

## **"MINIMIZAÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO"**

Autor: Núbia Aparecida Vale

Orientador: Prof. José Claudio

Fevereiro/2011

NUBIA APARECIDA VALE

**"MINIMIZAÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO"**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil  
da Escola de Engenharia UFMG

Ênfase: Gestão e Tecnologia na Construção Civil

Orientador: Prof. José Claudio

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2011

V149 Vale, Núbia Aparecida  
Minimização da geração de resíduos de construção e demolição [manuscrito] /  
Núbia Aparecida Vale. — 2011.  
52 f., enc.: il.

Orientador: José Cláudio Nogueira Vieira.

“Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da  
Escola de Engenharia UFMG “.

Bibliografia: f. 51-52.

1. Construção civil. 2. Resíduos sólidos – Reaproveitamento. I. Vieira, José  
Cláudio Nogueira. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de  
Engenharia.

CDU:69.059.64

Ficha elaborada pelo Processamento Técnico da EEUFMG

Pagina destinada a folha de aprovação

Dedico este trabalho a todos que fizeram parte desta jornada influenciando minha formação por meio de exemplos, incentivos, paciência, compreensão e generosidade.

## ***AGRADECIMENTOS***

Ao meu orientador Professor José Cláudio Viera pela disponibilidade e sugestões.

À construtora que permitiu a realização do estudo de caso deste trabalho em seu canteiro de obras e à equipe da Clam engenharia pelo auxílio e atenção.

Em especial à professora Maria Tereza Aguiar pela oportunidade e por acreditar em meu potencial.

## RESUMO

A busca incessante do mercado por produtos e serviços sustentáveis tem feito com que a indústria da construção civil observe melhor os seus processos e procedimentos, em busca de melhorias para tornar o seu produto final cada vez mais sustentável.

É inerente do setor da construção civil o grande volume de resíduos gerados, mas a preocupação com a correta destinação vai além dos tapumes das obras, uma vez que este tipo de “entulho” quando descartado de forma irregular contribui para o cenário de degradação do ambiente urbano.

A idéia de redução da geração dos resíduos vem aumentando no setor. Diversas técnicas para a reciclagem/reutilização no próprio canteiro estão sendo desenvolvidas, mas precisam ser mais trabalhadas e difundidas, de forma a ampliar a aceitação no mercado.

O gerenciamento de resíduos no canteiro de obra é o primeiro passo para a redução de custo e de perdas de materiais, pois o reaproveitamento de forma correta evita a geração de mais resíduos e possibilita o corte de custo com transporte e destinação final deste material.

Tomando como estudo de caso, este trabalho, enfoca um canteiro de obra da construção de um edifício residencial de luxo, para avaliar a foco na minimização da geração dos resíduos em todas as fases do empreendimento e a preocupação com a correta destinação destes.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Composição Típica de Resíduos da Construção Civil - CARDOSO(3).....	10
Figura 2 – O ciclo construtivo (modificado) - HENDRIKS (4) .....	11
Figura 3 – Demolição seletiva e redução de custo de obra (Modificado) - HENDRIKS (4).....	12
Figura 4 – Origem do RCD em algumas cidades brasileiras (% da massa total) - PINTO (5) .....	13
Figura 5 – Hierarquia do Gerenciamento de Resíduos .....	28
Figura 6 – Demolição Seletiva fluxo de resíduos (modificado) - HENDRIKS (4) .....	33
Figura 7 – Vista geral do empreendimento .....	42
Figura 8 – Separação do resíduo na obra.....	45
Figura 9 – Fluxo da Separação do Resíduo na Obra CLAM(10) .....	47

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Atividade construtiva e respectivo resíduo gerado - CARDOSO(3) .....	14
Tabela 2 – Destinação de resíduos de construção civil – CONAMA (2) .....	20
Tabela 3 - Principais Responsabilidades na Gestão dos RCD - CARDOSO (3) .....	21
Tabela 4 – Operações de beneficiamento de RCD - ZORDAN(9) .....	40
Tabela 5 - Resumo das principais características técnicas de algumas das usinas de reciclagem de RCD brasileiras. ....	41
Tabela 6 – Volume gerado na obra - CLAM(10). ....	43

## **LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS**

NBR = Norma Brasileira

CONAMA = Conselho Nacional de Meio Ambiente

RCD = Resíduos de Construção e Demolição

PGR = Plano de Gerenciamento de Resíduos

PNRS = Plano Nacional de Resíduos Sólidos

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2. RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO - RCD .....</b>	<b>10</b>
2.1 Composição do RCD .....	10
2.2 Geração de RCD .....	11
(Continuação) .....	15
2.2.1 Estimativa da Geração de RCD .....	18
2.3 Classificação e destinação do RCD .....	19
2.4 Legislações e Normas Técnicas .....	20
2.4.1 Resoluções do CONAMA.....	22
2.4.2 PNRS – Plano Nacional de Resíduos Sólidos .....	23
<b>3. PROBLEMÁTICA DO PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO .....</b>	<b>25</b>
<b>4. GESTÃO DE RCD – MINIMIZAÇÃO DA GERAÇÃO.....</b>	<b>27</b>
4.1 Prevenção / Não Geração.....	29
4.1.1 Projeto, Processo Construtivo e Manutenção.....	30
4.1.2 Demolição.....	32
4.2 Reutilização .....	34
4.3 Reciclagem .....	34
4.3.1 Reciclagem dos RCD Classe A.....	36
4.3.2 Reciclagem dos RCD Classe B.....	37
4.3.3 Reciclagem dos RCD Classe C.....	38
4.4 Usinas de reciclagem.....	39
<b>6. ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>42</b>
6.1 O Empreendimento .....	42
6.2 Resíduos Gerados Na Obra.....	43
6.3 Plano de Gerenciamento .....	43
6.3.1 Fase Projeto / Preparação Obra.....	44
6.3.2 Construção.....	44
6.4 Resultados Obtidos e Dificuldades Encontradas .....	46
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>48</b>
<b>8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>49</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A produção de resíduos tornou-se com o passar dos séculos num dos grandes vilões ambientais da atualidade. Resultado das atividades humanas sabe-se hoje da impossibilidade de haver vida sem a produção de resíduos.

A construção civil se insere neste cenário como um gerador de grande quantidade de resíduos volumosos e que em sua maioria tiveram ao longo de décadas como destinação final o descarte clandestino. Em função da fartura de matérias primas disponíveis para o mercado da construção civil não havia interesse na redução, reuso ou reciclagem desses resíduos.

A partir do crescimento da preocupação com a preservação e conservação do meio ambiente e da consciência da finitude dos recursos naturais a minimização dos impactos da geração de resíduos passou a ser objeto de interesse científico.

Assim a partir da segunda guerra mundial, quando faltava local de destino para os escombros das edificações destruídas na guerra e também havia carência de agregados para promover a reconstrução das cidades iniciaram-se pelo mundo os primeiros estudos para o reuso e/ou reciclagem dos resíduos de construção e demolição – RCD.

No Brasil os estudos de métodos para utilização dos RCD foram difundidos a partir dos anos oitenta e concentraram-se principalmente na utilização destes como agregados para concretos.

A partir dos anos noventa começaram a surgir as primeiras usinas de reciclagem e reutilização de RCD. Nesse sentido as cidades de São Paulo e Belo Horizonte foram pioneiras.

Estima-se que do total de resíduos gerados nas cidades brasileiras cerca de 50 a 70% sejam RCD. Essa grande quantidade de resíduos sobrecarrega os sistemas limpeza pública transferindo para o estado a responsabilidade que é preponderantemente dos agentes geradores, geralmente ocasionando a deposição clandestina destes resíduos.

Nesse contexto a partir de 2002, no Brasil, há o estabelecimento de políticas públicas, legislações, normas, especificações técnicas e instrumentos econômicos, direcionados à solução dos problemas resultantes do manejo inadequado dos RCD. Este conjunto de instrumentos possibilitou o surgimento de iniciativas individuais, mas não isoladas, para o desenvolvimento de metodologias de sistemas de gestão de resíduos.

Atualmente há um grande número de construtoras que, instituem sistemas de gerenciamento em seus canteiros de obra. Esse movimento é ainda incipiente, mas crescente em função do porte do empreendedor.

A ação desses empreendedores vem ao encontro do esforço crescente dos municípios na busca do cumprimento às diretrizes do Conselho Nacional do Meio Ambiente e mais recentemente ao Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Sendo que estes últimos pregam a adoção de ações para minimização da geração de resíduos de construção como caminho para o equacionamento da problemática dos resíduos de construção.

## 2. RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO - RCD

### 2.1 Composição do RCD

Vários trabalhos técnicos utilizam a sigla RCD para designar os resíduos da construção e demolição, derivados de processos construtivos, reformas, manutenções e demolições. Em alguns outros, porém, é comum encontrar a designação RCC para os resíduos gerados por obras novas da construção civil. Neste trabalho todos os tipos de resíduos resultantes de processos da construção civil serão denominados RCD (singular e plural).

Para BIOCYCLE (1), RCD são “resíduos sólidos não contaminados, provenientes de construção, reforma, reparos e demolição de estruturas e estradas, e resíduos sólidos não contaminados de vegetação, resultantes de limpeza e escavação de solos. Como resíduos, incluem-se blocos, concreto e outros materiais de alvenaria, solo, rocha, madeira, forros, argamassa, gesso, encanamentos, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos que não camuflam outros resíduos, fiação elétrica e equipamentos que não contenham líquidos perigosos e metais que estiverem num desses itens acima”.

Já na concepção da Resolução CONAMA (2), 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.

Os resíduos de construção são compostos de uma ampla variedade de materiais. A composição dos resíduos gerados varia de empreendimento para empreendimento, mas observa-se a manutenção de certa proporção do volume gerado de cada material. A figura 1 apresenta a composição típica dos RCD

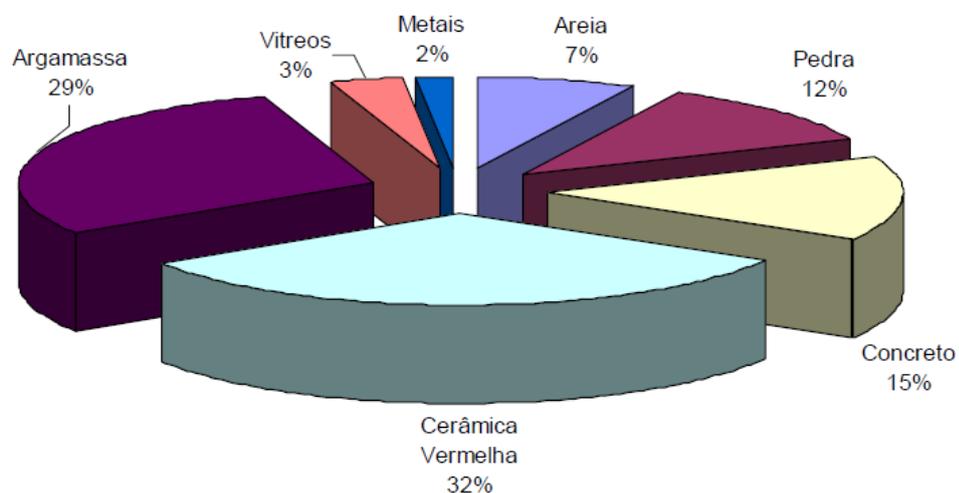


Figura 1 – Composição Típica de Resíduos da Construção Civil - CARDOSO(3)

## 2.2 Geração de RCD

Os processos na construção civil são cíclicos, figura 2. Desta maneira as entradas e saídas podem ser totalmente determinadas ou previstas, possibilitando o desenho do processo visando à minimização da geração dos resíduos.

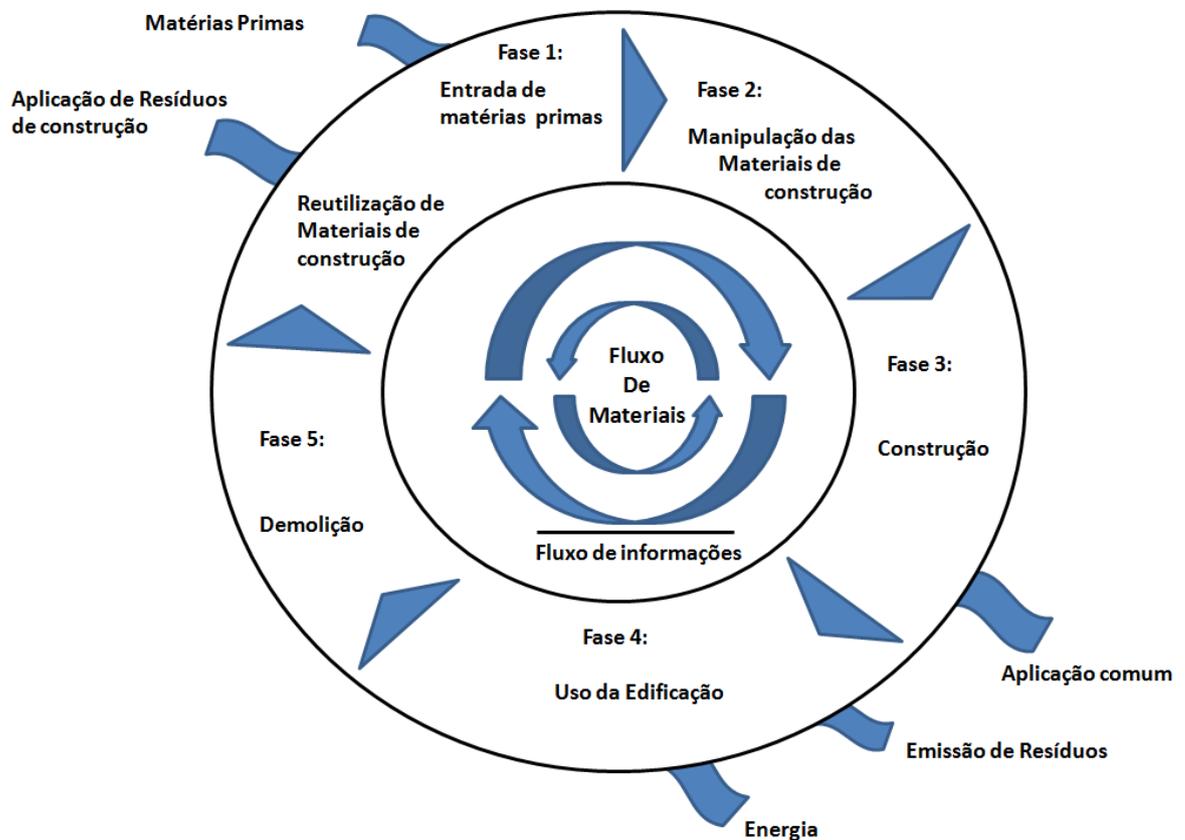


Figura 2 – O ciclo construtivo (modificado) - HENDRIKS (4)

Apesar disso, na prática o que realmente ocorre é a geração de resíduos por falhas de planejamento/construção ou de interface entre os diversos projetos que compõem o empreendimento.

Segundo CARDOSO(3) apud Grigoli, a origem da geração de resíduos nos canteiros de obras brasileiros ocorrem em função de:

- ✓ Quebra de produtos, ou ruptura de embalagens durante a descarga;
- ✓ Quebra de produtos, ou ruptura de embalagens durante a armazenagem;
- ✓ Quebra de produtos, ou ruptura de embalagens durante o transporte;
- ✓ Quebra de serviços já executados em função de erros de execução;
- ✓ Quebra de serviços já executados em função de erros de projetos;
- ✓ Quebra de serviços já executados em função de mudanças de projetos;

- ✓ Quebra de produtos durante a execução dos serviços, por falta de planejamento durante a modulação da obra;
- ✓ Perda de materiais por falta de qualificação da mão-de-obra empregada;
- ✓ Perdas na forma de entulho de obra, por falta de gestão na operacionalização das atividades do canteiro de obra.

Outras fontes geradoras de resíduos são as demolições. No Brasil ainda não se pratica massivamente a técnica da demolição seletiva, onde há a desconstrução do empreendimento de forma a se reaproveitar/reciclar ao máximo toda matéria prima disponível. Essa técnica permite a agregação de valor ao resíduo na medida em que este é extraído da construção visando o seu reaproveitamento. A comercialização destes resíduos podem ainda minimizar o custo do empreendimento conforme demonstrado na figura 3.



Figura 3 – Demolição seletiva e redução de custo de obra (Modificado) - HENDRIKS (4)

Em detrimento disso, o processo de demolição mais comumente empregado promove a mistura de vários tipos ou classes de materiais dificultando a sua separação e o reaproveitamento.

No Brasil, ao contrário do que ocorre em países europeus, o volume de resíduos gerados por habitante é relativamente menor tendo em vista o elevado número de novas construções. Apesar disso, no montante total de resíduos gerados, os resíduos de demolição são expressivamente mais volumosos, vide Figura 4.

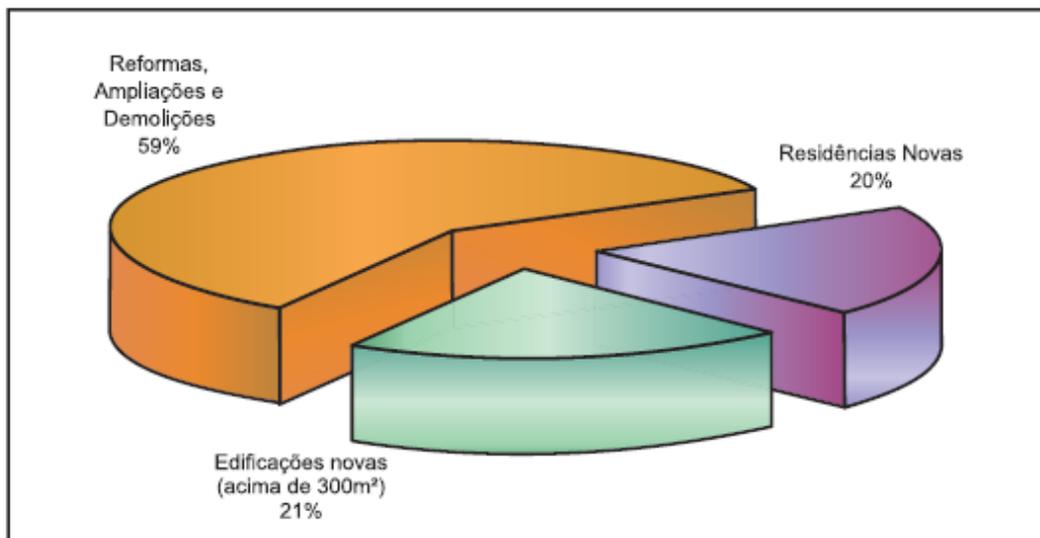


Figura 4 – Origem do RCD em algumas cidades brasileiras (% da massa total) - PINTO (5)

A composição dos RCD varia nos diferentes pontos do país e entre os países, em função do método construtivo empregado e do patamar tecnológico em que se situa o empreendedor. O volume de resíduos de demolição tem aumentado em função do crescimento do adensamento dos grandes centros urbanos.

Assim, as peculiaridades inerentes ao processo de produção na construção civil determinam a quantidade e o tipo de resíduos gerados. Em detrimento disto e tendo-se em vista a previsibilidade do processo construtivo, pode-se estimar os possíveis resíduos gerados em cada fase do processo produtivo, conforme tabela 1.

Tabela 1 – Atividade construtiva e respectivo resíduo gerado - CARDOSO(3)

<b>Atividade Construtiva</b>		<b>Resíduos Gerados</b>
<b>Demolições, retirada e remoção.</b>	Demolição de cobertura	Telhas cerâmicas e de fibrocimento, e perfis.
	Demolição da estrutura de telhados	Madeira e peças metálicas.
	Demolição do forro	Gesso e tábuas.
	Demolição de vigas	Barras de ferro e concreto.
	Demolição de piso	Tábua corrida, argamassa, ladrilho, cerâmica, pedras, material vinílico e pisos poliméricos (antiderrapantes).
	Demolição de revestimentos	Azulejos, lambris, argamassa, madeira e cortiça.
	Demolição de alvenaria	Bloco cerâmico, maciço ou furado, blocos de concreto (celular, ciclópico), pedras e argamassas.
<b>Limpeza do Terreno</b>	Corte de capoeira fina	Resíduo vegetal
	Raspagem e limpeza do terreno	Terra, pedra e vegetais.
<b>Instalações provisórias</b>	Construção de abrigo provisório	Madeira, argamassa, telhas e pregos.
	Abertura e revestimento de poços	Material rochoso, solo, blocos e argamassa.
<b>Movimento de terra</b>	Escavações em solo e rocha	Solo e resíduo rochoso.
	Execução de muros de arrimo, gabiões e talude	Pedra, argamassa, solo e rocha.
<b>Carga, descarga e transporte.</b>	Carga, Descarga e Transporte Material a granel, blocos, telhas, ladrilhos	Azulejos e cimento.
<b>Drenagem do Terreno</b>	Escavação de Valas	Solo e rejeitos rochosos.

Tabela 1 – Atividade construtiva e respectivo resíduo gerado - CARDOSO(3)

<b>Atividade Construtiva</b>		<b>Resíduos Gerados</b>
<b>Drenagem do Terreno</b>	Escoramento, lastro, drenagem e assentamento	Prancha de madeira, areia, brita, concreto, juntas de tubos cerâmicos e de concreto.
<b>Preparo da Argamassa</b>	Preparo da areia peneirada	Pedregulhos e areias.
	Preparo de argamassas	Cal, areia, cimento, pedrisco, saibro, pó de mármore, cimento branco, cimento colante e arenoso.
<b>Infra-Estrutura</b>	Escavação de valas	Solo e rocha.
	Escoramento, lastro, drenagem e assentamento	Prancha de madeira, areia, brita concreto, juntas de tubos cerâmicos e de concreto
	Preparo da armadura	Sobras de aço.
	Preparo do concreto estrutural	Areia, brita e cimento.
	Lançamento e aplicação do concreto estrutural	Concreto.
<b>Superestrutura</b>	Confecção de formas	Tábuas, chapas de madeira e chapas metálicas.
	Confecção de armaduras	Sobras de aço e arames.
	Preparo de concreto estrutural	Areia, brita, cimento e vermiculita.
	Lançamento e aplicação do concreto	Concreto.
	Regularização e acabamento de superfícies de concreto	Concreto.
	Construção de alvenaria estrutural	Blocos (cerâmicos, concreto e sílico-calcário).

*(Continuação)*

Tabela 1 – Atividade construtiva e respectivo resíduo gerado - CARDOSO (3)

<b>Atividade Construtiva</b>		<b>Resíduos Gerados</b>
<b>Vedação</b>	Confecção de alvenaria	Tijolos e blocos.
	Instalação de placas divisórias	Painéis pré-fabricados, elementos de juntamente, placas de granilite.
<b>Esquadrias</b>	Colocação de portas de janelas	Aparas de madeira e peças de fixação.
	Chumbagem e acabamento	Argamassa e aparas.
<b>Cobertura</b>	Confecção de estrutura de madeira	Lascas de madeira, pregos e juntas.
	Confecção de estrutura metálica	Aparas metálicas de alumínio e aço e peças de fixação.
	Cobertura com telhas	Restos de telhas (cerâmicas, fibrocimento), aparas de chapas de aço.
<b>Instalações hidráulicas</b>	Abertura de rasgos em alvenarias e concreto	Pedaços de concreto e alvenaria.
	Assentamento de tubos e conexões	Aparas de tubulações e material de rejuntamento.
	Colocação de peças hidráulico-sanitárias	Peças defeituosas, material de vedação e argamassa de arremate.
<b>Instalações Elétricas</b>	Instalação de transformador e caixas de entrada	Argamassa e arremate.
	Assentamento de eletrodutos	Peças defeituosas, material de junção e argamassa de arremate.
	Colocação de peças elétricas	Aparas de fios e cabos.
<b>Forro</b>	Instalação de forros e luminárias	Aparas de arremate e moldagem de: tábuas, placas de gesso, PVC, chapas de fibras de madeira, fibrocimento, forros metálicos, fibras orgânicas, placas de cortiça e painéis de fibra de vidro.

*(continuação)*

Tabela 1 – Atividade construtiva e respectivo resíduo gerado - CARDOSO (3)

<b>Atividade Construtiva</b>		<b>Resíduos Gerados</b>
<b>Impermeabilização e isolação térmica</b>	Impermeabilização	Emulsão asfáltica, PVC extrudado e elastômeros sintéticos.
	Isolamento térmico	Argila expandida, pedra britada solta, lajotas pré-moldadas de concreto, poliestireno, tijolos cerâmicos furados, mantas de fibra de vidro, placas de concreto celular e cortiça.
<b>Piso interno</b>	Execução de lastro de concreto	Concreto.
	Assentamento de piso	Lascas cerâmicas e argamassa.
<b>Revestimento de forro e parede</b>	Execução de chapisco, emboço e reboco	Argamassa e areia.
	Assentamento de azulejo	Argamassa ou cola e azulejos.
	Colocação de cantoneiras de alumínio em cantos externos de azulejos	Lascas de alumínio.
	Execução de piso cimentado	Cimento.
<b>Vidros</b>	Colocação de vidros	Lascas de vidro, massa de fixação.
<b>Pintura</b>	Pintura em geral	Sobras de material de pintura.
<b>Serviços Complementares</b>	Construção de muros e alambrados	Blocos de concreto, placas de concreto pré-fabricado, tela de arame ou galvanizado.
	Pavimentação externa	Concreto, brita, placas de arenito, areia, ladrilho hidráulico ou paralelepípedo.
	Execução de paisagismo	Cortes de vegetais e limpeza do terreno.

### **2.2.1 Estimativa da Geração de RCD**

A estimativa da geração de RCD deve fazer parte do planejamento do sistema de gestão tanto municipal quanto de cada empreendimento.

Nesse sentido, interessa principalmente ao poder público e ao empreendedor a previsão qualitativa e quantitativa da geração dos RCD.

O empreendedor deve estimar os possíveis resíduos gerados em cada fase do empreendimento a fim de prever ações de minimização da geração dos RCD antes do início das atividades.

O poder público deve estimar qualitativa e quantitativamente os resíduos gerados visando à criação de mecanismos e infra estrutura para o cumprimento da legislação e conseqüentemente da destinação final adequada dos resíduos.

Atualmente as metodologias disponíveis para se estimar a geração de resíduos, em um empreendimento ou município, e mais utilizadas são a desenvolvida por PINTO (6) e a baseada em indicadores regionais.

A metodologia, desenvolvida por PINTO(6), considera que, a partir da utilização de técnicas de construção convencionais e adotando-se uma massa por metro quadrado construído de 1.200 kg, obtém-se um desperdício da ordem de 25% do peso total do material colocado na obra onde em média, metade desse percentual é retirado dos canteiros na forma de entulho. A partir daí obtém-se uma taxa de referência da geração de RCD da ordem de 150 kg/m<sup>2</sup> ou 0,15 t/m<sup>2</sup>.

Assim a massa total de resíduos gerados é obtida por meio da equação:

$$\text{Massa Total de Resíduos} = \text{Área Construída (m}^2\text{)} \times 150 \text{ kg/m}^2$$

A metodologia baseada na criação de indicadores regionais, desenvolvida por PCC (7), é fundamentada no estudo das perdas observadas e registradas em canteiros de obras de diferentes partes do país, considerando-se as peculiaridades relativas ao método construtivo. Por meio da observação crítica do caminho percorrido por um material, desde a entrada na obra até a aplicação final, são estabelecidas duas categorias de indicadores de perdas (globais e específicos). Os indicadores globais, de maior amplitude, estabelecem um conjunto de etapas a serem percorridas pelos materiais no canteiro de obras. Em contrapartida, os indicadores específicos, estabelecem números relativos a uma única etapa construtiva permitindo a explicação dos indicadores globais. A partir dos resultados obtidos com esses indicadores é possível identificar e mapear as perdas de cada tipo de material na obra.

As recentes inovações tecnológicas introduzidas na construção civil e o processo crescente de industrialização fazem com que a estimativa necessária a implantação de um sistema de gestão pelo empreendedor, não possa ser obtida, a partir do método desenvolvido por PINTO (6), tendo em vista, ser proveniente de década passada quando os processos construtivos utilizados possuíam características mais artesanais e por não representar as peculiaridades de cada empreendimento. Entretanto, a metodologia de utilização de indicadores na gestão de RCD, por ser mais específica pode ser adaptada e atualizada para retratar as perdas relativas ao método construtivo de cada empreendimento.

Para uma eficiente gestão visando à minimização da geração de RCD há a necessidade da análise minuciosa das fases do processo construtivo e principalmente a adoção do registro do histórico da geração de resíduos dos empreendimentos já realizados pelo mesmo construtor onde haja a utilização da mesma técnica construtiva.

A adoção de processos generalistas de estimativa da geração de RCD promove o atraso da adoção de técnicas que promovam a efetiva minimização da geração, que por sua vez possuem caráter educativo, tanto para a mão de obra quanto para o construtor, e que podem levar ao aprimoramento do método construtivo.

Entretanto, do ponto de vista da necessidade das municipalidades, a metodologia desenvolvida por PINTO(6), apresenta-se como uma ferramenta extremamente útil para a operacionalização do sistema municipal de gestão de resíduos.

### **2.3 Classificação e destinação do RCD**

Visando viabilizar a gestão diferenciada dos resíduos de construção e demolição, o artigo terceiro da Resolução 307 de 2002 classifica os resíduos gerados nas atividades de construção civil, em quatro categorias, a saber:

- ✓ Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
  - a) Resíduos de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem.
  - b) Resíduos de construção, demolição reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc.).
  - c) Resíduos resultantes do processo de fabricação e/ou demolição de peças pré moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios, etc.).
- ✓ Classe B – são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros.
- ✓ Classe C – são os resíduos para os quais ainda não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso.
- ✓ Classe D – são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriunda de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

A separação e o manejo dos RCD obedecendo à classificação estabelecida pelo CONAMA (2), tabela 2, disciplinam a manipulação desses resíduos possibilitando o estabelecimento das respectivas destinações específicas por classes e o retorno destes à cadeia produtiva na forma de subprodutos reciclados.

Tabela 2 – Destinação de resíduos de construção civil – CONAMA (2)

Classe	Destinação
A	Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterros de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
B	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
C	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
D	Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Na prática o que ocorre nos canteiros de obra brasileiros é o aproveitamento das aparas de materiais como papel, metálicos, plásticos e parte da madeira, que têm valor comercial imediato e serão encontrados nos resíduos de construção em quantidades menores em relação ao total gerado. O restante dos resíduos é geralmente manejado como material sem valor comercial.

Nos RCD, é relativamente baixa a presença de resíduos perigosos (produtos ácidos, inflamáveis e outros), mas esse aspecto não deve ser esquecido, dotando-se esta parcela dos RCD de procedimentos e tratamentos adequados.

A baixa disponibilidade de dados a cerca do volume e das particularidades que envolvem a geração de resíduos, mascaram a magnitude da perda real que ocorre nos canteiros de obra no Brasil. Isso ocorre num cenário onde há cada vez menos espaço para o desperdício de matéria prima tanto por questões econômicas como ambientais.

#### **2.4 Legislações e Normas Técnicas**

O aparato normativo nacional apresenta-se favorável, às atividades de minimização da geração de resíduos de construção civil, forçando implicitamente os municípios e os empreendedores a se organizarem nesse sentido.

Historicamente, as medidas adotadas relacionadas aos RCD são emergenciais e de caráter paliativas, em função da falta de informação e do despreparo dos envolvidos em avaliarem seus impactos.

Os resultados seriam mais proveitosos se cada agente envolvido no processo assumisse a responsabilidade que lhe cabe, tabela 3, na gestão de RCD.

Tabela 3 - Principais Responsabilidades na Gestão dos RCD - CARDOSO (3)

Agente	Responsabilidades
Governo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduzir instrumentos de regulação direta e econômica visando à regulamentação do gerenciamento da coleta, transporte e fiscalização de disposição;</li> <li>• Buscar desencorajar o uso de aterros, ou estipular padrões e fiscalizar a utilização de entulho para aterramentos;</li> <li>• Buscar o fortalecimento de atividades recicladoras;</li> <li>• Estabelecer metas para redução de recursos naturais escassos;</li> <li>• Incentivar para uso de resíduos oriundos de construção e demolição: induzir a redução da produção de resíduos durante o processo construtivo;</li> <li>• Fortalecer a produção de agregados reciclados;</li> <li>• Mapear e estimular áreas legais de disposição de resíduos sólidos.</li> </ul>
Geradores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar reduzir as perdas e a geração de resíduos por meio da adoção de métodos construtivos mais racionais;</li> <li>• Introduzir um sistema eficiente de gestão de resíduos sólidos durante o processo construtivo;</li> <li>• Conscientizar-se da necessidade de utilizar materiais reciclados;</li> <li>• Viabilizar as atividades de reciclagem, assegurando a qualidade dos resíduos segregados;</li> <li>• Investir em Pesquisa e Desenvolvimento.</li> </ul>
Clientes, Empreendedores, arquitetos, engenheiros e consultores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabelecer critérios de especificação que visem à utilização de materiais reciclados e adoção de princípios de sustentabilidade;</li> <li>• Estimular a adoção de sistema de gestão de resíduos;</li> <li>• Definir critérios de racionalização e padronização na definição dos métodos construtivos visando produzir edifícios flexíveis e de fácil demolição.</li> </ul>
Transportadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar exercer a atividade de transporte de maneira consciente e responsável, levando os resíduos às áreas destinadas oficialmente pelo município;</li> <li>• Contribuir para os programas de controle e fiscalização do volume e características do resíduo produzido;</li> <li>• Conscientizar seus motoristas dos impactos causados por resíduos dispostos irregularmente.</li> </ul>
Processadores dos resíduos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assegurar a qualidade dos agregados reciclados.</li> </ul>
Universidades e Institutos de pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolver pesquisas: Implementação de laboratórios, pesquisa aplicada, assessoria parlamentar, cursos, consultoria, integração de agentes, dentre outros.</li> </ul>

Geralmente a iniciativa para a minimização da geração RCD, ocorre em função da certificação do sistema de gestão de qualidade, pelo processo de licenciamento ambiental ou quando o construtor identifica vantagens econômicas com a prática.

O aparato normativo disponível no cenário nacional apresenta principalmente:

- Resoluções do CONAMA;
- Normas técnicas da ABNT;
- Lei Federal 12.305/10 e decreto 7.404/10.

#### **2.4.1 Resoluções do CONAMA**

O Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA estabelece diretrizes para a Gestão dos Resíduos de Construção Civil, de forma a disciplinar as ações no sentido de minimizar os impactos ambientais gerados pela atividade, por meio da publicação de resoluções.

Dentre as principais resoluções ligadas aos resíduos sólidos destaca-se a CONAMA(2), que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos de construção e demolição.

Entre as medidas dispostas na Resolução CONAMA N° 307/02, pode-se destacar aquela que considera o gerador como responsável pela coleta, transporte e disposição final adequada dos RCD.

Ainda segundo a Resolução, os resíduos de construção e demolição não poderão ser dispostos em: aterros de resíduos domiciliares, áreas de “bota-fora”, encostas, corpos d’água, lotes vagos ou em áreas protegidas por lei.

A resolução CONAMA (2) incorpora a premissa dos 03 Rs (reduzir, reutilizar e Reciclar), e como já foi mencionado em outro capítulo, classifica os RCD em 04 tipos (classe A, B, C e D). Visando fomentar a adoção da premissa dos três res e conseqüentemente a minimização da geração dos RCD.

Ainda conforme CONAMA(2): “Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final”.

Nessa resolução há a definição distinta entre reutilização e reciclagem, sendo a primeira o processo de re-aplicação do material sem passar por transformação, enquanto na segunda há o reaproveitamento do resíduo, após a transformação ou beneficiamento. A resolução também estabelece que o gerador deve acondicionar temporariamente o RCD em local adequado, possibilitando a sua reciclagem ou reutilização.

Com base nessa iniciativa federal e após a realização de estudos específicos, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT lançou cinco normalizações sobre o assunto, apresentadas a seguir.

### Normas Técnicas Brasileiras

Como decorrência das diretrizes estabelecidas pela resolução CONAMA 307, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) constituiu grupos de trabalho visando à elaboração de normas técnicas necessárias à adequação do manejo, beneficiamento e uso dos resíduos das atividades construtivas. Dentre as quais:

- NBR 15.112/2004 – Resíduos da Construção Civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15.113/2004 – Resíduos Sólidos da Construção Civil e Resíduos Inertes – Aterros – Diretrizes para projetos, implantação e operação;
- NBR 15.114/2004 – Resíduos Sólidos da Construção Civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15.115/2004 – Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos;
- NBR 15.116/2004 – Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.

#### **2.4.2 PNRS – Plano Nacional de Resíduos Sólidos**

Após tramitar por mais de vinte anos no congresso nacional, em 2010 foi sancionada a lei 12.305 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS; alterando a Lei no 9.605/98 (Lei de crimes ambientais) e estabelecendo diretrizes para a gestão de resíduos no território nacional.

Os principais objetivos do PNRS, são:

- A proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
- A não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- Estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção de bens e serviços;
- O desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;
- O incentivo à indústria de reciclagem e a gestão integrada de resíduos sólidos.

Segundo PNRS(8), estão sujeitos à observância desta lei todos os responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e ou pelo desenvolvimento de ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

“Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos “ PNRS (8), estado de acordo com as premissas da resolução CONAMA 307/02.

As principais inovações trazidas pelo PNRS são: a Logística Reversa e a Responsabilidade Compartilhada.

O PNRS define logística reversa como: “instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.”

A Responsabilidade Compartilhada, por sua vez, é definida como: “o conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares de serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos.”

Sendo estabelecidos nesta lei de modo claro quais são os papéis de cada um dos atores da cadeia e do ciclo de vida dos produtos.

Em linhas gerais, como a nova lei ainda necessita de regulamentação de vários pontos, especialmente em relação à chamada Logística Reversa. Visando sanar esta deficiência do PNRS foi instituído o decreto 7.404 em 23 de dezembro de 2010.

#### Decreto Federal 7.404 de 2010

Este decreto regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, criando o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos sólidos e o Comitê Orientador para a implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências.

O Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, têm o propósito de apoiar a estruturação e implementação do PNRS mediante a articulação dos órgãos e entidades governamentais.

O comitê orientador tem o objetivo de "estabelecer a orientação estratégica da implementação de sistemas de logística reversa", definindo prioridades e cronogramas, além de avaliar e aprovar estudos, diretrizes, necessidades e medidas.

De acordo com o artigo 5º do decreto, a responsabilidade pelos Resíduos Sólidos recai sobre todos os integrantes da cadeia que proporcionam ou ajudam na geração dos resíduos. Ou seja, além da responsabilidade atrelada às pessoas físicas e jurídicas ligadas à comercialização do produto, o decreto, mantendo o disposto na Lei nº 12.305/10, impõe, aos próprios consumidores, desde que estabelecido o sistema de coleta seletiva ou sistema de logística reversa no respectivo município, a responsabilidade pelo correto e diferenciado acondicionamento dos resíduos sólidos gerados, e a disponibilização dos reutilizáveis e recicláveis de forma ordenada para coleta ou devolução.

A logística reversa, conforme o artigo 13 do decreto federal, "é o instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado pelo conjunto de ações, procedimentos e

meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada".

O decreto federal nº 7.404/2010, indica os instrumentos para implementação e operacionalização da logística reversa. Sendo eles os acordos setoriais, os regulamentos expedidos pelo poder público e os termos de compromisso, devendo, todos, ser previamente avaliados pelo comitê orientador.

Os acordos setoriais - "atos de natureza contratual, firmados entre o poder público e os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, visando à implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto" - devem ser precedidos de editais de chamamento caso iniciados pelo poder público. Quando demandados pelos fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, deverão ser "precedidos da apresentação de proposta formal pelos interessados ao Ministério do Meio Ambiente".

Já os "regulamentos expedidos pelo poder público", segundo o artigo 30, significam que a logística reversa poderá ser instituída por regulamento e de forma direta. Basta, para tanto, a expedição de decreto pelo poder executivo, cuja viabilidade técnica e econômica deverá ser previamente avaliada pelo comitê orientador.

O terceiro e último instrumento para a implantação da logística reversa são os "termos de compromisso", que buscam vincular quem os assina à instituição da logística reversa.

O decreto abrange, ainda, as diretrizes para gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, à possibilidade de participação dos catadores nos procedimentos de coleta, a previsão dos planos nacional, estadual, regional e municipal para a gestão dos resíduos. Isso entre outros procedimentos e providências interligados ao tema, além de indicar hipóteses de dispensa ou redução do plano de gerenciamento de resíduos sólidos quando se tratar de microempresa ou empresa de pequeno porte.

### **3. PROBLEMÁTICA DO PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO**

Da mesma forma que os resíduos sólidos urbanos, historicamente, os resíduos de construção e demolição são recolhidos e acondicionados misturando-se diferentes tipos de materiais dificultando assim o seu reaproveitamento. A mistura de diferentes classes de RCD pode gerar a contaminação de algumas parcelas dos resíduos inviabilizando a reutilização e reciclagem.

A falta de consciência do empreendedor/construtor, a falta de espaço na obra, os prazos apertados para finalização da construção e a falta de qualificação e treinamento da mão de obra fez com que se desenvolvesse pouco a cultura da coleta seletiva.

Sabe-se hoje que o melhor caminho para o reaproveitamento desses resíduos é a seleção feita diretamente no local de geração, mas a cultura da mistura fez surgir outro nicho de mercado com o desenvolvimento de técnicas para separação do RCD misto.

Atualmente o processamento dos resíduos misturados envolve processos manuais e mecânicos.

Sendo:

- Processos Manuais:

- ✓ Catação Manual.

- Processos Mecanizados:

- ✓ Separação por densidade;
- ✓ Trituração e Separação por granulometria;
- ✓ Incineração;
- ✓ Separação Magnética (para ferrosos);
- ✓ Separação de Metais pelo efeito da Corrente de Foucault – Eddy Current (para não magnéticos e não ferrosos).

Os processos de separação dos resíduos misturados envolvem um custo total pouco vantajoso quando comparado aos processos de separação “in loco”. Por sua vez, os processos de separação no local de geração dos resíduos demandam a definição e implantação de um sistema de gerenciamento do RCD.

Segundo CARDOSA(3) apud Blumenschein, a definição de um sistema de gerenciamento dos RCD envolve, dificuldades e complexidades que devem ser criteriosamente analisadas, dentre as quais se destacam:

- ✓ O volume do resíduo produzido (que justifique todo o esforço para a redução da sua geração);
- ✓ O numero de participantes no processo construtivo (que torna o fluxo de informações falho);
- ✓ O numero de agentes que compartilham a responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos sólidos (quando o setor público não cumpre com a sua responsabilidade enfraquece as ações e esforços do setor produtivo e do terceiro setor);
- ✓ Os recursos escassos para o financiamento de projetos de pesquisa de novos materiais produzidos a parir da reciclagem de resíduos;
- ✓ Os recursos escassos dos municípios para atacarem os problemas de gestão ambiental;
- ✓ O potencial de reciclagem de resíduos oriundos do processo construtivo (em torno de 80% dos resíduos de uma caçamba são recicláveis);
- ✓ A necessidade e responsabilidade do setor público de instituir instrumentos que controlem e estimulem a gestão dos resíduos gerados em canteiros de obra;
- ✓ A responsabilidade e o compromisso do setor produtivo em atender às legislações referentes ao tema.

Fazendo-se necessário o equacionamento de um sistema que integre todas essas variáveis de maneira a assegurar a redução dos gastos públicos, a segurança sanitária e as premissas da minimização, redução, reutilização e reciclagem dos RCD.

#### **4. GESTÃO DE RCD – MINIMIZAÇÃO DA GERAÇÃO**

De acordo com CONAMA(2), “o 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 implantar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos.”

Nesse sentido, gerenciamento de resíduos, busca promover a redução da geração destes no canteiro de obras, por meio da conscientização e sensibilização dos agentes envolvidos, do desenvolvimento de uma metodologia própria para cada empresa, buscando o atendimento às exigências do CONAMA.

Em virtude disso, várias cartilhas têm sido produzidas no país com a finalidade de auxiliar os empreendedores do setor a gerenciar os resíduos produzidos. Apesar dos empreendimentos apresentarem características diferentes em relação aos materiais e métodos construtivos, a maior parte das cartilhas se procura orientar os construtores em relação à diminuição do volume de RCD produzidos, por meio do Gerenciamento dos RCD no canteiro de obra.

Essas cartilhas têm ainda a finalidade de auxiliar os envolvidos, construtoras e municípios, no atendimento às exigências legais por meio da elaboração dos planos de gerenciamento dos RCD e o atendimento às metas a serem alcançadas pelo setor de construção civil na minimização da geração de RCD, como:

- Reduzir os desperdícios e o volume de resíduos gerados;
- Segregar os resíduos por classes e tipos;
- Reutilizar materiais, elementos e componentes que não requeiram transformações;
- Reciclar os resíduos, transformando-os em matéria-prima para a produção de novos produtos.
- Diminuição do custo de produção;
- Diminuição da quantidade de recursos naturais e energia a serem gastos;
- Diminuição da contaminação do meio ambiente;
- Diminuição dos gastos com a geração dos resíduos.

Assim, o Plano de Gestão de Resíduos, busca orientar, disciplinar e expressar o compromisso com ações corretas por parte dos responsáveis pelo empreendimento, por meio:

- a) Caracterização: identificação e quantificação dos resíduos na obra;

- b) Triagem: separação dos resíduos em classes estabelecidas no artigo 3º da resolução CONAMA 307, pelo gerador, preferencialmente na origem, ou então em áreas de destinação licenciadas para essa finalidade;
- c) Acondicionamento: garantia do confinamento dos resíduos, pelo empreendedor, após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos, a condição de reutilização e reciclagem;
- d) Transporte realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;
- e) Destinação final deverá ser feita conforme as classes a que pertencem os resíduos, assegurando-se a destinação adequada;
- f) Captação máxima dos resíduos gerados, por meio do monitoramento das fases construtivas e das ações dos agentes geradores;
- g) Alteração de procedimentos e culturas referentes à: intensidade de geração, melhoria das práticas de coleta e disposição;

O plano de gerenciamento dos resíduos de um empreendimento de construção deve visar atender a hierarquia de gerenciamento de RCD, conforme figura 5.

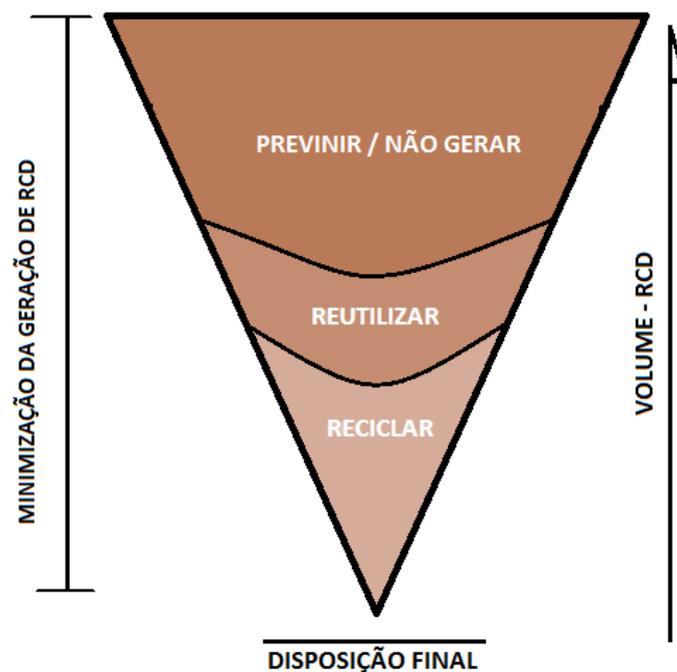


Figura 5 – Hierarquia do Gerenciamento de Resíduos

A não geração de resíduos nas atividades da construção é o objetivo principal do gerenciamento, mas esta tarefa não é muito fácil, e desta forma, a simples minimização da geração de resíduos passa a ser muito importante para a operacionalização do gerenciamento.

A minimização por meio da reutilização e a reciclagem dos resíduos contribuem para uma destinação mais adequada aos resíduos, mas estas iniciativas nem sempre são viáveis economicamente e não estão isentas de provocarem danos ao meio ambiente.

Quando o desenvolvimento de técnicas de reutilização e reciclagem não puder ser viabilizado, a disposição final dos resíduos é a última alternativa disponível. Entretanto, quando não executada conforme as normas e/ou legislação pertinentes, pode estar relacionada à geração de passivo ambiental CONAMA(2).

A destinação final dos resíduos deve ser feita para áreas de aterros de resíduos da construção civil conforme descrito no Art. 10 da resolução 307, CONAMA (2).

#### **4.1 Prevenção / Não Geração**

O processo de construção é composto por várias fases e todas elas envolvem conhecimentos específicos e técnicas específicas que podem minimizar a geração de RCD.

Da mesma maneira, em todas as fases da construção os agentes envolvidos podem contribuir para a prevenção e minimização da geração de RCD.

##### O CLIENTE

O cliente pode influenciar a geração de RCD:

- Usando ou reaproveitando uma construção existente;
- Modificando uma construção existente;
- Escolhendo novos sítios para novas construções;
- Exigindo o processo de demolição seletiva, quando essa for inevitável;
- Fazendo escolha dos materiais mais apropriados e de melhor qualidade;
- Demandando construções com longa vida útil e funcionalidades variáveis;
- Permitindo o tempo necessário ao planejamento do empreendimento;
- Evitando pressões para acelerar o cronograma da obra.
- Evitando mudanças de diretrizes durante a construção.

##### O ARQUITETO E ENGENHARIA

- Elaborando projeto enxuto, reduzindo gasto de materiais, resíduos, gasto de energia e custos;
- Demandando menor quantidade de acabamento.
- Adotando a divisão interna da construção não incorporada à estrutura.
- Evitando a especificação de materiais compostos.

- Minimizando o uso de adesivos, tintas, tratamento em madeiras e revestimentos.
- Realizando a compatibilização entre os diversos projetos que compõe a estrutura.
- Evitando detalhes construtivos difíceis de serem executados.
- Maximizando o uso de pré fabricados.
- Escolhendo o melhor método construtivo.

#### O CONSTRUTOR

- Realizando o planejamento da execução da obra completo e preciso;
- Adotando uma logística de obra eficiente;
- Preferindo materiais cujos fornecedores pratiquem a logística reversa;
- Treinando a mão de obra;
- Providenciando espaço para separação e acondicionamento dos RCD;
- Promovendo a separação do RCD no local de geração;
- Reutilizando os resíduos na própria obra quando possível;
- Optando pela adoção de um PGR para empreendimento.

#### **4.1.1 Projeto, Processo Construtivo e Manutenção**

##### FASE DE PROJETO

A geração de RCD pode ser prevenida ou minimizada durante a fase de design do empreendimento, por meio:

- Da especificação de materiais com ciclo de vida correspondente a uma aplicação particular;
- Da especificação de materiais que podem ser facilmente reciclados;
- Da especificação de materiais com padrão comercial, dimensões *standard*;
- Da modulação da estrutura visando facilitação da desconstrução e reutilização dos materiais (exemplo unidades pré fabricadas);
- Da opção por designs flexíveis que possam ser facilmente alterados em função do uso da construção;
- Da especificação de materiais de alta qualidade. Isso requer uma compra crítica, e checagem na entrega e nas especificações e fracassos anteriores.
- Da compra da quantidade certa de cada material e evitando desperdício;

- Da escolha cuidadosa do sítio onde será implantada a construção;
- Da orientação para o uso correta da edificação pelos usuários finais (exemplo por meio da elaboração do manual do usuário);
- Da observação do adequado uso dos materiais escolhidos e sua manutenção.

### FASE DE CONSTRUÇÃO

A geração do resíduo durante a fase de construção é decorrência das perdas nos processos construtivos. Parte dessas perdas permanece incorporada às construções, na forma de componentes cujas dimensões finais são superiores àquelas projetadas.

Um fato importante é grande variação nas perdas entre as diferentes empresas e em canteiros de uma mesma empresa que usam uma mesma tecnologia. Esta variabilidade demonstra ser possível combater as perdas e também a geração de resíduos sem mudança de tecnologia, por meio do aperfeiçoamento de projetos, seleção adequada de materiais, treinamento de recursos humanos, utilização de ferramentas adequadas, melhoria das condições de estoque, transporte e melhor gestão de processos.

Mudanças tecnológicas também podem reduzir as perdas e a geração de RCD na construção. Processos como a incorporação de instalações em paredes de alvenaria que exigem a quebra parcial da parede recém construída e sua reconstrução com argamassa, por exemplo, devem ser abandonados. No entanto, nem todas as novas tecnologias adotadas recentemente colaboram com a minimização das perdas. Este é o caso dos revestimentos internos à base de gesso, de adoção recente, que geram grande perda de material e produzem um resíduo de difícil tratamento.

A tecnologia também pode ser utilizada para aperfeiçoar as oportunidades de reutilização dos resíduos gerados na própria obra.

A redução das perdas na fase de construção provoca a redução da quantidade de material incorporada às obras, reduzindo também a geração de resíduo nas fases de manutenção e demolição.

O setor de construção encontra-se mobilizado em torno do tema de redução das perdas, principalmente quando isto significa uma oportunidade de redução de custos da obra na fase de construção. Medidas de controle de deposição, transporte e até mesmo taxaço da geração de resíduos pela construção são alternativas adicionais à disposição do poder público. Campanhas educativas podem apresentar resultados mais amplos, ao atingir também a construção informal.

### FASE DE MANUTENÇÃO

A geração de resíduo na fase de manutenção está associada a vários fatores:

- A correção de defeitos (patologias);

- A reformas ou modernização do edifício ou de partes do mesmo, que normalmente exigem demolições parciais;
- O descarte de componentes que tenham degradado e atingido o final da vida útil e por isso necessitam ser substituídos.

A minimização da geração de resíduos por esses fatores exige:

- A melhoria da qualidade da construção, de forma a reduzir manutenções causadas pela correção de defeitos;
- Projetos flexíveis, que permitam modificações substanciais nos edifícios através da desmontagem que permita a reutilização dos componentes não mais necessários;
- O aumento da vida útil física dos diferentes componentes e da estrutura dos edifícios.

No Brasil, de maneira geral, os projetos não consideram nem mesmo a existência de atividades de manutenção e seus custos. Atualmente o setor concentra muito esforço em programas de gestão da qualidade, que passam a incorporar planos de gestão de resíduos.

As demais medidas para a minimização dos resíduos nesta fase dependem de conscientização de integrantes da cadeia produtiva da construção, que somente serão obtidas em longo prazo.

#### **4.1.2 Demolição**

##### FASE DA DEMOLIÇÃO

A redução dos resíduos gerados pela demolição de edifícios depende:

- Do prolongamento da vida útil dos edifícios e seus componentes, que depende tanto de tecnologia de projeto quanto de materiais;
- Da existência de incentivos para que os proprietários realizem modernização e não demolições;
- De tecnologia de projeto e demolição ou desmontagem que permita a reutilização dos componentes.

Quando o processo de demolição é inevitável, a quantidade de resíduos gerados é sempre a mesma, assim atua-se visando à minimização da quantidade total que será disposta.

Nesse sentido, a demolição seletiva - processo de desconstrução do empreendimento- possibilita a reutilização dos materiais à medida que facilita a sua triagem. Esse processo promove a recuperação máxima de materiais para posterior reutilização e reciclagem, figura 6.

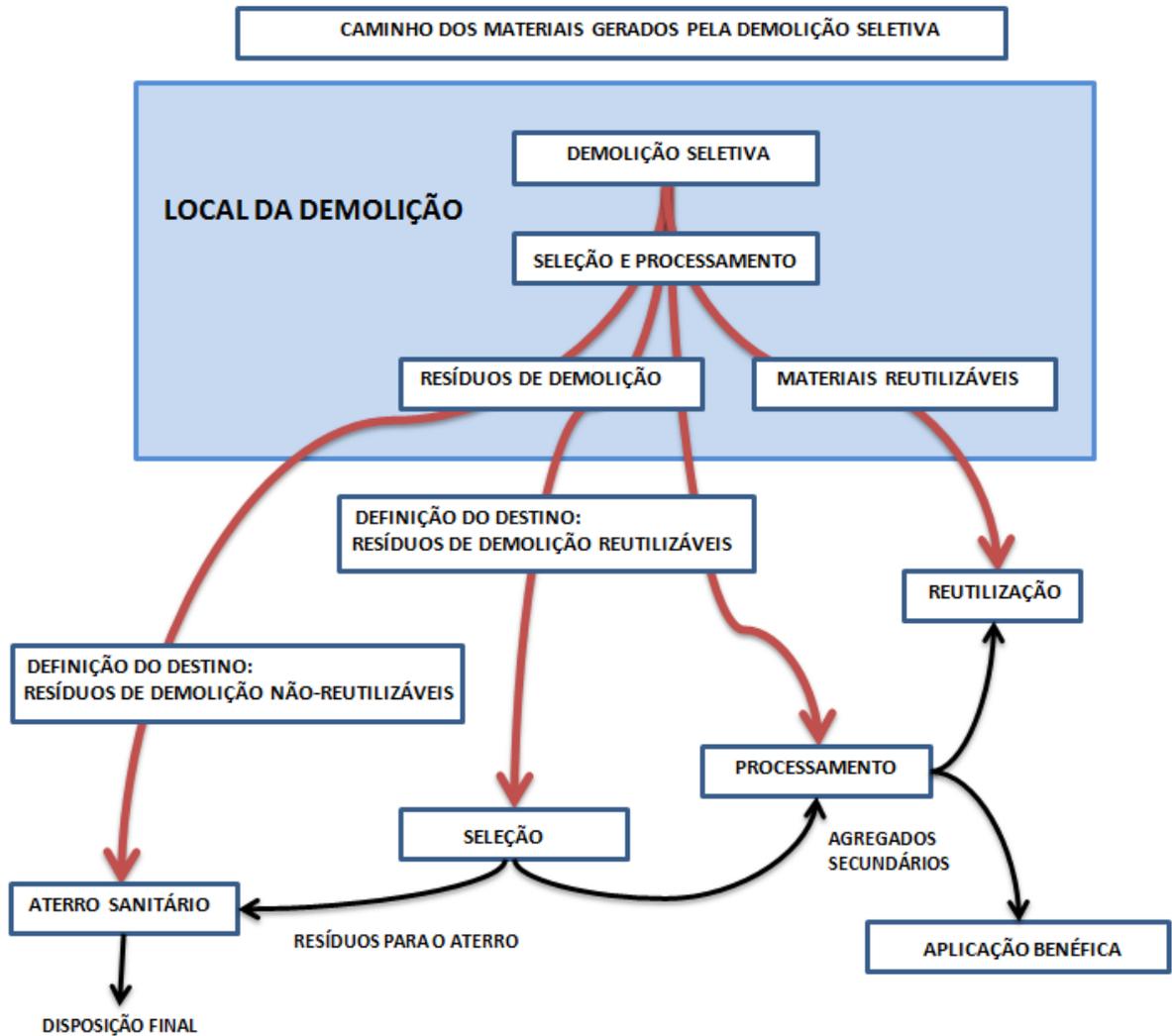


Figura 6 – Demolição Seletiva fluxo de resíduos (modificado) - HENDRIKS (4)

Depois de separados e classificados os materiais derivados da demolição seletiva podem ser divididos em:

- RCD inúteis;
- RCD reutilizáveis;
- RCD recicláveis.

Essa separação facilita o processamento desses resíduos.

Apesar das vantagens apresentadas, a demolição seletiva ainda é muito pouco utilizada. Existem diversos motivos para a baixa utilização dessa técnica, dentre os quais:

- Problemas de acessibilidade derivados do design da estrutura;
- Falta de espaço no sítio da obra;

- Restrições de trabalho em determinadas áreas da cidade (como por exemplo, próximo a hospitais);
- Curto prazo para início da obra;
- Custo. A demolição seletiva envolve um custo maior do que a simples demolição da construção;

#### **4.2 Reutilização**

A reutilização ocorre quando há a utilização do resíduo sem qualquer modificação física de sua estrutura, alterando ou não, o seu uso original.

A reutilização dos RCD na própria construção civil contribui para reduzir as deposições irregulares deste material, proporcionando a melhoria ambiental e fomentando a criação de um novo mercado para materiais com grande potencial de reutilização.

O reaproveitamento de RCD é dependente da implantação da prática de coleta seletiva no canteiro de obra. A separação dos resíduos na fonte de geração é fundamental para evitar a ocorrência da contaminação, por outros materiais neste resíduo, fazendo com que o seu potencial de reutilização seja próximo a 100%.

A coleta seletiva possibilita a identificação dos resíduos com real potencial de reutilização. Nesse sentido, a madeira se destaca por apresentar um grande potencial de reaproveitamento, e por estar presente de diversas formas na construção, desde a aplicação definitiva fazendo parte da edificação (portas e janelas), ou em forma de materiais provisórios servindo de apoio (bandejas, formas, pallets, tapumes, escoramento e etc.).

As madeiras utilizadas como apoio, em aplicações como pallets e fôrmas para estruturas, pode ser reutilizada de três a quatro vezes, sem comprometer a sua utilização. Quando não for possível a reutilização da madeira dentro do canteiro de obra, o material pode ser utilizado como combustível para produção energética em fornos de olarias para produção de materiais cerâmicos.

Outro resíduo que facilmente pode ser reaproveitado é a terra excedente resultante do movimento de terra. A terra pode ser reutilizada em pequenos aterros e nivelamentos de terrenos, na mesma obra, ou pode ser transferida para reutilização em outros empreendimentos.

As técnicas de reutilização, apesar de simples, contribuem diretamente para a redução dos resíduos que seriam dispostos em aterros de RCC, assim como, a redução do consumo de recursos naturais.

#### **4.3 Reciclagem**

Reciclagem ocorre quando há a reutilização dos resíduos sem o compromisso com sua forma e usos iniciais.

A reciclagem pode ser classificada em:

Reciclagem primária: O produto original é utilizado diretamente na mesma construção. Como exemplo, tem-se a frisagem, reciclagem e aplicação de concreto asfáltico em revestimentos;

Reciclagem secundária: É a introdução dos materiais em um ciclo com o propósito de utilização distinto do original. Um exemplo disso seria a utilização de um pavimento de concreto reciclado como sub-base para outro pavimento.

Reciclagem terciária: É a decomposição de um material para obtenção de outro material. Como exemplo tem-se a despolimerização de um plástico para obtenção de outro tipo de plástico;

Reciclagem quaternária: É a conversão de materiais usados em energia, exemplo utilização de madeira descartada, nos auto fornos da indústria de tijolos cerâmicos.

A reciclagem de RCD pode trazer benefícios tais como:

- ✓ A redução do consumo de recursos naturais não renováveis, que serão substituídos por produtos reciclados;
- ✓ Redução do volume de resíduos gerados e conseqüentemente das áreas necessárias para aterros;
- ✓ Redução do consumo de energia para produção/ extração de matérias primas;
- ✓ Redução da emissão de poluentes.

E também pode causar impactos ao meio ambiente:

- ✓ Geração de resíduos dos resíduos;
- ✓ Gasto excessivo de energia para o processamento do resíduo.

Embora já se observe no mercado a motivação de algumas empresas interessadas em explorar o negócio de reciclagem de RCD e não apenas o negócio de transporte, as experiências brasileiras estão mais presentes em ações das municipalidades. Uma das causas possíveis para este aparente desinteresse é um eventual receio de que os consumidores leigos associem o produto reciclado a produtos de baixa qualidade e de desempenho duvidoso. A transposição dessa barreira somente ocorrerá por meio do desenvolvimento de pesquisas para reciclagem e desenvolvimento de produtos derivados de RCD.

Nesse sentido, (9) desenvolveram uma metodologia, que tem por objetivo orientar a atividade de pesquisa e determinar a viabilidade da reciclagem de RCD, que compreende os seguintes tópicos:

- ✓ *Identificação e quantificação dos resíduos disponíveis*

Levantamento de dados sobre a geração dos resíduos na empresa ou na região em estudo. Detecção da quantidade de resíduos anual ou mensal gerada e a existência eventual sazonalidade na geração dos resíduos e o volume existente em estoque.

✓ *Caracterização dos resíduos*

Caracterização físico-química e identificação das propriedades dos resíduos, por meio de ensaios e métodos apropriados. Tais informações darão subsídio para a seleção das possíveis aplicações dos resíduos.

✓ *Custos associados aos resíduos*

Levantamento dos custos associados ao manejo dos resíduos, como os de licenças ambientais, deposição de resíduos, transportes, multas ambientais, entre outros devem ser considerados para a futura avaliação da viabilidade econômica da reciclagem.

✓ *Seleção das aplicações a serem desenvolvidas*

De acordo com as características físico-químicas dos resíduos, são avaliadas as aplicações tecnicamente viáveis a partir de sua reciclagem. Como regra geral, tais aplicações são aquelas que melhor aproveitam as suas características.

✓ *Avaliação do produto*

O produto deverá ser analisado quanto ao seu desempenho e a sua durabilidade.

✓ *Análise de desempenho ambiental*

O produto será analisado segundo o desempenho ambiental das alternativas de reciclagem buscando-se a alternativa que ofereça menor impacto ambiental.

✓ *Desenvolvimento do produto*

Devem ser analisados simultaneamente o desenvolvimento da tecnologia, e o desempenho do novo produto. Aspectos relativos à manutenção, confiabilidade, marketing e aspectos ambientais, todos relativos ao ciclo de vida do novo produto.

#### **4.3.1 Reciclagem dos RCD Classe A**

Os resíduos de Classe A são em sua maioria constituídos por materiais compostos por minerais, o que caracteriza o seu grande potencial de reutilização. Por este motivo este tipo de resíduo foi classificado pelo CONAMA como reutilizáveis ou recicláveis.

A reciclagem e aplicação de resíduos classe A varia em função do custo e tecnologia empregados.

✓ *Pavimentação*

A forma mais simples e antiga para reciclagem dos RCD classe A, é utilização como subprodutos em pavimentação, como base, sub base ou revestimentos primários. A reciclagem de RCD classe A no processo de pavimentação é uma das mais utilizadas devido ao seu baixo custo. Nesse processo o resíduo mantém suas características minerais dispensando separação criteriosa, sua granulometria pode ser variada o que implica em menor gasto de trabalho e energia onde quase nenhuma tecnologia é empregada e permite ainda a utilização de uma quantidade considerável de resíduo em todo o processo.

✓ Agregado para Argamassa

O RCD classe A é moído na argamassadeira em granulometrias semelhantes às da areia, para posteriormente ser utilizado na fabricação da argamassa de assentamento e revestimento como agregado. As principais vantagens deste tipo de reciclagem são a utilização dos resíduos no local de geração, eliminando o custo de transporte, redução no consumo de cimento e da cal devido à composição mineral do resíduo e ganho na resistência a compressão da argamassa.

No entanto este tipo de argamassa pode apresentar, em alguns casos, problemas de fissuração devido à absorção de água e a grande quantidade de finos presentes nesse resíduo.

A produção de agregados a partir dos entulhos gera a economia de cerca de oitenta por cento em relação ao preço dos agregados convencionais.

✓ Blocos

Outra forma de reciclar o resíduo classe A é a confecção de blocos de concreto, uma alternativa já adotada em algumas cidades.

Os blocos fabricados a partir dos RCD destinam-se principalmente a execução de alvenaria de vedação, que não exigem grande resistência mecânica e de compressão. A fabricação dos blocos apresenta baixos custos por utilizar tecnologias baratas. A regularidade de dimensões dos blocos produzidos pode fornecer um material modular, que se adapta às necessidades atuais de menores índices de desperdício na construção. Os blocos apresentam propriedades particulares como maior porosidade e permeabilidade.

✓ Agregado para concreto

Os resíduos podem ser utilizados como agregado para o concreto não estrutural, a partir da substituição dos agregados convencionais (brita e areia).

Na utilização de resíduos em concretos, o concreto com agregado reciclado responde bem quando submetido aos critérios de avaliação de resistência e de durabilidade.

O grau de conhecimento do emprego de agregados na produção de blocos de pavimentação, blocos de alvenaria, concretos, entre outros, só há pouco vem sendo conhecido no meio acadêmico. Varias pesquisas já foram desenvolvidas comprovando a possibilidade da utilização de agregados reciclados em concretos das mais variadas utilidades.

Além das utilizações descritas acima, o resíduo ainda pode ser reciclado como cascalho de estrada, como preenchimento de vazios em construções, preenchimento de valas, reforço de taludes e etc.

#### **4.3.2 Reciclagem dos RCD Classe B**

Os resíduos da classe B (plástico, papel / papelão, metais, vidros, madeiras e outros) são recicláveis para outras destinações.

✓ Madeira

Os resíduos de madeira, resultantes das atividades de construção, reformas e demolição, são normalmente oriundos de formas, paletes, madeirite, telhados e outros que podem ser reciclados de várias formas.

O mercado para a reciclagem de madeiras é focado na sua utilização como matéria prima para fabricação de compósitos.

A madeira que apresenta algum tipo de tratamento com verniz ou tinta a base de chumbo, não deve ser queimada, devido à toxicidade. Pelo mesmo motivo as madeiras cobertas com plástico ou impregnadas têm suas alternativas de processamento limitadas.

A madeira pode ainda ser processada em picadores e transformada em cavaco e posteriormente vendida para fornos de empresas ceramistas.

✓ Metais

Para a reciclagem dos materiais metálicos é necessária a separação por tipo de metal. Deve-se observar também as exigências para coleta desses metais pelas empresas recicladoras.

Em geral, empresas que compram sucatas aceitam qualquer tipo de metal, sendo que alguns como o cobre, o alumínio e o aço inoxidável possuem preços superiores para venda. Dependendo do volume mensal de aço gerado, algumas empresas deixam uma caçamba à disposição, removem o metal e ainda pagam por ele um valor diferenciado no quilo.

O setor siderúrgico é um grande reciclador, boa parte do aço destinado a reforço de concreto armado produzido no país é proveniente do processo de arco elétrico, que utiliza como matéria prima quase que exclusivamente sucata.

✓ Papel e plásticos

Nos RCD a maioria do papelão e o plástico gerado provêm das embalagens, revestimentos, tubos e conduítes. Embora o papelão e os plásticos sejam mais facilmente reciclados, deve-se concentrar esforços principalmente na redução do desperdício.

Os principais problemas que dificultam a reciclagem do plástico produzido pela indústria da construção civil são os numerosos tipos de plástico, a falta de identificação precisa do tipo e a incapacidade de se determinar se o plástico é reciclável ou não.

Os plásticos são reciclados, geralmente, para fabricação de produtos de segunda geração como sacos, bancos de parque, tubos de drenagem, cones de circulação e numerosos produtos de matéria plástica.

#### **4.3.3 Reciclagem dos RCD Classe C**

O gesso se tornou um dos principais problemas de contaminação de RCD, devido ao seu elevado volume gerado, chegando a uma perda de 45% quando utilizado em pasta como revestimento de alvenaria.

A falta de empresas e mercados que invistam na reciclagem deste material e os danos causados em argamassas e concretos produzidos com agregados contaminados por gesso, fazem com que este resíduo seja jogado em aterros sanitários acarretando vários outros problemas, pois o contato desses com materiais orgânicos formam o gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S) tóxico e inflamável que apresenta odor característico de ovo podre. Por este motivo é proibida a deposição deste resíduo em aterros domiciliares.

De fato, cada vez mais a construção civil tem adotado o gesso como alternativa para revestimento de paredes seja na forma de gesso acartonado ou revestimento produzido “in loco”.

A reciclagem do gesso acartonado não é uma tarefa simples, uma vez que outros materiais, como papelão, pintura e papéis de parede normalmente encontram-se aderidos a ele.

Quanto à aplicação de gesso diretamente sobre alvenaria, esta atividade praticamente impossibilita a reciclagem do RCD quando esta obra for demolida. Com isto, a utilização massiva do gesso nas obras de engenharia causa um reflexo negativo no processo de reciclagem.

#### **4.4 Usinas de reciclagem**

Tradicionalmente, a maioria dos resíduos de construção civil (RCD) destina-se a aterros, freqüentemente os mesmos usados para os resíduos sólidos urbanos, e que nem sempre oferecem as condições adequadas para lidar com os diversos resíduos que recebem.

As usinas permitem: transformar as grandes quantidades de materiais misturados e inutilizados em matéria-prima e produtos para novas construções; a redução da necessidade de espaços para deposição das grandes quantidades de RCD; minimização dos impactos ambientais inerentes à exploração de materiais primários; a deposição clandestina de resíduos.

Os equipamentos necessários à operação de uma recicladora são semelhantes aos de atividades de mineração, com as devidas adaptações; entre eles, têm-se o alimentador do britador, o britador, os transportadores de correias, os separadores magnéticos e as peneiras. Os equipamentos presentes nas usinas são definidos em função do volume e da tipificação dos resíduos recebidos, vide exemplo tabela 4 e 5.

Tabela 4 – Operações de beneficiamento de RCD - ZORDAN(9)

<b>Instalações de reciclagem</b>	<b>Operações de redução</b>	<b>Operações de Classificação</b>	<b>Operações de concentração</b>	<b>Operações Auxiliares</b>
Santo André - SP	Por impacto	Peneira (12,7 mm)	Catação (antes da redução)	Esteira
São Paulo (Itaquera) - SP	Por impacto	Peneiras (40, 20 e 4,8 mm)	Catação (antes/ após redução) e Separação Magnética	Esteira
Vinhedo - SP	Mandíbula	Peneiras (12, 7, 9.5 e 4.8 mm)	Catação (antes da redução)	Esteira Sistema nebulizador (particulado)
Londrina - PR	Impacto	Peneiras	Catação (antes da redução)	Esteira
BH - MG	Impacto	nd	Catação (antes da redução)	Esteira
Ribeirão Preto - SP	Impacto	nd	Catação (antes/ após redução) e Separação Magnética	Esteira Sistema nebulizador (particulado)

No Brasil várias cidades já possuem usinas de reciclagem que em sua grande maioria são propriedades públicas, sendo controladas pelas prefeituras (quadros 4 e 5) que utilizam as centrais de reciclagem como ferramentas facilitadoras para as ações municipais, quanto à redução da disposição ilegal e o alívio do sistema de aterros existentes.

Tabela 5 - Resumo das principais características técnicas de algumas das usinas de reciclagem de RCD brasileiras.

Cidade	Propriedade	Capacidade nominal, em t/h
Belo Horizonte Pampulha	Prefeitura	30
Belo Horizonte Estoril	Prefeitura	15
Campinas	Prefeitura	70
Macaé	Prefeitura	8
Piracicaba	Prefeitura	220
São Bernardo do Campo	Urbem	50
São Paulo	Prefeitura	125
Socorro	Irmão preto	5
Vinhedo	Prefeitura	8

## 6. ESTUDO DE CASO

Este estudo faz um levantamento das metodologias empregadas no gerenciamento de resíduos provenientes da construção civil, avaliando, em especial, as soluções utilizadas visando à minimização da geração de RCD em todas as fases do ciclo construtivo.

### 6.1 O Empreendimento

O empreendimento analisado, figura 7, trata-se de um edifício residencial de alto luxo constituído de 68 apartamentos, localizado no bairro Santo Antônio, o qual será composto de dois níveis de garagem, Pilotis e 17 pavimentos de apartamentos, com a área total de construção de 12.313,27 m<sup>2</sup>.

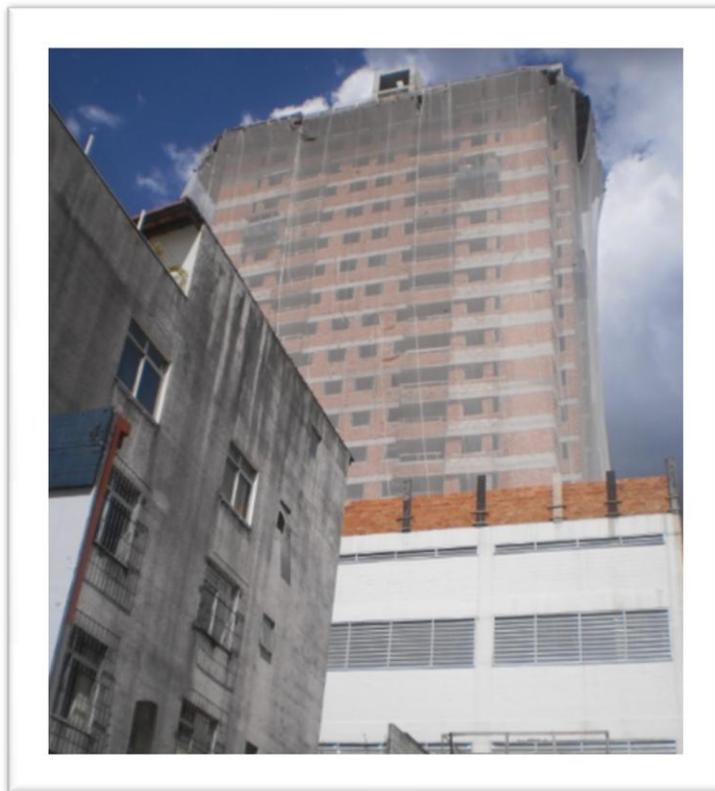


Figura 7 – Vista geral do empreendimento

Neste empreendimento foram adotados os seguintes sistemas construtivos:

**Estrutura:** utilização de concreto armado, fôrmas convencionais, armação sendo aproximadamente 85% no sistema pronto e 15% cortado e dobrado na obra e concreto usinado.

**Alvenaria:** tijolos cerâmicos assentados com argamassa mista de cimento e areia, nas proporções devidas, e espessuras indicadas nas plantas de execução.

**Impermeabilização:** todas as áreas descobertas, varandas, jardineiras e as 2 caixas d'água, serão devidamente preparadas e impermeabilizadas, com manta asfáltica exceto as rampas.

A construção do empreendimento foi iniciada efetivamente em abril de 2009, sendo que anteriormente a essa data outra construtora, que abandonou a obra, já havia realizado as demolições, o movimento de terra e as contenções.

A construtora que assumiu a obra possui certificações de qualidade e sistema de gestão da qualidade deste empreendimento.

Este estudo de caso foi realizado a partir de informações fornecidas pelo construtor, pelo seu consultor e coletadas em visita à obra realizada em 10/01/2010.

### **6.2 Resíduos Gerados Na Obra**

As classes de resíduos gerados na obra variam de acordo com as atividades desenvolvidas.

Atualmente o empreendimento encontra-se na fase de conclusão dos panos de alvenaria e execução das instalações complementares (elétrica e hidráulica)

As fases iniciais da obra (demolições, movimento de terra e contenções) foram realizadas por outro empreendedor, e devido a isso não há registros do tratamento dado aos resíduos gerados.

Os dados relativos à geração dos resíduos na obra começaram a ser computados um ano após o reinício das obras por ocasião da implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos em atendimento às condicionantes do licenciamento ambiental.

Na fase atual de desenvolvimento do empreendimento há a geração de resíduos classe A, B e C, conforme descrito no tabela 6.

Tabela 6 – Volume gerado na obra - CLAM(10).

Classes de Resíduos		Quantidades *
A		155 m <sup>3</sup>
B	Madeira	10 m <sup>3</sup>
	Plástico	5 m <sup>3</sup>
	Metais	11440 kg
C		15 m <sup>3</sup>

\*Valores referentes aos resíduos coletados nos meses de Agosto, Setembro e outubro de 2010.

### **6.3 Plano de Gerenciamento**

Visando atender as condicionantes impostas pelo licenciamento do empreendimento, o PGR foi elaborado e implantado 1 ano após o reinício da obra. A partir daí os resíduos gerados passaram a ser devidamente separados na obra e direcionados a destinação adequada.

### **6.3.1 Fase Projeto / Preparação Obra**

Não há registros dos volumes e destinações dos resíduos gerados durante as atividades iniciais da obra.

O empreendimento foi reiniciado utilizando-se os projetos remanescentes do construtor anterior, sendo que estes estavam incompletos. Como havia curto prazo para o reinício da construção a maioria dos projetos foi sendo elaborado ao longo da obra. Alguns desses projetos necessitaram ser alterados e essas revisões não necessariamente foram realizadas pelos mesmos projetistas.

Esses fatores somados ao cronograma apertado da obra fizeram com que não houvesse compatibilização entre os diversos projetos e planejamento preliminar do empreendimento visando à minimização da geração dos resíduos.

### **6.3.2 Construção**

Durante o primeiro ano de reinício da obra todo o resíduo gerado era coletado misturado e destinado ao aterro sanitário.

Após a implantação do PGR, os resíduos passaram a ser separados na obra por classes conforme CONAMA(2). Todos os operários foram treinados a separar os resíduos no local de geração, entretanto o empreendedor encontrou resistência na aplicação desses conceitos no dia a dia da obra.

Em função disso, os resíduos gerados em cada pavimento da edificação são direcionados misturados ao primeiro pavimento onde são separados e acondicionados em pilhas para posteriormente ter sua destinação final, Figura 8.

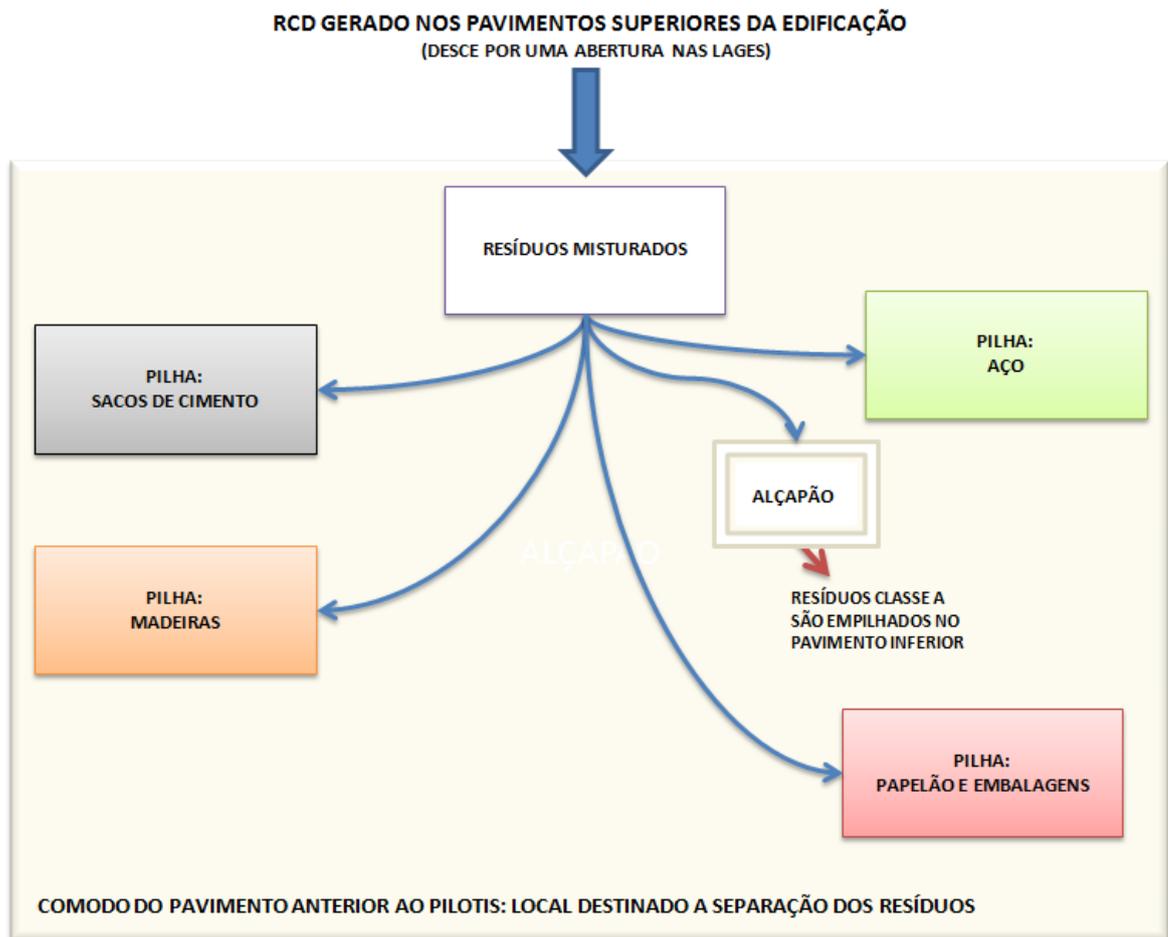


Figura 8 – Separação do resíduo na obra

Após a separação em pilhas os RCD são acondicionados em caçambas que são recolhidas diariamente e encaminhados pelas empresas à destinação final, conforme figura 9.

Os metais apresentam situação diversa, o aço cortado e dobrado na obra é manuseado em local específico o que facilita o seu recolhimento no local de geração.

O fluxo da separação do resíduo na obra ocorre conforme figura 8.

Mesmo não havendo planejamento prévio do empreendimento visando à redução da geração dos resíduos, durante a execução das adaptações necessárias à viabilidade do empreendimento a preocupação com a redução dos custos levou quase sempre à redução do volume de resíduos gerados.

Sempre que houve a possibilidade e a necessidade os resíduos gerados na obra foram reaproveitados no próprio canteiro retornando ao processo construtivo. Conforme observado na execução de alguns serviços:

- ✓ Reaproveitamento de resíduos de alvenaria e argamassas, para enchimento dos sóculos sob bancadas dos apartamentos;
- ✓ Utilização de solo cimento, ensacados para contenções provisórias;

- ✓ Reutilização de embalagens metálicas de produtos como ferramentas de trabalho;
- ✓ Reaproveitamento da sobra de manta asfáltica utilizada na impermeabilização para a fixação da tela galvanizada, que serve para auxiliar na aderência da massa de reboco em cima da manta;
- ✓ Reutilização de madeiras até o limite da vida útil.

#### **6.4 Resultados Obtidos e Dificuldades Encontradas**

Houve necessidade de adaptação do PGR à realidade da obra, tendo em vista as dificuldades encontradas para a adesão da mão de obra à separação dos resíduos no local da geração.

A não separação dos resíduos no local de geração pode levar a contaminação destes dificultando o seu reaproveitamento. Apesar deste pormenor não houve relatos sobre contaminação dos resíduos devido à mistura.

Em detrimento disso as adaptações realizadas, foram extremamente válidas, pois tem viabilizado a destinação final adequada de cada classe de resíduo gerado.

Os resíduos classe B, especificamente os sacos de cimento são um problema para o empreendedor. Segundo diretrizes do município de Belo Horizonte este resíduo deve ser direcionado à reciclagem, mas não existem empresas recicladoras voltadas para o processamento desse resíduo.

Os fornecedores do produto, não praticam a logística reversa prevista no PNRS em virtude da ausência de tecnologia para o processamento de grandes volumes. Apesar disso, algumas empresas estão iniciando estudos e buscando as licenças ambientais necessárias para a incorporação desta prática.

Em função disso, os sacos separados na obra são destinados a aterros onde não são reciclados.

A pilha de resíduos classe A fica localizado no ultimo pavimento do empreendimento, local que apresenta piso de terra. Em todas as ocasiões em que a pilha é desfeita e os resíduos transferidos para as caçambas pela retro escavadeira uma parcela dos resíduos é retirada contaminada com terra, o que dificulta a sua reciclagem.

Os metais separados e coletados na obra são vendidos para empresas recicladoras (siderúrgicas) gerando receita para o empreendimento.

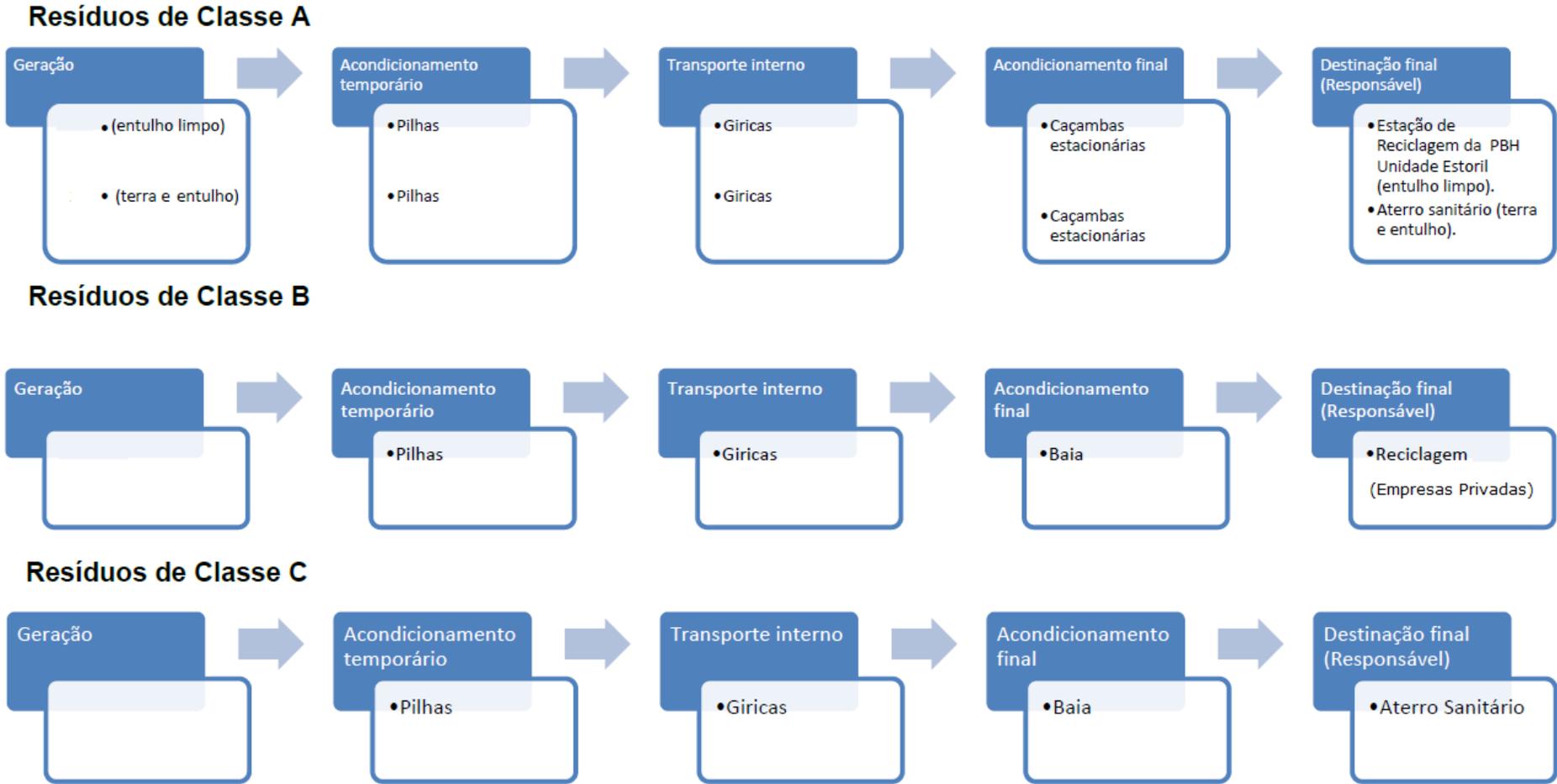


Figura 9 – Fluxo da Separação do Resíduo na Obra CLAM(10)

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O PGR foi implantado visando não à redução/minimização da geração de resíduos, mas visando-se atender às condicionantes impostas pelo licenciamento ambiental.

Os empreendimentos executados desde o início por este empreendedor no planejamento e nos manuais da qualidade há a preocupação com a gestão dos resíduos.

Verifica-se que a preocupação com a minimização da geração de RCD ocorre quase sempre visando atender a fatores externos à problemática dos resíduos como, por exemplo, a redução do custo do empreendimento.

Em função disso, quando há qualquer entrave à execução do empreendimento a minimização da geração de resíduos é uma das primeiras práticas a ser deixada de lado.

A conscientização da importância da minimização da geração de RCD deve ser parte integrante da missão das empresas empreendedoras e ser alvo constante de treinamento da mão de obra.

A visão do empreendimento enquanto produto e a implantação da logística reversa podem aos poucos fomentar a adoção efetiva de uma política de minimização da geração de RCD na indústria da construção civil.

## 8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **BYOCICLE**. *Initiating Change in C & D Management, Emmaus*. p 44 - 49 : s.n., 1996.
2. **CONAMA**. *Resolução 307*. Brasília : s.n., 2002.
3. **Cardoso, Andréa Mattos**. *Gestão de Resíduos da Construção Civil no Canteiro de Obra: Uma Contribuição para o Reuso e a Reutilização In Situ*. São Paulo : s.n., 2008.
4. **Hendriks, Chales F. and Piertersen, H. S.** *Sustainable Raw Materials - Construction and Demolition Waste*. França : Rilem, 2000.
5. **Pinto, Tarcísio de Paula e Gonzáles, Juan Luís Rodrigues**. *Manejo de Resíduos da Construção Civil*. Brasília : CAIXA, 2005.
6. **Pinto, Tarcísio de Paula**. *Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da construção Urbana*. São Paulo : USP, 1999.
7. **PCC USP**. *Alternativas para a redução de desperdício de materiais nos canteiros de obras*. PCC : USP, 1998.
8. **PNRS, Lei Federal 12.305**. *Política Nacional de Resíduos Sólidos*. Brasília : s.n., 2010.
9. **Zordan, Sérgio Eduardo e John, Wanderley Moacyr**. *Metodologia de Avaliação do Potencial de Reciclagem de Resíduos*. São Paulo : EPUSP, 2004.
10. **Clam, Engenharia**. *Primeiro Relatório do PGRCC*. BH : s.n., 2010.
11. **Junior, Nelson Boechat Cunha**. *Cartilha para o Gerenciamento de Resíduos Sólidos para a Construção Civil*. Belo Horizonte : Sinduscon-MG, 2005.
12. **Cunha, Nelma Almeida**. *Resíduos da Construção Civil Análise das Usinas de Reciclagem*. Campinas : Unicamp, 2007.
13. **John, Vanderley M. e Agopyan, Vahan**. *Reciclagem de Resíduos de Construção*. *Reciclagem PCC USP*. [Online] <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/artigos1.htm>.
14. **Rocha, Janaíde Cavalcante e John, Vanderley Moacyr**. *Utilização de Resíduos na Construção Habitacional*. Porto Alegre : ANTAC -Coletânea Habitar Volume 4 , 2003.
15. **Angulo, Sérgio Cirelli e John, Wanderley Moacyr**. *Requisitos para a Execução de Aterros de Resíduos de Construção e Demolição*. São Paulo : EPUSP, 2006.
16. **Ulsen, Carina**. *Caraterização Tecnológica de Resíduos de Construção e Demolição*. São Paulo : PCC USP, 2006.
17. **Cidades, Ministério das**. *Panorama dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) no Brasil*. [Online] [http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/rsudoutrina\\_24.pdf](http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/rsudoutrina_24.pdf).
18. **Commission, European**. *Construction and Demolition Waste Manangement Practices, and Their Economic Impacts*. s.l. : Symonds Group, 1999.

19. Metodologia de Caracterização de Resíduos de Construção e Demolição. *VI Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil - Materiais Reciclados e suas Aplicações*. 23 e 24 de outubro de 2003, p. 14.

20. **CONAMA**. *Resoluções CONAMA*. Brasília : s.n., 2006.

21. **Decreto Federal 7.404**. *Decreto Federal*. Brasília : s.n., 2010.

Sites Acessados entre agosto de 2010 e janeiro de 2011:

22. [www.abnt.org.br](http://www.abnt.org.br)

23. <http://revistatechne.com.br/engenharia-civil/49/imprime32390.asp>

24. [www.diariodocomercio.com.br](http://www.diariodocomercio.com.br)