de R\$ 1.199,05.

A melhoria da limpeza e organização do canteiro, ou seja, dos espaços e postos de trabalho das obras trouxe ganhos com a diminuição do risco de acidentes ocupacionais.

## **6.2. PRINCIPAIS DIFICULDADES ENCONTRADAS NA IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA DE GESTÃO DE RCC**

Durante a implantação do programa de gestão de RCC puderam ser observadas algumas dificuldades. A oscilação no desempenho segundo os critérios de avaliação de limpeza e segregação observados nos canteiros de obras do estudo de casos, conforme apresentado nas Figuras 5.6 e 5.7, indica a dificuldade em manter a equipe da obra comprometida com os objetivos do programa. No grupo piloto estudado a estratégia de sensibilização consistiu apenas em uma palestra inicial.

Considera-se que ao longo do tempo deveriam ter sido feitas novas reuniões para motivação e sensibilização .

É comum em canteiros de obra manter-se uma equipe exclusiva de limpeza, porém para o conceito de segregação na fonte é importante que o resíduo seja separado logo após a atividade geradora por um operário oficial.

Exemplificando, se um eletricista está montando interruptores e tomadas, ele mesmo deve colocar as embalagens plásticas na bombona para este resíduo. Não é aceitável que as embalagens sejam deixadas no posto de trabalho para que a equipe de limpeza recolha posteriormente, esta prática dificulta a segregação. A limpeza e organização do posto de trabalho pelas equipes de oficiais também foi uma das dificuldades encontradas. A figura 6.2 ilustra embalagens espalhadas no pavimento que deveriam ter sido colocadas nos dispositivos de coleta pelo operário que utilizou o material.

Custo, disponibilidade e adequação dos dispositivos de coleta de resíduos são identificados como uma das dificuldades para o Programa GR. O programa recomenda a reutilização de bombonas industriais para coleta intermediária dos resíduos por ter custo menor se comparado a dispositivos comercializados especificamente como coletores de resíduo. Mesmo reutilizando um material descartado por outras indústrias o custo de manter os conjuntos de bombonas por pavimento ainda é alto. Nas cinco obras foi empregado na compra e aluguel de dispositivos de coleta o valor de R\$ 8.451,00.



Figura 6.2: Embalagens de papel espalhadas no pavimento

Outro ponto identificado como crítico é a interface da coleta de resíduos com o sistema de transporte. Nas obras em que o sistema de transporte de materiais e pessoas já tinha certa complexidade, a agregação da atividade de descida dos resíduos tornou o sistema ainda mais lento, pelo maior número de viagens pela necessidade de não misturar o material segregado e das existências de vários locais com pontos de coleta.

Duas das cinco obras adotaram o duto vertical (residuoduto) para transporte do resíduo classe A, que representa mais de 50% do volume total de resíduo. O uso do residuoduto agrega custos altos ao programa de gestão de RCC e deve ser avaliado quanto à viabilidade somente em sistemas de transporte complexos. As bombonas para coleta de resíduos foram revestidas internamente com sacos de ráfia para facilitar o transporte e ao mesmo tempo impedir a mistura não intencional dos resíduos durante o transporte.

Em geral, a atividade de transporte vertical dos resíduos era feita ao final do dia, juntando os sacos de ráfia e demais materiais separados, no elevador de carga para posterior deposição no local de acondicionamento final dentro da obra (bacias, caçambas estacionárias e *big bags*).

A falta de racionalização dos projetos e falhas executivas são também identificadas como aspectos críticos que geram retrabalhos e desperdício. Quebra de alvenaria já executada para embutir tubos e eletrodutos é inevitável quando não há um projeto de paginação para a alvenaria. As fotos 6.3 e 6.4 ilustram desperdício por imposição de projeto e falha na execução.



Figura 6.3: Quebra da alvenaria e do concreto para montagem da instalação hidrossanitária (parede) e elétrica (piso)



Figura 6.4: Quebra da alvenaria por um erro de locação da parede.

Em relação a destinação externa de RCC o órgão gestor municipal ainda mantém algumas indefinições quanto à sua regulamentação. A área de destinação final de resíduos classe C e classe D não está definida. Atualmente o BDE de Canabrava recebe RCC sem segregação adequada e a usina de reciclagem de entulho não foi construída. Ter o gestor municipal como parceiro e regulamentador disponibilizando os recursos e meios necessários para a gestão ambientalmente adequada de RCC é um ponto de fundamental importância para incentivar as empresas construtoras a se manter comprometidas. O papel do órgão gestor municipal é de definir o modelo de

gestão integrada de resíduos e prover os meios para que o modelo possa ser implantado.

O comprometimento da direção e da média gerência também foi uma dificuldade observada em alguns casos pontuais. Mesmo considerando que todas as empresas do grupo piloto foram voluntárias para participar do programa, disponibilizando uma contrapartida financeira ao GR Competir, a gestão de resíduos foi encarada como um processo de apoio ao processo produtivo não sendo prioridade para emprego de recursos. O objetivo do GR Competir é que ao final do programa as empresas envolvidas tenham absorvido os métodos e modelos propostos e possam multiplicar o conhecimento para outras obras e equipes.

### **6.3. PROPOSTAS DE MELHORIAS**

A proposição de melhorias está entre os objetivos do trabalho de pesquisa, a fim de incrementar o modelo proposto pelo Programa de Gestão de RCC.

Nesta seção será dada uma maior ênfase, a sugestões que proporcionem a redução, reutilização e reciclagem de resíduos.

#### **6.3.1. Melhorias no Programa de Gestão de RCC**

Para manter a equipe de obra comprometida propõe-se que sejam programadas uma quantidade maior e com dinâmicas diferenciadas de sensibilização. Além das palestras de sensibilização, podem ser montados painéis com fotos ilustrando situações positivas e negativas do canteiro de obra, criar-se um sistema de premiação ao se atingir metas de reaproveitamento, de limpeza e organização e promover-se campanhas que ultrapassem os limites do canteiro de obras, incentivando que o operário da construção civil pratique a segregação de resíduos também sua casa.

O maior envolvimento de direção e gerentes de obra também pode ser estimulado quando se delega a estas pessoas a responsabilidade por coordenar as atividades de sensibilização da equipe e apresentação de resultados.

Acompanhamento e atualização do planejamento inicial devem ser mencionados como oportunidade de melhoria do Programa de Gestão de RCC. A etapa de

planejamento é realizada no início das atividades e não é revista em nenhum outro momento do ciclo de atividades. As revisões do modelo de planejamento podem identificar considerações irreais ou mudanças necessárias e, desta forma, aprimorar o programa.

A introdução de técnicas de racionalização, é outra melhoria a ser incorporada ao Programa de Gestão de Resíduos da indústria da construção civil.

### **6.3.2. Racionalização na construção e redução do desperdício**

As alternativas de racionalização na construção direcionadas para diminuir a geração de resíduos são conhecidas como técnicas de produção limpa.

Diante do levantamento de ocorrência de resíduos gerados, sugere-se a adoção de projetos de paginação de alvenaria e uso de blocos com furação vertical que permitam a execução de instalações simultaneamente ao levantar de alvenaria e planejamento de *shafts* em paredes hidráulicas para evitar a quebra de blocos e da própria parede para execução das instalações hidrosanitárias e elétricas.

Para reduzir o desperdício de alguns materiais nobres como aço e madeira, pode se adotar a compra de aço cortado e dobrado, que já é prática comum em várias empresas na cidade do Salvador e a programação de projeto de formas detalhando o reuso da madeira.

O uso do gesso projetado em substituição ao gesso lançado manualmente ou ao revestimento argamassado tradicional deve ser estudado como alternativa para redução do desperdício. O gesso projetado reduz a perda por que a quantidade de material que cai no chão e se contamina é menor se comparado ao gesso lançado manualmente. Além da economia de recursos com a redução do desperdício, o tempo de execução também é menor se comparado ao uso do gesso lançado manualmente.

O uso de materiais alternativos é mais uma estratégia que pode ser adotada para reduzir o desperdício, a exemplo de uso de blocos com dimensões modulares (bloco inteiro, meio bloco, bloco com caixinha elétrica, etc.), uso de escoras metálicas que tem o reaproveitamento muito maior que as escoras de madeira, uso de telhas cerâmicas ou telhas fabricadas com o resíduo de embalagens longa vida

substituindo o uso de telhas de fibrocimento que devem ser tratadas como resíduo perigoso segundo a orientação da Resolução CONAMA 348/2004.

### **6.3.3. Reutilização de resíduos**

A reutilização ou reuso de materiais difere da reciclagem por que na reutilização o material é usado sem nenhum processamento. O material é utilizado no estado em que se encontra em quanto resíduo. Deve se dar prioridade à reutilização quando há opções de reutilizar ou reciclar.

Uma prática de reutilização de material que foi observada em uma obra do grupo piloto, adotada por um sub-empregado, é o reuso do resíduo de gesso projetado. A técnica consiste em revestir o ambiente de trabalho com lona para evitar a contaminação do gesso com outros materiais e com o excesso de poeira. O material que cai na lona e seca é peneirado e incorporado como inerte a uma nova partida de argamassa de gesso.

Ainda não se chegou a um percentual máximo possível para a incorporação do gesso hidratado à argamassa, mas na prática, tem se obtido um bom resultado com até 20% de incorporação de inerte. A figura 6.5 ilustra o resíduo de gesso a ser peneirado e reutilizado.



Figura 6.5: resíduo de gesso destinado para reuso

O resíduo classe A pode ser reutilizado, diretamente da forma como foi gerado, como aterro nas áreas da própria obra ou mesmo como material de enchimento para jardineiras e jardins. O resíduo classe A é inerte e não causa contaminação da água e do solo. Com uma granulometria semelhante ao seixo rolado, funciona como um colchão drenante.

#### **6.3.4. Reciclagem de RCC**

Como já indicado no capítulo 3, estudos de Grigoli (2000) e Zordan (1997) indicam a potencialidade do uso de resíduo classe A como agregado para argamassa e concreto, respectivamente. Para este fim o resíduo de alvenaria, argamassa, concreto e cerâmica vermelha deve ser britado ou moído ou em equipamento de pequeno porte que pode ser montado na própria obra geradora ou em usina de britagem de grande porte para grandes volumes de resíduo.

Em obras que são fabricados componentes de concreto como bloquetes de piso intertravado, meio fio, vergas, blocos de concreto, etc., a alternativa de montar um equipamento de pequeno porte deve ser avaliada quanto a viabilidade. Na figura 6.6 é apresentado um equipamento de pequeno porte que é tanto um moinho de resíduo classe A como um misturador de argamassa. A recomendação do fabricante é que seja substituído até 30% da areia da argamassa por resíduo.

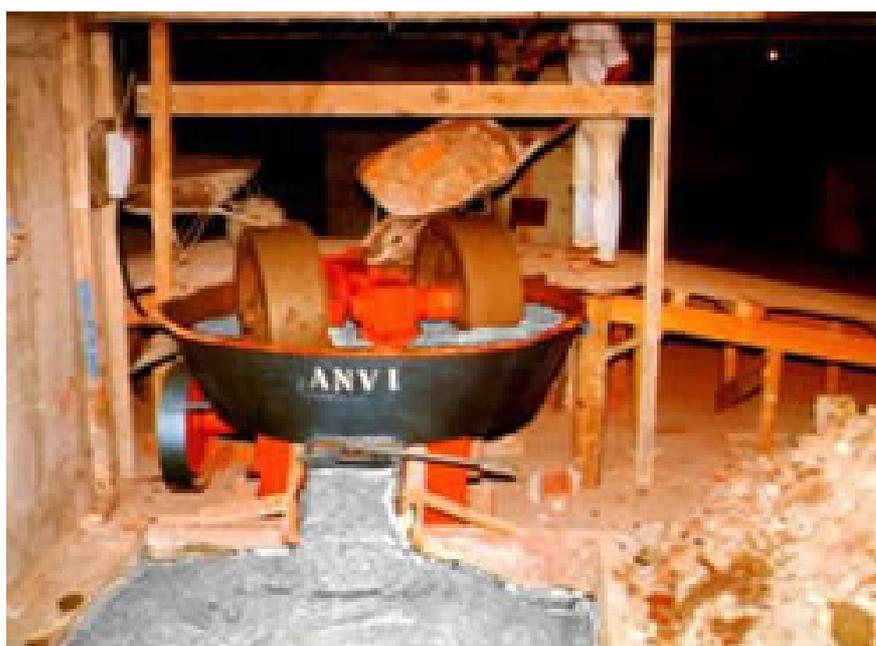


Figura 6.6 : Moinho e misturador de argamassa

A sacaria de cimento e argamassa, como mencionado anteriormente, em muitos casos não é aceita pelas cooperativas e empresas de reciclagem pela sua contaminação com cimento, porém já está sendo fabricada uma telha ondulada, semelhante à telha de fibrocimento, que utiliza a fibra de papel como matéria prima em substituição à fibra de amianto. Como neste produto também é utilizado cimento, a reciclagem dos sacos de cimento para este fim é perfeitamente viável.

## 7. CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento desta pesquisa pode-se concluir que:

- O sistema de gestão de resíduos implementado nas 5 empresas do grupo piloto estudado tem viabilidade financeira e traz ganhos ambientais significativos. A separação dos resíduos leva a uma redução de volume no montante total de resíduos gerados em cerca de 25% em função do fator de empolamento do material. No período de aproximadamente quatro meses de observação em cada uma das obras foram registrados 180 m<sup>3</sup> de madeira, 88 m<sup>3</sup> de papel, 64 m<sup>3</sup> de plástico e 24 m<sup>3</sup> de metal destinados para reciclagem. Estes materiais representam 11% do total de resíduos e geraram uma receita de R\$ 1.199,05.
- Iniciativas como a implantação do Programa de Gestão de Resíduos do GR COMPETIR podem despertar o interesse dos empresários do setor da construção civil, podendo estimular a adoção de medidas adequadas de manejo e disposição final de resíduos, em função de sua viabilidade financeira.
- O foco principal do Programa GR Competir, a destinação ambientalmente adequada de RCC, foi ampliado pois verificou-se a adoção de outras ações espontâneas voltadas para a redução, reutilização e reciclagem de resíduos, como também a preocupação com o uso de medidas de minimização da geração de resíduo, como a adoção de racionalização de projetos e práticas construtivas.
- As medidas e técnica de reaproveitamento de RCC, propostas pelo GR Competir são viáveis e de fácil implantação no canteiro de obras
- Quanto ao papel dos construtores e do gestor municipal considera-se que existe um potencial de se obter maiores ganhos e melhorias nos resultados obtidos pela gestão de RCC, tanto por iniciativa das empresas, com a

reutilização e reciclagem dos resíduos na própria obra, ou com a disponibilização de uma estrutura mais adequada ao tratamento e destinação final dos resíduos pelo gestor público.

- São necessárias mais ações de educação ambiental para garantir a continuidade do programa.
- Em relação à legislação existente no âmbito municipal faltam programas e incentivos por parte dos órgãos gestores municipais.
- Como decorrência do GR COMPETIR foram formados grupos de discussão com as diversas partes interessadas para identificar alternativas para a destinação responsável do RCC na cidade do Salvador, bem como, gerou-se um banco de dados sobre fornecedores de dispositivos de coleta e prestadoras de serviços de coleta e reciclagem de resíduo.
- Além do grupo piloto dos cinco canteiros de obras estudados, já iniciaram o Programa de Gestão de RCC outras dez empresas, o que demonstra que a iniciativa é alavancadora e desperta o interesse dos empresários do setor.

Espera-se que a continuidade do GR Competir potencialize os resultados já alcançados até o momento e influencie novas iniciativas.

O tema Gestão de Resíduos de Construção Civil é relativamente novo e ainda pouco explorado no ambiente acadêmico. Como sugestão para outros trabalhos recomendam-se temas voltados à análise do ciclo de vida de materiais de construção, alternativas para reciclagem de resíduos de gesso e tintas, tratamento de resíduos de demolição, viabilidade de usinas de reciclagem de entulho, etc.

Com este trabalho espera-se ter, de alguma forma, contribuído para a melhoria ambiental do tratamento de RCC e elucidado questões sobre métodos e resultados obtidos com a gestão de RCC.



## 8. REFERÊNCIAS

- ABNT. *NBR 10004; Resíduos sólidos: classificação*. Rio de Janeiro, 1987.
- ABNT. *NBR 12128 – Gesso para construção – Determinação das propriedades físicas da pasta*. Rio de Janeiro, 1991.
- ABNT. *NBR 13207 – Gesso para construção civil*. Rio de Janeiro, 1994.
- ABNT. *NBR ISO 14001; Sistema de gestão ambiental – Especificações e diretrizes para uso*. Rio de Janeiro, 1996.
- ABNT. *NBR ISO 9001; Sistema de gestão da qualidade – Requisitos*. Rio de Janeiro, 2000.
- Baum Publications Ltda. *Recycling Product News*. 2004. Disponível em [www.baumpub.com/publications/rpn/Features](http://www.baumpub.com/publications/rpn/Features) (acesso em 07/04/2004)
- BIDONE, Francisco R. A. *Conceitos básicos de resíduos sólidos*. / POVINELLI, Jurandyr. São Carlos: EESC/USP, 1999.
- BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, 1998.
- CAPRA, Fritjof. *O ponto de mutação*. São Paulo: Cultrix, 1982.
- CARNEIRO, Alex P., BRUM, Irineu A. S., CASSA, José C. da S. [et al]. *Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção*. Salvador: EDUFBA, 2001.
- CIB. *Agenda 21 para construção sustentável*, Tradução de I. Gonçalves, T. Whitaker. São Paulo: 2000.
- CIMINO, Marly M. *Gerenciamento de pneumáticos inservíveis: Análise crítica, procedimentos operacionais e tecnologias para minimização adotados no território nacional*. 2004. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos,

COELHO, Paulino E. *Reciclagem de Entulho – O melhor ainda está por vir*. Revista de Limpeza Pública, Associação Brasileira de Limpeza Pública – ABLP nº 51, Pag. 6 – 14. Abril 1999. (Disponível em <http://www.unilivre.org.br/centro/textos/Forum/recientulh.htm> acesso em 24/09/2004)

CONAMA. Resolução n.º 307, de 5 de julho de 2002: Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. (Disponível em: [www.mma.gov.br/conama](http://www.mma.gov.br/conama) , acesso em 01/09/2003)

CONAMA. Resolução N.º 348, de 16 de agosto de 2004: Altera a Resolução CONAMA no 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. (Disponível em: [www.mma.gov.br/conama](http://www.mma.gov.br/conama), 01/08/2005)

CONAMA. Resolução N.º 235, de 07 de janeiro de 1998: Altera o anexo 10 da Resolução CONAMA n.º 23, de 12 de dezembro de 1996. (Disponível em: [www.mma.gov.br/conama](http://www.mma.gov.br/conama), acesso 01/08/2005)

CONAMA. Resolução N.º 023, de 12 de dezembro de 1996: Regulamenta a importação e uso de resíduos perigosos. (Disponível em: [www.mma.gov.br/conama](http://www.mma.gov.br/conama), acesso 01/08/2005)

CONAMA. Resolução n.º 07, de 16 de setembro de 1987: Dispõe sobre a regulamentação do uso do Amianto/Asbestos no Brasil. (disponível em: [www.mma.gov.br/conama](http://www.mma.gov.br/conama) , acesso 01/08/2005)

COSTA, Maria Lívia. ROSA, Vera Lúcia do N. *5S no Canteiro de Obras*. São Paulo: O nome da Rosa, 1999.

DEGANI, Clarice M. [et al]. *Análise ISO 14001:1996 x ISO 9001:2000 Integrando Sistemas*. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2002, Foz do Iguaçu/PR.

FETTWEIS, Rita. *Rita Fettweis Multimédia. O Amianto*. 1ª edição: maio 2001. (Disponível em <http://aarte.planetaclix.pt/amianto/amianto.htm> acesso em 26/09/2004)

FIGUEIREDO, Paulo J. M. *A sociedade do lixo: resíduos, a questão energética e a crise ambiental*. Piracicaba: UNIMEP, 1995.

GORGONIO, Antônio de S. NOGUEIRA, Robson de O. *Sistemas integrados de gestão: meio ambiente, saúde ocupacional, segurança e responsabilidade social: conceitos, definições e termos usuais*. Brasília: SEBRAE, 2001

GRIGOLI, Ademir S. [et al]. *Entulho de obra – Reciclagem e consumo na própria obra que o gerou*. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, VI; 2000, Salvador. ANTAC, 2000. 1 CDRoom

INTER-AMERICAN DEVELOPMENT BANK. *Regional Policy Dialogue on Environment*. 2001.

ISATO, Eduardo L. [et al]. *Lean Construction: Diretrizes e Ferramentas para o Controle de Perdas na Construção Civil*. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2000.

JASSEN, R; NIJKAMP, P; VOOGD, H. *Environmental Policy Analysis: Which Method for Which Problem?*. In *Revue D'Economie Regionale et Urbaine*, N5., 1984.

JOHN, Vanderlei M. *Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento*. 2000. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo.

LaGREGA, Michael D. [et al]. *Hazardous waste management*. McGraw-Hill, 1994

LANTELME, Elvira; GIMENES, Juliano R.; FORMOSOS, Carlos T. *Sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil : Relatório Geral*. Porto Alegre: UFRGS, 1996.

LUBISCO, Nídia M. L. *Manual de estilo acadêmico: monografias, dissertações e teses*. 2 Ed. Revisada e ampliada. Salvador: EDUFBA, 2003.

MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia. *Em vez de amianto, fibrocimento vegetal nas telhas*. São Paulo. 2004. (Disponível em [http://agenciact.mct.gov.br/index.php?action=/content/view&cod\\_objeto=16974](http://agenciact.mct.gov.br/index.php?action=/content/view&cod_objeto=16974). acesso em 26/09/2004)

Ministério do Meio Ambiente, *Cidades Sustentáveis: Subsídio à elaboração da agenda 21 brasileira*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2000.

MEIRA, Clarissa C. *Uma avaliação do instrumento do licenciamento ambiental sob a perspectiva da poluição enfocando um centro de tratamento e disposição de resíduos sólidos industriais*. 2003. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental. Escola Politécnica. Universidade Federal da Bahia. Salvador.

MOREIRA, Iara V. D. *Avaliação de impactos ambientais no Brasil*. Rio de Janeiro: MAIA, 1992.

PBQP-H. *Itens e Requisitos do Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras – SIQ, segundo a NBR ISO 9001:2000*. (em [www.pbqp-h.gov.br](http://www.pbqp-h.gov.br) , acesso em 30/07/2003)

PINE. *Tabela de Composições de Preço para Orçamento*. Versão 1.0 revisão 31. Editora Pine, 2003.

PINTO, Tarcísio P. *Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana*. 1999. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo.

PINTO, Tarcísio P. *Perdas de materiais em processos construtivos tradicionais*. Universidade de São Carlos. São Carlos. 1989

PROGRAMA ENTULHO LIMPO. *Coleta Seletiva: Uma forma racional de tratar os resíduos sólidos gerados no canteiro de obras*. Brasília, 2004.

PROGRAMA QUALIHAB. *PSQ – Setor de Ocas*. São Paulo, 1997.

PROGRAMA QUALIOP. *Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras – Construtoras (SIQ-Construtoras) - Itens e Requisitos do SIQ – Construtoras*. Salvador, 2000.

PROSAB – PROGRAMA DE PESQUISA EM SANEMANETO BÁSICO. *Metodologia e Técnicas de Minimização, Reciclagem e Reutilização de Resíduos Sólidos Urbanos*. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

SENAI. DN. *Estudo Setorial da Construção Civil; Características Estruturais do Setor*. Rio de Janeiro, 1995.

SEBRAE. *A questão ambiental: o que todo empresário precisa saber*. Brasília: SEBRAE, 1996.

SPOTOP, Rosa M.; JUCÁ FILHO, Antônio; CASTRO, Newton de. *Análise das perdas x capacidade das empresas de implantação de sistemas de gestão da qualidade (SGQ) e sistemas de gestão ambiental (SGA): Programa piloto realizado em dez empresas construtoras do Distrito Federal*. Artigo Técnico In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO. 1999. Recife.

SOILBELMAN, L. *As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e controle*. 1993. Dissertação (Mestrado) –Universidade Federal do Rio Grande de Sul: Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre.

SOUZA, Roberto de...[et al]. *Qualidade na aquisição de materiais e execução de obras*. São Paulo: Pini, 1996.

SOUZA, U.B.L. [et al.], *Perdas de materiais nos canteiros de obras: a quebra do mito*. *Qualidade na Construção*, v.2, n.13, p.10 -15, 1998.

QUALIOP. *Programa Setorial da Qualidade – PSQ Setor Construtoras Obras de Edificações Públicas e Habitações*. Qualiop. Salvador, 2000, não publicado.

QUALIOP. *Programa Setorial da Qualidade – PSQ Setor Construtoras Obras Rodoviárias*. Qualiop. Salvador, 2002, não publicado.

TRAJBER, Raquel. [et al]. *Avaliando a Educação Ambiental no Brasil*. São Paulo: GAIA, 1996

ZORDAN, Sérgio E. *A Utilização do Entulho como Agregado na Confeção do Concreto*. 1997. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil . Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

## APÊNDICE A: PLANILHA 1 - LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES





**APÊNDICE B: PLANILHA 2A - PLANEJAMENTO – IDENTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS E TRATAMENTO**





**APÊNDICE C: PLANILHA 2B - PLANEJAMENTO – DISTRIBUIÇÃO DE DISPOSITIVOS  
POR PAVIMENTO**



**APÊNDICE D: PLANILHA 2C - PLANEJAMENTO – RESUMO DE DISPOSITIVOS E ESTIMATIVA DE CUSTO**



## APÊNDICE E: PLANILHA 3 - CHECK-LIST DE MONITORAMENTO



**APÊNDICE F: PLANILHA 4 - CONTROLE DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS**



**APÊNDICE G: PLANILHA 5 - REGISTRO DE DESTINAÇÃO**



## APÊNDICE H: DADOS DE VOLUME E CUSTO DE RESÍDUOS

<b>Dados reais da obra - 1CH</b>					
<b>Período avaliado:</b>		<b>30/12/2004</b>	<b>a</b>	<b>14/5/2005</b>	
<b>Resíduo</b>	<b>Volume de resíduos</b>		<b>Custo (+) ou receita (-) com a destinação</b>	<b>R\$/m<sup>3</sup></b>	
	<b>(m<sup>3</sup>)</b>	<b>%</b>			
<b>Solo</b>	217,00	32,8%	R\$ 2.494,00		<b>11,493</b>
<b>Alvenaria, concreto</b>	592,00	89,6%	R\$ 6.455,00		10,904
<b>Gesso</b>	41,00	6,2%	R\$ 406,00		9,902
<b>Madeira</b>	-	0,0%	-		
<b>Papel</b>	20,00	3,0%	-		0,000
<b>Plástico</b>	8,00	1,2%	-		0,000
<b>Metal</b>	-	0,0%	-		
<b>Total</b>	<b>661,00</b>	<b>132,8%</b>	<b>R\$ 6.861,00</b>		<b>10,380</b>
<b>Comparações</b>					
<b>Sem Empolamento</b>			<b>Com Empolamento</b>		
<b>Empolamento</b>	<b>0%</b>		<b>25%</b>		
<b>Volume total de resíduos</b>	<b>661,00</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>881,33</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	
<b>Número de containers (5m<sup>3</sup>)</b>	132,20		176,27		
<b>Preço médio por caçamba</b>	R\$ 58,00		R\$ 58,00		
<b>Custo estimado</b>	<b>R\$ 7.667,60</b>		<b>R\$ 10.223,47</b>		
<b>Economia</b>	8%		33%		

### Dados reais da obra - 2LM

Período avaliado: 6/12/2004 a 13/5/2005				
Resíduo	Volume de resíduos		Custo (+) ou receita (-) com a destinação	R\$/m <sup>3</sup>
	(m <sup>3</sup> )	%		
<b>Solo</b>	610,00	78,8%	R\$ 5.351,84	<b>8,774</b>
<b>Alvenaria, concreto e gesso</b>	560,00	72,3%	R\$ 4.913,16	8,774
<b>Madeira</b>	132,71	17,1%	-	0,000
<b>Papel</b>	38,04	4,9%	R\$ (109,25)	-2,872
<b>Plástico</b>	28,51	3,7%	R\$ (34,00)	-1,192
<b>Metal</b>	15,25	2,0%	R\$ (433,80)	-28,455
<b>Total sem solo</b>	<b>774,51</b>		<b>R\$ 4.336,11</b>	<b>5,599</b>

#### Comparações

	Sem Empolamento	Com Empolamento
<b>Empolamento</b>	<b>0%</b>	<b>25%</b>
<b>Volume total de resíduos</b>	<b>774,51 m<sup>3</sup></b>	<b>1.032,68 m<sup>3</sup></b>
<b>Número de caçambas (10m<sup>3</sup>)</b>	77,45	103,27
<b>Preço médio por caçamba</b>	R\$ 90,00	R\$ 90,00
<b>Custo estimado</b>	<b>R\$ 6.970,58</b>	<b>R\$ 9.294,10</b>
<b>Economia</b>	28%	53%

### Dados reais da obra - 3MT

Período avaliado: 28/2/2005 a 28/7/2005				
Resíduo	Volume de resíduos		Custo (+) ou receita (-) com a destinação	R\$/m <sup>3</sup>
	(m <sup>3</sup> )	%		
<b>Classe A</b>	101,00	71,5%	R\$ 488,17	<b>4,833</b>
<b>Gesso</b>	4,00	2,8%	R\$ 19,33	<b>4,833</b>
<b>Isopor</b>	0,50	0,4%	-	0,000
<b>Metal</b>	6,95	4,9%	R\$ (245,20)	-35,281
<b>Papel</b>	9,63	6,8%	R\$ (89,60)	-9,301
<b>Plástico</b>	11,13	7,9%	R\$ (145,20)	-13,042
<b>Madeira</b>	8,00	5,7%	-	0,000
<b>Total</b>	<b>141,22</b>		<b>R\$ 27,50</b>	<b>0,195</b>

#### Comparações

	Sem Empolamento		Com Empolamento	
Empolamento	0%		25%	
<b>Volume total de resíduos</b>	<b>141,22</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>188,29</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
<b>Número de caçambas (15m<sup>3</sup>)</b>	9,41		12,55	
<b>Preço médio por caçamba</b>	R\$ 72,50		R\$ 72,50	
<b>Custo estimado</b>	<b>R\$ 682,55</b>		<b>R\$ 910,06</b>	
<b>Economia</b>	72%		97%	

### Dados reais da obra - 4MR

Período avaliado: 13/4/2005 a 1/8/2005				
Resíduo	Volume de resíduos		Custo (+) ou receita (-) com a destinação	R\$/m <sup>3</sup>
	(m <sup>3</sup> )	%		
<b>Classe A</b>	170,00	77,0%	R\$ 1.768,00	<b>10,400</b>
<b>Gesso</b>	10,00	4,5%	R\$ 104,00	<b>10,400</b>
<b>Isopor</b>	-	0,0%	-	
<b>Metal</b>	1,55	0,7%	R\$ (62,00)	-40,000
<b>Papel</b>	0,07	0,0%	R\$ (10,00)	-150,000
<b>Plástico</b>	0,12	0,1%	R\$ (10,00)	-85,714
<b>Madeira</b>	39,00	17,7%	R\$ (60,00)	-1,538
<b>Total</b>	<b>220,73</b>		<b>R\$ 1.730,00</b>	<b>7,838</b>

#### Comparações

		Sem Empolamento	Com Empolamento
<b>Empolamento</b>		<b>0%</b>	<b>25%</b>
<b>Volume total de resíduos</b>		<b>220,73 m<sup>3</sup></b>	<b>294,31 m<sup>3</sup></b>
<b>Número de caçambas (5m<sup>3</sup>)</b>		44,15	58,86
<b>Preço médio por caçamba</b>	R\$	52,00	R\$ 52,00
<b>Custo estimado</b>	<b>R\$</b>	<b>2.295,63</b>	<b>R\$ 3.060,84</b>
<b>Economia</b>		18%	43%

### Dados reais da obra - 5NC

Período avaliado: 6/1/2005 a 12/4/2006				
Resíduo	Volume de resíduos		Custo (+) ou receita (-) com a destinação	R\$/m <sup>3</sup>
	(m <sup>3</sup> )	%		
Classe A (reaproveitado na obra)	240,00	53,8%	-	<b>0,000</b>
Alvenaria, concreto (retirado)	170,00	38,1%	R\$ 1.360,00	<b>8,000</b>
Madeira	-	0,0%	-	
Papel	20,00	4,5%	-	0,000
Plástico	16,00	3,6%	-	0,000
Metal	-	0,0%	-	
<b>Total</b>	<b>446,00</b>	<b>100,0%</b>	<b>R\$ 1.360,00</b>	<b>3,049</b>

#### Comparações

	Sem Empolamento	Com Empolamento
<b>Empolamento</b>	<b>0%</b>	<b>25%</b>
<b>Volume total de resíduos</b>	<b>446,00 m<sup>3</sup></b>	<b>594,67 m<sup>3</sup></b>
<b>Número de caçambas (10m<sup>3</sup>)</b>	44,60	59,47
<b>Preço médio por caçamba</b>	R\$ 80,00	R\$ 80,00
<b>Custo estimado</b>	<b>R\$ 3.568,00</b>	<b>R\$ 4.757,33</b>
<b>Economia</b>	46%	71%

<b>Consolidação para as 5 obras</b>				
<b>Período avaliado:</b>		<b>6/12/2005</b>	<b>a</b>	<b>12/4/2005</b>
<b>Resíduo</b>	<b>Volume de resíduos</b>		<b>Custo (+) ou receita (-) com a destinação</b>	
	<b>(m<sup>3</sup>)</b>	<b>%</b>		
<b>Solo</b>	827,00	25,5%	R\$ 7.845,84	
<b>Classe A</b>	1.833,00	56,6%	R\$ 14.984,33	
<b>Gesso</b>	55,00	1,7%	R\$ 529,33	
<b>Isopor</b>	170,00	5,2%	R\$ 170,00	
<b>Madeira</b>	179,71	5,5%	R\$ (60,00)	
<b>Papel</b>	87,74	2,7%	R\$ (208,85)	
<b>Plástico</b>	63,76	2,0%	R\$ (189,20)	
<b>Metal</b>	23,75	0,7%	R\$ (741,00)	
<b>Total</b>	<b>3.239,96</b>	<b>100,0%</b>	<b>R\$ 14.484,61</b>	
<b>Comparações</b>				
<b>Sem Empolamento</b>		<b>Com Empolamento</b>		
<b>Empolamento</b>	<b>0%</b>		<b>25%</b>	
<b>Volume total de resíduos</b>	<b>3.239,96</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>4.319,94 m<sup>3</sup></b>	
<b>Número de caçambas (10m<sup>3</sup>)</b>	324,00		431,99	
<b>Preço médio por caçamba</b>	R\$ 80,00		R\$ 80,00	
<b>Custo estimado</b>	<b>R\$ 25.919,67</b>		<b>R\$ 34.559,56</b>	
<b>Economia</b>	33%		58%	

## APÊNDICE I: RESUMO DE OCORRENCIAS EM OBRAS

Obra 1CH																		
Tipo da visita	Data da visita	Não avaliado / Sem acesso	Varição insuficiente	Resíduos de Alven. e concreto	Resíduos de Madeira	Resíduos metálicos (retalhos)	Resíduos de gesso	Embalag. espalhadas	Pedaços de Conduites	Lonas, telas espalhadas no local	Resíduos especiais	Material acondic. incorretam.	Resíduos não segreg. empilhados	Resíduos orgânicos	Maços de cigarro, garrafas Pet	Outros	Somatório	Percentual
V1 - IM	29/12/04	0	4	22	7	4	12	5	15	4	0	15	15	9	1	0	113	17%
V2 - IM	15/01/05	0	0	24	16	15	4	3	6	1	0	0	0	4	1	1	75	11%
V3 - IM	28/01/05	0	12	23	20	14	7	4	17	11	0	2	14	4	1	5	134	20%
V1 - MO	10/02/05	0	5	24	18	18	7	12	9	14	0	2	6	1	0	6	122	18%
V2 - MO	25/02/05	0	5	25	19	19	7	13	10	15	0	2	7	2	0	6	130	20%
V3 - MO	15/03/05	0	23	20	10	2	4	8	6	0	0	1	7	0	0	7	88	13%
Somatório		0	49	138	90	72	41	45	63	45	0	22	49	20	3	25	662	
Acumulado		0	49	187	277	349	390	435	498	543	543	565	614	634	637	662	662	

Obra 2LM																		
Tipo da visita	Data da visita	Não avaliado / Sem acesso	Varição insuficiente	Resíduos de Alven. e concreto	Resíduos de Madeira	Resíduos metálicos (retalhos)	Resíduos de gesso	Embalag. espalhadas	Pedaços de Conduites	Lonas, telas espalhadas no local	Resíduos especiais	Material acondic. incorretam.	Resíduos não segreg. empilhados	Resíduos orgânicos	Maços de cigarro, garrafas Pet	Outros	Somatório	Percentual
V1 - IM	13/12/04	0	5	2	4	2	0	2	0	0	0	1	1	2	1	0	20	8%
V2 - IM	06/01/05	0	13	12	3	4	1	9	6	0	2	8	2	1	2	0	63	19%
V3 - IM	20/01/05	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	2	0	9	3%
V1 - MO	03/02/05	1	6	4	1	4	2	7	3	3	0	4	0	0	1	0	36	11%
V2 - MO	17/02/05	0	14	18	14	6	3	13	6	11	3	13	6	0	4	0	111	34%
V3 - MO	04/03/05	1	16	11	12	8	5	4	5	10	10	4	1	0	0	0	87	27%
Somatório		3	3	54	49	35	24	11	35	20	24	15	32	11	3	0	362	
Acumulado		3	57	106	141	165	176	211	231	255	270	302	313	316	326	326	326	

Obra 3MT																		
Tipo da visita	Data da visita	Resíduos															Somatório	Percentual
		Não avaliado / Sem acesso	Varrição insuficiente	Resíduos de Alven. e concreto	Resíduos de Madeira	Resíduos metálicos (retalhos)	Resíduos de gesso	Embalag. espalhadas	Pedaços de Conduítes	Lonas, telas espalhadas no local	Resíduos especiais	Material acondic. incorretam.	Resíduos não segreg. empilhados	Resíduos orgânicos	Maços de cigarro, garrafas Pet	Outros		
V1 - IM	24/01/05	2	7	6	5	0	6	3	0	0	0	0	2	0	0	8	39	16%
V2 - IM	14/02/05	2	9	5	5	1	4	4	2	0	0	8	8	1	1	6	56	23%
V3 - IM	08/03/05	7	7	3	2	1	1	2	1	1	0	6	1	0	0	15	47	19%
V1 - MO	02/06/05	3	4	20	9	4	0	5	5	1	0	6	2	2	0	3	64	26%
V2 - MO	04/07/05	3	4	10	5	1	0	6	1	0	0	2	5	1	0	1	39	16%
V3 - MO	28/04/05	1	6	12	6	1	0	5	1	0	0	1	3	0	0	0	36	0%
Somatório		17	18	37	56	32	8	11	25	10	2	0	23	21	4	1	281	
Acumulado		17	18	55	111	143	151	162	187	197	199	199	222	243	247	248	281	

Obra 4MR																		
Tipo da visita	Data da visita	Resíduos															Somatório	Percentual
		Não avaliado / Sem acesso	Varrição insuficiente	Resíduos de Alven. e concreto	Resíduos de Madeira	Resíduos metálicos (retalhos)	Resíduos de gesso	Embalag. espalhadas	Pedaços de Conduítes	Lonas, telas espalhadas no local	Resíduos especiais	Material acondic. incorretam.	Resíduos não segreg. empilhados	Resíduos orgânicos	Maços de cigarro, garrafas Pet	Outros		
V1 - IM	13/04/05	3	8	2	3	2	1	1	5	0	3	8	7	0	3	0	46	17%
V2 - IM	04/05/05	0	7	3	3	2	3	8	5	3	5	5	9	0	1	0	54	20%
V3 - IM	16/05/05	2	18	7	3	0	3	7	3	0	2	19	4	1	1	0	70	26%
V1 - MO	31/05/05	1	10	2	0	0	1	5	0	0	4	7	9	1	2	0	42	16%
V2 - MO	14/06/05	3	4	6	3	1	1	1	0	0	1	0	4	0	0	0	24	9%
V3 - MO	07/07/05	2	10	0	0	0	0	0	0	0	1	14	4	0	0	0	31	12%
Somatório		11	57	20	12	5	9	22	13	3	16	53	37	2	7	0	267	
Acumulado		11	68	88	100	105	114	136	149	152	168	221	258	260	267	267	267	

Obra 5NC																		
Tipo da visita	Data da visita	Não avaliado / Sem acesso	Varrição insuficiente	Resíduos de Alven. e concreto	Resíduos de Madeira	Resíduos metálicos (retalhos)	Resíduos de gesso	Embalag. espalhadas	Pedaços de Conduítes	Lonas, telas espalhadas no local	Resíduos especiais	Material acondic. incorretam.	Resíduos não segreg. emplhados	Resíduos orgânicos	Maços de cigarro, garrafas Pet	Outros	Somatório	Percentual
V1 - IM	14/12/04	1	10	15	8	2	0	5	7	0	1	3	5	0	2	0	59	13%
V2 - IM	05/01/05	3	0	21	10	16	4	5	0	9	0	0	14	0	0	0	82	17%
V3 - IM	23/01/05	4	6	12	9	9	0	1	5	1	0	4	4	0	1	0	56	12%
V1 - MO	15/02/05	3	0	6	6	4	1	2	1	1	1	6	1	0	0	0	32	7%
V2 - MO	02/03/05	5	6	19	18	9	3	12	11	3	1	2	5	1	5	0	100	21%
V3 - MO	17/04/05	4	0	25	25	22	3	13	19	5	2	9	11	1	2	0	141	30%
Somatório		20	22	98	76	62	11	38	43	19	5	24	40	2	10	0	470	
Acumulado		20	42	140	216	278	289	327	370	389	394	418	458	460	470	470	470	

## **ANEXO 1: RESOLUÇÃO CONAMA N.º 307, DE 5 DE JULHO DE 2002**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

II - Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

JOSÉ CARLOS CARVALHO  
Presidente do Conselho

Publicada DOU 17/07/2002

## **ANEXO 2: RESOLUÇÃO CONAMA 348 DE 16 DE AGOSTO DE 2004**

### **RESOLUÇÃO Nº 348, DE 16 DE AGOSTO DE 2004**

Altera a Resolução CONAMA no 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pela Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto no 99.274, de 6 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto no seu Regimento Interno, e tendo em vista as disposições da Lei no 9.055, de 1o de junho de 1995 e

Considerando o previsto na Convenção de Basiléia sobre Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito, promulgada pelo Decreto Federal no 875, de 19 de julho de 1993, que prevê em seu art. 1o, item 1, alínea "a" e anexo I, que considera o resíduo do amianto como perigoso e pertencente à classe Y36;

Considerando a Resolução CONAMA no 235, de 7 de janeiro de 1998, que trata de classificação de resíduos para gerenciamento de importações, que classifica o amianto em pó (asbesto) e outros desperdícios de amianto como resíduos perigosos classe I de importação proibida, segundo seu anexo X;

Considerando o Critério de Saúde Ambiental no 203, de 1998, da Organização Mundial da Saúde - OMS sobre amianto crisotila que afirma entre outros que "a exposição ao amianto crisotila aumenta os riscos de asbestose, câncer de pulmão e mesotelioma de maneira dependente em função da dose e que nenhum limite de tolerância foi identificado para os riscos de câncer", resolve:

Art. 1o O art. 3o, item IV, da Resolução CONAMA no 307, de 5 de julho de 2002, passa a vigorar com a seguinte redação:

"Art. 3o .....

IV - Classe "D": são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde".

Art. 2o Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

MARINA SILVA  
Presidente do Conselho

Publicada DOU 17/08/2004

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)