

INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
FLUMINENSE

Secretaria de Educação  
Profissional e Tecnológica

Ministério  
da Educação



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL  
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

**MODALIDADE PROFISSIONAL**

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UMA USINA DE  
RECICLAGEM DE RESIDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLICAO NO  
MUNICIPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ**

**MARIA EDELMA HENRIQUE DE C. PORTO**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ**

**2011**

MARIA EDELMA HENRIQUE DE CARVALHO  
PORTO

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UMA USINA DE  
RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLICÃO NO  
MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal Fluminense como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental, na área de sustentabilidade.

Orientação: D.Sc. Cristine Nunes Ferreira /  
Doutora em Física /CBPF/IFF  
Co- Orientação: D.Sc.Regina Coeli M.P./  
Doutora em Engenharia de Matérias/UENF/IFF-  
Co Orientadora

Dissertação intitulada ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLANTACAO DE UMA USINA DE RECICLAGEM DE REÍSDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ., elaborada por Maria Edelma Henrique de Carvalho Porto e apresentada publicamente perante a Banca Examinadora, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, na área Desenvolvimento e Sustentabilidade, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense.

Aprovada em \_\_\_\_\_

Banca Examinadora:

---

Cristine Nunes Ferreira, Doutora em Física, Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas-CBPF / Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense – Orientadora

---

Regina Coeli Paes de Aquino, Doutora em Engenharia dos Matérias  
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro- UENF Instituto  
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense- Co orientadora

---

Luiz de Pinedo Quinto Junior, Doutor em Arquitetura e Urbanismo.  
Universidade de São Paulo – USP / Instituto Federal de Educação,  
Ciência e Tecnologia Fluminense

---

Teresa de Jesus Peixoto Faria, Doutora em Études Urbaines.École  
Dês Hautes Études em Sciences Sociales, EHESS, Franca / Universidade do Norte Fluminense Darcy  
Ribeiro - UENF

## RESUMO

Praticamente todas as atividades desenvolvidas no setor da construção civil são geradoras de resíduos sólidos. No processo construtivo, o grande índice de perdas do setor é a principal causa do entulho gerado. A preocupação com o destino dos resíduos da construção civil já se encontra presente. Com a atual situação das áreas de destino final desses resíduos, há a necessidade de fortalecimento do processo de reciclagem e reutilização dos seus produtos, pois assim também se preservaria os recursos naturais. A reciclagem de matérias, usados em obras da construção civil, matérias estes encontrados em canteiros de obra, demolição de casas ou edifícios, esta sendo estudada atualmente no país. Este trabalho procura demonstrar que a atividade da construção civil é reconhecidamente uma grande poluidora ambiental, mas oferece possibilidades diversificadas para atuar como uma grande recicladora de resíduos sólidos gerados nas obras novas, reformas, manutenção predial e demolições. Vamos nos concentrar neste estudo nos resíduos gerados por construção e demolição, cadastradas na prefeitura municipal de Campos dos Goytacazes/RJ, através de registros feito pelo GRED, como parâmetro de análise do trabalho, e demonstrativo da viabilidade de implantação da usina de reciclagem de RDC.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>05</b>
2.1. Entulho na Construção Civil.....	05
2.1.1. O histórico do Entulho na Construção Civil.....	05
2.2. Entulho de Obras.....	05
2.3. Processo de Reciclagem do Entulho de Concreto.....	15
2.3.1 Os Prejuízos da Não Reciclagem.....	19
2.3.2 Cuidados Ambientais.....	20
2.3.3 Qualidades Físico-químicas dos Agregados Reciclados.....	21
2.4. Desperdícios de Materiais de Construção Civil.....	22
2.5. Quantidade de Entulhos Gerados pela Construção Civil.....	24
2.6. Como Reduzir a Geração de Entulho.....	26
2.6.1 Resíduo Gerado na Fase da Construção.....	28
2.6.2. Resíduo Gerado na Fase de Reforma ou Manutenção Predial.....	28
2.6.3. Resíduo Gerado na Demolição.....	28
2.7. A Eco eficiência na Construção Civil.....	29
2.8. Uso Recomendado para Resíduos Reciclados.....	31
2.9. Reaproveitamento do Entulho no Brasil.....	33
2.10. Parâmetros Envolvidos na Implantação de uma Usina de Reciclagem.....	37
2.10.1. Programa Habitacional da Prefeitura de São Carlos.....	42
2.10.2. Viabilidade Econômica de uma Usina de Reciclagem de Entulhos em Governador Valadares-MG.....	43
2.10.3. Usina de Reciclagem e Beneficiamento de Materiais de São Bernardo do Campo - SP.....	45
2.10.4. Usina de Reciclagem de Osasco (Ureosasco).....	46
2.11. O que pode e não pode ser Reciclado na Usina.....	47
2.12. Diferentes Aplicações para os Resíduos Reciclados.....	47
2.13. Principais Resultados Produzidos pela Reciclagem de RDC.....	48
2.14. Vantagens e Limitações do Reaproveitamento do Entulho de Concreto.....	49
2.15. Gerenciamento de Projetos.....	51
2.16. Estrutura Analítica de Projeto (EAP).....	55
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>57</b>

	6
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>69</b>
4.1. Estrutura Analítica do Projeto da Usina de Reciclagem(EAP).....	71
4.2. Viabilidade da Área	
4.3. Macrozoneamento Urbano do Distrito Sede e do Distrito de Goytacazes...	74
4.4. Cálculo de Investimento Inicial.....	76
4.5. Levantamento de Quantidade de Entulho Gerado na Cidade de Campos dos Goytacazes .....	81
4.6. Levantamento de Custo e Operação para Implantação da Usina .....	82
4.7. Estimativa de Lucro.....	84
4.8. As Áreas Estudadas para Implantação da Usina .....	86
4.8.1 Primeiro Cenário. Av. Alair Ferreira	
4.8.2 Segundo Cenário: Rua Projetada 13 – Estrada dos Ceramistas.....	90
4.9. Análise de uma Usina em Atividade- PROHAB.....	94
<b>5. CONCLUSÃO E SUGESTÕES .....</b>	<b>95</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>96</b>

## **ANEXOS**

**LISTA DE FIGURAS**

- Figura 1-** Evolução das habitações desde cavernas, ossos de mamute, casas de madeira até o surgimento do concreto mostrando uma foto estilizada do RDC gerado pela construção
- Figura 2-** Panteon de Adriano em restauração
- Figura 3 -** Brita reciclada
- Figura 4-** “Bota-fora” clandestino: degradação de bairros inteiros e obstrução de córregos, agravando o problema das enchentes.
- Figura 5-** Areia reciclada
- Figura 6-** Artefato reciclado
- Figura 7 -** Planta baixa – Usina de Reciclagem de RDC
- Figura 8-** Central de reciclagem de entulho
- Figura 9** Usina de reciclagem de entulho de Belo Horizonte
- Figura 10** Foto do pátio da URBEM
- Figura 11 –** Foto do pátio da UREOSASCO
- Figura 12 –** Produto de artefato de concreto
- Figura 13-** Estradas rurais
- Figura 14-** Custos e tempo do projeto ao longo do ciclo de vida
- Figura 15-** Áreas da gerência de projetos e suas atividades Fonte: PMI (2004)
- Figura 16-** Foto do pátio de reciclagem da usina
- Figura 17 –** Usina da PROHAB
- Figura 18 –** Foto de Mão de obra operando
- Figura 19 –** Foto dos fragmentos de alvenaria de componentes de concreto armado ou não
- Figura 20 –** Foto da produção de artefato de concreto
- Figura 21 -** Mapa de localização da área de estudo, Município de Campos dos Goytacazes/RJ.
- Figura 22 –** Localização da cidade de Campos dos Goytacazes
- Figura 23-** Mapa do município de Campos dos Goytacazes
- Figura 24 –** O aterro controlado no bairro da Codim, Guarus
- Figura 25 –** Foto do entulhódromo – IPS
- Figura 26 –** Foto do entulhódromo – Jockey Club
- Figura 27 –** Foto do entulhódromo – Bairro Juliao Nogueira
- Figura 28 –** Foto do entulhódromo – Parque Califórnia
- Figura 29 –** Foto do entulhódromo – Parque Guarus
- Figura 30 –** Foto do entulhódromo – Parque Aurora

- Figura 31** – Foto do entulhodromo – Parque Aurora
- Figura 32** – Mapa do macrozoneamento urbano da cidade de Campos dos Goytacazes
- Figura 33** – Retro escavadeira- case 580 H
- Figura 34**- Caçamba Rossetti- Volkswagen VW 24220
- Figura 35** – Alimentador vibratório
- Figura 36** – Britador de mandíbulas
- Figura 37** – Transportador de correia
- Figura 38** – Peneira vibratória
- Figura 39** – Moinho de martelo
- Figura 40** – Foto da localização da área
- Figura 41** – Foto da área da usina desativada
- Figura 42** – Foto da área da usina desativada
- Figura 43** – Foto da área – galpão
- Figura 44** - Foto da área da usina desativada
- Figura 45** - Foto da área da usina desativada- escritório
- Figura 46** – Vista aérea da Estrada dos Ceramistas
- Figura 47** - Vista aérea da estrada para implantação da usina
- Figura 48** – Foto da Estrada dos Ceramistas / Rua Projetada 13
- Figura 49** – Foto da Rua Projetada 13 – deposição de RDC
- Figura 50** - Foto da Rua Projetada 13 – terreno proposto
- Figura 51** – Rua Projetada 13 / deposição de RDC



## LISTA DE QUADROS

**Quadro 1** - Constituintes típicos de entulho de obras

**Quadro 2** - Materiais (%) no resíduo total

**Quadro 3**- Materiais (%) na fração cerâmica do resíduo total

**Quadro 4**- Propriedade da brita reciclada

**Quadro 5** – Propriedades da areia reciclada

**Quadro 6** - Perdas estimadas de materiais de construção em (%)

**Quadro 7** – Uso de produtos reciclados

**Quadro 8** - Estimativas de entulho produzido no país e no exterior

**Quadro 9** – Custos de implantação de uma usina de reciclagem (outubro de 2003)

**Quadro 10** – Despesa mensal com pessoal

**Quadro 11** – Áreas da gerência de projetos segundo o PMBoK

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** – Layout de uma planta fixa

**Tabela 2** - Metragem em m<sup>2</sup> levantada, através de GREDs de aprovação de projeto e demolição n Apmcg

**Tabela 3** – Custo de implantação de uma usina de reciclagem

**Tabela 4** – Despesas mensal com funcionários

**Tabela 5** – Estimativas de despesas mensais

**Tabela 6** – Receita bruta estimada de acordo com volume de RDC gerado em 22 dias na cidade de Campos dos Goytacazes

**Tabela 7** – Receita líquida mensal

**LISTA DE SIGLAS**

ATT	Área de Transbordo e Triagem para resíduos da construção civil e resíduos volumosos
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CONAMA-	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EAP	Estrutura analítica de projeto
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PMBok	Project Management Body of Knowledge
PMI	Project Management Institute
PROHAB	Fabrica de Artefatos de Cimento RCD Resíduos de construção e demolição
SGA	Sistema de Gerenciamento Ambiental
URBEM	Usina de Reciclagem e Beneficiamento de Entulho e Matérias

## 1. INTRODUÇÃO

A atividade econômica responsável pela maior parte da modificação da paisagem natural é a Construção Civil. Esta atende a diversas atividades da sociedade humana e por conseguinte é a responsável por causar o maior número de problemas ambientais com a sua construção e modificação através dos séculos, utilizando desenfreadamente os recursos naturais e é considerada (John, 2000) como a maior geradora de resíduos.

À medida que o setor foi crescendo foi se tornando necessário uma maior preocupação com os resíduos gerado pela Construção Civil. No entanto, apesar de muitas vezes terem sido usados na reconstrução de cidades e pavimentação de ruas sua reutilização ainda é insatisfatória, mediante a necessidade cada vez maior de modificação e construção de novas cidades. Deste modo, tais resíduos não recebem um tratamento específico, sendo muitas vezes depositados em áreas de risco de degradação ambiental, terrenos baldios e praças. Mesmo quando existem áreas específicas para a sua deposição, a maior parte deste material não recebe qualquer tratamento, sendo simplesmente abandonado. As deposições irregulares são as mais preocupantes pois afetam diretamente o ambiente em que vivemos, sendo responsáveis por assoreamento de recursos hídricos, ocorrência de enchentes, proliferação de vetores de doenças, obstrução de vias de tráfego e para não falar da interferência na paisagem local, todos esses problemas acabam por representar um custo significativo aos cofres públicos. De um jeito ou de outro, toda a sociedade sofre com a deposição irregular de resíduo e paga por isso. Os riscos sanitários e ambientais se devem principalmente a disposição final inadequada. Seu descarte indevido causa problemas sanitários (enfermidades veiculadas por vetores e poluentes químicos), ambientais (contaminação do solo e águas subterrâneas), sociais (catação), econômicos (desvalorização de áreas, comprometimento do sistema de drenagem, desperdício de materiais e energia).

A solução do problema do gerenciamento do RCD pelo poder público tanto no Brasil como no mundo ainda é muito arcaica, desprovida de técnica ou inovação sendo caracterizada por ações, dentro da malha urbana, paliativas e não preventivas sendo caracterizada pela limpeza repetida de áreas de deposições ilegais e pela destinação destes resíduos a aterros municipais, que não comporta tal demanda facilmente esgotando-se e necessitando de cada vez mais áreas para deposição (Pinto, 1999).

Alternativas podem ser consideradas para, a solução ou atenuação, deste problema. Além da melhoria do ponto de vista da fiscalização do destino dos resíduos, também pode ser incentivada a reciclagem destes resíduos minimizando sua ação nociva e criando um novo setor produtivo utilizando os inertes reciclados em novos produtos. Com a reciclagem, busca-

se a diminuição de volume de material nestes aterros, preservando assim os recursos naturais, com uma alternativa economicamente viável.- PROHAB <sup>1</sup>.

O entulho muitas vezes é gerado por deficiências no processo da construção, como falhas ou omissões na elaboração dos projetos e na sua execução, má qualidade dos materiais empregados, perdas no transporte e armazenamento, má manipulação por parte da mão de obra, além da substituição de componentes pela reforma ou reconstrução.

O entulho é um dos resíduos industriais mais heterogêneos, ele é constituído de restos de praticamente todos os materiais de construção (argamassa, areia, cerâmicas, concretos, madeira, metais, papéis, plásticos, pedras, tijolos, tintas, etc.) e sua composição química está vinculada à composição de cada um de seus constituintes.

A reciclagem destes entulhos pode auxiliar na produção de matérias de menor custo, colaborando na redução de custos de vários tipos de construção, como habitações, escolas etc., e no auxílio à diminuição de poluentes. É fundamental implementar a minimização e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos, com participação da sociedade na busca de soluções, visando à redução dos riscos sanitários e ambientais, à melhoria da qualidade de vida e da saúde das populações e ao desenvolvimento sustentável. (Günther, 1999)

A resolução CONAMA<sup>2</sup> Nº 307, de 5 de julho de 2002, estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, os entulhos. Dentre as várias diretrizes estabelecidas, destacam-se as seguintes: (1) os geradores deverão ter como objetivo prioritário, a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final; (2) a partir de julho de 2004, 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 áreas protegidas por lei; (3) deverá constar no Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, com obrigatoriedade de elaboração pelos municípios e Distrito Federal até janeiro de 2004, o incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo.

De acordo com o gerente do Projeto Indústria da ABCP, Cláudio Oliveira, a falta de planejamento na obra e a ausência de normalização dos materiais de construção são agravantes para a geração de entulhos. “Paredes irregulares, por exemplo, são as principais responsáveis pelo gasto excessivo de materiais, como argamassa, blocos e tijolos”, explica.

---

<sup>1</sup> Prefeitura de São Carlos

<sup>2</sup> Conselho Nacional do Meio Ambiente

Segundo ele, com um metro cúbico de entulho reciclado é possível fabricar 227 blocos de concreto. Com 5 metros cúbicos de entulho, é possível erguer uma casa popular. Da redação- O Estado do Paraná Matéria veiculada- 19/07/2009 - Acesso – 07/02/2011

A busca pela redução de poluentes, de custos e a quantidade de resíduos gerados na construção civil (entulhos) vem provocando grandes transformações nos comportamentos.

Este trabalho apresenta um estudo baseado na proposta de implantação de uma usina de reciclagem de resíduos do concreto, provenientes de obras da construção civil da cidade de Campos dos Goytacazes.

Os resíduos da construção civil geram uma montanha diária de resíduos formada por argamassa, areia, cerâmicas, concretos, madeira, metais, papéis, plásticos, pedras, tijolos, tintas, etc., que poderiam ser reutilizados, reciclados e até mesmo reaproveitados, e acabam sendo dispostos em lixões e aterros sanitários, afrontando a Resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que proíbe as prefeituras de receber os resíduos de construção e demolição e lançarem nos aterros sanitários.

A proposta de implantação de uma Usina de Reciclagem, além de ser obrigatória para o Município, conforme a Resolução CONAMA 307, irá reduzir os impactos ambientais, e trará benefícios para população.

O reaproveitamento do entulho da construção pode beneficiar o ecossistema. O meio ambiente passa a ser poupado devido à redução da extração de matéria-prima nas jazidas não- renováveis, além de ficar livre da poluição.

Pode-se citar também como justificativa, o relato de diversos profissionais da área de construção civil a preocupação e o interesse de solucionar o desperdício dos recursos naturais através do acúmulo do entulho na região e também o desenvolvimento previsto para a região, devido à implantação do porto do Açú, que mesmo não sendo na cidade estudada, irá influenciar pela sua aproximação.

O tipo de resíduo abordado neste trabalho refere-se ao concreto, pois o grande volume deste material desperdiçado pela construção civil e disposto indevidamente, torna-se um fator degradante para o meio ambiente. Ademais, estudos comprovam que o material obtido com a reciclagem do concreto possui qualidade para ser reutilizado.

A implantação de uma usina de reciclagem de RCD na região, irá contribuir com o desenvolvimento local, tanto na organização do material da construção civil antes depositado indevidamente quanto para estruturar o melhor aproveitamento dos resíduos.

Deste modo, a pesquisa tem como objetivo geral, estudar a viabilidade da implantação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil no município de Campos dos Goytacazes RJ. Como a indústria da construção civil pode absorver quase que a totalidade dos resíduos que produz, serão listadas atividades para o uso de entulho de concreto reciclado, baseada na gerência de escopo do PMBok<sup>3</sup>.

- Criar um EAP contendo as etapas necessárias para implantação de uma usina de reciclagem do concreto,
- Identificação de melhor localização para esta implantação;
- A implantação do projeto proposto auxiliará na preservação ambiental, oferecendo uma redução do acúmulo de entulhos como agente poluidor e reduzindo também a extração da matéria-prima.
- Desenvolver um Programa de Manejo Diferenciado e Reciclagem de Resíduos com os objetivos.

Este estudo é dividido em três fases: uma revisão bibliográfica sobre reciclagem de entulhos na construção civil, gerência de projetos; proposta de uma estrutura analítica de projeto (EAP)<sup>4</sup>, contendo as etapas para implantação da usina de reciclagem de resíduo de concreto da construção civil. E análise de melhor localização para esta implantação.

---

<sup>3</sup> Project Management Body of Knowledge,

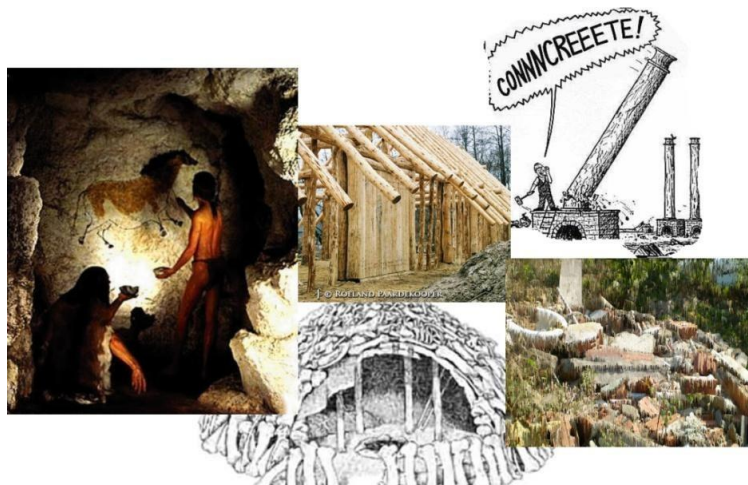
<sup>4</sup> Estrutura Analítica de Projeto

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Entulhos na Construção Civil

#### 2.1.1. O Histórico do Entulho na Construção Civil

Desde os primórdios da civilização humana que o homem está ligado intimamente a necessidade de construir e vem explorando as fontes de energia e recursos naturais (Neto, 2004). O primeiro artesão da humanidade foi a do Homem de Cromagnon que viveu na Europa a 35000 AC (Neto, 2004). Desde então o homem passou pelas moradias em cavernas, moradias feitas com ossos de mamute, madeira, utilizando somente recursos naturais existentes, e passando por várias transformações até chegar ao “concreto armado”, como temos hoje e com ele surge o que chamamos hoje de Resíduos da Construção e Demolição RDC figura 1.



Contudo o concreto vindo de elementos reciclados, já era uma pratica das civilizações antigas, deste modo, nem de longe é uma ideia nova. O reaproveitamento do entulho da construção civil teve origem na historia a cerca de dois mil anos em Roma. Os romanos utilizavam o entulho proveniente da destruição das cidades tomadas pelo império na sua reconstrução misturado a cinza vulcânica a argila e resíduos cerâmicos. (John ET AL, 2004, Brito, 99). O material resultante é um tipo de concreto que foi usado em construções da época (Lancaster, 2005) como exemplo o Panteon de Alexandre na cidade de Roma figura 2.





Figura 2: Panteon de Adriano em restauração.

Fonte: C. N. Ferreira, 2010.

Historicamente já se tem registro do uso de uma mistura parecida com o concreto pelo menos a 2.500 anos antes dos romanos, usados na arquitetura egípcia (Marusin 1996 e Campbell, 2006, Nickerson, 2008).

Na Alemanha, por volta de 1860, foram utilizadas sobras de blocos de concreto de cimento *Portland*, na produção de artefatos de concreto. LEVY (1997) relata que só a partir de 1928 começaram a ser desenvolvidas pesquisas de forma sistemática, para avaliar o efeito do consumo de cimento, da quantidade de água e da granulométrica dos agregados.

Apesar disto, só foi na época do Pós Guerra que a reciclagem tomou força, compartilhando a mesma idéia dos romanos, na utilização para a reconstrução das cidades assoladas pela guerra, principalmente na Europa (John,2000), deste modo somente a partir de 1946, depois da segunda guerra mundial, que foi desenvolvido a tecnologia de reciclagem dos resíduos da construção civil em larga escala.

Atribui-se a Thomas Tregold, primeiro Presidente do Instituto de Engenheiros Civis na Carta Régia de sua fundação, no século XIX em Londres, a definição, de engenharia: engenharia é a arte de dirigir as forças de energia existentes na natureza para uso e conveniência do homem. (Neto, 2004)

Segundo ÂNGULO *et al* (2001), em 1987, o Relatório *Brundtland* -Nosso Futuro Comum- da Comissão Independente que se reuniu sob a égide, assentou as bases da concepção de desenvolvimento sustentável como sendo a única alternativa para o futuro da humanidade, aquela que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem às suas necessidades.

Em 1992 realizou-se no Rio de Janeiro importante conferência internacional que ficou conhecida como ECO 92, da qual resultaram compromissos internacionais assumidos pela maioria das nações participantes reunidos no documento denominado Agenda 21 . Neste documento destacou-se que a reciclagem de materiais contribuiria de forma efetiva para a implantação de um sistema de gestão ambiental dos resíduos sólidos e, sendo a construção civil responsável por cerca de 75 % , da geração destes resíduos , não poderia ser excluída deste contexto.

Durante séculos, os engenheiros que estiveram empenhados na construção civil não se preocuparam com questões ambientais e, muito menos, com os resíduos gerados nas obras, os quais, na maioria das vezes, eram despejados nos rios, no ar ou no solo, sem qualquer controle.

Ainda hoje, é comum o construtor, por falta de espaço físico na obra ou com a propensa idéia de deixá-la “sempre limpa”, promover sua sistemática limpeza transportando o entulho acumulado, “de qualquer maneira”, para um “lixão” ou, às vezes ilegalmente, para locais não permitidos, pouco lhe importando o custo dessa operação de “bota fora” que, dependendo da distância de transporte, pode se tornar muito cara.

Comparada com o estágio em que se encontra em outros países, como por exemplo, os EUA, onde desde o final de 1960 já existia uma política para resíduos conhecida como *Resource Conservation and Recovering Act (RCRA)*, a reciclagem de resíduos de construção e demolição, (RCD), no Brasil é relativamente recente. John (2000).

Em 1988, foi realizado no Japão o Segundo Simpósio Internacional do RILEM em Demolição e Reutilização de Concreto e Alvenaria. Segundo KASAI (1989), na seção de reutilização de concreto e alvenaria foi estabelecida as seguintes diretrizes:

- O concreto de origem dos agregados reciclados deve estar isento de solo e grandes quantidades de impurezas;
- A forma e o tamanho do agregado reciclado podem ser controlados pelo processo de britagem;
- Os métodos de dosagem dos concretos reciclados podem ser melhorados;
- Agregados reciclados graúdos são adequados para reutilização, enquanto a qualidade dos concretos reciclados geralmente se torna inferior se o agregado reciclado miúdo é utilizado;

- É necessário estabelecer normas de qualidade para agregados reciclados e concretos reciclados;
- Especificações e recomendações devem ser desenvolvidas de maneira a encorajar o uso de concreto reciclado, em conformidade com códigos e normas de cada país.

## 2.2 Entulhos de obras

O resíduo das construções e demolições (RCD), é constituído preponderantemente dos materiais minerais desperdiçados no processo de produção de novas edificações, reformas e demolições devido a diversas causas.

Uma das principais fontes de degradação ambiental é a geração de resíduos, os quais, podem ser definidos como todos os produtos provenientes de um processo industrial de produção ou uso de um produto; os resíduos, quando reciclados, transformam-se em subprodutos com valor comercial. (Ângulo,2005)

Existe uma grande preocupação do que fazer para minimizar os impactos ambientais causados pela construção civil e de como lidar com os resíduos da construção e demolição (RCD).

Segundo BAZUCO (1999), as razões destas preocupações decorrem de alguns fatos :

- A construção civil é responsável por 20% - 50 % do consumo dos recursos naturais extraídos no planeta, SJÖSTROM, (1996) apud John (2000): Além disto, o setor encontra-se envolvido em processos industriais altamente poluentes, tais como a fabricação do cimento, da cal e de produtos siderúrgicos .
- O concreto feito com a mistura de cimento *portland*, areia, brita e água, é o material mais utilizado em construção civil. SEGUNDO PINTO (1992), nos EUA, em 1994, 63 milhões de toneladas de cimento foram convertidas em 500 milhões de toneladas de concreto, e, a nível mundial, cerca de três bilhões de toneladas o que torna o consumo de concreto maior do que qualquer outro insumo consumido pelo homem, à exceção apenas da água. Nestas condições, o consumo anual de agregados naturais é imenso – nos EUA é da ordem de 200 bilhões de toneladas, estimando-se que no Brasil seja de 220 milhões de toneladas, considerando seu uso apenas em concreto e argamassa John (2000).

Agregados graúdos naturais e areia , devido a restrições ambientais, não são mais encontrados com facilidade na periferia das grandes cidades, como Rio de Janeiro e São Paulo – nesta última citada à areia natural, já procede de localidades situadas a distâncias superiores a 100 quilômetros.

- A construção civil é um grande reciclador de resíduos gerados por outras indústrias, como, por exemplo, a siderúrgica: a escória granulada de alto forno é um resíduo que pode ser incorporado ao clínquer ou substituir parcialmente cimento *portland*, com significativa economia de custo do concreto, sem prejuízo das suas propriedades;
- A construção civil consome cerca de 2/3 da madeira natural extraída e a maioria das florestas não é explorada adequadamente.
- Algumas matérias primas usadas tradicionalmente na construção civil, como o cobre e o zinco, por exemplo, segundo JOHN (2000) tem reservas comprovadamente suficientes apenas para mais 60 anos, sendo este fator de grande influência no preço dos produtos feitos com tais materiais.
- A construção civil, dentre todas as indústrias de transformação, é certamente a maior geradora de resíduos. O volume de entulho de construção e demolição gerado pode atingir duas vezes o volume de lixo sólido urbano; na cidade de São Paulo, para transportá-lo, são necessários cerca de 2500 caminhões por dia, JOHN (2000), observando-se que, lamentavelmente, boa parte destes resíduos é depositada em aterros clandestinos favorecendo a proliferação de mosquitos e roedores ou despejada em córregos ocasionando sua obstrução e provocando inundações.
- Na construção civil, as fontes geradoras de resíduos são permanentes, pois, sempre existirão obras no final de ciclo de utilização dando lugar a reformas, demolições e novas construções.
- O uso das construções (edifícios residenciais e de escritórios, indústrias, hospitais, hotéis, etc.) contribui em maior ou menor escala para impactar o meio ambiente, pois consomem energia elétrica para iluminação, condicionamento de ar, aquecimento interno, acionamento de motores, etc. e apreciável quantidade de água para várias finalidades.

O crescimento e a diversificação da atividade da construção civil acarretaram o aumento da geração de resíduos e passaram a ser objeto de constante atenção por parte dos órgãos públicos responsáveis pela qualidade do meio ambiente.

A construção tem-se alimentado, em grande escala, de recursos naturais e fontes de energia não renováveis, e para que continue a desenvolver-se de forma sustentável é necessário que o atual modelo seja substituído por outro que priorize economizar estes recursos, evitar desperdícios, reduzir a geração de resíduos e reciclá-los, sempre que possível.

Se uma construção deixar de apresentar condições de uso deverá, primeiramente, ser reabilitada ou reformada, admitindo-se sua demolição somente em casos limites quando não puder mais permanecer em serviço; a demolição deverá ser feita de forma seletiva para permitir a reciclagem e/ou reutilização dos materiais em outras obras..

Generalizando, poder-se afirmar que a Construção Civil cada vez mais incorpora à sua atividade o conceito de desenvolvimento sustentável, que exige mudanças na exploração de recursos naturais, reciclagem de RCD e pesquisa tecnológica de novos materiais ecologicamente mais amigáveis.

O entulho se apresenta na forma sólida, com características físicas variadas e dependem do seu processo gerador, podendo apresentar-se tanto em dimensões e geometrias já conhecidas dos materiais de construção, tanto em formato e dimensões irregulares, como pedaços de madeiras, argamassas, concretos, metais, plásticos, etc. (Zordan, 2001)

SEGUNDO PINTO (1993), entende-se por entulho o conjunto de fragmentos provenientes do desperdício na construção, reforma e demolição de estruturas de edificações diversas, como prédios, casas e pontes.

O entulho de construção tem origem em três tipos de obras: construção, demolição, e reforma. Nas construções o que se encontra na sua grande maioria são materiais que ainda não foram utilizados em qualquer processo da construção, normalmente em razão do desperdício resultante da própria característica artesanal da construção. Em demolições e reformas podem-se encontrar os materiais já na sua forma final, tal como paredes de alvenaria e pisos revestidos, concreto armado, etc.

Quanto aos resíduos de entulho, provenientes de demolições e sobras de construções, sua composição é bastante variada, tanto em relação aos materiais constituintes como em relação aos diferentes locais de geração. A composição variada do entulho se verifica devido à grande quantidade de materiais envolvidos na indústria da construção civil. A geração de

resíduos varia de acordo com as características da construção civil em cada região do país e do mundo.

Os resíduos de construção civil podem encontrar um grande número de finalidades para reutilização, desde que devidamente tratados e analisados. Segundo HANSEN (1992), uma vez que o agregado tenha sido britado, peneirado e se necessário des-contaminado, pode-se encontrar aplicações tais como:

- Enchimentos em geral;
- Enchimento em projetos de drenagem;
- Sub base ou material de base para construção rodoviária;
- Agregado para novos concretos.

Dentre essas finalidades, a que vem despertando grande interesse é a utilização dos agregados reciclados para a produção de novos concretos. É uma aplicação que exige muitos cuidados e estudos, tendo em vista o importante papel que os agregados desempenham no comportamento dos concretos.

Para a produção de novos concretos com agregados reciclados têm-se utilizado diversos resíduos oriundos de demolição e construção, e o que parece ter as melhores propriedades para tal são os resíduos de concreto. ZORDAN (2001) descreve que dos vários tipos de resíduos de demolição e construção, somente o concreto britado pode ser satisfatoriamente reutilizado como agregado de concreto.

Entretanto, agregados reciclados de alvenaria também tem sido utilizados com essa finalidade, mas conforme observado em HANSEN (1992), algumas de suas propriedades são significativamente inferiores às dos agregados reciclados de concreto.

Os RCD (resíduos de construções e demolições), comumente chamados entulho são sempre gerados durante a construção, a remodelação, (reforma) ou demolição de prédios (residenciais ou comerciais), estradas, pontes, *piers*, barragens e demais obras de construção civil em geral.

A Resolução CONAMA 307 de 5 de julho de 2002 estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos.

A composição do entulho é muito variável, dependendo basicamente da natureza de cada obra, mas, de um modo geral, costuma-se considerar que o entulho é constituído de: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e

compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc.

São ainda considerados entulho: árvores, cepos, solo, rochas procedentes da limpeza, preparo e escavação de terrenos e ainda materiais salvados de demolições tais como portas, janelas e tubulações, os quais são reaproveitados em outras obras.

De acordo com a CONAMA 307, os RCD são classificados em:

- Classe A: são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, que deverão ser encaminhados a áreas de aterro de RCD ou para centrais de reciclagem, tais como:
  - De construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem.
  - De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto.
  - De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.
- Classe B: são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e outros, que deverão ser encaminhados a áreas de armazenamento temporário para futura reciclagem.
- Classe C: são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como produtos oriundos do gesso, os quais deverão ser transportados e armazenados de acordo com normas específicas
- 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 que, deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com normas específicas. . .

Algumas definições são importantes e constam da Resolução 307 CONAMA:

- 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;
- 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 dos objetivos estabelecidos;
- Reutilização: é o processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo;
- Reciclagem: é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após sua transformação;
- Beneficiamento: é o ato de submeter um resíduo a operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria prima ou produto;
- 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 à 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;
- Áreas de destinação de resíduos: são áreas destinadas ao beneficiamento ou à disposição final de resíduos.

É possível identificar no quadro 1, constituintes típicos de entulho de obras, de acordo com critério da USA, EPA (Environnement Protection Agency, 1998):



Quadro 1 - Constituintes típicos de entulho de obras

Frações Primárias Inertes	Asfalto, tijolo, bloco de concreto com cinza, concreto com barras / trama de arame, concreto sem armadura, telha cerâmica, vidro, solo, plástico em lâmina, tubo plástico, louça sanitária inclusive metais, metais ferrosos e não ferrosos, fiação elétrica, <i>fiber glass</i> , recipientes e <i>containers</i> de plástico.
Frações predominantemente orgânicas	<i>Container</i> de papelão corrugado, material de isolamento com celulose, paletes, chapas de madeira prensada, feltro, <i>shingles</i> asfálticos, chapa perfurada,.
Materiais compósitos	Carpete, painéis de gesso, idem com revestimento de papel decorativo, materiais elétricos (lâmpadas, metal, chaves, fusíveis, etc.), mangueiras de borracha, madeira pintada, compósitos de madeiras.

Fonte : EPA (Environnement Protection Agency,1998):

Segundo CARVALHO E NETO (2004), os resíduos de construção e demolição são classificados em:

- Solos;
- cerâmicos: rochas; concreto; argamassa de cimento e cal endurecidas; cacos de cerâmica vermelha; fragmentos de tijolos e telhas, azulejos e cerâmica branca, placas de gesso; vidro;
- metálicos: pontas de vergalhões de aço e arame para concreto, retalhos de chapas de aço, latão e alumínio, pregos e parafusos;
- orgânicos: cavacos de madeira, natural e madeirit; plásticos; materiais betuminosos; papelão e papel de embalagem; sacaria; tintas, vernizes e adesivos; raízes e restos de vegetais da limpeza do terreno.

Os quadros 2 e 3, segundo JOHN (2000) ,fornecem as percentagens médias de materiais no resíduo total de obras e na fração cerâmica do resíduo total.

Quadro 2 - Materiais (%) no resíduo total

<i><b>Materiais</b></i>	<i><b>%</b></i>
<i><b>Solos</b></i>	32
<i><b>Cerâmicos</b></i>	63
<i><b>Outros</b></i>	5

Fonte: Elaboração própria, 2010. Adaptado, John (2000)

Quadro 3- Materiais (%) na fração cerâmica do resíduo total

<i><b>Materiais</b></i>	<i><b>%</b></i>
<i><b>Concreto</b></i>	1
	3
<i><b>Argamassa</b></i>	4
	0
<i><b>Cerâmica</b></i>	4
	7

Fonte: Elaboração própria, 2010.

Adaptado, John (2000)

### 2.3 Processo de Reciclagem do Entulho de Concreto

KASAI (1989) relata que há na Holanda, desde 1984, regulamentações para testes de controle e limites de aceitação para agregados de concreto. As regulamentações são à Recomendação CUR-VB 4, específica para agregado britado de concreto.

A Recomendação CUR-VB 4 estabelece que o principal constituinte, o agregado britado de concreto, deve representar mais que 95% do total. Não mais que 5% devemos consistir de materiais secundários tais como tijolos de argila, tijolos de areia calcária, concreto leve,

concreto espumoso, materiais cerâmicos e argamassa de alvenaria, com a clara exclusão de gesso e materiais contendo gesso. Além disso, não mais que 1% do agregado de concreto britado deve consistir de constituintes tais como: madeira, papel, vidro, têxteis, materiais betuminosos, etc.

Os resíduos de materiais de construção apresentam, de um modo geral, grande quantidade de componentes. Estes resíduos podem ser provenientes dos restos dos materiais utilizados em uma construção, da demolição de construções, ou ainda, das sobras advindas da fabricação de materiais para a construção civil fora dos canteiros de obras, como é o caso por exemplo, das usinas de concreto.

O entulho, que pode ser usado sozinho ou misturado ao solo, deve ser processado por equipamentos de britagem / trituração até alcançar a granulometria desejada, e pode apresentar contaminação prévia por solo, desde que em proporção não superior a 50% em peso.

O resíduo ou a mistura podem então ser utilizados como reforço de subleito, sub-base ou base de pavimentação, considerando-se as seguintes etapas: abertura e preparação da caixa (ou regularização mecânica da rua, para o uso como revestimento primário) corte e/ou escarificação e destorroamento do solo local (para misturas), umedecimento ou secagem da camada, homogeneização e compactação.

O entulho processado pelas Usinas de Reciclagem (onde sua fração mineral é britada em britadores de impacto) é utilizado como agregado no concreto, em substituição simultânea à areia e à brita convencionalmente utilizadas. A mistura é a tradicional, com cimento e água, esta em quantidade bastante superior devido à grande absorção do entulho. (Zordan, 2001)

O aspecto característico da brita reciclada (figura 3), se encontra em material com dimensão máxima característica inferior a 39 mm, isento de impurezas (Quadro 4), proveniente da reciclagem de concretos e blocos de concretos da construção civil. Tendo o uso recomendado, em concreto não estrutural e drenagem.



Figura 3 – Brita Reciclada

Fonte: Zordan, 2001

Quadro 4- Propriedade da brita reciclada

Propriedades	Valores
Sulfatos	< 1 %
Teor de fragmentos à base de cimento e rocha	> 90 %
Absorção de água	< 7 %
Cloretos	< 1 %
Materiais não minerais	< 2 %
Torrões de argila	< 2 %
Teor total máximo de contaminantes	< 3 %
Teor de material passante na malha 75 $\mu\text{m}$	< 10 %

Fonte Zordan, 2001

O aspecto característico da areia reciclada Figura 5, consiste em material de dimensão máxima característica inferior a 4,8 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de

concretos e blocos de concretos da construção civil (Quadro 5). Com uso recomendado a argamassas de assentamento da alvenaria de vedação, contra-pisos, solo-cimento, blocos e tijolos de vedação.



Figura 4 – Areia reciclada

Fonte Zordan, 2001

Quadro 5 – Propriedades da areia reciclada

Propriedades	Valores
Sulfatos	< 1 %
Absorção de água	< 12 %
Cloretos	< 1 %
Materiais não minerais	< 2 %
Torrões de argila	< 2 %
Teor total máximo de contaminantes	< 3 %
Teor de material passante na malha 75 $\mu\text{m}$	< 15 %

Fonte Zordan, 2001

### 2.3.1 Os Prejuízos da Não Reciclagem

A deposição dos resíduos de construção na malha urbana, de forma descontrolada, acarreta uma série de custos ambientais, dos quais a URBAN (1996) destaca:

- Montes de entulho agregam lixo e se tornam abrigo de vetores transmissores de doenças (ratos, baratas, moscas, mosquitos) e de animais peçonhentos (cobras, escorpiões);
- Entulho nas vias públicas e córregos afeta a drenagem e a estabilidade das encostas;
- Ocorre degradação da paisagem urbana;
- Ocorre desperdício de recursos naturais não-renováveis;
- Ocorre redução da vida útil dos locais adequados para aterramento dos resíduos não-; renováveis.

Figura 5: “Bota fora” clandestino: degradação de bairros inteiros e obstrução de córregos, agravando o problema das enchentes.



Fonte: CAMARGO, 1995.

Além dos custos ambientais, há os custos referentes ao gerenciamento de deposição clandestina, e ao não aproveitamento desses dejetos que poderiam ser reciclados e utilizados em obras públicas. Dá-se início a um processo de transferência de custos: a irracionalidade da construção se transforma em custo social. A reciclagem de entulho tem, como principal objetivo, transformar esses custos sociais em custos públicos ou privados, onde todos os agentes que intervêm no processo de geração dos resíduos de construção deverão ser atingidos. Assim, pode se começar a inverter o processo,

extraindo do próprio problema, soluções para outras demandas, pela geração de materiais de baixo custo e boas características.

### **2.3.2. Cuidados Ambientais**

O processo de reciclagem de entulho municipal envolve todo um planejamento, uma infraestrutura administrativa, pequenos locais de apoio para organização e triagem do entulho e a estação de reciclagem propriamente dita. Há dois métodos utilizados para a reciclagem do entulho: por moedores e por britadores. O processo de reciclagem por britadores passa basicamente pela seleção, limpeza, trituração e classificação granulométrica dos materiais, para posterior utilização específica.

A estação de reciclagem é composta por vários equipamentos pequenos e modernos, projetados com segurança para operar em área urbana. Não traz qualquer risco para a região, nem qualquer incômodo à população. Como tratamento acústico, pode ser colocado mantas de borracha e para evitar a formação de nuvens de pó, colocam-se nebulizadores na entrada do triturador e na correia, que faz a pilha do granulado. O ruído causado pelo britador não chega a 50 dB. É indicada, a criação de um cinturão verde no perímetro da usina para impedir a entrada de passantes e para criar uma barreira adicional ao pó e ao ruído remanescentes, criados pelo britador. Sem dúvida, o verde dá um aspecto de consciência ecológica ao conjunto.

### 2.3.3 Qualidades Físico-Químicas dos Agregados Reciclados



Figura 6: Artefato reciclado

Fonte: CAMARGO, 1995.

Alguns levantamentos de desempenho das argamassas com agregados reciclados foram realizados por várias empresas, entre elas a Testin-Tecnologia de Materiais, Betontec- Tecnologia e Engenharia, e Teste-Engenharia do Concreto. (CAMARGO, 1995) Esses trabalhos basearam-se em análises de comparação entre a argamassa tradicional e outra proveniente de entulho, além de vários ensaios de desempenho.

Os principais resultados demonstraram que o produto feito de entulho chega a apresentar resistência praticamente três vezes superior à argamassa tradicional. O engenheiro civil André Natenzon (CAMARGO, 1995), diretor comercial da Anvi, explica que isso se deve à pozolana, em maiores concentrações, proveniente da moagem de blocos cerâmicos. Natenzon, ainda comenta a excelente resistência desse material ao arrancamento e afirma que o seu módulo de elasticidade é maior do que o de argamassas tradicionais.

Os reciclados de entulho são agregados e componentes com características variáveis, que devem ser conhecidas, para poder se determinar a sua aplicação mais adequada.

Algumas restrições (CORBIOLI, 1996) quanto ao uso de agregados reciclados:

- Argamassas à base de entulho são porosas, não devendo ser utilizadas como impermeabilizantes;



- Em modo geral, os produtos à base de entulho reciclado não devem ser utilizados onde haja exigências estruturais;
- Gesso e EPS - poliestireno expandido são os grandes inimigos da reciclagem: a massa com gesso perde a liga, com EPS perde resistência.

## 2.4 Desperdícios de Materiais de Construção Civil

O desperdício de materiais é inerente à sua aplicação nas obras de construção e reforma de prédios. PINTO (1995) informa que apenas onze por cento (11%) do custo global da obra correspondem a etapas com quase nenhuma possibilidade de perdas, enquanto o percentual restante, oitenta e nove por cento, (89 %) deste custo correspondem a etapas nas quais existe essa possibilidade em maior ou menor grau, de acordo com a natureza do serviço que está sendo realizado.

Vários exemplos podem ser dados :

- O corte de chapas de aço para fabricação de peças estruturais, ou vergalhões para concreto gera resíduos metálicos devido a causas diversas, como deficiências de projetos, modificações, imperícia, etc.;
- Madeira:- é essencial que haja máxima utilização do material na confecção de formas para concreto; sua destruição precoce com geração de resíduos (cavacos, lenha, etc.) pode ser motivada por deficiência do sistema de formas, do projeto das peças ou imperícia na sua deformação;
- A não observância do *pot life* da argamassa e do seu tempo de abertura podem levar à sua imprestabilidade como material de revestimento ou assentamento de azulejos em paredes de alvenaria; neste caso, a argamassa que endureceu antes de ser usada é um resíduo que, geralmente, pode ser reciclado no próprio canteiro para utilização em outros serviços;
- A sobre espessura das juntas e a porosidade dos blocos são causas de desperdício de argamassa; nestes casos não há geração de resíduos, mas o excesso de argamassa que se incorpora a obra é uma perda de material irrecuperável;

- A fuga de concreto no seu lançamento é outra modalidade de desperdício causada por deficiência de vedação ou deslocamento da forma; esta perda também é definitiva porque o material não pode ser reaproveitado;
- O chapisco ou “*grouting*” é um traço de argamassa rico em cimento e quando utilizado para reparar falhas de concretagem (conhecidas como “bicheiras” no linguajar de obra), ou recuperação de concreto deteriorado é outra forma de desperdício;
- O emprego de argamassa em enchimentos para nivelar lajes ou corrigir desaprumos e alinhamentos de paredes é também um desperdício possível de evitar tomando os necessários cuidados;
- Diversos desperdícios de materiais com geração de resíduos, originam-se de quebras ou avarias de materiais: - cerâmicos, vidros, etc., devidas à deficiência de estocagem falta de cuidado no seu manuseio.e/ou transporte no canteiro;
- Outros desperdícios com geração de resíduos têm como causas a demolição de partes da obra já executadas por diversos motivos:- erros ou mudanças de projetos, falhas na execução que obrigam ao retrabalho, necessidade de embutir tubulações em paredes de alvenaria ou atravessar elementos estruturais, e outras.

Alguns autores, como. ANDRADE (1999), ao estimarem a quantidade de entulho produzido em construções novas consideraram que a massa do edifício equivale a  $1000 \text{ kg} / \text{m}^2$  e concluíram que o entulho gerado representa 5,0% da massa do prédio ou seja  $50 \text{ kg} / \text{m}^2$ , valor que não leva em conta as perdas de material incorporado em excesso à obra, sendo inferior ao estimado por PINTO (1999), de  $150 \text{ kg} / \text{m}^2$  que considerou no seu cálculo edificações novas construídas por processos convencionais.

A ocorrência de desperdícios levanta as seguintes considerações:

- A primeira, de que desperdícios sempre ocorrerão nas obras, mas, quando estiverem acontecendo em proporções exageradas, algo de errado existe com os métodos de trabalho praticados;.
- A segunda é que a construção civil, atualmente, por ser grande consumidora de recursos naturais não renováveis requer a redução de desperdícios e intensificação do emprego de reciclados, também chamados materiais secundários. (VAZQUES, 2001);
- A terceira é que a remoção de resíduos para os lixões, representa riscos ambientais e elevados custos de transporte que no final são arcados pela sociedade;
- A quarta é de que os aterros têm capacidades limitadas de recebimento de resíduos, algumas próximas de esgotamento o que demanda a procura de outros locais, cada vez mais escassos e distantes.

## **2.5. Quantidade de Entulhos Gerados pela Construção Civil.**

Segundo VAZQUES (2001), não é simples quantificar a quantidade de RCD gerada por região e, assim sendo, observa-se acentuada divergência entre as estimativas feitas, mas, de uma maneira geral, a massa gerada de RCD é maior ou no mínimo igual à massa do resíduo domiciliar.

A principal razão destas divergências reside na falta de metodologia padronizada para identificar o que realmente deve ser considerado RCD, mas contribuem em menor escala outros fatores como a peculiaridade de cada obra, a diversidade dos métodos construtivos e a idade dos edifícios, dentre outros.

Os RCD são um dos grandes responsáveis pelo esgotamento de lixões e pelos altos custos sócio econômico ambientais nas cidades de médio e grande porte.

Estimativas internacionais dão conta que a geração de RCD varia entre 130 e 3000 kg /habitante/ ano, JOHN (2000) e no Brasil, feitas por PINTO (1999) apud JOHN (2000), entre 230 e 660 kg/ habitante/ano, correspondendo à mediana de 500 kg/habitante ano ou seja mais do que 50% dos resíduos sólidos urbanos.

Segundo ÂNGULO (2005) a quantidade de RCD gerado no Brasil é algo em torno de  $68,5 \times 10^6$  t / ano.

De acordo com PINTO (1999) a quantidade de entulho equivale, em média de (5%) – 15 % da massa do prédio estimada em  $1000 \text{ kg/m}^2$

Dados norte-americanos publicados no Relatório EPA 530-R-98-010, da NATIONAL ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, estimam uma produção de 136 milhões de toneladas de RCD em 1996, ou seja da ordem de 1,4 kg / habitante / dia, sendo 43% gerado por obras residenciais e 57% por obras não residenciais.

As demolições respondem por 48% do total de RCD, as remodelações por 44% e os 8% restantes são gerados na construção de obras novas.

Na composição média do RCD brasileiro figuram frações minerais como concreto, argamassa, e cerâmicos com predominância de sílica, seguidos de alumina e óxidos de cálcio e orgânicos como plásticos, betuminosos e outros. (Ângulo ., 2002).

Sendo a atividade da construção civil grande consumidora de recursos naturais não-renováveis, a reciclagem de RCD é uma forma de contribuição do setor para a sustentabilidade do meio, através da redução dos impactos negativos dos seus resíduos nas cidades e da diminuição de demanda por recursos naturais não renováveis.

Análise da composição média revelou que praticamente 95 % dos RCD recebidos no aterro de Itatinga, em São Paulo, poderiam ser reciclados, Ângulo (2005) , mas, apenas uma pequena parcela destes resíduos é empregada como sub-base de pavimentação, uma das poucas alternativas tecnologicamente consolidadas de utilização de RCD em serviços de construção civil no Brasil.

LEVY (2002) apud ÂNGULO (2005), concluiu com base em observações feitas que a substituição de 20 % dos agregados convencionais por agregados reciclados não afetaria a resistência e durabilidade do concreto comparativamente a de concretos tradicionais e propiciaria a utilização de cerca de 48,8 milhões de toneladas/ano de resíduos.

Não seria ainda suficiente para absorvê-los completamente, mesmo contando com a quantidade que é empregada em pavimentação, sendo assim necessário partir para outras aplicações em argamassas, artefatos de concretos, fabricação de cerâmica, cimento, etc.

O uso de agregados reciclados em concreto estrutural requer grande confiabilidade das suas propriedades sendo, neste particular, necessária melhoria profunda na gestão dos

processos de reciclagem atualmente praticados no Brasil e rigoroso controle de qualidade do produto final. (Ângulo, 2005)

## 2.6. Como Reduzir a Geração de Entulho

O entulho é gerado na fase da construção, na fase de reforma ou manutenção predial e nas demolições.

### 2.6.1. Resíduo gerado na fase de construção.

O resíduo gerado durante a fase de construção é todo aquele material que não se incorpora à obra; corresponde a 50 % da perda (desperdício) total de material. (pinto,1999).

O material que se incorpora à obra em excesso, é um desperdício sem haver resíduo, caso por exemplo de um revestimento executado com espessura maior do que a normal (1,5 cm), para corrigir defeitos de execução (alinhamento, prumo, etc.) de paredes de alvenaria de tijolos.

Dados de pesquisas sobre perdas na construção (formal) realizadas no Brasil (Quadro 6), financiadas pelo Programa HABITARE, com a participação de Universidades e Empresas, JOHN (2000) constam do quadro abaixo.

Quadro 6 - Perdas estimadas de materiais de construção em (%)

	<i>Cimento</i>	<i>Aço</i>	<i>Blocos e tijolos</i>	<i>Areia</i>	<i>Concreto</i>
<i>Min</i>	<i>6</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>7</i>	<i>2</i>
<i>Max</i>	<i>638</i>	<i>23</i>	<i>48</i>	<i>311</i>	<i>23</i>
<i>Mediana</i>	<i>56</i>	<i>9</i>	<i>13</i>	<i>44</i>	<i>9</i>

Fonte: Elaboração própria, 2010, Adaptado, John (2000)

Há possibilidade de combater estas perdas e reduzir os resíduos sem grandes mudanças tecnológicas, bastando, adotar medidas práticas, como as seguintes:

- exigência de projetos modulados para assentamento de alvenarias e colocação de elementos cerâmicos evitando corte das peças (bacalhaus, no jargão de obra) ;
- supervisão de detalhamento e controle das modificações de projetos;.
- especificação de materiais cujos resíduos sejam reciclável.;
- treinamento da mão de obra;
- utilização de ferramentas e equipamentos apropriados, inclusive os de segurança;
- melhora das condições de estocagem e caminhos de acesso para o transporte dos materiais no canteiro;
- aperfeiçoamento dos mecanismos de controle de execução dos serviços;
- utilização de elementos pré-fabricados de concreto e outros materiais;
- utilização de concreto pré-misturado, de armadura pronta, de sistemas de formas metálicas ou mistas e escoramentos tubulares;
- previsão de passagem para instalação de dutos e tubulações embutidos. Executar instalações rasgando paredes, demolindo ou furando vigas, lajes e pilares, danificar quaisquer partes da obra já construídas para embutir e/ou dar passagem a tubulações é uma prática geradora de resíduos, altamente condenável que não deve ser tolerada na construção civil;
- adoção de mudanças tecnológicas para as que, comprovadamente, reduzam geração de resíduos;

A redução de resíduos nas fases de manutenção e demolição será tanto maior quanto menor for o desperdício de material resultante do excesso de sua incorporação à obra na fase de construção.

### 2.6.2 Resíduo gerado na fase de reforma ou manutenção predial

Segundo JOHN *et al* (2004), o resíduo decorre de vários fatores, tais como :

- trabalho executado depois da entrega da obra (retrabalho) para correção de vícios construtivos de origem;
- mau uso das edificações pelos seus usuários;
- ampliação ou modernização parcial ou total do edifício;
- substituição de componentes da edificação que tenham se degradado precocemente, isto é antes de completado seu ciclo de vida útil;

Nas reformas, a redução da geração de resíduos depende da maior ou menor facilidade de desmontagem dos componentes do prédio sendo assim função da concepção de projeto.

.Nas edificações comerciais, mais do que nos residenciais é sempre conveniente que os projetos sejam flexíveis para atender ampliações, remodelações, remanejamento interno do *layout* da loja e trânsito de equipamentos pesados ou volumosos que serão substituídos.

Lojas, supermercados, shoppings, etc. para atender interesses comerciais. sofrem frequentes modificações de *layout* que podem acarretar obras de vulto, sempre frequentemente realizadas sem interrupção de funcionamento do estabelecimento.

### 2.6.3 Resíduo gerado nas demolições

A quantidade de entulho gerado depende da metodologia utilizada na desmontagem da edificação que deve ser realizada de modo a salvar o máximo de materiais para reaproveitamento em outras construções, separando os materiais do entulho a fim de possibilitar sua reciclagem.

Campanhas educativas ajudam na redução dos RCD nas obras civis assim como taxaço sobre a geração de entulho, medida coercitiva que já é adotada em alguns países, a Inglaterra por exemplo, JOHN (2000) porque há interesse do Órgão Público de Controle Ambiental em reduzir custos decorrentes da acumulação deste material em aterros.

Sistemas de gerenciamento ambiental, (SGA), como os da Produção mais Limpa (P+L), uma vez implantar todos, podem igualmente contribuir para diminuir a geração de RCD.

## 2.7. A Eco eficiência na Construção Civil

Segundo ÂNGULO *et al* (2001), em 1996 foi divulgado o relatório “*Eco-efficient Leadership for Improved Economic and Environment Performance*” pelo Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável , o qual, preconiza quatro ações principais para se atingir a Eco eficiência, um dos fundamentos da sustentabilidade:

- racionalização do uso do material de construção, combatendo desperdícios e diminuindo a geração de resíduos nas obras para reduzir extração de matéria prima, preservando fontes de recursos naturais e minimizando impactos ambientais;
- redução do consumo de energia não renovável, substituindo-a, sempre que possível, por energia natural renovável;
- reciclagem de resíduos e reaproveitamento da maior quantidade possível de materiais provenientes de demolições;
- utilização de materiais com maior ciclo de vida útil, contribuindo assim para maior durabilidade da construção e de outros materiais cujos resíduos sejam passíveis de reciclagem;

A tendência é que a reciclagem, impulsionada pelo (DFR) e pelo poder público em estreita parceria com a iniciativa privada, se converta numa prática habitual, de acordo com uma ou mais modalidades a seguir definidas , conforme Vazques (2001)

- reciclagem primária: aquela na qual o produto original é empregado no próprio local da construção; exemplos: o reciclado do aglomerado asfáltico “*in situ*”, o resíduo de argamassa de revestimento que é reciclado no canteiro para ser utilizado como material de enchimento;
- reciclagem secundária, na qual o material é reintroduzido no ciclo de utilização com uma finalidade diversa; ex: a utilização de um pavimento de concreto como sub-base de



pavimentação; concreto resultante de demolição reciclado como agregado de um novo concreto;

- reciclagem terciária, na qual se faz a decomposição do material usado para obter outro material; exemplo: a despolimerização de um plástico para obter outro plástico polimérico;

A reciclagem, hoje, constitui prática universalmente reconhecida pela importância da sua contribuição para o desenvolvimento sustentável:

- redução de consumo de matéria prima natural não renovável;
- redução de volumes de resíduos resultando economia de áreas destinadas a sua deposição;
- redução do consumo da energia empregada na fabricação de diversos materiais de construção;
- redução de poluição;

Contudo, a reciclagem, como aliás qualquer atividade industrial, pode impactar o meio ambiente ou tornar-se economicamente inviável, dependendo do tipo do resíduo e do processo utilizado, nos seguintes casos:

- quando a quantidade de energia a empregar é de tal ordem que a reciclagem torna-se inviável economicamente e/ou passa a constituir sério impacto ao meio ambiente;
- quando os reciclados podem comprometer a saúde humana, pois, nem sempre é garantida a completa estabilização de metais pesados (Cd, Pb, etc.) originalmente existentes nos resíduos industriais.

Para que uma reciclagem seja bem sucedida é necessário estabelecer uma metodologia caracteristicamente multi disciplinar, JOHN (2000) pois, exige conhecimentos pertinentes a diferentes especializações, como medicina, biologia, química, engenharia de materiais, economia, marketing e outras para o desenvolvimento de um produto destinado a ser um material de construção alternativo. Resumidamente, essa metodologia compreenderia as seguintes etapas:

- caracterização física e química do resíduo;
- microestrutura;
- habilidade financeira;
- análise de impacto ambiental do novo produto;

- análise de riscos à saúde;
- análise de desempenho técnico;
- desenvolvimento do processo de produção.

## 2.8. Uso Recomendado para Resíduos Reciclados

Quadro 7 – Uso de produtos reciclados

Fonte: Campus da Unesp em Ilha Solteira (SP),

Produto	Características	Uso recomendado
Areia reciclada	Material com dimensão máxima característica inferior a 4,8 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Argamassas de assentamento de alvenaria de vedação, contra pisos, solocimento, blocos e tijolos de vedação.
Pedrisco reciclado	Material com dimensão máxima característica de 6,3 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Fabricação de artefatos de concreto, como blocos de vedação, pisos intertravados, manilhas de esgoto, entre outros.
Brita reciclada	Material com dimensão máxima característica inferior a 39 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagens.
Bica corrida	Material proveniente da reciclagem de resíduos da construção civil, livre de impurezas, com dimensão máxima característica de 63 mm (ou a critério do cliente).	Obras de base e sub-base de pavimentos, reforço e subleito de pavimentos, além de regularização de vias não pavimentadas, aterros e acerto topográfico de terrenos.
Rachão	Material com dimensão máxima característica inferior a 150 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Obras de pavimentação, drenagens e terraplenagem.

Aproveitamento dos resíduos de concreto para confecção de tijolos ecológicos:

A idéia de aproveitar os resíduos de concreto na composição do solo para a confecção do solo-cimento surgiu em razão de se constatar que os solos arenosos são os mais indicados para a obtenção do solo-cimento. E foi exatamente isso o que se buscou com a incorporação dos resíduos de concreto, pois se trata de um material granular, cujas características granulométricas, após a britagem, assemelham-se às de uma areia grossa. Em trabalhos realizados no campus da UNESP em Ilha Solteira (SP), constatou-se que a incorporação de resíduos de concreto, na confecção de tijolos de solo-cimento, propiciou melhorias substanciais nas propriedades de resistência e absorção do solo-cimento, obtendo-se resultados muito melhores que aqueles estipulados nas normas brasileiras. Outro aspecto observado, em vista dos resultados alcançados, foi a inerente possibilidade de se reduzir o consumo de cimento na confecção dos tijolos.

O aproveitamento dos resíduos de concreto na confecção dos tijolos (Figura 4), portanto, pode ser uma importante contribuição para a sociedade, na medida em que viabiliza uma opção técnica de baixo custo, plenamente inserida no contexto do desenvolvimento sustentável.

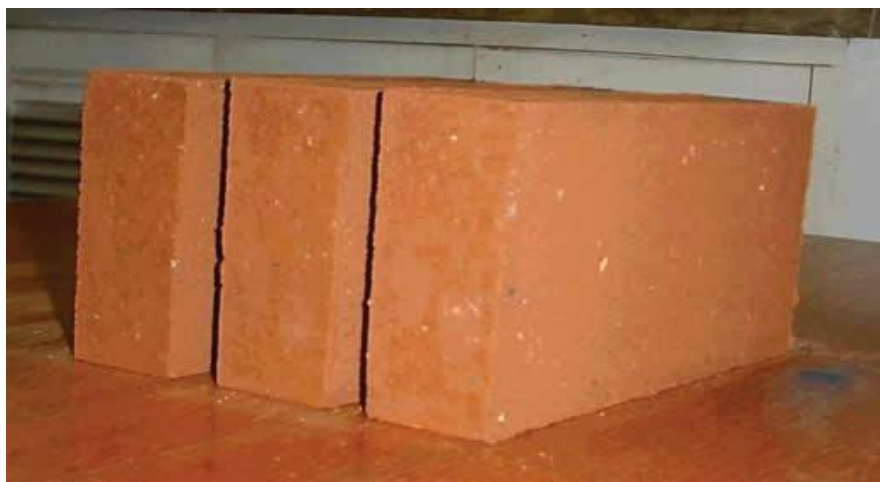


Figura 7 – Tijolos de solo-cimento com resíduo

Fonte: Campus da UNESP em Ilha Solteira (SP)

O Manual de Construção com Solo-Cimento, Ceped (1999), recomenda valores de  $LL \leq 45\%$  e de  $LP \leq 18\%$ . Conforme dados obtidos nesta pesquisa, houve redução do  $LL$  e do  $LP$  após a adição dos RC e todas as misturas com RC apresentaram limites adequados

para a confecção do solo-cimento. Já o solo natural apresentou LP = 18,3%, portanto superior aos 18% recomendados pelo Ceped (1999). Quanto ao LL, todas as misturas se enquadraram dentro dos limites recomendados. ( UNESP)

## **2.9. Reaproveitamento do Entulho no Brasil**

Conforme ÂNGULO *et al.* (2003).A reciclagem de RCD teve início no Brasil em 1991 quando foi instalada a primeira usina na cidade de Itatinga (estado de São Paulo), com a capacidade de reciclagem de 100 toneladas por dia. O material reciclado foi inicialmente utilizado como base na pavimentação de ruas e estradas.

Em 2002 o governo Federal promulgou legislação específica a respeito da gestão dos RCD, por meio da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente -CONAMA - número 307 de 5 de julho de 2002, (CONAMA 2002) definindo entre outros, a responsabilidade pela gestão dos RCD pelo gerador do resíduo, compartilhando as ações entre os órgãos governamentais, geradores e transportadores. A medida valorizou a reciclagem do resíduo e, em 2003, existiam cerca de 9 usinas municipais de reciclagem de RCD no Brasil.

Segundo PINTO (1995) estima-se que no Brasil a perda de materiais pode chegar a 20% em sistemas construtivos convencionais, sendo a argamassa e seus componentes os principais vilões, contribuindo com 60% do entulho gerado. Os componentes de vedação também se mostraram grandes fontes de desperdício, participando com 30% do entulho. Em países europeus os valores do desperdício de material em obra podem variar, em massa, entre 10 e 15%.

Para PICCHI (1993) o desperdício na construção civil brasileira é muito alto se comparado a outros países. PICCHI estima que o desperdício relacionado ao entulho gerado, expresso em porcentagem do custo da obra, é da ordem de 5%.

No Brasil a falta de iniciativa para a implantação de usinas de reciclagem do entulho da construção ainda é alta.

Grande parte dos produtores de entulho continua jogando esse material ao longo de estradas e avenidas e em margens de rios e córregos. O surgimento dos caçambeiros

contribuiu para que esse quadro fosse amenizado com a criação de locais pré-determinados – nem sempre apropriados – para o depósito do resíduo.

Algumas prefeituras (Belo Horizonte, Ribeirão Preto, etc.) estão implantando locais apropriados para receber o resíduo. São as "Usinas de Reciclagem de Entulho", constituídas basicamente por um espaço para deposição do resíduo, uma linha de separação, um britador, que processa o resíduo na granulometria desejada e um local de armazenamento, onde o entulho já processado aguarda para ser utilizado.

Estimativas da quantidade do entulho produzido no país e no exterior são apresentadas no quadro 8.

---

Quadro 8 - Estimativas de entulho produzido no país e no exterior

Local gerador		Geração Estimada (t/mês)
	São Paulo	372.000
	Rio de Janeiro	27.000
	Brasília	85.000
	Belo Horizonte	102.000
	Porto Alegre	58.000
	Salvador	44.000
	Recife	18.000

Brasil	Curitiba	74.000
	Fortaleza	50.000
	Florianópolis	33.000
Europa		16.000 a 25.000
Reino Unido		6.000
Japão		7.000

Fonte: (ZORDAN, 2001)

Está disponível no site do MMA (Ministério do Meio Ambiente) um manual com recomendações de licenciamento para áreas de manejo de resíduos da construção civil e resíduos volumosos. O manual está baseado na resolução 307/2002 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) que trata da destinação destes materiais. Ele foi estruturado pela Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos, do MMA, em parceria com o Ministério das Cidades.

Os resíduos da construção civil, por si, não representam grandes riscos ambientais. No entanto, muitas cidades brasileiras sofrem graves impactos ambientais provocados pela intensa deposição irregular de resíduos da construção e demolição (RCD). A partir de 2002 destaca-se, no Brasil, o início do estabelecimento de políticas públicas voltadas para a indução da implantação de áreas para o manejo sustentável desses resíduos. Essas áreas foram normatizadas apenas recentemente e os órgãos ambientais devem se preparar para o seu licenciamento e fiscalização estabelecendo procedimentos claros para atendimento da demanda crescente por empreendimentos deste tipo.

A expectativa do MMA é que o manual resulte em normas e diretrizes dos órgãos ambientais estaduais para o licenciamento das áreas de manejo destes resíduos, na forma de Resoluções, Instruções Normativas, Instruções Técnicas ou outros instrumentos condizentes com as melhores soluções técnicas, com as diferenciadas realidades regionais brasileiras e com as políticas ambientais dos municípios, dos estados e do governo federal. O manual é um

instrumento para munir os estados de informação para o licenciamento e a fiscalização desse tipo de resíduos.

O manual aborda temas como:

- Procedimentos propostos para licenciamento;
- Licenciamento de áreas de transbordo e triagem para resíduos da construção civil e resíduos volumosos (ATTs<sup>5</sup>);
- Licenciamento de áreas de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil;
- Licenciamento de aterros de resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes;
- Procedimentos para casos específicos;
- Procedimentos propostos para fiscalização, entre outros.

A Resolução CONAMA nº-307 estabelecem diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, visando:

- A responsabilidade ambiental dos profissionais na elaboração dos projetos por meio da redução e minimização do desperdício de materiais, exigência de manejos para a eliminação dos impactos ambientais, diminuição dos custos finais dos empreendimentos;
  - A responsabilidade ambiental dos profissionais nos canteiros de obras por meio da limpeza do canteiro, segregação dos resíduos gerados e garantia de controle sobre o destino dos resíduos em agentes legalmente licenciados, resultando numa maior limpeza e organização, maior economia e segurança para o trabalhador, assim como facilitação da triagem dos resíduos e seu aproveitamento;
  - A responsabilidade ambiental dos transportadores por meio de um correto manejo e destinação dos resíduos, obedecendo à legislação municipal e aos dispositivos que regulamentam as questões do meio ambiente;
-





- A responsabilidade ambiental dos receptores dos RCD por meio de áreas receptoras definidas como: área de transbordo e triagem – licenciada pelo poder público municipal, área de reciclagem e aterros de RCD e resíduos inertes – licenciados pelos órgãos estaduais do meio ambiente (Pinto, González, 2005).

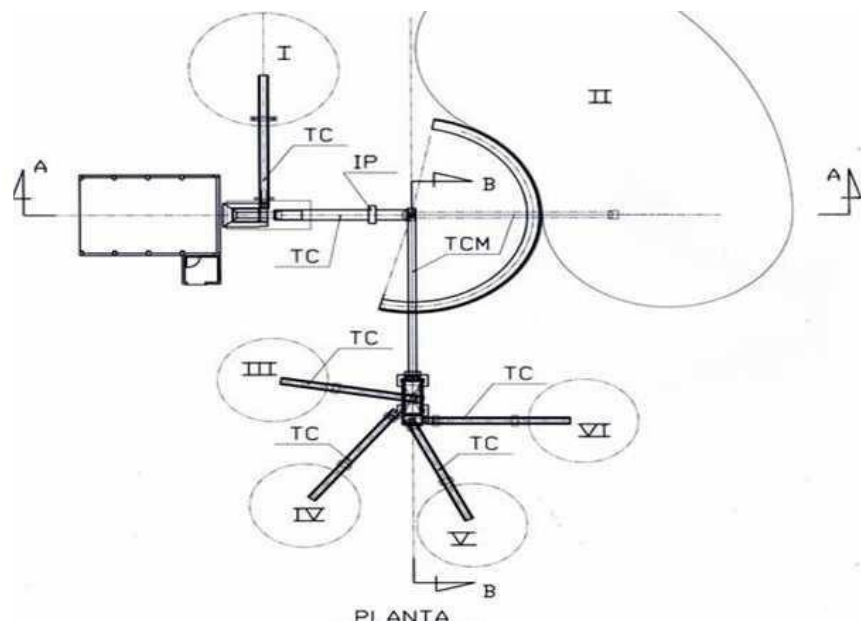
## 2.10 – Parâmetros Envolvidos na Implantação de uma Usina de Reciclagem

Nesta seção, será abordada os principais parâmetros envolvidos na construção e operação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil.

Os resíduos da construção civil podem ser beneficiados em três tipos diferentes de plantas de usina de reciclagem, dependendo da característica de cada uma delas para qual é construída, estas plantas são as Fixas, Semi-móveis e Móveis.

As Plantas Fixas são definitivas, figura 7.

A principal vantagem é uma qualidade superior dos produtos reciclados. Há ainda a vantagem de usar equipamentos maiores e mais potentes, conforme tabela 1.



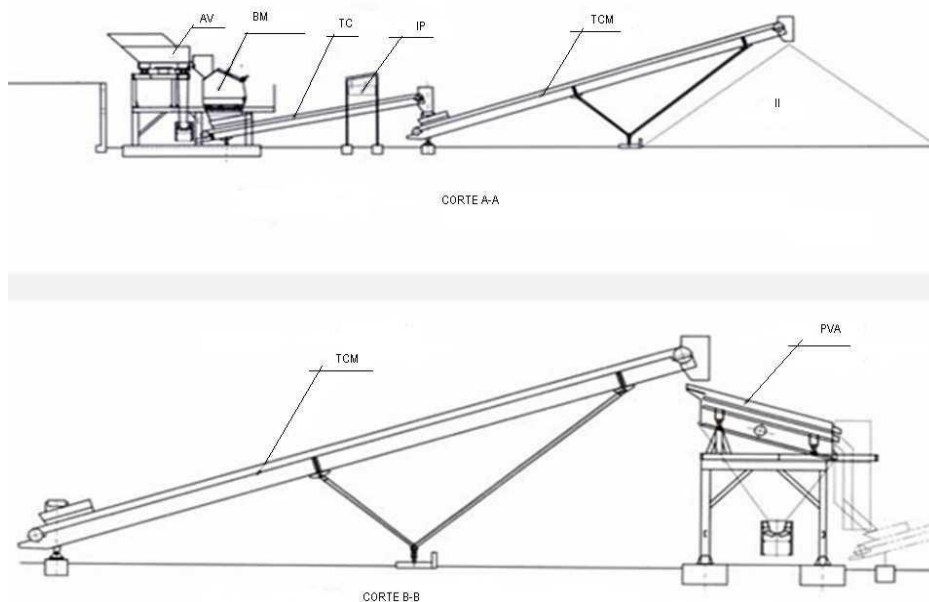


Figura 7: Planta Fixa – Usina de Reciclagem de RDC Fonte:UNIVAP/FEAU

Tabela I – Layout de uma planta fixa: Fonte:UNIVAP/FEAU

<b>LEGENDA</b>		
<b>PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS</b>	<b>PRODUTOS</b>	<b>ORIGEM</b>
AV Alimentador Vibratório	Demolição	AV
BM Britador de Mandíbula	I – Bica Corrida Reciclada	BI
PVA Peneira Vibratória	II – Bica Corrida Reciclada	PV
IP Imã Permanente	III – Areia Media Reciclada	PV
TCM Transportador de Correia Móvel	IV – Pedrisco Reciclado	PV
TC Transportador de Correia Fixo	V- Brita Reciclada	PV
	VI- Rachão Reciclado	PV

As plantas móveis são mais flexíveis e não necessitam de obras civis. UNIVAP/FEAU

Seqüência de operação: Passo-passo do processo de reciclagem de entulho:

- o entulho trazido pelos caminhões de coleta é pesado na balança da usina de reciclagem, de onde é encaminhado para o pátio de recepção;

- no pátio de recepção ele é vistoriado superficialmente por um encarregado para verificar se a carga é compatível com o equipamento de trituração. Caso esteja fora dos padrões, não se permite a descarga do veículo, que é encaminhado para um aterro;
- caso seja compatível com o equipamento, o veículo faz a descarga no pátio, onde também se processa a separação manual dos materiais inservíveis, como plásticos, metais e pequenas quantidades de matéria orgânica;
- a separação, apesar de manual, é feita com o auxílio de uma pá carregadeira que revira o material descarregado de modo a facilitar a segregação dos inservíveis pela equipe de serventes;
- os materiais segregados são classificados em comercializáveis (sucata ferrosa) e inservíveis (material restante), sendo depositados em locais separados para armazenamento e destinação futura;
- não são aceitos materiais de grande porte, com dimensões maiores que a boca do alimentador, assim como blocos de concreto com ferragem embutida que podem prejudicar a operação do moinho e quebrar os martelos. Eventualmente, se a quantidade de blocos for pequena, os serventes alocados no pátio de recepção podem efetuar a quebra e separação dos mesmos;
- em nenhuma hipótese devem ser admitidos materiais contaminados por grande quantidade de plásticos, que podem danificar os equipamentos;
- entulho de pequenas obras, que normalmente vem ensacado, é desensacado manualmente, prosseguindo-se com a operação de alimentação e trituração;
- livre dos inservíveis, o entulho é levemente umedecido através de um sistema de aspersão, de forma a minimizar a quantidade de poeira gerada pela trituração. Em seguida, é colocado pela pá carregadeira no alimentador, que faz a dosagem correta do material;
- passando pelo alimentador, o material segue para o moinho, onde é triturado. Do triturador o material segue numa pequena esteira rolante equipada com separador magnético, onde é feita a separação de resíduos de ferro que escaparam da triagem e foram introduzidos no moinho de impacto;
- após esta separação inicial, o material é encaminhado à peneira vibratória, que faz a separação do material nas granulométricas selecionadas;
- da peneira, cada uma das frações é transportada para o seu respectivo pátio de estocagem por meio de uma esteira transportadora, convencional, de velocidade constante.

As esteiras transportadoras são montadas sobre rodízios, de forma a permitir o seu deslocamento lateral em semicírculo no pátio de estocagem. Essa providência evita que se tenha que efetuar a remoção das pilhas de material triturado com pá mecânica, permitindo a estocagem contínua de material, sem paralisar a operação.

O deslocamento dos rodízios se faz sobre piso cimentado, dimensionado para suportar os esforços da correia. A operação de deslocamento da correia é feita manualmente pelos serventes alocados no pátio de estocagem e realizada toda vez que a pilha de entulho triturado atinge a altura máxima permitida pela declividade da esteira.

O material estocado deve ser mantido permanentemente úmido para evitar a dispersão de poeiras e para impedir seu carreamento pelo vento.

A carga dos veículos que levam o entulho triturado para aproveitamento é feita por uma pá carregadeira similar à do pátio de recepção.- Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos – SEDU,(IBAM)

Existem duas formas de processamento:

- Automática - A forma totalmente automática consiste num equipamento robusto, de grande potência, capaz de receber e triturar o entulho de obras sem uma separação prévia das ferragens que ficam retidas nos blocos de concreto. Posteriormente, o material triturado passa por um separador magnético que retira o material ferroso, deixando somente o material inerte triturado. O material ferroso vai para uma prensa e posterior comercialização dos fardos, enquanto o material inerte cai numa peneira giratória que efetua a segregação do material nas suas várias porções granulométricas.
- Semi- automática - No modo semi-automático figura 8, o mais utilizado no Brasil, o material a ser processado deve sofrer uma segregação prévia das ferragens, não sendo recomendável a trituração conjunta dos materiais.

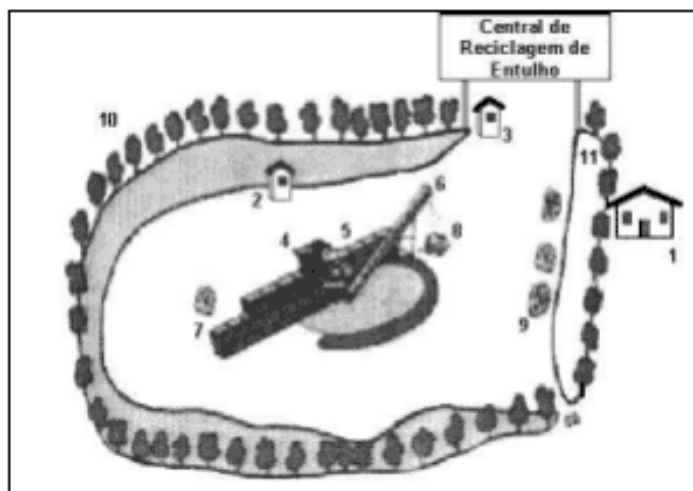


Figura 8: Central de reciclagem de entulho.

Fonte: Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos – SEDU,(IBAM)

1-Administração /2- Cabine de comando/3- Guarita de entrada/4- Calha de alimentação/ 5-Britador /6- Correia transportadora /7- Entulho a ser reciclado /8- Pátio de estocagem/ 9-Pátio de recepção /10- Cinturão verde /11- Jardim

A central figura 9 deve receber somente resíduos inertes, não existindo, portanto, a possibilidade de este material liberar poluentes.



Figura 9: Usina de reciclagem de entulho de Belo Horizonte

Fonte:Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos – SEDU,(IBAM)

O alimentador do britador deve estar equipado com aspersores de água, visando a minimizar a emissão de poeira, e revestimento de borracha, de forma a reduzir o nível de ruído, respeitando assim os limites estabelecidos pelos órgãos de controle ambiental.-(Idem).

A segunda planta é a Semi-Móveis, indicada para a construção de barragens hidrelétricas e para construções de estradas. Sua construção é feita sobre bases de estrutura metálica. É fácil a montagem e a desmontagem.

A terceira e última é a Planta Móvel, indicada para empreendimentos que requerem mobilidade. Outra vantagem é a eliminação dos custos com montagem e desmontagem.

As plantas móveis são mais flexíveis e não necessitam de obras civis. UNIVAP/FEAU

### **2.10.1. Programa Habitacional da Prefeitura de São Carlos**

São Carlos, em atendimento à resolução nº. 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, de 05 de julho de 2002, editou a Lei nº. 13.867/06 que institui o plano integrado de gerenciamento de resíduos de construção civil e o sistema para a gestão destes resíduos. A PROHAB São Carlos, de acordo com estes ditames, e através de um Programa de Sustentabilidade Ambiental e Social, apostou em projetos que visam uma redução dos custos unitários de determinados produtos (blocos, pisos de concreto, sub-base para pavimentação, etc.) produzidos na Fábrica de Artefatos de Cimento da PROHAB (F.A.C.), com utilização do resíduo para a produção de agregados, além de trazer benefícios do ponto de vista ambiental.

A implantação da usina de reciclagem de resíduos da construção civil da PROHAB na Cidade de São Carlos, inaugurada dia 08/12/2006, representa um marco no desenvolvimento sustentável da região, e é ponto de partida para a transformação do resíduo gerado em obras de construção civil através da reciclagem em matéria prima para novas obras.

### **2.10.2 Viabilidade econômica de uma usina de reciclagem de entulhos em Governador Valadares – MG**

Segundo o site oficial da prefeitura de Governador Valadares, as despesas operacionais da estação foram as seguintes: energia elétrica, água, combustível para a pá-carregadeira e manutenção da usina. Quadro 9 e 10.

- Energia elétrica (R\$/ano): através de dados fornecidos pela Usina de Reciclagem de Entulho de Estoril, foi encontrada uma média de 9,0133 kWh/mês para cada ton/dia de material processado. Levantou-se a despesa para a situação de Governador Valadares multiplicando-se o consumo acima referido pela taxa da energia local de R\$ 0,37 por kWh (valor fornecido pela CEMIG da tarifa para indústria em outubro de 2003), por 12 meses e pela quantidade de entulho estimada para cada ano;
- Água (R\$/ano): assim como no caso da energia elétrica, a taxa de consumo também foi fornecida pela Usina de Reciclagem de Entulho do Estoril, sendo este valor de 1,0567 m<sup>3</sup>/mês para cada tonelada de material processado por dia. Levantou-se a despesa para a situação de Governador Valadares multiplicando-se o consumo acima referido pela taxa da água local de R\$ 2,33 por m<sup>3</sup> (valor fornecido pelo SAAE-GV para tarifa industrial em outubro de 2003), por 12 meses e pela quantidade de entulho gerada estimada para cada ano;
- Combustível da pá carregadeira (R\$/ano): estimado com base em informações do fabricante de 8 litros de óleo diesel por hora, considerando 8 horas de trabalho diário, 25 dias mensais de funcionamento e valor do litro de óleo diesel de R\$ 1,35 (outubro de 2003). Da multiplicação de todos esses dados citados por 12 meses teremos um valor anual de R\$ 25.920,00;
- Manutenção da usina (R\$/ano): R\$ 15.000,00, valor este fornecido pela Usina de Reciclagem de Entulho do Estoril.



<i>Item</i>	<i>Custo(R\$)</i>
Pá-carregadeira	200.000,00
Usina de britagem	180.000,00
Infra-estrutura	50.000,00

Quadro 9 – Custos de implantação de uma usina de reciclagem (outubro de 2003)

Fonte: Elaboração própria, 2010. Adaptado, Site oficial da prefeitura de Governador

Valadares

<i>Nº de funcionários</i>	<i>Cargo operacional</i>	<i>Quantidade e de sal. mínimos</i>
<i>1</i>	Engenheiro Civil	7
<i>1</i>	Secretária	2
<i>1</i>	Porteiro	1,5
<i>5</i>	Auxiliar de triagem	1,5
<i>1</i>	Operador de britagem	1,5
<i>1</i>	Operador de máquina	1,5
<i>1</i>	Aux. de manutenção	1,5

Quadro 10 – Despesa mensal com pessoal

Fonte: Elaboração própria, 2010. Adaptado, Site oficial da prefeitura de Governador Valadares

Ainda conforme o site, a vida útil do empreendimento foi considerada de 20 anos, iniciando em 2004, com término em 2023. Foi considerado ainda que no ano 1 (2004) não ocorreriam receitas. Inicialmente, a receita bruta anual foi obtida multiplicando-se, para cada ano, a quantidade, em m3, de entulho gerada no ano pelo valor estabelecido para o m3 do entulho reciclado. Foi considerado um valor final para o reciclado de entulho de R\$ 7,00, sendo este o mesmo valor do agregado de

segunda, localmente conhecido como bica-corrída e composto por brita de granulométrica variada e pó de pedra, que é utilizado como material de

pisos de concreto e base e sub-base para pavimentação de estradas. Para o cálculo da receita anual líquida, subtraiu-se, ano a ano, a receita bruta do total de despesas anuais. .

### **2.10.3. Usina de Reciclagem e Beneficiamento de Entulho e Materiais de São Bernardo do Campos – SP.**

Localizada em São Bernardo do Campo (SP), a URBEM (Usina de Reciclagem e Beneficiamento de Entulho e Materiais), figura 10, foi implantada para solucionar um problema gerado pela grande produção de entulho proveniente da construção civil.



Figura 10: Foto do Pátio da URBEM Autor desconhecido-

Fonte:URBEM -

A Usina, com capacidade de processar 50 toneladas de entulho por hora, funciona como uma pedreira, com transportadores de correia, britador de impacto, eletro-ímã, peneira vibratória e outros dispositivos.

Benefícios que a URBEM traz para a cidade:

- Colabora com a Limpeza da Cidade;
- Reaproveitar Materiais;
- Fornece Materiais por um Custo Inferior ao Praticado pelo Mercado;
- Ajuda na Preservação do Meio Ambiente;
- Gera Empregos.

### **2.10.4 Usina de Reciclagem de Entulho de Osasco (Ureosasco)**

A Fundação Banco do Brasil investiu R\$ 582 mil para criação da Usina de Reciclagem de Entulho de Osasco (Ureosasco).

Para diminuir problemas ambientais, gerar emprego e renda e com isso melhorar a qualidade de vida da cidade de Osasco, região metropolitana de São Paulo, foi inaugurada a primeira Usina de Reciclagem de Entulho de Osasco (Ureosasco).



Figura 11 : Foto do Pátio da Ureosasco

Fonte: Ureosasco- Autor desconhecido

Trata-se de iniciativa da Organização da Sociedade Civil de Interesse Público Instituto Nova Ágora de Cidadania (Inac), que obteve patrocínio de R\$ 582 mil da Fundação Banco do Brasil para realizar os investimentos necessários à criação da usina. Os recursos foram utilizados na concepção da infra estrutura (portaria, sala de administração com computadores e impressora, cozinha, vestiário, banheiros, veículo, cercamento da área, implantação dos sistemas de iluminação e irrigação) e na aquisição dos equipamentos.

Na Ureosasco, argamassa, tijolos, telhas, materiais cerâmicos, concreto ou terra provenientes de escavações ganham novo uso. "Atualmente, o preço desse material reciclado oscila entre R\$ 17 e R\$ 25 a tonelada", afirma o presidente do Inac e auditor ambiental Carlos Leal. Segundo ele, metade da capacidade de recebimento de entulho e produção de reciclados será disponibilizada, como contrapartida do projeto, para a prefeitura. "Os outros 50% serão utilizados na geração de receita para a sustentabilidade da iniciativa", explica.

A usina criou doze empregos diretos. Cada trabalhador terá direito a vale transporte, cesta básica e um salário médio de R\$ 563. Os outros parceiros da Ureosasco são a prefeitura municipal, o governo federal e a Companhia de Seguros Aliança Brasil (BB Seguros), que contribui com R\$ 150 mil para o custeio operacional da usina por um período de sete meses. O evento acontece nesta quarta-feira, 13, às 15h, na Rua Sérgio Ribeiro da Silva, S/N, bairro Portal D'Oeste II, Osasco. Matéria veiculada- 12/10/2009 - Acesso – 05/11/2010

## 2.12 O que Pode e não pode ser Reciclado na Usina

Os fragmentos de alvenaria de componentes cerâmicos; fragmentos de alvenaria de blocos de concreto; fragmentos de concreto, armado ou não, sem fôrmas; fragmentos de lajes e de pisos. Argamassas de cal, de cimento ou mistas, de assentamento ou revestimento. Assim como os componentes de concreto ou cerâmicos: blocos, tijolos, telhas, tubos, briquetes, lajotas para laje etc. Fragmentos de pedra britada e de areia naturais, sem presença significativa de terra ou outros materiais proibidos (classificação Classe A, CONAMA nº.

307) são matérias que podem ser reciclados na usina. Já o gesso, fragmentos de cimento amianto em quantidades expressivas, madeira, vegetação e matéria orgânica; papel, papelão, plástico, isopor e similares; tecidos, borracha, espuma e demais materiais sintéticos; metais; vidro; tintas, impermeabilizantes e asfalto; líquidos em geral; Outros. Não são compatíveis nesta usina para serem reciclados.

## 2.13 Diferentes Aplicações para os Resíduos Reciclados-



Figura 12: Produto de Artefato de concreto

Fonte: *PROHAB*

- Produção de argamassas e concretos não estruturais.
- Pavimentação e recuperação de estradas rurais. Figura 13



Figura 13 : Estradas rurais

Fonte: PROHAB

- Controle de erosão.
- Enchimento de fundações de construção e aterro de vias de acesso, etc

#### **2.14 Principais Resultados Produzidos pela Reciclagem de RCD.**

Segundo ZORDAN, 2001, nas áreas:

- Ambientais : Os principais resultados produzidos pela reciclagem do resíduo são os benefícios ambientais. A equação da qualidade de vida e da utilização não predatória dos recursos naturais é de longe mais importante que a equação econômica. Os benefícios são conseguidos não só pela diminuição da deposição de resíduos em locais inadequados, como também pela redução de extração de matéria-prima em jazidas, o que nem sempre é adequadamente fiscalizado. Reduz-se, ainda, a necessidade de destinação de áreas públicas para a deposição dos resíduos.
- Econômicos: As experiências indicam que é economicamente vantajoso substituir a deposição irregular do resíduo pela sua reciclagem. O custo para a administração municipal é de US\$ 10 por metro cúbico clandestinamente depositado, aproximadamente, incluindo a correção da deposição e o controle de doenças. Estima-se que o custo da reciclagem significa cerca de 25% desses custos.
- A produção de agregados com base no resíduo pode gerar economias de

mais de 80% em relação aos preços dos agregados convencionais. A partir deste material é possível fabricar componentes com uma economia de até 70% em relação a similares com

matéria-prima não reciclada. Esta relação pode variar, evidentemente, de acordo com gastos indiretos, a tecnologia empregada nas instalações de reciclagem, custo dos materiais convencionais e custos do processo de reciclagem implantado. De qualquer forma, na grande maioria dos casos, a reciclagem de resíduo possibilita o barateamento das atividades de construção.

- **Sociais:** O emprego do material reciclado em programas de habitação social traz bons resultados, com a redução significativa dos custos de produção da infra-estrutura e das unidades em si. Atualmente, o volume gerado pelos resíduos é considerado grande, ocupando portanto muito espaço nos aterros; seu transporte, em função não só do volume mas do peso, torna-se caro. A reciclagem e o reaproveitamento do resíduo são, portanto, de fundamental importância para o controle e minimização dos problemas ambientais causados pela geração de resíduos, e para seu reaproveitamento na criação de diversos produtos com valor agregado. Zordan, 2001

### **2.15 Vantagens e Limitações do Reaproveitamento do Entulho de Concreto**

O entulho processado pelas usinas de reciclagem pode ser utilizado como agregado para concreto não estrutural, a partir da substituição dos agregados convencionais (areia e brita).

- Utilização de todos os componentes minerais do entulho (tijolos, argamassas, materiais cerâmicos, areia, pedras, etc.), sem a necessidade de separação de nenhum deles;
- Economia de energia no processo de moagem do entulho (em relação à sua utilização em argamassas), uma vez que, usando-o no concreto, parte do material permanece em granulometrias graúdas;
- Possibilidade de utilização de uma maior parcela do entulho produzido, como o proveniente de demolições e de pequenas obras que não suportam o investimento em equipamentos de moagem/ trituração;
- Possibilidade de melhorias no desempenho do concreto em relação aos agregados convencionais, quando se utiliza baixo consumo de cimento;



- A presença de faces polidas em materiais cerâmicos (pisos, azulejos, etc.) interferem negativamente na resistência à compressão do concreto produzido
- Uma das grandes dificuldades encontradas para a produção de agregados reciclados de concreto são a seleção e a caracterização das propriedades destes materiais. O concreto demolido pode estar misturado com solo ou outros resíduos de materiais de construção, ou ainda pode conter impurezas.
- A coleta de entulho para o processo de reciclagem encontra dificuldades, como por exemplo, o tráfego intenso na rua, dificulta acesso à construção para descarga de materiais, ou retirada de entulhos e outros, pois não se tem um estudo prévio da logística adequada e seu reaproveitamento ordenado. (Zordan, 2001).

## 2.16 Gerencia de projetos

Segundo o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos – SEDU,(IBAM), Na segunda metade da década de 1980 e início da de 1990, as usinas de reciclagem e compostagem foram apresentadas como a solução definitiva para tratamento dos resíduos sólidos urbanos. Fabricantes prometiam o fim dos "lixões" e chegavam a afirmar que a operação da usina geraria receitas para os municípios com a comercialização de recicláveis e compostos. Otimistas com a hipótese de resultados econômicos positivos com a tecnologia apresentada, diversos municípios no Brasil implantaram usinas de reciclagem e compostagem sem qualquer estudo prévio e o resultado foi muito ruim, pois a maioria das unidades foi desativada logo após a inauguração e outras sequer iniciaram a operação. Não resta dúvida de que usina de reciclagem e compostagem é uma alternativa para tratamento de resíduos a ser considerada,todavia antes de sua implantação devem ser verificados os seguintes pontos:

- existência de mercado consumidor de recicláveis e composto orgânico na região;
- existência de um serviço de coleta com razoável eficiência e regularidade;
- existência de coleta diferenciada para lixo domiciliar, público e hospitalar;

- disponibilidade de área suficiente para instalar a usina de reciclagem e o pátio de compostagem;
- disponibilidade de recursos para fazer frente aos investimentos iniciais, ou então de grupos privados interessados em arcar com os investimentos e operação da usina em regime de concessão;
- disponibilidade de pessoal com nível técnico suficiente para selecionar a tecnologia a ser adotada, fiscalizar a implantação da unidade e finalmente operar, manter e controlar a operação dos equipamentos;
- a economia do processo, que deve ser avaliada por meio de um cuidadoso estudo de viabilidade econômica, tendo em vista, de um lado, as vantagens que uma usina pode trazer: redução do lixo a ser transportado e aterrado, venda de composto e recicláveis, geração de emprego e renda, benefícios ambientais; e, de outro, os custos de implantação, operação e manutenção do sistema .
- Seleção da tecnologia
- Estudos de viabilidade econômica
- Mercado de recicláveis

Segundo Kerzner (2002) atualmente, a Gerência de Projetos tem crescido em importância e se tornado um dos requisitos imprescindíveis para a competitividade das empresas, onde o ambiente competitivo demanda melhorias constantes para atingir seus objetivos. Desta forma, as empresas vêm buscando novas e eficazes estruturas de trabalho focadas, cada vez mais, em projetos que atendam as metas de custos, prazo e qualidade.

A implantação do gerenciamento de projeto constitui a gestão avançada de projetos, a empresa que pretende alcançar sucesso em gerenciamento de projetos deve desenvolver um processo de implementação bem sucedido, sendo alguns fatores de sucesso: ter como base a cultura da organização; realizar treinamento extensivo; e fazer os executivos reconhecer o valor que o gerenciamento formal de projetos acrescenta a empresa.

Um projeto é um empreendimento temporário com o objetivo de criar um produto ou um serviço único. Os projetos podem envolver uma única pessoa ou um demasiado número delas em todos os níveis da organização, podendo durar poucas semanas ou mais de cinco anos. As características de um projeto são definidas como um esforço temporário

empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. Segundo o PMI (*Project Management Institute*), o gerenciamento de projetos busca atender os requisitos dos projetos através da aplicação de conhecimento, competências, ferramentas e técnicas (PMI, 2004).

Ao iniciar um projeto é preciso definir os objetivos de forma que possam ser utilizados para elaborar o plano de projeto. O conjunto das fases de um projeto é conhecido como o ciclo de vida de um projeto. De acordo com CHAPMAN E WARD (1997), o ciclo de vida do projeto é um modo conveniente de conceituar a estrutura genérica de um projeto ao longo do tempo.

KEELING (2002) aponta que todos os projetos passam pelas mesmas fases do ciclo de vida, porém as curvas do ciclo de vida de projetos distintos são sempre diferentes.

O gerenciamento de projetos é realizado através de processos, usando conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas do gerenciamento de projetos que recebem entradas e geram saídas.

Os cinco grupos de processos são Figura 14-:

- Grupo de processos de iniciação. Define e autoriza o projeto ou uma fase do projeto;
- Grupo de processos de planejamento. Define e refina os objetivos e planeja a ação necessária para alcançar os objetivos e o escopo para os quais o projeto foi realizado;
- Grupo de processos de execução. Integra pessoas e outros recursos para realizar o plano de gerenciamento do projeto para o projeto;
- Grupo de processos de monitoramento e controle. Mede e monitora regularmente o progresso para identificar variações em relação ao plano de gerenciamento do projeto, de forma que possam ser tomadas ações corretivas quando necessário para atender aos objetivos do projeto;
- Grupo de processos de encerramento. Formaliza a aceitação do produto, serviço ou resultado e conduz o projeto ou uma fase do projeto a um final ordenado.

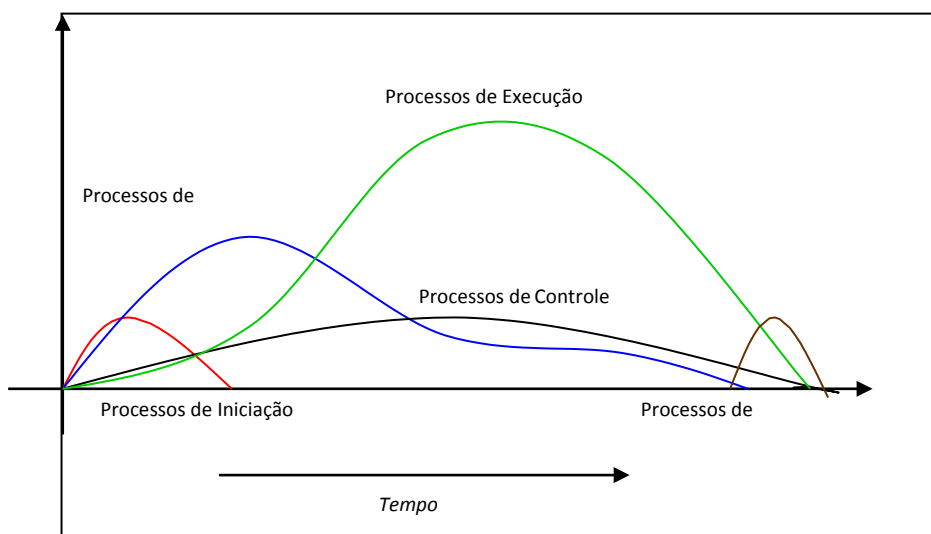


Figura 14 Custos e tempo do projeto ao longo do ciclo de

vida Fonte: PMI, 2004

Segundo o PMI<sup>6</sup> (2004), o PMBOK<sup>7</sup> divide o gerenciamento de projetos em nove áreas de conhecimento. Quadro 15:

- Integração: coordenação dos diversos elementos de um projeto;
- Escopo: garantir que o projeto contemple somente o trabalho necessário para atingir os seus objetivos (abrangência do projeto);
- Tempo: completar o projeto dentro do prazo previsto;
- Custo: finalizar o projeto dentro do orçamento previsto;
- Qualidade: certificar que as necessidades que originaram o projeto sejam satisfeitas;
- Recursos humanos: proporcionar a melhor utilização dos recursos humanos;
- Comunicação: geração, coleta, disseminação, armazenamento e destinação final das Informações do projeto, de forma adequada e no tempo certo;
- Riscos: identificar, analisar e responder aos riscos do projeto;
- Aquisições: assegurar a aquisição de mercadorias e serviços.
- Cada uma das áreas pode ser detalhada através de suas atividades, conforme o quadro abaixo.

<sup>6</sup> *Project Management Institute*

<sup>7</sup> *Project Management Body of Knowledge*

<p>Verificação do Escopo</p> <p>Controle de Mudanças do Escopo</p>	<p>Planejamento das Respostas aos Riscos</p> <p>Controle e Monitoração dos Riscos</p>
<p>Desenvolvimento do Cronograma</p> <p>Controle do Cronograma</p>	<p>Relato de Desempenho</p> <p>Gerenciar as Partes Interessadas</p>
<p>Controle Geral de Mudanças</p> <p>Encerrar o Projeto</p>	<p>Administração de Contratos</p> <p>Encerramento de Contratos</p>
<p>Garantia da Qualidade</p> <p>Controle da Qualidade</p>	<p>Orçamento dos Custos</p> <p>Controle dos Custos</p>
<p>Desenvolvimento da Equipe</p> <p>Gerenciar a Equipe</p>	

Quadro 11: Áreas da gerência de projetos segundo o PMBoK Fonte:PMI (2004)

São as seguintes, de acordo com PINTO (1994 b), as atividades necessárias para implementação do programa de reciclagem:

- otimização das atividades dos pequenos coletores de resíduos;
- mudança na ação dos agentes públicos no sentido de atuar como instrutores e não como
- agentes penalizantes;
- melhoria na cadeia de informação sobre deposição de resíduos e reciclagem a fim de mudar os hábitos das pessoas envolvidas com a indústria da construção;
- implementação de serviços de recuperação ambiental em áreas previamente degradadas;
- incentivo à reciclagem de resíduos e à utilização de resíduos reciclados;
- definição de uma política de reciclagem e utilização de materiais reciclados em obras públicas.

## 2.17 Estrutura Analítica do Projeto (EAP<sup>8</sup>)

A técnica recomendada pelo PMBOK para definição dos resultados do projeto, diretamente relacionados com os objetivos, é a EAP, conforme definição: “Um agrupamento dos elementos orientados ao produto do projeto que organiza e define o escopo global do projeto. Cada nível inferior representa uma definição crescentemente detalhada de um componente do projeto. Os componentes do projeto podem ser produtos ou serviços” (PMI, 2004).

A EAP é a representação gráfica dos resultados do projeto sendo fundamental para a especificação e estimativa de recursos, tempo e custos, assim como definição da equipe do projeto, com seus papéis definidos em termos de autoridade, responsabilidade, especialistas e os trabalhadores em cada atividade do projeto. E faz parte da área relacionada a gerenciamento do escopo do projeto. Figura 15.

---

<sup>8</sup> Estrutura Analítica de Projetos

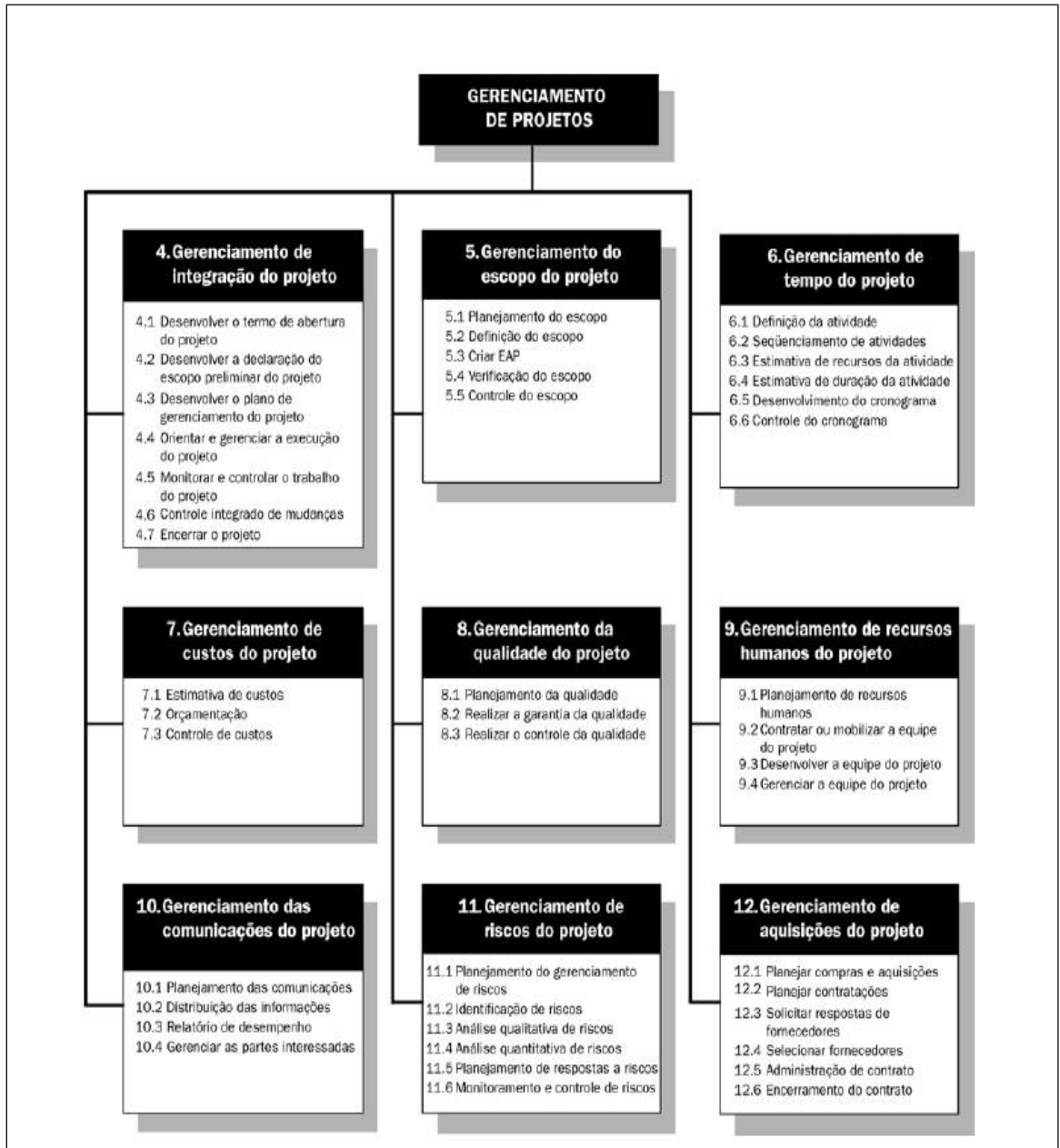


Figura 15: Áreas da gerência de projetos e suas atividades Fonte: PMI (2004)



### 3 – METODOLOGIA

Neste trabalho utilizou-se a pesquisa exploratória, pois o objetivo principal, conforme descrito anteriormente, foi constatar se a sobra de entulho na região é suficiente para propor a implantação de uma usina de reciclagem de RDC (resíduo de demolição e construção) na cidade de Campos dos Goytacazes. Para isso foi calculado o volume de RDC gerado nas cidades de Campos dos Goytacazes e depois para se ter idéia do tipo de usina de reciclagem a ser implantada foi feita uma visita técnica ao Programa Habitacional de São Carlos (PROHAB)

#### 3.1 O Programa Habitacional de São Carlos - PROHAB e a Usina de Reciclagem

Esta etapa do trabalho concerne da visita técnica à uma usina de reciclagem. Esta seção relata as principais características desta visita ao programa habitacional de São Carlos- PROHAB, com o objetivo de mostrar o caso de um programa de reciclagem que serve de exemplo dos aspectos positivos de sua implantação. Na figura mostra o pátio da usina que funciona com a finalidade de dar suporte para o programa de habitação popular da prefeitura. A escolha desta usina se deve ao fato da mesma apresentar aspectos semelhantes ao tipo de usina proposta neste trabalho.



Figura 15: Pátio de Reciclagem da Usina

Fonte; José Enrique

A implantação da Usina de Resíduos da Construção Civil da PROHAB situada na Cidade de São Carlos inaugurada em 2006, figura 17 é o exemplo de um programa de desenvolvimento sustentável através da implantação de uma usina de reciclagem de RDC e funciona como ponto de partida para a transformação dos resíduos gerado em obras de construção civil através da reciclagem em matéria prima para novas obras.



Figura 16:Foto da usina da PROHAB

Fonte: Maria Edelma Porto

De acordo com informações cedidas pelo gerente da PROHAB a usina de reciclagem tem como principal objetivo, o âmbito ambiental e social. Apostou em projetos que visam uma redução dos custos unitários de determinados produtos (blocos, pisos de concreto, sub-base para pavimentação, etc.) produzidos na Fábrica de Artefatos de Concreto (FAC) da PROHAB, com utilização do resíduo para a produção de agregados. A mão de obra operante na Divisão Industrial da PROHAB é composta de reeducandos da penitenciária "Dr. Antonio de Queiroz Filho" de Itirapina, figura 18. Esta iniciativa é muito importante para a resocialização destas pessoas, lembrando que, além do salário recebido mensalmente, para cada 03 dias de trabalho, há a remissão de 01 dia, descontado da pena total.



Figura 17: Foto da mão de obra

operando Fonte; Maria Edelma Porto

Na usina é reciclado fragmentos de alvenaria de componentes cerâmicos, de concreto armado ou não, sem fôrmas, de alvenaria de blocos de concreto, de fragmentos de lajes e de pisos, argamassas de cal, de cimento ou mistas, de assentamento ou revestimento. Assim como componentes de concreto ou cerâmicos: blocos, tijolos, telhas, tubos, briquetes, lajotas para laje etc. Figura 19.



Figura



18 : Foto dos fragmentos de alvenaria de componentes cerâmicos, de concreto armado ou não

Fonte:

Maria Edelma Porto

Os resíduos são transbordados na usina através de uma parceria com empresas coletoras de resíduos na cidade de São Carlos; esta parceria foi efetivada, fechando assim um circuito muito importante para o aumento da vida útil do aterro de inertes municipal, além de.

A capacidade de produção na triagem/britagem é de 20 ton/h – 8h/dia, totalizando 160 ton/dia, uma quantidade bem próxima da geração do município (250 t/dia), levando em conta que somente os resíduos RCD serão transbordados no pátio de triagem da Usina.

A usina de Reciclagem de Resíduos é composta ainda de uma fabrica de artefatos, que são fabricados com resíduos reciclados na própria usina, entre eles temos:

- Produção de Artefatos de Concreto.



Figura 19: Foto de produção de artefatos de

concreto Fonte: Maria Edelma Porto

- Produção de argamassas e concretos não estruturais.
- Pavimentação e recuperação de estradas rurais.
- Controle de erosão.
- Enchimento de fundações de construção e aterro de vias de acesso, etc.

Os principais resultados obtidos com a implantação da usina e a produção advinda do FAC repercutem na qualidade de vida e da utilização não predatória dos recursos naturais. Esta contribuição é de longe mais importante que o aspecto econômico. Os benefícios ambientais são conseguidos não só pela diminuição da deposição de resíduos em locais inadequados, como também pela redução de extração de matéria-prima em jazidas, o que nem sempre é adequadamente fiscalizado. Reduz-se, ainda, a necessidade de destinação de áreas públicas para a deposição dos resíduos.

As experiências indicam que é economicamente vantajoso substituir a deposição irregular do resíduo pela sua reciclagem. O custo para a administração municipal é de US\$ 10 por metro cúbico clandestinamente depositado, aproximadamente, incluindo a correção da deposição e o controle de doenças. Estima-se que o custo da reciclagem significa cerca de 25% desses custos.

A produção de agregados com base no resíduo pode gerar economias de mais de 80% em relação aos preços dos agregados convencionais. A partir deste material é possível fabricar componentes com uma economia de até 70% em relação a similares com matéria-prima não reciclada. Esta relação pode variar, evidentemente, de acordo com gastos indiretos, a tecnologia empregada nas instalações de reciclagem, custo dos materiais convencionais e custos do processo de reciclagem implantado. De qualquer forma, na grande maioria dos casos, a reciclagem de resíduo possibilita o barateamento das atividades de construção.

O emprego do material reciclado em programas de habitação social traz bons resultados, no âmbito social, com a redução significativa dos custos de produção da infra-estrutura e das unidades em si. Atualmente, o volume gerado pelos resíduos é considerado grande, ocupando portanto muito espaço nos aterros; seu transporte, em função não só do volume mas do peso, torna-se caro. A reciclagem e o reaproveitamento do resíduo são, portanto, de fundamental importância para o controle e minimização dos problemas ambientais causados pela geração de resíduos, e para seu reaproveitamento na criação de diversos produtos com valor agregado.

### **3.2. Resíduos da Construção Civil em Campos dos Goytacazes**

A cidade de Campos dos Goytacazes (Figura 21) está localizada na região Norte do Estado do Rio de Janeiro, aproximadamente a 279 km da capital estadual, Rio de Janeiro, com uma área de 4.037 km<sup>2</sup>, sendo o maior município do Estado e possuindo uma população de 463,535 habitantes em 2010, é a maior cidade do interior fluminense. IBGE- Acesso- 20/04/2011.



Figura 20: Mapa de localização da área de estudo, Município de Campos dos Goytacazes/RJ.

Fonte: IBGE



Brasil

América do Sul



Estado do Rio de Janeiro

Norte Fluminense



Cidade de Campos dos Goytacazes

Campos dos Goytacazes

Figura 22 – Localização da Cidade de Campos dos Goytacazes

Fonte: Site do IBGE- Autor desconhecido



## MAPA DO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES

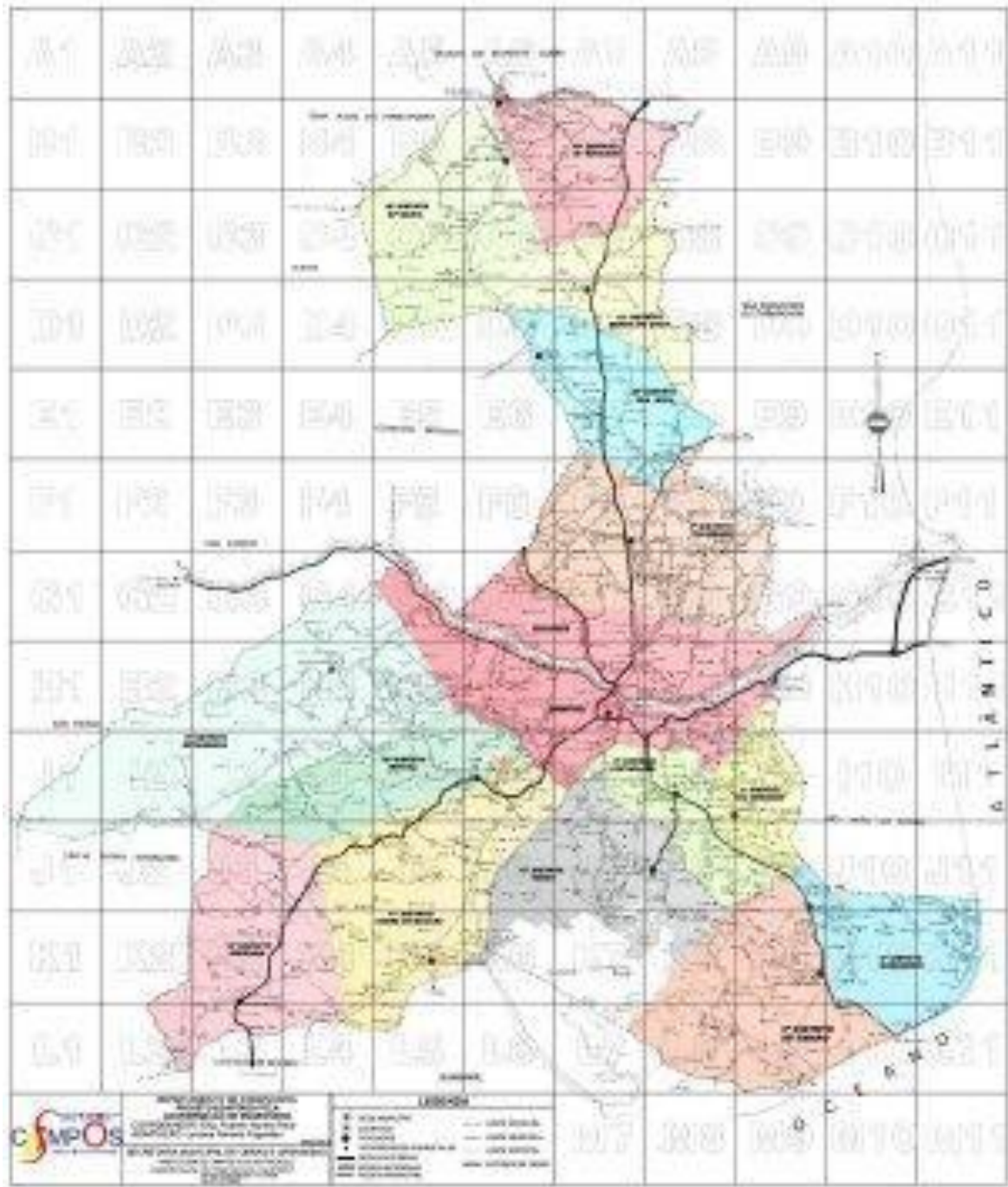


Figura 21- Mapa do Município de Campos dos Goytacazes

Fonte: Site da Prefeitura de Campos- Autor desconhecido

No intuito de estabelecer destinação para os resíduos da construção civil, provenientes de obras públicas, a Secretaria de Serviços Públicos, junto da secretaria de Obras e Urbanismo e coordenadoria de Posturas, estabeleceu que todos os entulhos gerados serão depositados no aterro controlado da Codin, figura 24. A definição vai ao encontro dos critérios da Resolução 307/2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que define procedimentos para o armazenamento de lixo a favor do meio ambiente.

O secretário de Serviços Públicos, ZACARIAS ALBUQUERQUE<sup>9</sup>, explica que Campos já realizou inúmeras obras, entre reformas e construções e que todos os resíduos devem ser armazenados de maneira que não prejudique o meio ambiente e, em consequência, a população. Segundo Zacarias, todas as empresas de construção civil serão obrigadas a comprovar o destino certo dos entulhos produzidos nas obras.

Afirmado assim que está é uma forma da prefeitura dar o exemplo em relação a gestão correta no manuseio dos entulhos provenientes de suas obras. As secretarias entraram num entendimento para fazer com que as empresas tenham a obrigatoriedade de armazenamento correto destes resíduos de construção civil. Uma medida tomada pela secretaria, foi a apresentação da guia, emitida pela própria, que comprova o depósito do entulho no aterro controlado da Codin, antes do recebimento do pagamento pelas empresas, declara.

Outra medida tomada pela secretaria de Serviços Públicos foi a obrigatoriedade de entulhos nas caçambas metálicas, caso a obra não tenha espaço físico para o depósito provisório. "Para que os entulhos não sejam mais colocados nos passeios, impedindo o livre acesso dos pedestres, providenciamos caçambas metálicas, que promovem mais organização e higiene dos locais", pontua Zacarias.

---

<sup>9</sup> Zacarias Albuquerque- **Secretario Municipal de Serviços Públicos**





Foto 22 :O aterro controlado fica no bairro da Codin, em Guarus

Fonte: Roberto Jóia

Endereços de entulhodromos em Funcionamento em Campos dos Goytacazes, Fornevido pela secretaria de Serviços Públicos :

1- Av. Mario Manhães de Andrade- IPS



Figura 23: Fotot do entulhodromo – IPS

Fonte: Maria Edelma Porto

## 2- Av. Winston Churchill com a rua Agnaldo Machado – Jockey Club



Figura 24:Foto do entulhodromo Jockey Club

Fonte: Maria Edelma Porto

## 3- Rua Juliao Nogueira e rua 03 – Bairro Juliao Nogueira



Figura 25: Foto do Bairro Julião Nogueira

Fonte: Maria Edelma Porto

4- Av. Deputado Nelson Martins- Pq Califórnia



Figura 26: Foto do entulhodromo Pq. California

Fonte: Maria Edelma Porto

5- Av. Zuza Mota – Pq. Presidente Vargas – Guarus



Figura 27: Foto do entulhodromo do Pq.

Guarus Fonte: Maria Edelma Porto

6- Av. José Alves de Azevedo e com a antiga estrada do carvão- Pq Aurora



Figura 28:Foto do entulhodromodo Pq Aurora

Fonte: Maria Edelma Porto

7- Av Beira valao com a rua João Maria-(em frente a CHATUBA) Pq. Aurora



Figura 29: Foto do entulhodromo Pq Aurora

Fonte: Maria Edelma Porto

## 4- RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Estrutura Analítica do Projeto (EAP)

De acordo com o PMBOK a estrutura Analítica de Projeto (EAP) é definida como um agrupamento dos elementos orientados ao produto do projeto que organiza e define o escopo global do projeto. Cada nível inferior representa uma definição crescentemente detalhada de um componente do projeto (PMI, 2004). O EAP é a representação gráfica dos resultados do projeto sendo fundamental para a especificação e estimativa de recursos, tempo e custos, assim como definição da equipe do projeto, tabela 8. E faz parte da área relacionada a gerencia do escopo do projeto.

Tabela 8: EAP contendo as atividades macros do projeto de implantação da usina de reciclagem em RDC

<b>1. Avaliação e Análise</b>
1.1 Estudo de viabilidade
1.1.1 Localizacao da área para implantacao da usina
1.1.2 Impacto ambiental
1.1.3 Verificar mercado consumidor para o produto gerado
1.1.4 Levantamento do custo da infra estrutura
1.1.5 Levantamento de máquinas e equipamentos necessários
1.1.6 Levantamento de Mão de obra
1.1.7 Verificação de custos
1.1.8 Verificar a possibilidade de parcerias com órgãos governamentais ou

empresas privadas
<b>2- Projeto</b>
2.1 Projeto arquitetônico com toda infra estrutura
2.1.1 Planta baixa
2.1.2 Projeto de elétrica/hidráulica/incendio
2.2. Projeto com layout interno dos galpões e prédio de apoio
<b>3- Implementação</b>
3.1 Compra do terreno
3.2 Tratamento de Efluente
3.3 Construção do predio
3.4 Compra de maquinários e equipamentos
3.5 Instalação das máquinas e equipamentos
3.6 Contratacao de Mão de obra
3.7 Treinamento da Mão de obra

## 4.2 Viabilidades das Áreas

De acordo com o Tribunal de Contas do Município do Rio de Janeiro nas últimas décadas, tem ocorrido uma tendência, em transformar em lei, matérias relacionadas à proteção do meio ambiente. Criaram-se órgãos como IBAMA, CONAMA e também um sistema – SISNAMA – que objetiva a integração de órgãos que atuam nessa área em nível municipal, estadual e federal. Instituiu-se a Lei n.º 9.605/98, Lei de Crimes Ambientais, definindo os tipos de delitos e tornando mais rigorosas as penas para quem os comete, e através da Lei 8.666/93, ficou estabelecido o tratamento da questão ambiental na elaboração do projeto básico.

O CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente, por sua vez, tem editado resoluções, introduzindo procedimentos em relação às práticas que de algum modo afetam o meio ambiente e transformando algumas rotinas anteriormente adotadas pelos órgãos executores, fazendo com que estes tenham que se adaptar à nova realidade, reduzindo o impacto ambiental de suas ações. Dessas resoluções, algumas apresentam relação direta com a execução de obras, como as seguintes:

Resolução CONAMA n.º 307/2002 – Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil;

Resolução CONAMA n.º 237/1997 – Dispõe sobre o licenciamento ambiental; Resolução

CONAMA n.º 010/1990 – Fixa normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral classe II, jazida de substância mineral de emprego imediato na construção civil.

Fazendo apenas um breve comentário sobre o projeto executivo, lembramos que este, conforme o artigo 12 da Lei 8.666/93, também deve levar em consideração, assim como o projeto básico, o impacto ambiental da obra. Esta, ao iniciar-se, já deve ter obtido, quando for o caso, a licença prévia e a de instalação. Como a lei autoriza o desenvolvimento do projeto executivo concomitantemente com a execução da obra, a auditoria ambiental terá que verificar os impactos de mesma natureza, decorrentes do projeto executivo, visto que não será outra exigida com a obra em andamento.

Temos também as NBR- Denominação de norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

NBR 6457 – Preparação de amostras de solo e ensaio de caracterização;

NBR 6459 – Determinação do limite de liquidez;

NBR 7180 – Determinação do limite de plasticidade; NBR

7181 – Análise granulométrica de solo;

NBR 7182 – Ensaio de compactação;

NBR 8491 – Tijolos maciços de solo-cimento;

NBR 8492 – Tijolo de solo-cimento Determinação da resistência à compressão e da absorção d'água

NBR15.112- Resíduos de Construção Civil e resíduos Volumosos. Áreas de Transbordo e Triagem. Diretrizes para projeto, implantação e Operação;

NBR 15.114-Resíduos de Construção Civil. Áreas de Reciclagem. Diretrizes para projetos Implantação e Operação;

NBR 15.115-Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil. Execução de camadas de Pavimentação;

NBR 15.116- Agregados de Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil. Utilização em Pavimentação e Preparo de Concreto Sem Função Estrutural. Site da ANBT. Acesso 27 de outubro de 2010.

LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010.

Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e



as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos. (Esta lei se encontra completa no Anexo IV)

LEI Nº 7.972.- Institui o Plano Diretor do Município de Campos dos Goytacazes. –

Esta instituída nesta lei, que as áreas com Potencial para Atividades Produtivas compreendem parcelas do território municipal para as quais já existe previsão ou proposta de instalação de complexos destinados a dinamizar as vocações econômicas do município, abrangendo áreas e eixos rodoviários destinados a:

- Atividades de logística e de apoio à produção de petróleo e gás, englobando o complexo da barra do Furado, o heliporto existente, o novo aeroporto e o distrito industrial da Serrinha (LOM emenda nº 39/04);
- Ampliação da oferta de áreas industriais situadas ao longo das rodovias

RJ-158, no trecho entre o perímetro urbano da sede municipal e núcleo urbano da usina de Santa Cruz; RJ-238, Rodovia da Produção, no trecho entre a BR-101 e o perímetro urbano da sede municipal na localidade de Donana; BR-101, nos trechos compreendidos entre os perímetros urbanos do núcleo de Ururá e da sede municipal (trecho sudoeste) e entre a sede municipal e núcleo urbano de Travessão (trecho norte) e o novo traçado projetado para a BR-101, no trecho entre o rio Ururá e o perímetro urbano da sede municipal.

Com a nova Macrozona de Atividades Produtivas e de Serviços, vamos ter as seguintes categorias:

A Macro zona de Atividades Produtivas e de Serviços abrange áreas destinadas prioritariamente a atividades produtivas, sendo divididas em três categorias, denominadas MAPS 1, MAPS 2 e MAPS 3, de acordo com o tipo de área, a configuração territorial e a capacidade da infraestrutura instalada ou com possibilidades de complementação.

- I - A MAPS 1 abrange os terrenos defrontantes com os principais eixos estruturadores da circulação rodoviária e de transportes de carga, tais como a BR-101, tanto na atual rodovia quanto no entorno do novo traçado viário proposto; a BR-356, tanto na

porção ao norte do Rio Paraíba do Sul quanto na porção ao sul do mesmo; a RJ-158, a RJ-216 e a RJ-136 (Rodovia dos Ceramistas), excetuando-se as áreas urbanas consolidadas; (Esta lei se encontra completa no Anexo 2)

### **4.3 Macro zoneamento Urbano do Distrito Sede e do Distrito de Goytacazes**

Em análise feita ao novo mapa da Macrozoneamento Urbano do Distrito Sede e do Distrito de Goytacazes, podemos observar o destaque à grande área de expansão urbana na direção do primeiro distrito sede, direção do canal do queimado, RJ-238 e segundo distrito de Goytacazes, em que abrange grande parte da BR 216, na direção do litoral, que liga o distrito sede até o Farol de São Thomé, uma importante via de ligação a denominada “baixada campista”, a nova estrada dos ceramistas, contorna um cenário onde acontece a identificação da área de expansão urbana pela figura 32, do mapa de macrozoneamento pela cor amarela.

## Macro zoneamento Urbano do Distrito Sede e do Distrito de Goytacazes

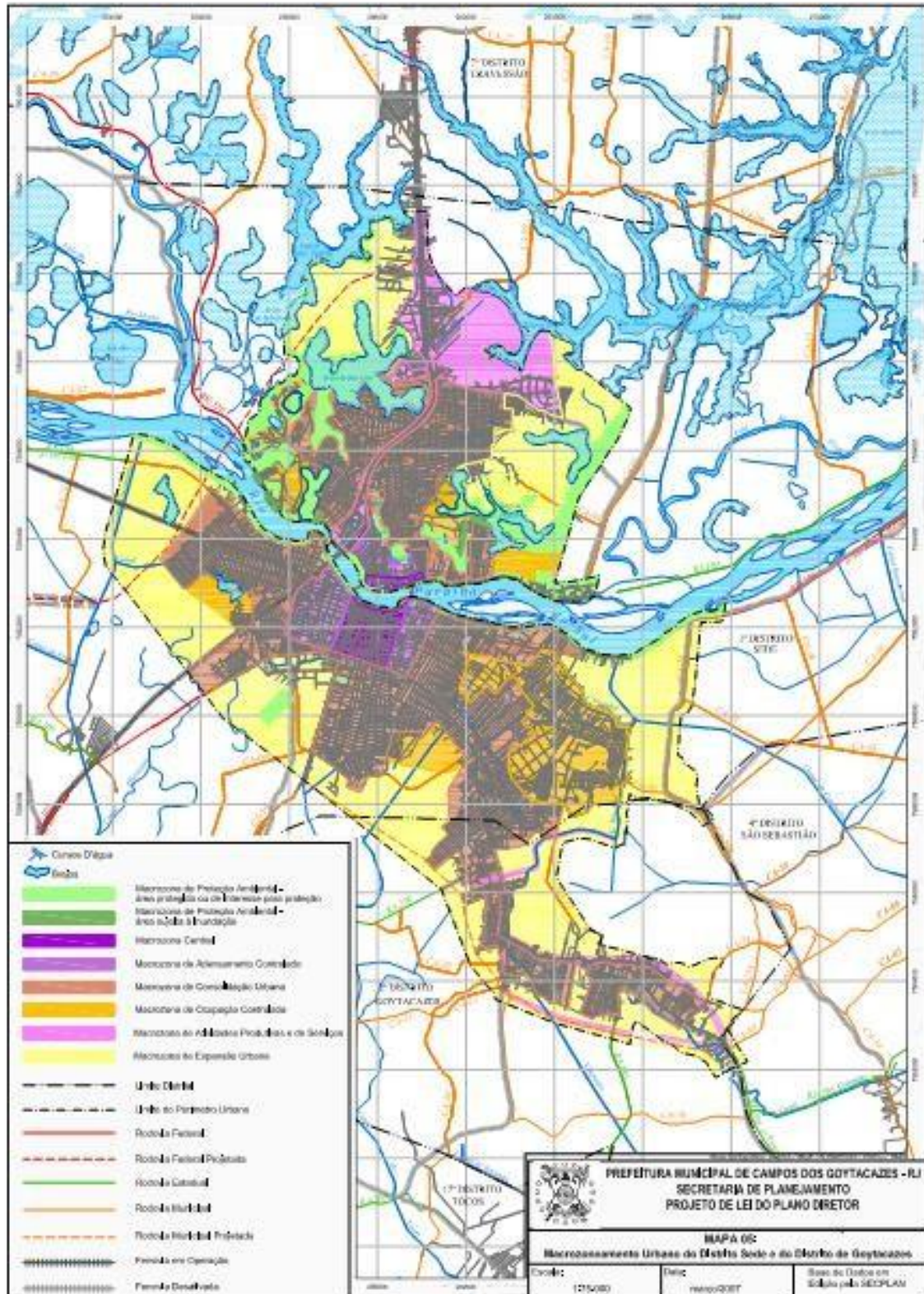


Figura 32: Mapa do Macrozoneamento Urbano da cidade de Campos dos

Goytacazes Fonte: Site da PMCG

#### 4.4 Cálculos de Investimentos Iniciais: Equipamentos necessários de uma usina fixa, com produção de 40t/h

I- Veículo:

Uma máquina retro escavadeira CASE 580H



Figura 30: Retro-escavadeira CASE 580H

Fonte: MF RURAL

Um Volkswagen VW 24220



Figura 31: Caçamba Rossetti - Volkswagen VW 24220

Fonte: MF RURAL.



## II- Equipamento de Britagem:

O modelo do equipamento orçado para o nosso estudo, foi o modelo URE 40T, da empresa MAQBRI Com. E Ind. De Máquinas LTDA, com capacidade de produção nominal de 40t/h. Este modelo é composto pelo conjunto de equipamentos :

Alimentador vibratório- mod. TC1F612 ,Transportador de correia fixa- mod. BI9070, Britador de impacto- mod. BI9070, Calha metálica- mod. CS40, Transportador de correia fixa- mod. TC2F2409BI ,Transportador de correia move I -mod. TCM2015/5, Imã Permanente, Quadro Elétrico, Sistema anti-pó, Sistema anti ruído, Estrutura metálica, Bicas de Transferência, Peneira vibratória apoiada, Estrutura metálica, Transportadores de correia Fixos, Alimentador Vibratório:

O alimentador vibratório, figura 35 é um equipamento de alimentação linear, com baixa vibração, com ação confiável, longa vida útil. Em linhas de produção de pedra ou areia, o alimentador vibratório pode enviar materiais ao britador de forma uniforme e contínua. Ao mesmo tempo em que peneira superficialmente, separa os materiais. Através dessa vibração, os materiais caem no funil e avançam até a peneira, onde os materiais menores caem e evitam a posterior britagem. Apresentam baixos custos de aquisição, quando comparados com os alimentadores de sapatas. Atendem a uma faixa de capacidade de 25 a 1200 t/h (15 a 750 m<sup>3</sup>/h). Possuem como característica e benefício vida útil longa e estável, fácil manutenção e não são poluentes.



Figura 32 : Alimentador Vibratório

Fonte: MF RURAL.

#### Britador de Mandíbulas:

Usado para geração do material reciclado conforme diâmetro desejado para britar pedra de alta e média dureza, figura 36 A capacidade de resistência à pressão é inferior a 200 Mpa, o que o torna adequado para britagem primária. O britador de mandíbula tem baixo custo de manutenção porque é projetado com aços-liga de alta resistência o que aumenta a vida útil do material. Sua montagem e desmontagem são muito fáceis, e as peças de reposição são encontradas no mercado nacional. Algo que outros britadores não possuem vida é longa, Isto acontece pela lubrificação com graxa nos rolamentos e a vedação dos labirintos.



Figura 33 : Britador de Mandíbulas

Fonte: MF RURAL.

#### Transportador de correia:

É composto por partes padronizadas. Possui uma estrutura simples, figura 37 além de ser de fácil manutenção, podendo ser adaptado a plantas de britagem móveis ou fixas. De acordo com os materiais a serem transportados, o transportador de correias pode ser instalado horizontalmente ou inclinado. É o transportador que liga os

distintos equipamentos (as peneiras e os britadores), e sua escolha depende do diâmetro máximo e da produção horária.



Figura 34: Transportador de correia Fonte: MF RURAL.

#### Peneiras Vibratórias:

São dispostas em “decks” para a separação do material segundo sua granulométrica, figura 38. São utilizados para a gradação e o peneiramento de materiais em setores como minerais, pedreiras, materiais de construção, conservação de água, transporte, indústria química, fusão, etc.



Figura 35: Peneiras Vibratórias  
Fonte: MF RURAL.

#### Extrator de Metal:

Usado para a retirada de material ferroso dos resíduos a serem britados.

#### Moinho de Martelo:

Na máquina de moagem de martelo figura 39, o motor faz o rotor girar em alta velocidade através de correia. No rotor há vários marteletes. Quando o material atinge a área de trabalho dos marteletes, os martelos rotatórios os tritura em alta velocidade de rotação, e os produtos que são britados no tamanho requerido, podem ser descarregados pela saída e se tornam os produtos finais. Os produtos de tamanho grande retornam à área de britagem pelos marteletes para serem retriturados até que atinjam o tamanho desejado.



Figura 36: Moinho de Martelo

Fonte: MF RURAL.



#### 4.5 Levantamentos da quantidade de entulho gerado na cidade de Campos dos Goytacazes

Os dados, da caracterização quantitativa do entulho gerado em Campos dos Goytacazes, foram obtidos junto à Secretaria de Obras da Prefeitura Municipal de Campos dos Goytacazes (PMCG, 2010/2011).

De acordo com o manual de orientação de manejo e gestão de resíduos da construção civil vol.1 ' A quantidade de resíduos a ser removida durante as construções, pode ser estimada em 150 Kg/m.<sup>2</sup> '.

Essa estimativa foi feita levando em conta a tabela 2.. onde consta a estimativa da quantidade de resíduos gerados de 244 647,55 m<sup>2</sup> em edificações aprovados na PMCG (Prefeitura Municipal de Campos dos Goytacazes) e demolições autorizadas. Metragem levantada através dos GREDs (Guia de Recolhimento Diversos) de autorização , durante um período de 12 meses. A partir de então obtivemos a quantidade gerada neste período em tonelada ano (t/a) multiplicando os dados da tabela 2 por 0.15 como já citado anteriormente e considerando um período mensal de 22 dias uteis, chegamos a um resultado de 139 t/dia , considerando que o peso específico do entulho de obra é de 1,5 t para cada m<sup>3</sup> gerado, vamos obter 92.66 m<sup>3</sup>/dia.

Tabela 2: .Metragem m<sup>2</sup> levantada através do GRED de aprovação de projeto fornecido pela PMCG Fonte: Maria Edelma Porto

MÊS	CONSTRUÇÃO	DEMOLIÇÃO	TOTAL
JULHO/2010	13 430.60 m <sup>2</sup>	322.00 m <sup>2</sup>	13 752.60 m <sup>2</sup>
AGOSTO/2010	17 236.15 m <sup>2</sup>	112.00 m <sup>2</sup>	17 348.15 m <sup>2</sup>
SETEMBRO/2010	13 799.15 m <sup>2</sup>	475.00 m <sup>2</sup>	14 274.30 m <sup>2</sup>
OUTUBRO/2010	16 269.70 m <sup>2</sup>	86.00 m <sup>2</sup>	16 335.70 m <sup>2</sup>
NOVEMBRO/2010	18 338.63 m <sup>2</sup>	478.00 m <sup>2</sup>	18 816.63 m <sup>2</sup>
DEZEMBRO/2010	46 324.57 m <sup>2</sup>	174.00 m <sup>2</sup>	46 498.57 m <sup>2</sup>
JANEIRO/ 2011	42 844.74 m <sup>2</sup>	279.00 m <sup>2</sup>	43 123.74 m <sup>2</sup>
FEVEREIRO/2011	3 420.80 m <sup>2</sup>	1 383.33 m <sup>2</sup>	4 804.13 m <sup>2</sup>
MARÇO/ 2011	19 364.63 m <sup>2</sup>	82,55 m <sup>2</sup>	19 447.18 m <sup>2</sup>
ABRIL /2011	13 549.60 m <sup>2</sup>	834.30 m <sup>2</sup>	14 383.90 m <sup>2</sup>
MAIO/2011	16 599.88 m <sup>2</sup>	1 864.23 m <sup>2</sup>	18 464.11 m <sup>2</sup>
JUNHO/2011	17 127.71 m <sup>2</sup>	207.83 m <sup>2</sup>	17 398.54 m <sup>2</sup>
<b>12 MESES</b>			<b>244 647.55 m<sup>2</sup></b>

#### 4.6 Levantamentos de Custos e Operação para Implantação da Usina

Para o levantamento dos custos de implantação e operação para o empreendimento em estudo, foi utilizado como base, a Usina de Reciclagem de Entulhos de Estoril, localizada em Belo Horizonte que processa cerca de 300 toneladas de entulho por dia. Essa base foi utilizada por compatibilidade de volume gerado atualmente que já corresponde a quase 50% desta capacidade e já prevendo o volume a ser acrescido neste 2 anos seguinte, previsão feita pelo desenvolvimento regional e por consequência de maquinário compatível com o necessário para Campos Goytacazes, levando assim ao levantamento de custos e despesas da Usina.

Os salários foram adotados com base nos estipulados em Campos dos Goytacazes em maio de 2011. De acordo com estes valores, obteve-se um montante mensal de R\$ 14 383,35, que adicionado aos encargos sociais de 45,50% e multiplicado por 12 meses, resultou num total anual de R\$ 251 133,29. O quadro de pessoal conforme tabela 4, foi definido com base na Usina de Estoril.

O Valor dos equipamentos para montagem da usina com sistemas de anti-ruídos e anti- pó, foi orçado pela industria MAQBRI Com. e Ind. de Máquinas LTDA, onde está incluído no orçamento, o anteprojeto civil para instalação dos equipamentos, montagem eletromecânica, treinamento operacional e de manutenção.

A segunda área estudada, para implantação da usina, tem o valor para compra de R\$ 165 000,00 (cento e sessenta e cinco mil reais), assim como, para a estrutura administrativa e atendimento aos funcionários com área prevista de 70 m<sup>2</sup>, galpões, baias para armazenamento de matérias e outros, um valor de R\$ 450 000, 00 (quatrocentos e cinquenta mil reais), conforme mostra a tabela 3.

Tabela 3 – Custos de implantação de uma usina de reciclagem (maio de 2011)

Fonte: Maria Edelma Porto

ITEM	CUSTO
Pá carregadeira, Basculante	R\$ 130 000,00
Usina de britagem	R\$ 751 000,00
Área de 11 000m <sup>2</sup>	R\$ 165 000,00
Infra-estrutura	R\$ 450 000,00
Abertura da empresa	R\$ 2 000,00
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 1 498 000,00</b>

Tabela 4 – Despesa mensal com funcionários

Fonte: Maria Edelma Porto

Número de funcionários	Cargo operacional	Quantidade de sal. Mínimos	Salário
			(salário mínimo = R\$ 639,26 + 45% de
1	Engenheiro Civil	7	R\$ 6 488,49
1	Secretári	2	R\$ 1 853,85
1	Porteir	1,5	R\$ 1 390,40
5	Auxiliar de Triagem	1,5	R\$ 6 951,95
1	Operador de	1,5	R\$ 1 390,39
1	Operador de	1,5	R\$ 1 390,39
1	Auxiliar de Manutençã	1,5	R\$ 1 390,39
<b>TOTAL</b>		<b>16,5</b>	<b>R\$ 20 855,86</b>

Foram estimadas as seguintes despesas operacionadas da usina de reciclagem: água, energia elétrica, combustível para a pá, basculante e manutenção da usina, conforme tabela5. Todos os valores foram baseados no relatório de despesas da Usina de Reciclagem de Entulhos de Estoril, localizada em Belo Horizonte, que são:

- Energia elétrica (R\$/mês): foi encontrada uma média de 9,0133 kWh/mês para cada ton/dia de material processado. Levantou-se a despesa para a situação de Campos dos Goytacazes, multiplicando-se o consumo acima referido pela taxa da energia local de R\$ 0,522 por kWh (valor fornecido pela AMPLA da tarifa para indústria em maio de 2011), chegou - se a um valor mensal de **R\$ 4 686,91**;

- Água-esgoto (R\$/mês) A taxa de consumo foi de 1,0567 m<sup>3</sup>/mês para cada tonelada de material processado por dia. Levantou-se a despesa para a situação de Campos dos

Goytacazes, multiplicando-se o consumo acima referido pela taxa da água local de R\$ 13,88 por m<sup>3</sup> (valor fornecido pela Águas do Paraíba para tarifa industrial em maio de 2011), chegamos a um valor de R\$ 14,66 por cada tonelada de material processado por dia. Considerando um processamento de 300 toneladas dia, com 20 dias de usinagem mês vamos chegar ao valor total mês de **R\$ 879,60 mês**;

- Combustível da pá carregadeira e basculante (R\$/ano): estimado com base em informações do fabricante de 8 litros de óleo diesel por hora, considerando 8 horas de trabalho diário, 20 dias mensais de funcionamento e valor do litro de óleo diesel de R\$ 2,10 (maio 2011). Da multiplicação de todos esses dados citados teremos um valor mensal de **R\$ 2 688,00 por mês**.

- Manutenção da usina (R\$/mês): **R\$ 700,00**, valor este fornecido pela Usina de Reciclagem de Entulho do Estoril.

Tabela 5: Estimativas de despesas mensais  
Fonte: Autoria própria

Despesas mensais	Custos Operacionais – mês
Mão de obra com encargos	R\$ 20 855,86
Eletricidade	R\$ 4 686,91
Água / esgoto	R\$ 879,60
Combustível	R\$ 2 688,00
Manutenção	R\$ 700,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 29 810,37</b>

#### 4.7 Estimativas do Lucro Bruto

De acordo com os estudos desenvolvidos por Tarcísio Pinto, 1 m<sup>3</sup> de RDC gerado, 70 % são materiais de classe A, que é a classe de estudo para reciclagem na usina proposta para Campos dos Goytacazes.

Sendo assim 70% de 92,66 m<sup>3</sup>/dia de resíduos à serem reciclados, vão gerar 64,87 m<sup>3</sup>/dia de material classe A. Por informação cedida pelo gerente da PROHAB ( usina de reciclagem de São Carlos-SP), as porcentagens de materiais obtidas são: 65% de areia, 25%

de pedra e 10% de rachão.

Considerando o valor de mercado dos materiais reciclados de R\$ 35,00 o m<sup>3</sup>, pode ser obtida a receita bruta mensal, como demonstra a tabela 6, o valor de R\$ 49 949,90. Não vamos considerar para efeito de cálculo inicial para viabilidade, a confecção de artefatos de cimento.

Tabela 6: Receita bruta estimada de acordo com volume de RDC gerado em 22 dias na cidade de Campos dos Goytacazes

Fonte: Maria Edelma Porto

<b>Material Reciclado</b>	<b>Areia</b>	<b>Pedra</b>	<b>Rachão</b>	<b>Total</b>	<b>X 22 dias</b>
<b>m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>65%</b>	<b>25%</b>	<b>10%</b>		
	42.17 m <sup>3</sup> /dia	16.22 m <sup>3</sup>	6.48 m <sup>3</sup>	64.87 m <sup>3</sup> /dia	1 427,14 m <sup>3</sup>
<i>R\$ 35,00 m<sup>3</sup></i>	R\$ 1 475,95	R\$ 567,70	R\$ 226,80	R\$ 2 270,00	<b>R\$ 49 949,90</b>

A estimativa de receita líquida prevista baseasse na receita bruta de R\$ 49 949,90 mensal, debitando as despesas que foram calculadas em R\$ 29 810,37, como demonstra a tabela 7,

Tabela 7: Receita líquida mensal

Fonte: Maria Edelma Porto

<b>RECEITA LÍQUIDA</b>	<b>R\$ 20 139.53</b>
RECEITA BRUTA	R\$ 49 949,90
DESPESAS	R\$ 29 810,37

## **4.8 As Áreas Estudadas para a Implantação da Usina.**

### **4.8.1 Primeiro Cenário: Final da Avenida Alair Ferreira.**

A primeira área a ser estudada para implantação da usina de reciclagem, foi a da antiga usina da cana do açúcar- Santo Antonio. Baseada na junção da implantação em um espaço que esta abandonado, mais que traz a nossa historia, pois ali funcionou a usina de cana do açúcar, Santo Antonio que fez parte da fazenda Grande do Beco, também denominada fazenda do engenho Santo Antônio, que pertenceu a Joaquim Pinto Neto dos Reis, Barão de Carapebus que com as novas tecnologias o engenho deu lugar em 1895 a Usina Santo Antônio, onde hoje se mantém os escombros das torres, os galpões e parte do escritório, como mostra a figura 40.

A idéia inicial foi trazer a arquitetura contemporânea inserida na arquitetura da época, instalando galpões em estrutura metálica no interior das ruínas dos galpões da antiga usina de cana do açúcar, figura 42, assim como as torres seriam mantidas com suas características originais, figura 43, retratando a sua historia, e na antiga área destinada ao escritório, figura 45 seria erguido também em estrutura metálica e vidro a nova sede do escritório da usina de reciclagem de RDC mantendo as paredes originais onde o tempo se encarregou de nascer árvores entre as paredes, tornando assim a vivencia do tempo, ainda mais presente, podendo ter neste novo escritório uma área onde seria destinada a documentos e fotos com a historia das nossas usinas, que acabaram sendo esquecidas.

Mais em relevância ao questionamento feito na qualificação pelo D.Sc. Luiz de Pinedo Quinto Júnior, onde cita a valorização da área neste nosso novo contexto urbanístico, e o desenvolvimento do bairro, nos levou a repensar em uma nova área a ser estudar como segunda opção de instalação da usina de reciclagem de RDC.

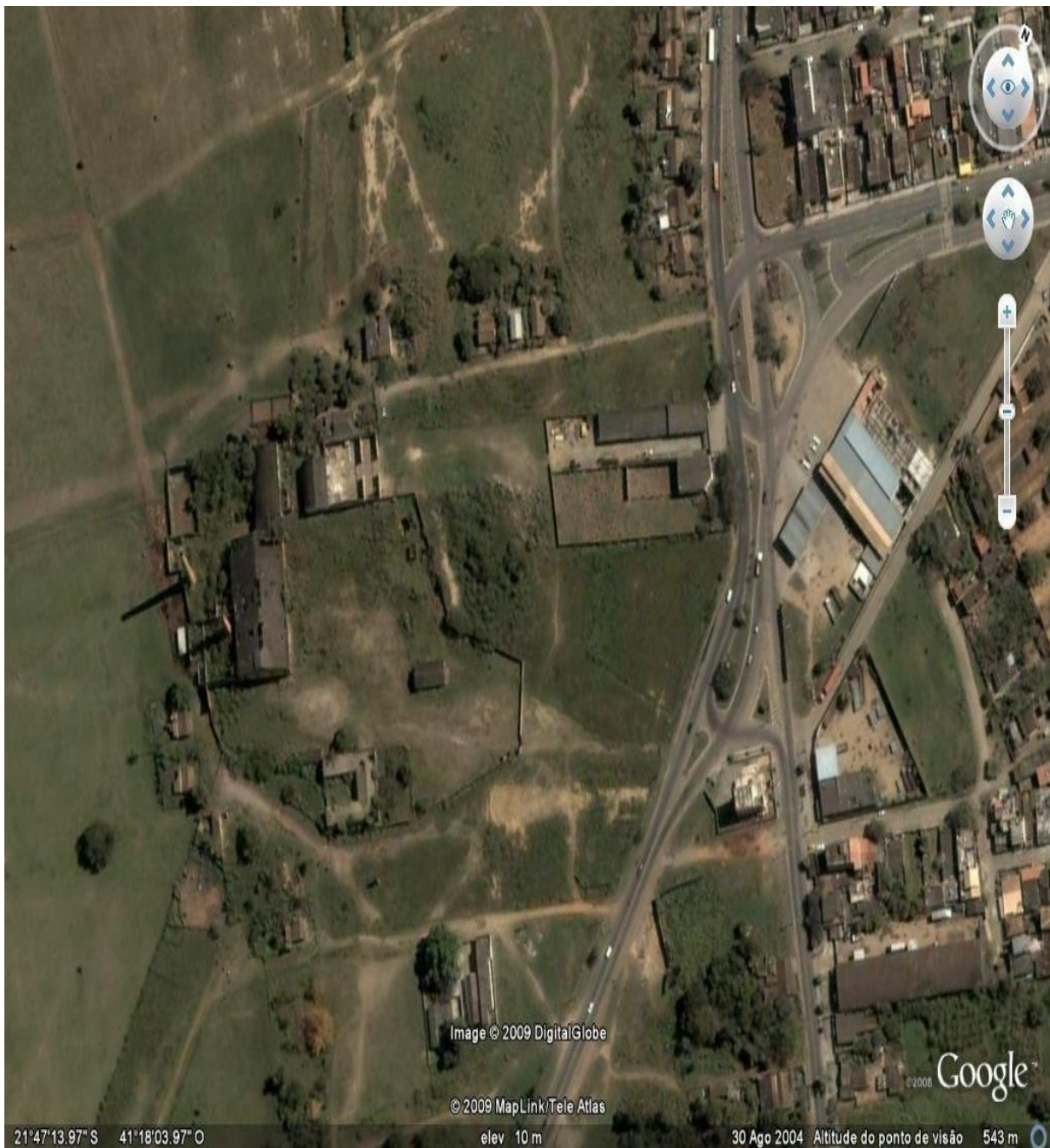


Figura 37: Usina de Cana de Açúcar – Santo Antonio

Fonte:Google





Figura 38: Foto da área da usina

desativada Fonte: Maria Edelma

Porto



Figura 39: Foto da área da usina desativada –

galpão Fonte: Maria Edelma Porto





Figura 40: Foto da área da usina desativada –

Torres Fonte: Maria Edelma Porto



Figura 41 : Foto da área da usina desativada

Fonte: Maria Edelma Porto



Foto 42 : Foto da área da usina desativada-

escritório Fonte: Maria Edelma Porto

#### **4.8.2 Segundo cenário: Rua Projetada 13 - Estrada dos Ceramistas**

A segunda área situa-se na rua Projetada 13, rua paralela a estrada dos ceramistas, próxima a estrada do açúcar, RJ- 216 área esta que foi enquadrada no novo plano diretor da cidade de Campos dos Goytacazes, como Área com Potencial para Atividades Produtivas.

Todas as duas áreas foram escolhidas, baseando no estudo de desenvolvimento da cidade de Campos dos Goytacazes, como mostra o Mapa da cidade na Figura 32. e o desenvolvimento previsto com a chegada do complexo do Porto do Açú, onde será instalado naquela região o corredor logístico, ligando assim os dois municípios, paralelamente o aumento de construções na região. Com esta aproximação das construções, criamos assim uma logística de deslocamento de resíduos muito mais funcional, com distancias reduzidas no seu transporte da área geradora ao seu destino para a usina, ou aos entulhodromos e posteriormente recolhidos, otimizando assim a retirada dos RDC com muito mais eficiência.

Na aplicação desta logística, teremos abrangências nas áreas destinadas a dinamizar as vocações econômicas do município, assim como também ao desenvolvimento já existente nos bairros nobres da cidade, como por exemplo o parque Tamandaré. A coleta dos materiais gerados no Parque Guarus, tem como opção pela Avenida Alberto Lamego e prosseguindo pela Avenida São João da Barra –BR 356 (Avenida Presidente Kennedy) criando um cenário logístico funcional no transporte dos resíduos gerados na direção da RJ 216, RJ 238, pelo fácil acesso a estrada dos ceramistas, podendo esta localização atender também ao município



vizinho de São João da Barra, pois a previsão de geração de resíduos neste município será de grande volume.



Figura 43: Vista aérea da Estrada dos Ceramistas

Fonte:Google

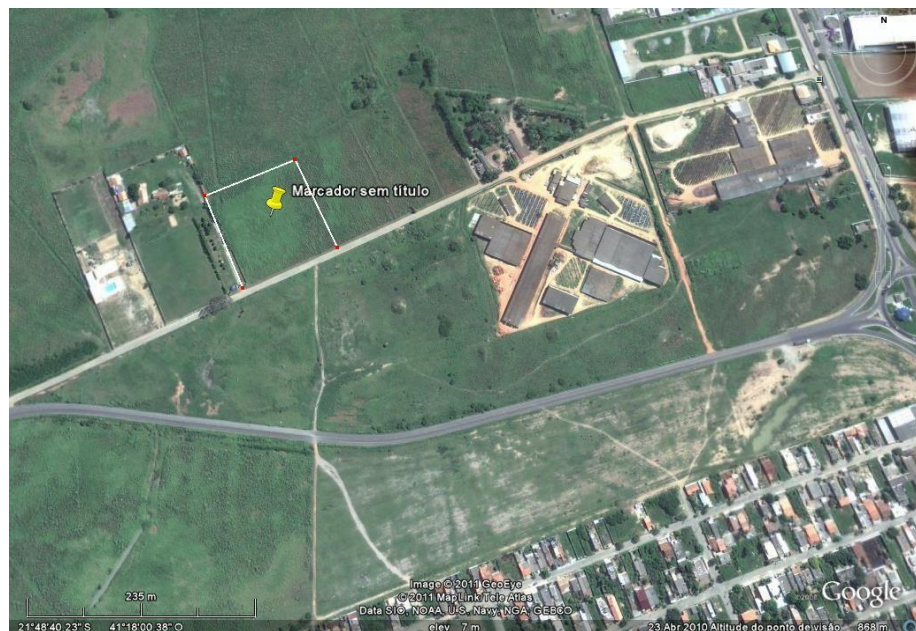


Figura 44: Vista aérea da área estudada para implantação da usina

Fonte:Google



Figura 45: Foto da Estrada dos Ceramista / Rua Projetada 13

Fonte: Maria Edelma Porto



Figura 46:Foto da Rua projetada 13/ deposição de RDC

Fonte: Maria Edelma Porto



Figura 47: Foto da Rua projetada 13/ Terreno proposto

Fonte: Maria Edelma Porto



Figura 48: Rua projetada 13/ deposição de RDC

Fonte: Maria Edelma Porto



#### 4.9 Análises de Uma Usina em Atividade –PROHAB

Em visita a usina de reciclagem de São Carlos- PROHAB, obtive informações (anexo I) do Sr. Jose Enrique, gerente da mesma, onde me relatou que a usina, disponibiliza caminhões basculantes para recolher os materias, mais a maioria das construtoras trazem ate a usina.

Com funcionários próprios para fazer a triagem dos materias. O material que não é apropriado para a usina, é destinado a um espaço para que ele seja revendido para a comunidade por preço bem significativo, como ex. podemos citar portas, janelas, papel, latas, etc

Grande parte dos materias reciclados, tem a aplicação na obras da prefeitura de São Carlos, na construção de casas e urbanização de lotes. E a comunidade também tem acesso à compra do material.

Este material, principalmente os artefatos de cimento, chega a ter o valor 20% mais barato que os de mercado

A partir do momento que oferecemos o "selo verde", através do controle tecnológico e atendemos a todas as normas técnicas e damos o exemplo da utilização nas nossas obras, o material nunca foi questionado sobre a sua qualidade. Nós temos 14 funcionários, sendo 4 deles para a triagem e esta mão de obra, são detentos que estão em regime semi aberto

Os artefatos fabricados na PROHAB, são blocos, bloquetes, canaletas, vasos, bancos, guias e etc. Além das areias, pedregulhos e bica corrida. O objetivo inicial, não foi o lucro, pois a reciclagem traz benefícios muito maiores do que o lucro financeiro, como por exemplo o meio ambiente, a limpeza da cidade, a saúde, pois evitam a deposição deste material em lugares indevidos, relata o gerente. Mais a usina chega a ter lucro financeiro. A usina foi construída com investimento próprio da Prefeitura de São Carlos, mais é uma parceria muito válida, inclusive tem cidades que procura para tirar dúvidas da usina, pois estão estudando a possibilidade de implantação nas cidades com parcerias.

## 5- CONCLUSÃO E SUGESTOES

A apresentação dos resultados obtidos nesta pesquisa mostrou que o volume de resíduos gerados na construção civil, mais específico o de classe A, já torna se economicamente viável a implantação de uma usina de reciclagem na cidade de Campos dos Goytacazes/RJ.

Além do cumprimento legal da CONAMA o município ainda estará ganhando benefícios diversos decorrentes do empreendimento, tais como a o aumento da vida útil dos aterros a diminuição da poluição visual, o ganho social com a utilização de mao de obra de presidiários e a minimização de doenças causadas pela deposição de RDC em lugares inadequados e fundamentalmente os de natureza ambiental.

O empreendimento irá gerar também para a cidade, uma alternativa econômica para os próximos anos. Com o desenvolvimento regional estatisticamente provado pela chegada do complexo do porto do Açú, a geração de resíduos ira aumentar consideravelmente, podendo assim destinar se o excedente para a confecção de subprodutos como fabricação de intertravados (bloquetes), guias, blocos de concreto para vedação sem função estrutural, entre outros., podendo ser utilizados pelo próprio município, em suas obras publicas e vendendo para a população

Com a soma dos valores presentes líquidos por mês, e o custo operacional da usina (Tabela 5), também com referencia há um mês. Calculou-se a razão custo /benefício do empreendimento para a opção de valor final do m<sup>3</sup> do reciclado de entulho a R\$ 35.00, que resultaria numa razão de lucro de R\$ 20 139.53, como mostra a tabela 7.

A aplicação da logística, teremos abrangências nas áreas destinadas a dinamizar as vocações econômicas do município, assim como também ao desenvolvimento já existente nos bairros nobres da cidade, como por exemplo o parque Tamandaré. A coleta dos materias gerados no Parque Guarus, tem como opção pela Avenida Alberto Lamego e prosseguindo pela Avenida São João da Barra –BR 356 (Avenida Presidente Kennedy) criando um cenário logístico funcional no transporte dos resíduos gerados na direção da RJ 216, RJ 238, pelo fácil acesso a estrada dos ceramistas, podendo assim esta localização atender também ao município vizinho de São João da Barra, pois a previsão de geração de resíduos neste município será de grande volume.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J. B. L. de. Determinação da composição gravimétrica dos resíduos de serviços de saúde de diferentes tipos de estabelecimentos geradores. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20, 1999, Rio de Janeiro.

Anais...Rio de Janeiro: ABES, 1999. P. 1666-72. 1-

ANGULO, S. C. Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados. 2000. 155 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ANGULO *et al.* Metodologia de caracterização de resíduos da construção e demolição. In: VI Seminário de Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil, 2002, São Paulo. Anais. IBRACON CT-206/IPEN.

ANGULO, S. C. Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento de concretos. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP. Tese de doutorado, S.P, 2005.149.p.

ÁGUA DO PARAIBA- [WWW.aguasdoparaiba.com.br](http://WWW.aguasdoparaiba.com.br) – Acesso – 25/06/2010

\*<sup>6</sup>BRITO Filho; JERSON A.- Cidades Versus Entulhos *in* IBRACON, ANAIS II SEMINÁRIO- Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil, Comitê Técnico CT 206- Meio Ambiente, 1999, p 56-67.

CARVALHO, A. J. P., NETO A. Reciclagem de Resíduos Sólidos na CET construção Civil. 2004.

NETO, A. J. P. C. A “A Reciclagem de Resíduos Sólidos na Construção Civil, Monografia de Especialização em M.B.E., Pós Graduação Executiva em Meio Ambiente, Escola Nacional de Engenharia da Universidade do Brasil, Rio de Janeiro, 2004.



Marusin, S. L. (January 1, 1996). *Ancient Concrete Structures*. 18. Concrete International. pp. 56–58

Nickerson, C. (23 April 2008). "Did the Great Pyramids' builders use concrete?". *New York Times*. <http://www.nytimes.com/2008/04/23/world/africa/23iht-pyramid.1.12259608.html>. Acessado em 19 maio 2011.

Lancaster, Lynne (2005). *Concrete Vaulted Construction in Imperial Rome. Innovations in Context*. Cambridge University Press. ISBN 978-0-511-16068-4

CAMARGO, Antonio. Minas de Entulho. *Téchne*, no 15, Ed. Pini, São Paulo, mar/abr 1995

CEPED,(1999), O Manual de Construção com Solo-  
[www.ceped.ba.gov.br/index.php?...id=99...](http://www.ceped.ba.gov.br/index.php?...id=99...) – Acesso 14/09/2010

CORBIOLI,Nanci. Crescimento Geográfico.Construção,n.2502,jan.96,p.10.

CHAPMAN, C. B.; WARD, S. - Project Risk Management: processes, techniques, and insights. (1997)

CONAMA – Conselho Nacional do meio Ambiente. Resolução nº 307, 5 de Julho de 2002.  
<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>- Acesso- 14/07/2010

GÜNTHER, W.M.R. Saúde Ambiental comprometida pelos resíduos sólidos. In: Seminário Sobre Resíduos Sólidos RESID'99. São Paulo, 1999, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1999.

**HANSEN**, T.C. Recycled of demolished concrete and mansory. London: Chapman & Hall, 1992. 316p. Part One: Recycled aggregates and recycled aggregate concrete, p. 1-160. (RILEM TC Report 6).

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2009). Dados digitais, <http://www.ibge.gov.br>; Acesso-12/11/2010.

JOHN, V. M. Reciclagem de resíduos na construção civil – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP. Tese de livre docência, São Paulo, 2000. 102 p.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V.; ANGULO, S. C.; MIRANDA, L. F. R.; VASCONCELLOS, F. Strategies for innovation in construction and demolition waste management in Brazil. In: CIB WORLD BUILDING CONGRESS, 2004.

<sup>\*7</sup>JOHN, Wanderley M; AGOPYAM, Vahan- Reciclagem De Resíduos Na Construção *in* Seminário De Resíduos Sólidos Domésticos, p 1-13, São Paulo,SP, 2000; disponível em [www.pcc.usp.br](http://www.pcc.usp.br)

<sup>3</sup>JOHN, Vanderley M- A Construção E O Meio Ambiente, p 1-5, disponível em [www.reciclagem.pcc.usp.br](http://www.reciclagem.pcc.usp.br)

JOHN, W. M., ÂNGULO, Sergio; AGOGYPAN, V.- Sobre A Necessidade De Metodologia De Pesquisa E Desenvolvimento Para Reciclagem, Fórum das Universidades Públicas Paulistas – Ciência e Tecnologia em Resíduos , Lindóia, São Paulo, 2003.

KASAI, Y. Demolition and reuse of concrete and masonry. *Concrete International*, v.11, n. 3, p.24-28, 1989.

KEELING, R. Gestão de projetos: uma abordagem global. Tradução Cid Knipel Moreira. Editora Saraiva. São Paulo (2002)

KERZNER, H.– Gestão de projetos: as melhores práticas. Bookman. Porto alegre. (2002)

LAKATOS, E., MARCONI, M. Metodologia Científica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LEVY, S.M. Reciclagem do entulho da construção civil, para utilização com agregados para argamassa e concretos.147p. Dissertação (Mestrado)- Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Manual com recomendações de licenciamento para áreas de manejo de resíduos da construção civil e resíduos volumosos. Brasil, 2003.

PICCHI, F. A. Desperdício impera na construção civil. O Estado de São Paulo, São Paulo, 16 maio 1993.

PINTO, T. P.; LIMA, J. A. R. Industrialização de componentes a partir de definição de uma política de reciclagem de resíduos da construção urbana. In: Simpósio Ibero-Americano sobre Técnicas Construtivas Industrializadas para Habitação de Interesse Social, São Paulo. 1993.

PINTO, Tarcísio de Paula. Construction Wastes as Raw Materials for Low-Cost Construction Products. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF CIB, TG 16, nov. 1994, Tampa. Anais. Michigan, 1994 b.

PINTO, T. P. De Volta à Questão do Desperdício. Construção, São Paulo, Ed. Pini, nº 2491, nov. 1995.

PINTO, T. P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP. Tese de doutorado, São Paulo, 1999. 189 p.

PINTO, T. P. e GONZÁLEZ, J. L. R. Guia Profissional para uma Gestão Correta dos Resíduos da Construção. São Paulo: CREA-SP Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado de São Paulo, 2005.

PROHAB, (Prefeitura de São Carlos)- Usina de Reciclagem  
[www.saocarlos.sp.gov.br/.../apresentacao-usina-de-reciclagem.html](http://www.saocarlos.sp.gov.br/.../apresentacao-usina-de-reciclagem.html)- Acesso- 15/09/2010

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE CAMPINAS (PMC), SECRETARIA DE SERVIÇOS E OBRAS. Cálculos de Reaproveitamento de Entulhos de Concreto. São Paulo, 1996.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOITACAZES (PMCG), SECRETARIA DE SERVIÇOS E OBRAS. Dados de Obras Prediais. Rio de Janeiro, 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE GOVERNADOR VALADARES/MG.

[www.valadares.mg.gov.br](http://www.valadares.mg.gov.br)- Acesso- 10/10/2009

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS /SP [www.saocarlos.sp.gov.br](http://www.saocarlos.sp.gov.br) Acesso- 10/10/2009

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. (2004) - *PMBOK Guide: a guide to the project management body of knowledge*. 3. ed. Project Management Institute. Newtown Square.

UNIVAP/FEAU, Av. Shishima Hifumi, 2911, São José dos Campos –SP,  
[beneditocamilo@uol.com.br](mailto:beneditocamilo@uol.com.br), [devis@consorciopt.com.br](mailto:devis@consorciopt.com.br), [gilbert@univap.br](mailto:gilbert@univap.br)

[http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2009/anais/arquivos/RE\\_0065\\_0510\\_01.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2009/anais/arquivos/RE_0065_0510_01.pdf)

TRIBUNAL DE CONTAS DO RIO DE JANEIRO

[www.ibraop.org.br/site/media/sinaop/08.../audi\\_obraspublicas.pdf](http://www.ibraop.org.br/site/media/sinaop/08.../audi_obraspublicas.pdf) - Acesso- 10/06/2010

UNESP- Universidade Estadual Paulista - [www.unesp.br](http://www.unesp.br) Acesso – 20/05/2010

URBAN. Estação de Tratamento de Resíduos Sólidos, [apostila de dados]. São José dos Campos, 1996.

UREOSASCO [http://www.obra24horas.com.br/materias/index.cfm?fuseaction=dsp\\_materias\\_exibir&materia=891](http://www.obra24horas.com.br/materias/index.cfm?fuseaction=dsp_materias_exibir&materia=891) Acesso: 20/05/2010

VÁZQUES, E. Projeto entulho bom. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2001.

ZORDAN, S. E. Entulho da Indústria da Construção Civil, 2001. Disponível em [http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho\\_ind\\_ccivil.htm](http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho_ind_ccivil.htm)

## ANEXO I

### QUESTIONARIO FEITO COM O GERENTE DA PROHAB

1- O material chega ate a PROHAB pelo recolhimento próprio, ou a comunidade que traz?

2- Este material já chega a PROHAB selecionado?

3- O que é feito com o material que não é aproveitado aqui na indústria?

4- Este material que é reciclado na PROHAB, qual o destino é dado a ele?

5- Este valor chega ser compatível com o do mercado?

6- O material é bem aceito pelos construtores, ou existe a desconfiança da qualidade?

7\_ Quantos funcionários vocês tem na indústria e na fábrica de artefatos?

8- Quais os artefatos de cimento são fabricados na PROHAB?

9\_ A PROHAB chega a dar lucro?

10- Teve alguma parceria da Prefeitura de São Carlos com pessoas jurídicas na implantação da usina?

## ANEXO II

### **QUESTIONÁRIO FEITO COM REPRESENTANTES DAS CONSTRUTORAS DE CAMPOS.**

- 1) Qual o destino dado aos entulhos do canteiro de obra?
- 2) Existe algum local específico para o descarte do entulho?
- 3) A preocupação com o destino do entulho é presente na empresa?
- 4) Já se pensou em implantar algum projeto de reaproveitamento deste material?
- 5) Já houve algum reaproveitamento do entulho em alguma obra?
- 6) Se houve, como foi o reaproveitamento?
- 7) Um processo de separação de entulho no próprio canteiro de obra causaria algum transtorno para a mesma?
- 8) Haveria interesse na empresa da implantação de um projeto de gerenciamento de reciclagem de entulho?
- 9) A empresa já teve acesso a algum material reciclado?
- 10) A empresa usaria material reciclado na suas construções?

## ANEXO III

### SECAO V E VI DO PLANO DIRETOR DA CIDADE D ECAMPOS DOS GOYTACAZES

#### Seção V

#### DAS ÁREAS COM POTENCIAL PARA ATIVIDADES PRODUTIVAS

Art.143. As Áreas com Potencial para Atividades Produtivas compreendem parcelas do território municipal para as quais já existe previsão ou proposta de instalação de complexos destinados a dinamizar as vocações econômicas do município, abrangendo áreas e eixos rodoviários destinados a:

I - Atividades de logística e de apoio à produção de petróleo e gás, englobando o complexo da barra do Furado, o heliporto existente, o novo aeroporto e o distrito industrial da Serrinha (LOM emenda nº 39/04);

II - Terminal pesqueiro na barra do Furado para absorver deslocamento da colônia de pesca da praia do Farol;

III - Ampliação da oferta de áreas industriais situadas ao longo das rodovias RJ-158, no trecho entre o perímetro urbano da sede municipal e núcleo urbano da usina de Santa Cruz; RJ-238, Rodovia da Produção, no trecho entre a BR-101 e o perímetro urbano da sede municipal na localidade de Donana; BR-101, nos trechos compreendidos entre os perímetros urbanos do núcleo de Ururá e da sede municipal (trecho sudoeste) e entre a sede municipal e núcleo urbano de Travessão (trecho norte) e o novo traçado projetado para a BR-101, no trecho entre o rio Ururá e o perímetro urbano da sede municipal.

Art.144. São diretrizes para as Áreas com Potencial para Atividades Produtivas.

I - Prioridade para instalação de atividades de biotecnologia, turismo, agronegócio e serviços, com incentivo para instalação de atividades empresariais;

II - Controle urbanístico e ambiental das atividades implantadas às margens de rodovias;

III - Previsão de implantação de faixa *non aedificandi*, com largura de, no mínimo, 30 (trinta) metros ao longo das rodovias, para a implantação de acessos controlados e via paralela à rodovia;

IV - Exigência de elaboração e aprovação de Planos de Ordenamento do

Território – POT para o parcelamento e ocupação de novas áreas destinadas a atividades produtivas.



## Seção VI

### DA MACROZONA DE ATIVIDADES PRODUTIVAS E DE SERVIÇOS

Art.169. A Macrozona de Atividades Produtivas e de Serviços abrange áreas destinadas prioritariamente a atividades produtivas, sendo divididas em três categorias, denominadas MAPS 1, MAPS 2 e MAPS 3, de acordo com o tipo de área, a configuração territorial e a capacidade da infra-estrutura instalada ou com possibilidades de complementação.

I - A MAPS 1 abrange os terrenos defrontantes com os principais eixos estruturadores da circulação rodoviária e de transportes de carga, tais como a BR-101, tanto na atual

rodovia quanto no entorno do novo traçado viário proposto; a BR-356, tanto na porção ao norte do Rio Paraíba do Sul quanto na porção ao sul do mesmo; a RJ-158, a RJ-216 e a RJ-136 (Rodovia dos Ceramistas), excetuando-se as áreas urbanas consolidadas;

#### Quadro nº 10 – Eixos de Comércio e Serviços – ECS e Eixos de Atividades Produtivas

VIA	BAIRRO	TRECHO	EIXO
Rodovia BR – 101 (N)	Pq. Guarus e Pq. Vera Cruz	Da Av. Teresópolis até Aeroporto na área urbana	MEAP
Rodovia RJ – 158 (direção São Fidélis)	Campos-São Fidelis	Lado contrário ao Rio	MEAP
Rodovia RJ – 216 (Farol)	Donana / Imperial	Trevo do Beco até Usina São José	MEAP

## ANEXO IV



# Presidência da República

## Casa Civil

### Subchefia para Assuntos Jurídicos

#### LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010.

Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

**O PRESIDENTE DA REPÚBLICA** Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

TÍTULO I

DISPOSIÇÕES GERAIS

CAPÍTULO I

DO OBJETO E DO CAMPO DE APLICAÇÃO

Art. 1º Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

§ 1º Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

§ 2º Esta Lei não se aplica aos rejeitos radioativos, que são regulados por legislação específica.

Art. 2º Aplicam-se aos resíduos sólidos, além do disposto nesta [Lei, nas Leis nºs 11.445, de 5 de janeiro de 2007, 9.974, de 6 de junho de 2000, e 9.966, de 28 de abril de 2000](#), as normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa) e do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro).

## CAPÍTULO II

### DEFINIÇÕES

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

I - acordo setorial: ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto;

II - área contaminada: local onde há contaminação causada pela disposição, regular ou irregular, de quaisquer substâncias ou resíduos;

III - área órfã contaminada: área contaminada cujos responsáveis pela disposição não sejam identificáveis ou individualizáveis;

IV - ciclo de vida do produto: série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final;

V - coleta seletiva: coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição;

VI - controle social: conjunto de mecanismos e procedimentos que garantam à sociedade informações e participação nos processos de formulação, implementação e avaliação das políticas públicas relacionadas aos resíduos sólidos;

VII - destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

VIII - disposição final ambientalmente adequada: distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

IX - geradores de resíduos sólidos: pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que geram resíduos sólidos por meio de suas atividades, nelas incluído o consumo;

X - gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final

ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei;

XI - gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável;

XII - logística reversa: 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;

XIII - padrões sustentáveis de produção e consumo: produção e consumo de bens e serviços de forma a atender as necessidades das atuais gerações e permitir melhores condições de vida, sem comprometer a qualidade ambiental e o atendimento das necessidades das gerações futuras;

XIV - reciclagem: processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa;

XV - rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada;

XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível;

XVII - responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos 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, nos termos desta Lei;

XVIII - reutilização: processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa;

XIX - serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades previstas no [art. 7º da Lei nº 11.445, de 2007](#).

## TÍTULO II

### DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

#### CAPÍTULO I

##### DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 4º A Política Nacional de Resíduos Sólidos reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos.

Art. 5º A Política Nacional de Resíduos Sólidos integra a Política Nacional do Meio Ambiente e articula-se com a Política Nacional de Educação Ambiental, regulada pela [Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999](#), com a Política Federal de Saneamento Básico, regulada pela [Lei nº 11.445, de 2007](#), e com a [Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005](#).

#### CAPÍTULO II

##### DOS PRINCÍPIOS E OBJETIVOS

Art. 6º - São princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos: I - a prevenção e a precaução;

II - o poluidor-pagador e o protetor-recebedor;

III - a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública;

IV - o desenvolvimento sustentável;

V - a ecoeficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta;

VI - a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade;

VII - a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

VIII - o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania;

IX - o respeito às diversidades locais e regionais;

X - o direito da sociedade à informação e ao controle social; XI - a razoabilidade e a proporcionalidade.

Art. 7º São objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos:

I - proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;

II - não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;

III - estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;

IV - adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;

V - redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos;

VI - incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados;

VII - gestão integrada de resíduos sólidos;

VIII - articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos;

IX - capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos;

X - regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira, observada a [Lei nº 11.445, de 2007](#);

XI - prioridade, nas aquisições e contratações governamentais, para:

a) produtos reciclados e recicláveis;

b) bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis;

XII - integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

XIII - estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto;

XIV - incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético;

XV - estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável.

### CAPÍTULO III

#### DOS INSTRUMENTOS

Art. 8º São instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, entre outros:

I - os planos de resíduos sólidos;

II - os inventários e o sistema declaratório anual de resíduos sólidos;

III - a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

IV - o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;

V - o monitoramento e a fiscalização ambiental, sanitária e agropecuária;

VI - a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos;

VII - a pesquisa científica e tecnológica; VIII - a educação ambiental;

IX - os incentivos fiscais, financeiros e creditícios;

X - o Fundo Nacional do Meio Ambiente e o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico;

XI - o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir); XII - o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (Sinisa);

XIII - os conselhos de meio ambiente e, no que couber, os de saúde;

XIV - os órgãos colegiados municipais destinados ao controle social dos serviços de resíduos sólidos urbanos;

XV - o Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos; XVI - os acordos setoriais;

XVII - no que couber, os instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente, entre eles:  
a) os padrões de qualidade ambiental;

b) o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais;

c) o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental;

d) a avaliação de impactos ambientais;

e) o Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (Sinima);

f) o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;

XVIII - os termos de compromisso e os termos de ajustamento de conduta; XIX - o incentivo à adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos.



### TÍTULO III

#### DAS DIRETRIZES APLICÁVEIS AOS RESÍDUOS SÓLIDOS

#### CAPÍTULO I

#### DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Art. 9º- 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.

§ 1º- Poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental.

§ 2º- A Política Nacional de Resíduos Sólidos e as Políticas de Resíduos Sólidos dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios serão compatíveis com o disposto no **caput** e no § 1º deste artigo e com as demais diretrizes estabelecidas nesta Lei.

Art. 10. Incumbe ao Distrito Federal e aos Municípios a gestão integrada dos resíduos sólidos gerados nos respectivos territórios, sem prejuízo das competências de controle e fiscalização dos órgãos federais e estaduais do Sisnama, do SNVS e do Suasa, bem como da responsabilidade do gerador pelo gerenciamento de resíduos, consoante o estabelecido nesta Lei.

Art. 11. Observadas as diretrizes e demais determinações estabelecidas nesta Lei e em seu regulamento, incumbe aos Estados:

I - promover a integração da organização, do planejamento e da execução das funções públicas de interesse comum relacionadas à gestão dos resíduos sólidos nas regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, nos termos da lei complementar estadual prevista no [§ 3º do art. 25 da Constituição Federal](#);

II - controlar e fiscalizar as atividades dos geradores sujeitas a licenciamento ambiental pelo órgão estadual do Sisnama.

Parágrafo único. A atuação do Estado na forma do **caput** deve apoiar e priorizar as iniciativas do Município de soluções consorciadas ou compartilhadas entre 2 (dois) ou mais Municípios.

Art. 12. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios organizarão e manterão, de forma conjunta, o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir), articulado com o Sinisa e o Sinima.

Parágrafo único. Incumbe aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios fornecer ao órgão federal responsável pela coordenação do Sinir todas as informações necessárias sobre os resíduos sob sua esfera de competência, na forma e na periodicidade estabelecidas em regulamento.

Art. 13. Para os efeitos desta Lei, os resíduos sólidos têm a seguinte classificação: I - quanto à origem:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas "a" e "b";
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas "b", "e", "g", "h" e "j";
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea "c";
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

II - quanto à periculosidade:

- a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e

mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;

b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”.

Parágrafo único. Respeitado o disposto no art. 20, os resíduos referidos na alínea “d” do inciso I do **caput**, se caracterizados como não perigosos, podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal.

## CAPÍTULO II

### DOS PLANOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS

#### Seção I

##### Disposições Gerais

Art. 14. São planos de resíduos sólidos: I - o Plano Nacional de Resíduos Sólidos;

II - os planos estaduais de resíduos sólidos;

III - os planos microrregionais de resíduos sólidos e os planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas;

IV - os planos intermunicipais de resíduos sólidos;

V - os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos; VI - os planos de gerenciamento de resíduos sólidos.

Parágrafo único. É assegurada ampla publicidade ao conteúdo dos planos de resíduos sólidos, bem como controle social em sua formulação, implementação e operacionalização, observado o disposto na [Lei nº 10.650, de 16 de abril de 2003](#), e no [art. 47 da Lei nº 11.445, de 2007](#).

## Seção II

### Do Plano Nacional de Resíduos Sólidos

Art. 15. A União elaborará, sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, com vigência por prazo indeterminado e horizonte de 20 (vinte) anos, a ser atualizado a cada 4 (quatro) anos, tendo como conteúdo mínimo:

- I - diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos;
- II - proposição de cenários, incluindo tendências internacionais e macroeconômicas;
- III - metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;
- IV - metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos;
- V - metas para a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
- VI - programas, projetos e ações para o atendimento das metas previstas;
- VII - normas e condicionantes técnicas para o acesso a recursos da União, para a obtenção de seu aval ou para o acesso a recursos administrados, direta ou indiretamente, por entidade federal, quando destinados a ações e programas de interesse dos resíduos sólidos;
- VIII - medidas para incentivar e viabilizar a gestão regionalizada dos resíduos sólidos;
- IX - diretrizes para o planejamento e demais atividades de gestão de resíduos sólidos das regiões integradas de desenvolvimento instituídas por lei complementar, bem como para as áreas de especial interesse turístico;
- X - normas e diretrizes para a disposição final de rejeitos e, quando couber, de resíduos;
- XI - meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito nacional, de sua implementação e operacionalização, assegurado o controle social.

Parágrafo único. O Plano Nacional de Resíduos Sólidos será elaborado mediante processo de mobilização e participação social, incluindo a realização de audiências e consultas públicas.

## Seção III

### Dos Planos Estaduais de Resíduos Sólidos

Art. 16. A elaboração de plano estadual de resíduos sólidos, nos termos previstos por esta Lei, é condição para os Estados terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à gestão de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade. [\(Vigência\)](#)

§ 1º-Serão priorizados no acesso aos recursos da União referidos no **caput** os Estados que instituírem microrregiões, consoante o [§ 3º do art. 25 da Constituição Federal](#), para integrar a organização, o planejamento e a execução das ações a cargo de Municípios limítrofes na gestão dos resíduos sólidos.

§ 2º-Serão estabelecidas em regulamento normas complementares sobre o acesso aos recursos da União na forma deste artigo.

§ 3º- Respeitada a responsabilidade dos geradores nos termos desta Lei, as microrregiões instituídas conforme previsto no § 1º abrangem atividades de coleta seletiva, recuperação e reciclagem, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos, a gestão de resíduos de construção civil, de serviços de transporte, de serviços de saúde, agrossilvopastoris ou outros resíduos, de acordo com as peculiaridades microrregionais.

Art. 17. O plano estadual de resíduos sólidos será elaborado para vigência por prazo indeterminado, abrangendo todo o território do Estado, com horizonte de atuação de 20 (vinte) anos e revisões a cada 4 (quatro) anos, e tendo como conteúdo mínimo:

I - diagnóstico, incluída a identificação dos principais fluxos de resíduos no Estado e seus impactos socioeconômicos e ambientais;

II - proposição de cenários;

III - metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;

IV - metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos;

V - metas para a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;

VI - programas, projetos e ações para o atendimento das metas previstas;

VII - normas e condicionantes técnicas para o acesso a recursos do Estado, para a obtenção de seu aval ou para o acesso de recursos administrados, direta ou indiretamente, por entidade estadual, quando destinados às ações e programas de interesse dos resíduos sólidos;

VIII - medidas para incentivar e viabilizar a gestão consorciada ou compartilhada dos resíduos sólidos;

IX - diretrizes para o planejamento e demais atividades de gestão de resíduos sólidos de regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões;

X - normas e diretrizes para a disposição final de rejeitos e, quando couber, de resíduos, respeitadas as disposições estabelecidas em âmbito nacional;

XI - previsão, em conformidade com os demais instrumentos de planejamento territorial, especialmente o zoneamento ecológico-econômico e o zoneamento costeiro, de:

a) zonas favoráveis para a localização de unidades de tratamento de resíduos sólidos ou de disposição final de rejeitos;

b) áreas degradadas em razão de disposição inadequada de resíduos sólidos ou rejeitos a serem objeto de recuperação ambiental;

XII - meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito estadual, de sua implementação e operacionalização, assegurado o controle social.

§ 1º- Além do plano estadual de resíduos sólidos, os Estados poderão elaborar planos microrregionais de resíduos sólidos, bem como planos específicos direcionados às regiões metropolitanas ou às aglomerações urbanas.

§ 2º- A elaboração e a implementação pelos Estados de planos microrregionais de resíduos sólidos, ou de planos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas, em consonância com o previsto no § 1º, dar-se-ão obrigatoriamente com a participação dos Municípios envolvidos e não excluem nem substituem qualquer das prerrogativas a cargo dos Municípios previstas por esta Lei.

§ 3º Respeitada a responsabilidade dos geradores nos termos desta Lei, o plano microrregional de resíduos sólidos deve atender ao previsto para o plano estadual e estabelecer soluções integradas para a coleta seletiva, a recuperação e a reciclagem, o tratamento e a destinação final dos resíduos sólidos urbanos e, consideradas as peculiaridades microrregionais, outros tipos de resíduos.

## Seção IV

### Dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

Art. 18. A elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, nos termos previstos por esta Lei, é condição para o Distrito Federal e os Municípios terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade. ([Vigência](#))

§ 1º-Serão priorizados no acesso aos recursos da União referidos no **caput** os Municípios que:

I - optarem por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, incluída a elaboração e implementação de plano intermunicipal, ou que se inserirem de forma voluntária nos planos microrregionais de resíduos sólidos referidos no § 1º do art. 16;

II - implantarem a coleta seletiva com a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda.

§ 2º-Serão estabelecidas em regulamento normas complementares sobre o acesso aos recursos da União na forma deste artigo.

Art. 19. O plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos tem o seguinte conteúdo mínimo:

I - diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no respectivo território, contendo a origem, o volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas;

II - identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos, observado o plano diretor de que trata o [§ 1º do art. 182 da Constituição Federal](#) e o zoneamento ambiental, se houver;

III - identificação das possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros Municípios, considerando, nos critérios de economia de escala, a proximidade dos locais estabelecidos e as formas de prevenção dos riscos ambientais;

IV - identificação dos resíduos sólidos e dos geradores sujeitos a plano de gerenciamento específico nos termos do art. 20 ou a sistema de logística reversa na forma do art. 33, observadas as disposições desta Lei e de seu regulamento, bem como as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;

V - procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, incluída a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos e observada a [Lei nº 11.445, de 2007](#);

VI - indicadores de desempenho operacional e ambiental dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;

VII - regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS e demais disposições pertinentes da legislação federal e estadual;

VIII - definição das responsabilidades quanto à sua implementação e operacionalização, incluídas as etapas do plano de gerenciamento de resíduos sólidos a que se refere o art. 20 a cargo do poder público;

IX - programas e ações de capacitação técnica voltados para sua implementação e operacionalização;

X - programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos;

XI - programas e ações para a participação dos grupos interessados, em especial das cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda, se houver;

XII - mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos;

XIII - sistema de cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, bem como a forma de cobrança desses serviços, observada a [Lei nº 11.445, de 2007](#);

XIV - metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;

XV - descrição das formas e dos limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa, respeitado o disposto no art. 33, e de outras ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

XVI - meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito local, da implementação e operacionalização dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20 e dos sistemas de logística reversa previstos no art. 33;

XVII - ações preventivas e corretivas a serem praticadas, incluindo programa de monitoramento;

XVIII - identificação dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos, incluindo áreas contaminadas, e respectivas medidas saneadoras;



XIX - periodicidade de sua revisão, observado prioritariamente o período de vigência do plano plurianual municipal.

§ 1º O plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos pode estar inserido no plano de saneamento básico previsto no [art. 19 da Lei nº 11.445, de 2007](#), respeitado o conteúdo mínimo previsto nos incisos do **caput** e observado o disposto no § 2º, todos deste artigo.

§ 2º-Para Municípios com menos de 20.000 (vinte mil) habitantes, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos terá conteúdo simplificado, na forma do regulamento.

§ 3º O disposto no § 2º não se aplica a Municípios:

I - integrantes de áreas de especial interesse turístico;

II - inseridos na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional;

III - cujo território abranja, total ou parcialmente, Unidades de Conservação.

§ 4º-A existência de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos não exime o Município ou o Distrito Federal do licenciamento ambiental de aterros sanitários e de outras infraestruturas e instalações operacionais integrantes do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos pelo órgão competente do Sisnama.

§ 5º-Na definição de responsabilidades na forma do inciso VIII do **caput** deste artigo, é vedado atribuir ao serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos a realização de etapas do gerenciamento dos resíduos a que se refere o art. 20 em desacordo com a respectiva licença ambiental ou com normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e, se couber, do SNVS.

§ 6º-Além do disposto nos incisos I a XIX do **caput** deste artigo, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos contemplará ações específicas a serem desenvolvidas no âmbito dos órgãos da administração pública, com vistas à utilização racional dos recursos ambientais, ao combate a todas as formas de desperdício e à minimização da geração de resíduos sólidos.

§ 7º O conteúdo do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos será disponibilizado para o Sinir, na forma do regulamento.

§ 8º-A inexistência do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos não pode ser utilizada para impedir a instalação ou a operação de empreendimentos ou atividades devidamente licenciados pelos órgãos competentes.

§ 9º Nos termos do regulamento, o Município que optar por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, assegurado que o plano intermunicipal preencha os requisitos estabelecidos nos incisos I a XIX do **caput** deste artigo, pode ser dispensado da elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos.

## Seção V

### Do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Art. 20. Estão sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos:

I - os geradores de resíduos sólidos previstos nas alíneas “e”, “f”, “g” e “k” do inciso I do art. 13;

II - os estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços que:

a) gerem resíduos perigosos;

b) gerem resíduos que, mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal;

III - as empresas de construção civil, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama;

IV - os responsáveis pelos terminais e outras instalações referidas na alínea “j” do inciso I do art. 13 e, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e, se couber, do SNVS, as empresas de transporte;

V - os responsáveis por atividades agrossilvopastoris, se exigido pelo órgão competente do Sisnama, do SNVS ou do Suasa.

Parágrafo único. Observado o disposto no Capítulo IV deste Título, serão estabelecidas por regulamento exigências específicas relativas ao plano de gerenciamento de resíduos perigosos.

Art. 21. O plano de gerenciamento de resíduos sólidos tem o seguinte conteúdo mínimo: I -

descrição do empreendimento ou atividade;

II - diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;

III - observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa e, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos:

a) explicitação dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos;

b) definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob responsabilidade do gerador;

IV - identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores;

V - ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;

VI - metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, à reutilização e reciclagem;

VII - se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, na forma do art. 31;

VIII - medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos;

IX - periodicidade de sua revisão, observado, se couber, o prazo de vigência da respectiva licença de operação a cargo dos órgãos do Sisnama.

§ 1º O plano de gerenciamento de resíduos sólidos atenderá ao disposto no plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos do respectivo Município, sem prejuízo das normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa.

§ 2º A inexistência do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos não obsta a elaboração, a implementação ou a operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos sólidos.

§ 3º Serão estabelecidos em regulamento:

I - normas sobre a exigibilidade e o conteúdo do plano de gerenciamento de resíduos sólidos relativo à atuação de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;

II - critérios e procedimentos simplificados para apresentação dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos para microempresas e empresas de pequeno porte, assim consideradas as definidas nos [incisos I e II do art. 3º da Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006](#), desde que as atividades por elas desenvolvidas não gerem resíduos perigosos.

Art. 22. Para a elaboração, implementação, operacionalização e monitoramento de todas as etapas do plano de gerenciamento de resíduos sólidos, nelas incluído o controle da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, será designado responsável técnico devidamente habilitado.

Art. 23. Os responsáveis por plano de gerenciamento de resíduos sólidos manterão atualizadas e disponíveis ao órgão municipal competente, ao órgão licenciador do Sisnama e a outras autoridades, informações completas sobre a implementação e a operacionalização do plano sob sua responsabilidade.

§ 1º-Para a consecução do disposto no **caput**, sem prejuízo de outras exigências cabíveis por parte das autoridades, será implementado sistema declaratório com periodicidade, no mínimo, anual, na forma do regulamento.

§ 2º-As informações referidas no **caput** serão repassadas pelos órgãos públicos ao Sinir, na forma do regulamento.

Art. 24. O plano de gerenciamento de resíduos sólidos é parte integrante do processo de licenciamento ambiental do empreendimento ou atividade pelo órgão competente do Sisnama.

§ 1º Nos empreendimentos e atividades não sujeitos a licenciamento ambiental, a aprovação do plano de gerenciamento de resíduos sólidos cabe à autoridade municipal competente.

§ 2º-No processo de licenciamento ambiental referido no § 1º a cargo de órgão federal ou estadual do Sisnama, será assegurada oitiva do órgão municipal competente, em especial quanto à disposição final ambientalmente adequada de rejeitos.

### CAPÍTULO III

#### DAS RESPONSABILIDADES DOS GERADORES E DO PODER PÚBLICO

##### Seção I

##### Disposições Gerais

Art. 25. O poder público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da Política Nacional de Resíduos Sólidos e das diretrizes e demais determinações estabelecidas nesta Lei e em seu regulamento.

Art. 26. O titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos é responsável pela organização e prestação direta ou indireta desses serviços, observados o respectivo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, a [Lei nº 11.445, de 2007](#), e as disposições desta Lei e seu regulamento.

Art. 27. As pessoas físicas ou jurídicas referidas no art. 20 são responsáveis pela implementação e operacionalização integral do plano de gerenciamento de resíduos sólidos aprovado pelo órgão competente na forma do art. 24.

§ 1º A contratação de serviços de coleta, armazenamento, transporte, transbordo, tratamento ou destinação final de resíduos sólidos, ou de disposição final de rejeitos, não isenta as

pessoas físicas ou jurídicas referidas no art. 20 da responsabilidade por danos que vierem a ser provocados pelo gerenciamento inadequado dos respectivos resíduos ou rejeitos.

§ 2º-Nos casos abrangidos pelo art. 20, as etapas sob responsabilidade do gerador que forem realizadas pelo poder público serão devidamente remuneradas pelas pessoas físicas ou jurídicas responsáveis, observado o disposto no § 5º do art. 19.

Art. 28. O gerador de resíduos sólidos domiciliares tem cessada sua responsabilidade pelos resíduos com a disponibilização adequada para a coleta ou, nos casos abrangidos pelo art. 33, com a devolução.

Art. 29. Cabe ao poder público atuar, subsidiariamente, com vistas a minimizar ou cessar o dano, logo que tome conhecimento de evento lesivo ao meio ambiente ou à saúde pública relacionado ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Parágrafo único. Os responsáveis pelo dano ressarcirão integralmente o poder público pelos gastos decorrentes das ações empreendidas na forma do **caput**.

## Seção II

### Da Responsabilidade Compartilhada

Art. 30. É instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, consoante as atribuições e procedimentos previstos nesta Seção.

Parágrafo único. A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos tem por objetivo:

I - compatibilizar interesses entre os agentes econômicos e sociais e os processos de gestão empresarial e mercadológica com os de gestão ambiental, desenvolvendo estratégias sustentáveis;

II - promover o aproveitamento de resíduos sólidos, direcionando-os para a sua cadeia produtiva ou para outras cadeias produtivas;

III - reduzir a geração de resíduos sólidos, o desperdício de materiais, a poluição e os danos ambientais;

IV - incentivar a utilização de insumos de menor agressividade ao meio ambiente e de maior sustentabilidade;

V - estimular o desenvolvimento de mercado, a produção e o consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis;

VI - propiciar que as atividades produtivas alcancem eficiência e sustentabilidade; VII - incentivar as boas práticas de responsabilidade socioambiental.

Art. 31. Sem prejuízo das obrigações estabelecidas no plano de gerenciamento de resíduos sólidos e com vistas a fortalecer a responsabilidade compartilhada e seus objetivos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes têm responsabilidade que abrange:

I - investimento no desenvolvimento, na fabricação e na colocação no mercado de produtos:

a) que sejam aptos, após o uso pelo consumidor, à reutilização, à reciclagem ou a outra forma de destinação ambientalmente adequada;

b) cuja fabricação e uso gerem a menor quantidade de resíduos sólidos possível;

II - divulgação de informações relativas às formas de evitar, reciclar e eliminar os resíduos sólidos associados a seus respectivos produtos;

III - recolhimento dos produtos e dos resíduos remanescentes após o uso, assim como sua subsequente destinação final ambientalmente adequada, no caso de produtos objeto de sistema de logística reversa na forma do art. 33;

IV - compromisso de, quando firmados acordos ou termos de compromisso com o Município, participar das ações previstas no plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, no caso de produtos ainda não incluídos no sistema de logística reversa.

Art. 32. As embalagens devem ser fabricadas com materiais que propiciem a reutilização ou a reciclagem.

§ 1º Cabe aos respectivos responsáveis assegurar que as embalagens sejam:

I - restritas em volume e peso às dimensões requeridas à proteção do conteúdo e à comercialização do produto;

II - projetadas de forma a serem reutilizadas de maneira tecnicamente viável e compatível com as exigências aplicáveis ao produto que contêm;

III - recicladas, se a reutilização não for possível.

§ 2º - O regulamento disporá sobre os casos em que, por razões de ordem técnica ou econômica, não seja viável a aplicação do disposto no **caput**.

§ 3º É responsável pelo atendimento do disposto neste artigo todo aquele que:

I - fabricação de embalagens ou fornece materiais para a fabricação de embalagens;

II - coloca em circulação embalagens, materiais para a fabricação de embalagens ou produtos embalados, em qualquer fase da cadeia de comércio.

Art. 33. São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;

II - pilhas e baterias; III - pneus;

IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;

V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

§ 1º Na forma do disposto em regulamento ou em acordos setoriais e termos de compromisso firmados entre o poder público e o setor empresarial, os sistemas previstos no **caput** serão estendidos a produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro, e aos demais produtos e embalagens, considerando, prioritariamente, o grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados.

§ 2º A definição dos produtos e embalagens a que se refere o § 1º considerará a viabilidade técnica e econômica da logística reversa, bem como o grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados.

§ 3º Sem prejuízo de exigências específicas fixadas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS, ou em acordos setoriais e termos de compromisso firmados entre o poder público e o setor empresarial, cabe aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dos produtos a que se referem os incisos II, III, V e VI ou dos produtos e embalagens a que se referem os incisos I e IV do **caput** e o § 1º tomar todas as medidas necessárias para assegurar a implementação e operacionalização do sistema de logística reversa sob seu encargo, consoante o estabelecido neste artigo, podendo, entre outras medidas:

I - implantar procedimentos de compra de produtos ou embalagens usados; II - disponibilizar postos de entrega de resíduos reutilizáveis e recicláveis;

III - atuar em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, nos casos de que trata o § 1º -

§ 4º - Os consumidores deverão efetuar a devolução após o uso, aos comerciantes ou distribuidores, dos produtos e das embalagens a que se referem os incisos I a VI do **caput**, e de outros produtos ou embalagens objeto de logística reversa, na forma do § 1º -

§ 5º - Os comerciantes e distribuidores deverão efetuar a devolução aos fabricantes ou aos importadores dos produtos e embalagens reunidos ou devolvidos na forma dos §§ 3º e 4º -

§ 6º - Os fabricantes e os importadores darão destinação ambientalmente adequada aos produtos e às embalagens reunidos ou devolvidos, sendo o rejeito encaminhado para a disposição final ambientalmente adequada, na forma estabelecida pelo órgão competente do Sisnama e, se houver, pelo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos.

§ 7º - Se o titular do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, por acordo setorial ou termo de compromisso firmado com o setor empresarial, encarregar-se de atividades de responsabilidade dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes nos sistemas de logística reversa dos produtos e embalagens a que se refere este artigo, as ações do poder público serão devidamente remuneradas, na forma previamente acordada entre as partes.

§ 8º - Com exceção dos consumidores, todos os participantes dos sistemas de logística reversa manterão atualizadas e disponíveis ao órgão municipal competente e a outras autoridades informações completas sobre a realização das ações sob sua responsabilidade.

Art. 34. Os acordos setoriais ou termos de compromisso referidos no inciso IV do **caput** do art. 31 e no § 1º do art. 33 podem ter abrangência nacional, regional, estadual ou municipal.

§ 1º - Os acordos setoriais e termos de compromisso firmados em âmbito nacional têm prevalência sobre os firmados em âmbito regional ou estadual, e estes sobre os firmados em âmbito municipal.

§ 2º - Na aplicação de regras concorrentes consoante o § 1º, os acordos firmados com menor abrangência geográfica podem ampliar, mas não abrandar, as medidas de proteção ambiental constantes nos acordos setoriais e termos de compromisso firmados com maior abrangência geográfica.

Art. 35. Sempre que estabelecido sistema de coleta seletiva pelo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos e na aplicação do art. 33, os consumidores são obrigados a:

- I - acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados;
- II - disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução.



Parágrafo único. O poder público municipal pode instituir incentivos econômicos aos consumidores que participam do sistema de coleta seletiva referido no **caput**, na forma de lei municipal.

Art. 36. No âmbito da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, cabe ao titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, observado, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos:

I - adotar procedimentos para reaproveitar os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis oriundos dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;

II - estabelecer sistema de coleta seletiva;

III - articular com os agentes econômicos e sociais medidas para viabilizar o retorno ao ciclo produtivo dos resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis oriundos dos serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;

IV - realizar as atividades definidas por acordo setorial ou termo de compromisso na forma do § 7º do art. 33, mediante a devida remuneração pelo setor empresarial;

V - implantar sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido;

VI - dar disposição final ambientalmente adequada aos resíduos e rejeitos oriundos dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos.

§ 1º-Para o cumprimento do disposto nos incisos I a IV do **caput**, o titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos priorizará a organização e o funcionamento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda, bem como sua contratação.

§ 2º A contratação prevista no § 1º é dispensável de licitação, nos termos do [inciso XXVII do art. 24 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993.](#)

## CAPÍTULO IV

### DOS RESÍDUOS PERIGOSOS

Art. 37. A instalação e o funcionamento de empreendimento ou atividade que gere ou opere com resíduos perigosos somente podem ser autorizados ou licenciados pelas autoridades competentes se o responsável comprovar, no mínimo, capacidade técnica e econômica, além de condições para prover os cuidados necessários ao gerenciamento desses resíduos.

Art. 38. As pessoas jurídicas que operam com resíduos perigosos, em qualquer fase do seu gerenciamento, são obrigadas a se cadastrar no Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos.

§ 1º-O cadastro previsto no **caput** será coordenado pelo órgão federal competente do Sisnama e implantado de forma conjunta pelas autoridades federais, estaduais e municipais.

§ 2º-Para o cadastramento, as pessoas jurídicas referidas no **caput** necessitam contar com responsável técnico pelo gerenciamento dos resíduos perigosos, de seu próprio quadro de funcionários ou contratado, devidamente habilitado, cujos dados serão mantidos atualizados no cadastro.

§ 3º-O cadastro a que se refere o **caput** é parte integrante do Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais e do Sistema de Informações previsto no art. 12.

Art. 39. As pessoas jurídicas referidas no art. 38 são obrigadas a elaborar plano de gerenciamento de resíduos perigosos e submetê-lo ao órgão competente do Sisnama e, se couber, do SNVS, observado o conteúdo mínimo estabelecido no art. 21 e demais exigências previstas em regulamento ou em normas técnicas.

§ 1º-O plano de gerenciamento de resíduos perigosos a que se refere o **caput** poderá estar inserido no plano de gerenciamento de resíduos a que se refere o art. 20.

§ 2º Cabe às pessoas jurídicas referidas no art. 38:

I - manter registro atualizado e facilmente acessível de todos os procedimentos relacionados à implementação e à operacionalização do plano previsto no **caput**;

II - informar anualmente ao órgão competente do Sisnama e, se couber, do SNVS, sobre a quantidade, a natureza e a destinação temporária ou final dos resíduos sob sua responsabilidade;

III - adotar medidas destinadas a reduzir o volume e a periculosidade dos resíduos sob sua responsabilidade, bem como a aperfeiçoar seu gerenciamento;

IV - informar imediatamente aos órgãos competentes sobre a ocorrência de acidentes ou outros sinistros relacionados aos resíduos perigosos.

§ 3º- Sempre que solicitado pelos órgãos competentes do Sisnama e do SNVS, será assegurado acesso para inspeção das instalações e dos procedimentos relacionados à implementação e à operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos perigosos.

§ 4º-No caso de controle a cargo de órgão federal ou estadual do Sisnama e do SNVS, as informações sobre o conteúdo, a implementação e a operacionalização do plano previsto no **caput** serão repassadas ao poder público municipal, na forma do regulamento.

Art. 40. No licenciamento ambiental de empreendimentos ou atividades que operem com resíduos perigosos, o órgão licenciador do Sisnama pode exigir a contratação de seguro de responsabilidade civil por danos causados ao meio ambiente ou à saúde pública, observadas as regras sobre cobertura e os limites máximos de contratação fixados em regulamento.

Parágrafo único. O disposto no **caput** considerará o porte da empresa, conforme regulamento.

Art. 41. Sem prejuízo das iniciativas de outras esferas governamentais, o Governo Federal deve estruturar e manter instrumentos e atividades voltados para promover a descontaminação de áreas órfãs.

Parágrafo único. Se, após descontaminação de sítio órfão realizada com recursos do Governo Federal ou de outro ente da Federação, forem identificados os responsáveis pela contaminação, estes ressarcirão integralmente o valor empregado ao poder público.

## CAPÍTULO V

### DOS INSTRUMENTOS ECONÔMICOS

Art. 42. O poder público poderá instituir medidas indutoras e linhas de financiamento para atender, prioritariamente, às iniciativas de:

- I - prevenção e redução da geração de resíduos sólidos no processo produtivo;
- II - desenvolvimento de produtos com menores impactos à saúde humana e à qualidade ambiental em seu ciclo de vida;
- III - implantação de infraestrutura física e aquisição de equipamentos para cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda;
- IV - desenvolvimento de projetos de gestão dos resíduos sólidos de caráter intermunicipal ou, nos termos do inciso I do **caput** do art. 11, regional;
- V - estruturação de sistemas de coleta seletiva e de logística reversa; VI - descontaminação de áreas contaminadas, incluindo as áreas órfãs;
- VII - desenvolvimento de pesquisas voltadas para tecnologias limpas aplicáveis aos resíduos sólidos;
- VIII - desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos.

Art. 43. No fomento ou na concessão de incentivos creditícios destinados a atender diretrizes desta Lei, as instituições oficiais de crédito podem estabelecer critérios diferenciados de acesso dos beneficiários aos créditos do Sistema Financeiro Nacional para investimentos produtivos.

Art. 44. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, no âmbito de suas competências, poderão instituir normas com o objetivo de conceder incentivos fiscais, financeiros ou creditícios, respeitadas as limitações da [Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000](#) (Lei de Responsabilidade Fiscal), a:

I - indústrias e entidades dedicadas à reutilização, ao tratamento e à reciclagem de resíduos sólidos produzidos no território nacional;

II - projetos relacionados à responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos, prioritariamente em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda;

III - empresas dedicadas à limpeza urbana e a atividades a ela relacionadas.

Art. 45. Os consórcios públicos constituídos, nos termos da [Lei nº 11.107, de 2005](#), com o objetivo de viabilizar a descentralização e a prestação de serviços públicos que envolvam resíduos sólidos, têm prioridade na obtenção dos incentivos instituídos pelo Governo Federal.

Art. 46. O atendimento ao disposto neste Capítulo será efetivado em consonância com a [Lei Complementar nº 101, de 2000](#) (Lei de Responsabilidade Fiscal), bem como com as diretrizes e objetivos do respectivo plano plurianual, as metas e as prioridades fixadas pelas leis de diretrizes orçamentárias e no limite das disponibilidades propiciadas pelas leis orçamentárias anuais.

## CAPÍTULO VI

### DAS PROIBIÇÕES

Art. 47. São proibidas as seguintes formas de destinação ou disposição final de resíduos sólidos ou rejeitos:

I - lançamento em praias, no mar ou em quaisquer corpos hídricos;

II - lançamento **in natura** a céu aberto, excetuados os resíduos de mineração;

III - queima a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para essa finalidade;

IV - outras formas vedadas pelo poder público.

§ 1º Quando decretada emergência sanitária, a queima de resíduos a céu aberto pode ser realizada, desde que autorizada e acompanhada pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e, quando couber, do Suasa.

§ 2º-Assegurada a devida impermeabilização, as bacias de decantação de resíduos ou rejeitos industriais ou de mineração, devidamente licenciadas pelo órgão competente do Sisnama, não são consideradas corpos hídricos para efeitos do disposto no inciso I do **caput**.

Art. 48. São proibidas, nas áreas de disposição final de resíduos ou rejeitos, as seguintes atividades:

- I - utilização dos rejeitos dispostos como alimentação;
- II - catação, observado o disposto no inciso V do art. 17; III - criação de animais domésticos;
- IV - fixação de habitações temporárias ou permanentes; V - outras atividades vedadas pelo poder público.

Art. 49. É proibida a importação de resíduos sólidos perigosos e rejeitos, bem como de resíduos sólidos cujas características causem dano ao meio ambiente, à saúde pública e animal e à sanidade vegetal, ainda que para tratamento, reforma, reúso, reutilização ou recuperação.

## TÍTULO IV

### DISPOSIÇÕES TRANSITÓRIAS E FINAIS

Art. 50. A inexistência do regulamento previsto no § 3º do art. 21 não obsta a atuação, nos termos desta Lei, das cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis.

Art. 51. Sem prejuízo da obrigação de, independentemente da existência de culpa, reparar os danos causados, a ação ou omissão das pessoas físicas ou jurídicas que importe inobservância aos preceitos desta Lei ou de seu regulamento sujeita os infratores às sanções previstas em lei, em especial às fixadas na [Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998](#), que “dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências”, e em seu regulamento.

Art. 52. A observância do disposto no **caput** do art. 23 e no § 2º do art. 39 desta Lei é considerada obrigação de relevante interesse ambiental para efeitos do [art. 68 da Lei nº 9.605, de 1998](#), sem prejuízo da aplicação de outras sanções cabíveis nas esferas penal e administrativa.

Art. 53. O § 1º do art. 56 da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, passa a vigorar com a seguinte redação:

[“Art. 56.”](#).....

§ 1º Nas mesmas penas incorre quem:

I - abandona os produtos ou substâncias referidos no **caput** ou os utiliza em desacordo com as normas ambientais ou de segurança;

II - manipula, acondiciona, armazena, coleta, transporta, reutiliza, recicla ou dá destinação final a resíduos perigosos de forma diversa da estabelecida em lei ou regulamento.

.....” (NR)

Art. 54. A disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, observado o disposto no § 1º do art. 9º, deverá ser implantada em até 4 (quatro) anos após a data de publicação desta Lei.

Art. 55. O disposto nos [arts. 16](#) e [18](#) entra em vigor 2 (dois) anos após a data de publicação desta Lei.

Art. 56. A logística reversa relativa aos produtos de que tratam os incisos V e VI do **caput** do art. 33 será implementada progressivamente segundo cronograma estabelecido em regulamento.

Art. 57. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Brasília, 2 de agosto de 2010; 189º da Independência e 122º da República.

LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA  
Rafael Thomaz Favetti  
Guido Mantega  
José Gomes Temporão  
Miguel Jorge  
Izabella Mônica Vieira Teixeira  
João Reis Santana Filho  
Marcio Fortes de Almeida  
Alexandre Rocha Santos Padilha

Este texto não substitui o publicado no DOU de 3.8.2010