

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO



Joel Vieira Baptista Júnior

**Uma Proposta Para Logística de Reciclagem dos
Resíduos da Construção Civil na Cidade do Rio de Janeiro**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental (opção Profissional).

Orientador: Prof. Celso Romanel

Rio de Janeiro
Setembro de 2011



Joel Vieira Baptista Júnior

**Uma Proposta Para Logística de Reciclagem dos
Resíduos da Construção Civil na Cidade do Rio de Janeiro**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-Rio (opção Profissional). Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Celso Romanel
Presidente / Orientador
Departamento de Engenharia Civil – PUC-Rio

Prof^a. Michéle Dal Toé Casagrande
Departamento de Engenharia Civil – PUC-Rio

Prof. Rodrigo Rinaldi de Matos
PUC-Rio

Prof. José Eugenio Leal
Coordenador Setorial de Pós-Graduação
do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 28 de setembro de 2011.

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Joel Vieira Baptista Júnior

Graduou-se em Engenharia Civil pela Universidade Gama Filho do Rio de Janeiro em 1982. Pós – Graduado em Engenharia Urbana e Ambiental (Mestrado Profissional) pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro em 2011. Principais áreas de interesse: planejamento em engenharia civil, engenharia urbana e ambiental.

Ficha Catalográfica

Baptista Junior, Joel Vieira

Uma Proposta Para Logística de Reciclagem dos Resíduos da Construção Civil na Cidade do Rio de Janeiro / Joel Vieira Baptista Junior ; orientador: Celso Romanel. – 2011.

125 f. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil, 2011.

Inclui bibliografia

1. Engenharia civil – Teses. 2. Resíduos. 3. Construção civil. 4. Logística de reciclagem. 5. Cidade do Rio de Janeiro. I. Romanel, Celso. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Civil. III. Título.

CDD: 624

Agradecimentos

Ao professor Celso Romanel, pela sua impecável orientação e dedicado acompanhamento do meu trabalho. Obrigada Mestre.

A Paula Enoy pela sua dedicação e atenção as necessidades do aluno atendendo com aquela delicadeza e carinho. Muito obrigado Paula.

A minha querida mãe Natividade O. Baptista que sempre me apoiou nas minhas decisões em relação aos caminhos a seguir.

Agradeço aos empurrões dos meus filhos Aline, Flavio e Marcos quando eu achava que o trabalho estava difícil de concluir.

Aos meus amigos e colegas da PUC-Rio, pelo carinho e amizade.

Ao Departamento de Engenharia Civil da PUC-Rio pela infra-estrutura e suporte.

Resumo

Baptista Júnior, Joel Vieira; Romanel, Celso (Orientador) **Uma Proposta para Logística de Reciclagem dos Resíduos de Construção Civil da Cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2011, 125p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Existem milhares de técnicas e metodologias construtivas sustentáveis, e para o tratamento e reaproveitamento do resíduo da construção civil nos centros urbanos. Esse trabalho procura ordenar, de forma sintetizada, esses procedimentos para redução da geração e reaproveitamento do resíduo da construção civil no Rio de Janeiro, apresentando sugestões para as fases de idealização, projeto e execução do empreendimento e uma logística reversa para a reinserção do resíduo à cadeia produtiva. A pesquisa sugere no capítulo dois a utilização da ferramenta de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) na fase de idealização dos empreendimentos para uma visão ampla do impacto ambiental durante a execução da obra e na utilização do empreendimento até o descarte final, mostrando que a manutenção na fase de utilização representa mais de oitenta por cento do custo de toda a sua vida útil. O capítulo três apresenta uma análise do resíduo, sua composição, as classificações de acordo com o CONAMA e NBR 10.004, e seu potencial de impacto nas regiões urbanas, as principais fontes geradoras, um resumo das principais leis e resoluções brasileiras que regulamenta a sua gestão. Trás ainda uma comparação entre tipos de desconstruções com apresentação de um exemplo de uma demolição certificada no centro do Rio de Janeiro. O capítulo quatro apresenta um panorama geral da gestão dos resíduos da construção civil nas grandes cidades, evidenciando no Rio de Janeiro a existência de dois tipos distintos de geradores de resíduos na construção civil, o gerador das obras com canteiros instalados, licenciados, que segue as normas e exigências técnicas para seletividade do resíduo e os geradores das pequenas obras e reformas, responsável pela contribuição acima de 50% do total de resíduo gerado e pela quase totalidade da poluição. O capítulo cinco trabalha sobre a fórmula: (**Sustentabilidade = Projetos eficientes + Reaproveitamento dos detritos**). Projetos eficientes, obras com baixa geração de resíduos e erradicação dos desperdícios é o caminho para a sustentabilidade no setor. Apresenta métodos construtivos para esse objetivo e sustenta que a segregação do resíduo na fonte é pré condição para um processo eficiente de reciclagem. Apresenta o Social como o principal legado da logística para reciclagem dos resíduos nas grandes cidades nos países em desenvolvimento. O capítulo seis propõe um caminho para a logística de reciclagem do resíduo da construção civil no Rio de Janeiro, transformando o processo linear em um processo circular para a indústria da construção civil. O fim do despejo de resíduo da construção civil in natura é uma meta a ser continuamente perseguida por toda a sociedade no compromisso com as gerações futuras. Esse trabalho apresenta sugestões para esse fim.

Palavras - chave

Resíduos da Construção; Reciclagem de Resíduos da Construção; Gestão de Resíduos da Construção; Política para Resíduos da Construção.

Abstract

Baptista Júnior Joel Vieira. Romanel, Celso (Advisor). **A Proposal for Recycling Waste Logistics Construction of the City of Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro, 2011. 125p. MSc Dissertation – Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The historical importance of the construction industry in the constant improvement of society's quality of life is undeniable. A major source of employment, it accounts for twenty percent of all U.S. economic activity, and in Brazil, in 2008, it represented 8.9 percent of the GDP; in 2000 it consumed 210 million tons of natural aggregates. These figures express the sector's strategic need justifying investments in research for its sustainability, which is currently less than 1% from the U.S. government and 6% in Europe. There are thousands of sustainable building techniques and methodologies, as well as those for the treatment and reuse of construction waste in urban centers. This article aims to organize, in a summarized way, these procedures to reduce generation and treat construction waste in Rio de Janeiro, making suggestions for sustainable processes in the idealization, design and implementation phases of a new development and the reverse logistics for treating waste and reintegrating it into the production chain. In chapter two the study suggests the use of the Life Cycle Assessment (ACV) tool during new developments' idealization phases for a broad overview of the environmental impact of their execution, during the use of the developments until their final disposal. Research shows that maintenance costs in a development's utilization phase represent more than eighty percent of its entire life span. The ACV study qualifies knowledge of sizing, materials specifications and construction techniques, as well as routines for use of developments. It adjusts its viability guiding developments toward sustainable principles, for example, low power consumption settings, minimizing the use of natural resources, parameters for diversity of materials being used, the impact of the use of assembly and/or mounting adhesives that hinder selective disassembly for reuse, and the importance of planning deconstruction ahead of time in order to reuse materials; these factors are crucial in the quest for sustainability in the sector. Chapter three brings an analysis of this waste, its impact potential in urban areas, major generating sources, and a summary of the main Brazilian laws and resolutions regulating its management. By listing the main sources generating waste and scrap in construction, attention is drawn to the selective deconstructions of yesteryear that reused materials. Made viable by the construction techniques used at that time in these buildings that allowed the selective removal of material. Also in chapter three, an example of a current certified demolition in downtown Rio de Janeiro is presented. Finally, it shows the general composition of waste and its classifications according to CONAMA (the National Environment Council) and NBR (Brazilian Technical Standards Association) #10,004. Chapter four provides an overview of construction waste management in large cities, in Rio de Janeiro it is evident that two distinct types of waste generators exist in constructions: the first is the generator in construction works with installed and licensed construction sites, which follow the standards and technical requirements for waste selection

from generation to transportation under joint liability during the whole process until the final destination, in accordance with CONAMA's resolutions; these generators are monitored throughout the process. Yet the second, the generator in small construction works and renovation without installed construction sites, they do not comply with waste management standards and requirements, they use the same bucket to carry all classes of mixed waste, with no responsibility for the segregation and final disposal. Most often these wastes are dumped in illegal transshipment areas, mostly in protected areas. This widespread practice under the pretext of lack of segregation space in the civil work is endorsed by the lack of an urban policy to empower and require waste segregation at source and its reprocessing. The segment of small generators is responsible for contributing over 50% of waste generated in the city, and for almost all of the total pollution generated by construction waste, due to their crude mixtures that cannot be recycled and untreated transshipments into nature. Thus this study focuses on studying a suggestion for waste segregation logistics and recycling for this second group of generators. Chapter five dissects the formula: (Sustainability = Effective projects + Waste reutilization). Efficient projects, civil works with low waste generation and waste elimination is the way toward sustainability in the sector. In some regions of Brazil, the loss reaches 33% as opposed to the world average of 10%. Several factors rooted in the country's culture of raw material abundance are mentioned. There is still a lack of sustainable efficiency concern in national projects, of doing more using fewer natural resources, using construction methods to lower the impact on the use and disposal of materials in the process. Some examples of methods that can be used for this purpose are listed below:

- **Foundations with removable stakes and metal structures** – allow stakes to be reused several times. The same apparatus used for crimping the stake is used to remove it. Ideal for small construction works like structural reinforcement, temporary buildings, etc.
- **Hybrid Construction System using timber** – wood is a carbon fixation material in adulthood, and is renewable, biodegradable and reusable. It replaces materials with high energy and natural resource production costs and its energy cost is 21 times smaller than cement production, as shown below in the table comparing steel, concrete and timber.

PRODUCTION	Concrete	Steel	Timber
Energy in MJ/m ³	1920	234000	600

Source: Miotto, 2008

Glued laminated wood beams are a very attractive option, which allow the use of low-density timber of lower quality than hardwoods, which should be saved as structural pieces.

The use of timber in construction, when done conscientiously, generates less debris due to reuse of the same material in different sizes in distinct stages of construction; aside from small amounts of waste being disposed it also leads to homogeneous waste. Unfortunately a large part of timber demand in construction

in Brazil is for temporary use, creating even more heterogeneous waste mixed with concrete and masonry.

- **Ventilated Facades**

External coating is fixed in profiles located 5-8 cm from the building providing a second skin. This method creates an air cushion with upward flow caused by the temperature difference between outside and inside air providing a series of advantages to the building throughout its lifetime.

- 1) Thermal and acoustic isolation
- 2) Energy savings in air conditioning temperatures
- 3) Prevention of moisture on the façade
- 4) Weather protection
- 5) Completely reusable after deconstruction

- **Waste Reutilization**

In chapter five it becomes evident that waste segregation at the source is a prerequisite for any efficient recycling process. The large amount of waste generation imposes an urgent need for recycling; the United States of America produce about 136 million tons of waste annually and recycle 25% of the total, while in the Netherlands 90% of the volume of waste is recycled.

There are countless environmental, economic and social benefits for recycling waste and the replacement and subsequent reduction of consumption of natural aggregates. In Brazil, 210 million tons of gravel were consumed in 2009; aside from the ecological impact of harnessing gravel deposits, the reduction of waste disposal areas is one of the environmental and economic benefits of recycling demonstrated in this chapter. But the main benefit of waste recycling logistics in large cities in developing countries is social, using the collectors' skilled labor, who currently earn their sustenance working in subhuman conditions rummaging through trash. The social reintegration of these people living below the poverty line is the great legacy of this logistic.

The main measures necessary for implementing construction waste management are the following:

- Requiring that a study of the reutilization and final disposal of demolition waste be part of existing projects' designs;
- Require separation of waste per category at the origin;
- Create waste collection stations at strategic locations near concentrations of small generators;
- Establish an efficient waste collection and recycled material replacement infrastructure;
- Develop ways to encourage the use of recycled material to create a consumer market with permanent support from vendors and all those involved;
- Educate the population toward a sustainable culture.

"The same management style that large construction works implement when recycling construction waste needs to be implemented in small construction works."

Class A construction waste processing in treatment centers aims to replace gravel and sand with reused material in construction elements that have no

structural function. Production at recycling plants is similar to mining activities in the stages of reduction and belt transport, which determine the movement of materials marking out the operations scripts for the Reception - Selection - Operation - Storage - Shipping phases.

The main products recycled from construction residue are: concrete powder, pebbles, gravel #s 1, 2, 3 and 4, bank gravel, stones, #4 gravel. Studies have shown that the use of recycled aggregate concrete, whose mixture is equal to or greater than 1:7, have the same results in compression and curing tests as concrete using natural aggregate.

Below is a comparative analysis with the natural aggregate consumption volume used for 1:7 concrete in the construction industry in São Paulo; we can see that the volume of recycled aggregate in the region could be fully absolved, as shown below:

Major Gravel Consumption Segments

SEGMENT	PARTICIPATION (%)	Recycled potential	
		Segment	In total
Concrete	32	0%	0%
Construction	24	10%	2%
Prefabricated	14	80%	11%
Reseller	10	15%	2%
Asphalt plant	9	9%	1%
Public agency	7	50%	4%
Others	4	50%	2%
Source: ANEPAC		Total	21%

Gravel Production in the Greater São Paulo Area, 2009

YEAR	PRODUCTION (t)		
2005	25,753,933.00		
2006	26,975,988.00		
2007	29,764,948.00	Estimated recycled demand (t)	
2008	35,158,412.00		
2009	37,619,501.00	21%	8,054,335.16

Comparison between waste generation and demand in São Paulo - 2009

annual waste production (t)	recyclable index	recycled aggregate (t)	recycled gravel demand (t)
6,292,600.00	63%	3,964,338.00	8,054,335.16

We see above that there is a strong market for recycled aggregate usage, ensuring economic viability for mineral waste recycling. In Rio de Janeiro, recycled aggregate appears as an item within the City Hall's SCO (Construction Works and Engineering Services Costs) Index, used to prepare municipal public works budgets.

Class B residues (Paper, Cardboard, Glass, Metal, Plastic, Timber) are not a problem for recycling, they can be easily reinserted into the production chain and have an enormous number of interested companies.

Class C and D residues, when segregated at source, are collected by authorized companies to be chemically reprocessed into a blend for use as raw material in other industries or for final disposal.

Chapter six proposes a path for construction waste recycling logistics in Rio de Janeiro.

Most of the construction works with sites are designed to segregate waste and process those that are Class A on-site for reuse or forward it to treatment plants, where they are well-accepted due to their segregation quality, resulting in a clean and homogenized mixture. However, waste generated by small construction works without sites is transported in buckets without segregation, creating a crude mixture which is not accepted by private waste recycling stations, so they are transshipped into landfills without subsequent processing, often inappropriately, causing great environmental impact due to pollutant mixtures they represent.

We must transform this **linear** industrial segment process into a **circular** process, implementing a reverse logistics in order to reuse waste and reintegrate recycled material into the production chain, as illustrated in the chart shown below:

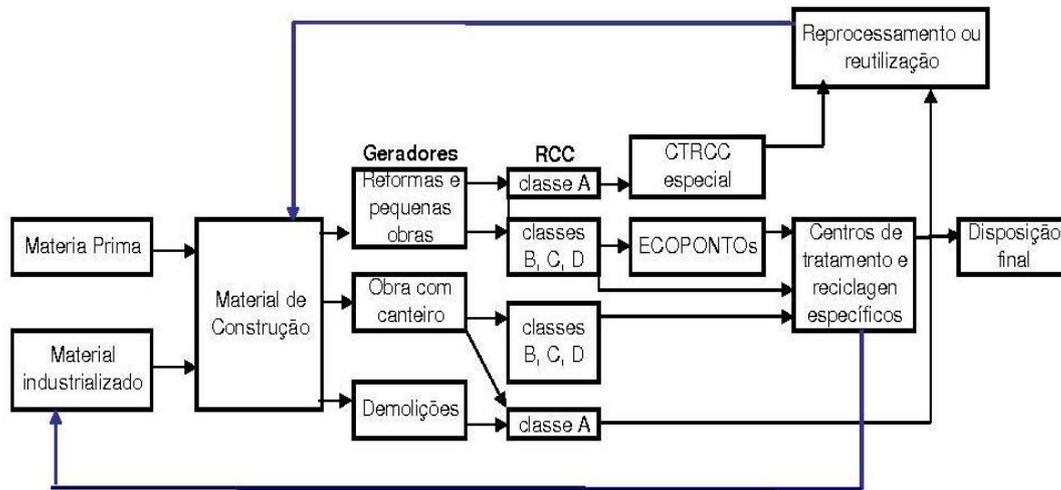


Image:

Matéria Prima	Raw Material
Material Industrializado	Industrialized Material
Material de Construção	Construction Material
Geradores	Generators
Reformas e pequenas obras	Small construction works
Obra com canteiro	Construction with construction site
Demolições	Demolitions
RCC	RCC (Construction Waste)
classe A	Class A
classes B, C, D	Classes B, C, D
CTRCC especial	Special CTRCC (RCC Treatment Station)
ECOPONTOs	ECOPOINTs
Reprocessamento ou reutilização	Reprocessing or reuse
Centros de tratamento e reciclagem específicos	Specific recycling and treatment stations
Disposição final	Final disposal

Implementation of construction waste recycling logistics in a city is a daily task for all of its inhabitants; a communication campaign about its social and environmental importance is required in order to build awareness and mobilization, and an oversight and feasibility infrastructure needs to be provided by the public sector. Without these prerequisites, it will not be maintainable. Society's awareness of this logistic's social and environmental value, using labor from underprivileged sectors for reintegration into society, reducing the exploration of deposits and disposal of waste into natural environments, is essential for this sustainable policy to solidify.

The implementation of this new logistics does not change the “actors” currently participating; rather, it is the methodology and objectives that will be changed to a new organization and criteria, into their respective new roles:

- **Public Power**
 - Legal regulation and oversight
 - Implementation of operational and physical infrastructure
 - Encourage consumer market for recycled products
- **Generators**
 - Notify of waste generation
 - Segregate to transport
 - Transport small quantities free of charge to an Eco Point
- **Waste collection companies**
 - Transport only legalized buckets
 - Transport waste to a CTRCC
 - Pay differentiated prices for transshipment
- **Collectors associations**
 - Perform recycling work
 - Selection and provision of labor
- **Waste treatment stations**
 - Reception and treatment of waste
 - Sale of recycled material
- **Existing Landfill**
 - Licensed to receive as final destination
- **Universities**
 - Surveys in CTRCCs
 - Academic course on waste management
- **Class Councils: CREAS (Engineering and Architecture Regional Council), IAB (Brazil Architects Institute), etc...**

Mobilize and communicate relevance to professionals.

The operation of the new logistics is based on waste segregation at the source.

The generator has the option to take small amounts of materials to the closest point of capture (Eco Point) or hire a collection company, depositing segregated waste into buckets separated by class. The waste collection points, here called ECO points, will receive materials from generators and store them in containers or their equivalent to be transported by Comlurb (the municipal urban sanitation company) to treatment stations.

Treatment stations whose function is to select and treat waste for re-insertion into the industrial process should be installed at strategic points in the city, plant locations should take into account availability, processing type, production volume and transportation cost for recycled product sale at competitive prices. The objectives of treatment plants are formalization of the sector's labor, reuse of waste in order to replace natural resources, and prevention of environmental degradation at disposal sites.

A careful study of neighborhood impact is critical to installation and operation success within the city's urban network, these impacts must be addressed with effective measures, some listed in this paper, for a perfect harmony with the population.

The choice of equipment, which can be fixed or semi-mobile, depends on the amount of RCC to recycle, the dimensions of the blocks present in the RCC, and the grain size required in the final recycled aggregate according to its use (SALVADOR, 1999).

Very often old equipment is used, coming from mining plants, the main ones are:

- **Jaw crushers**
- **Impact crushers**
- **Hammer mills**

There is a great variety of techniques mentioned in this paper that can be used to improve the recycled aggregate quality and reduce the fine and light (or porous) organic material proportions.

This logistics' major demand for financial investment will be in the implementation phase that should be left to the public sector and private initiative, but as previously mentioned, the value and demand for natural aggregate reassure the financial return for recycled aggregate use.

Despite the difficulty in ascertaining the current cost of the city's construction waste collecting logistics we can do comparison by tasks. Currently "impure" waste collection uses trucks and/or private bucket companies at points around the city. The proposed new logistics will continue with the same cost standard for the generator who pays the collection to private companies, or use Comlurb free collection, the gratuity is maintained when delivered to the nearest Eco point for amounts not exceeding 1 m³ per day.

Private collector companies will continue to pay for transshipment as they currently do. Buckets in the recycling centers will pay different prices according to the impurity degree in the residue segregation.

Waste transport from ECO points to the recycling stations should be done by Comlurb, which in turn will not collect free of charge in homes as it does today, exempting the standard, pre-packed, point to point transported payment.

Plant operation will be the responsibility from the collectors' cooperatives who already work in the industry.

To stimulate demand for recycled aggregates the public sector, SOEs, should encourage State working contractors to use recycled aggregate in poor traits (1:7 concrete or higher) through the public tenders, this procedure does not change final product quality, as seen in previous chapter.

Conclusion

Elimination of “in nature” (untreated) civil construction waste dumping is a goal to be continuously pursued by all of society as a commitment to future generations. The path suggested here is to make use of preventive actions in design and implementation phases to reduce its generation and waste, and planning ahead for material recycling after deconstruction.

The recycling of almost all the waste in the city of Rio de Janeiro depends on the implementation of a logistics plan for the segregated collection of small works generators and waste treatment for reinsertion into the production chain. These are actions that follow the criteria for segregation, transportation and transshipment procedures under the new waste management law.

Keywords

Construction Waste; Construction Waste Recycling; Construction Waste Management; Construction Waste Policy.

Sumário

1. Introdução	19
1.1. Considerações Gerais	19
1.2. Objetivo	23
1.3. Organização da dissertação	24
2. O impacto ambiental de um empreendimento	26
2.1. Conceito geral do estudo do Ciclo de Vida	26
2.1.2. As etapas do estudo do ciclo de vida	26
2.2. Estudo do ciclo de vida aplicado a construção civil	29
3. Resíduo da construção e demolição (RCD)	33
3.1. Análise das fontes geradora de resíduos da construção civil	35
3.2. Principais fatores de desperdício	36
3.3. Demolições	39
3.3.1. Demolição planejada em canteiro de grande obra	40
3.4. Entulho	45
4. Uma visão macro do RCC em três centros urbanos	50
4.1. Rio de Janeiro	50
4.2. Belo Horizonte	55
4.3. São Paulo	58
4.4. Fortaleza, Ceará	59
5. Sustentabilidade – Projetos + Reaproveitamento dos detritos	61
5.1. Projetos eficientes = menor geração de resíduos	61
5.2. Fundações com estacas removíveis e estruturas metálicas	62
5.3. Sistema Construtivo Híbrido utilizando madeira	63
5.4. Fachadas Ventiladas	68
5.5. Reaproveitamentos do resíduo da construção civil	71
5.5.1. Benefícios da reciclagem do entulho	72
5.5.1.1. Ambientais	72
5.5.1.2. Econômicos	73
5.5.1.3. Social	74
5.5.1.4. Principais Fatores necessários a essa política	74
5.5.2. Reciclagem do resíduo da construção civil (RCC)	75
5.5.2.1. Resíduo tipo Classe A - Resíduo Mineral	76
5.5.2.1.1. Os principais usos aos produtos reciclados	78
5.5.2.1.2. As etapas do processo de reciclagem do entulho	79
5.5.2.2. Resíduo Classe B	80
5.5.2.2.1. Papel Papelão	80
5.5.2.2.2. Vidro	81
5.5.2.2.2.3. Metais	81
5.5.2.2.4. Plásticos	82
5.5.2.2.5. Madeiras	82
5.5.2.3. Resíduos Classe C e D	82

6. Projeto Logístico para o entulho no Rio de Janeiro	84
6.1. Participantes	85
6.1.1. Poder Publico	85
6.1.2. Geradores	86
6.1.3. Empresas de coleta de entulho	87
6.1.4. Associações de catadores	87
6.1.5. Centros de tratamentos de resíduos especiais	87
6.1.6. Aterros existentes	88
6.1.7. Universidades	88
6.1.8. Conselhos de classe CREAs, IAB, etc.	88
6.1.9. Sociedade em geral	89
6.2. Como funciona?	89
6.3. ECO Pontos	89
6.4. Centro de tratamento dos resíduos da construção civil especial – CTRCC	91
6.5. Ponderação Financeira para nova logística	96
7. Conclusões	98
Referências bibliográficas	100
ANEXO 1 - Nova Lei nº 12.305/10 sancionada em 02 de Agosto de 2010	103
ANEXO 2 - RESOLUÇÃO CONAMA Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002	118
ANEXO 3 - RELAÇÃO DE LOCAIS RECEPTORES PARA RECICLAGEM NO RIO DE JANEIRO	122
ANEXO 4 - FORMULÁRIO DE AUTORIZAÇÃO PARA TRANSPORTE DE RESÍDUOS DOS CANTEIROS	127

Lista de figuras

Figura 1.1 – Distribuição da geração de resíduos sólidos por várias atividades industriais (ISWA/UNEP, 2005). Publicação Janeiro 2005 – ISWA/UNEP	21
Figura 2.1 – Ciclo de vida de uma edificação - (TAVARES e LAMBERTS, 2005).	29
Figura 2.2 – Ciclo de vida de um produto - (TAVARES e LAMBERTS, 2005).	30
Figura 3.1 – Composição de geradores de entulho ¹¹	40
Figura 3.2 – Retirada da alvenaria para preparação da implosão (Arcoenge)	41
Figura 3.3 – Colocação dos explosivos nos pilares (Arcoenge)	41
Figura 3.4 – Martelletes demolindo elementos estruturais remanescentes da implosão (Arcoenge)	42
Figura 3.5 – Equipamento pulverizando a estrutura para separação da ferragem (Arcoenge)	42
Figura 3.6 – Material segregado por etapas no canteiro de obras.	43
Figura 3.7 – Equipamento para britagem do entulho.	43
Figura 3.8 – Detalhe da esteira da britadeira.	44
Figura 3.9 – Entulho granulado pronto para reutilização.	44
Figura 3.10 – Agregado reciclado aguardando utilização.	45
Figura 3.11 – Composição média dos resíduos depositados no aterro de Itatinga – São Paulo	48
Figura 4.1 – Caçamba estacionada no Leblon, em 23 de março de 2011, com entulho de reforma.	51
Figura 4.2 – Ponto de recebimento de material reciclável (Comlurb)	55
Figura 4.3 – Quantidade total de resíduos retirados dos eco pontos (Secretaria Municipal de Serviços Públicos de São Paulo)	58
Figura 5.1 – Teste de cravação de estaca removível em Londres – Inglaterra.	62
Figura 5.2 – Prédio residencial de apartamentos em madeira em Murray Grove, Londres.	66
Figura 5.3 - Canteiro de obra na construção de edificações em madeira.	67
Figura 5.4 – Fachada ventilada do hotel Surgut – Rússia.	68

Figura 5.5 – Fachada ventilada de prédio comercial em Zoetermeer – Holanda.	69
Figura 5.6 – Ilustração de funcionamento da fachada ventilada	69
Figura 5.7 – Esquema da sequência de montagem dos painéis de uma fachada ventilada.	70
Figura 5.8 – Pavimentação utilizando agregado reciclado (Depto Engenharia de Transporte da USP).	77
Figura 5.9 - Resíduo granulado estocado no canteiro da Arcoenge – obra moinho	77
Figura 5.10 – Resíduos de materiais classe C e D aguardando transporte (Arcoenge)	83
Figura 6.1 – Produção em ciclo linear	84
Figura 6.2 – Produção com ciclo circular	84
Figura 6.3 – Organograma macro de um CTRCC (centro de tratamento de resíduo da construção civil)	95

Lista de tabelas

Tabela 2.1 – Exemplo para Cálculo do Fator de Impacto Ambiental (Hermmann, 2007)	28
Tabela 2.2 – Cálculo do Fator de Impacto Ambiental na Fabricação de Cerâmica (Soares et al., 2002)	30
Tabela 3.1 – Impactos dos Resíduos de Construção e Demolição no Ambiente Urbano (Sinduscon-SP, 2005)	33
Tabela 3.2 – Coleta de RCD da Região Sudeste	36
Tabela 3.3 – Perdas na construção por tipo material	37
Tabela 3.4 – Taxas de Desperdício de Materiais (Espineli, 2005)	38
Tabela 3.5 – Classificação dos resíduos sólidos, segundo a Norma Brasileira Regulamentar (NBR) 10004/04.	46
Tabela 3.6 – Quantidade de fração mineral no entulho	47
Tabela 3.7 – Composição, em porcentagens, do RCD por cidade	48
Tabela 5.1 – Energia de Produção	64
Tabela 5.2 – Comparação de impacto madeira vs aço	65
Tabela 5.3 – Comparação impacto madeira vs concreto	65
Tabela 5.4 – Energia consumida em cada fase do ciclo de vida da construção de madeira vs aço vs concreto	66
Tabela 5.5 – Impacto no meio ambiente e consumo de recursos naturais entre madeira x aço x concreto	67
Tabela 5.6 – Consumo de madeira serrada amazônica pela construção civil, no estado de São Paulo, em 2001.	68
Tabela 5.7 - Produção de Brita na Grande São Paulo	73
Tabela 5.8 - Utilização de brita por segmento	74
Tabela 5.9 - Resistencia à compressão 28dias (%)	78
Tab. 5.10 - Resistencia à compressão 60dias (Mpa)	78
Tabela 5.11 – Composição SCO	80
Tabela 6.1 – Características do britador de mandíbulas	91
Tabela 6.2 – Características do britador de impacto	92
Tabela 6.3 – Características do moinho de martelos	92

1

Introdução

1.1

Considerações Gerais

A UNESCO define desenvolvimento sustentável como aquele que permite responder às necessidades presentes sem comprometer a capacidade das futuras gerações em responder às suas próprias necessidades (MULLER, 2002).

A conscientização dos limites de espaço e de recursos naturais do nosso planeta despertou a preocupação com a manutenção desses recursos para as gerações futuras, e a sustentabilidade dos processos, em todos os setores produtivos, passou ser considerada vital e estratégica para assegurar as condições atuais do planeta.

O conceito de produtividade, que pela definição atual é medido pela maior quantidade de bens econômicos produzidos num determinado período de tempo, deveria ser estabelecido, no contexto da sustentabilidade, pela maior quantidade produzida de bens com o menor uso energético e de recursos naturais possíveis. É necessário, portanto desvincular a noção atual de evolução e desenvolvimento econômico baseado na transformação de matérias primas. O novo conceito de desenvolvimento sustentável com crescimento é baseado na diminuição da utilização dos recursos naturais na produção, no aumento da eficiência dos processos com a reutilização de materiais reciclados em circuitos circulares de produção, sem geração de impactos nocivos ao meio ambiente ou às populações.

O modelo de desenvolvimento econômico sustentável é altamente eficaz para promoção de energias renováveis e tecnologias limpas e proteção do meio ambiente. Através de estratégias com inovação tecnológica e eficiência na utilização dos recursos naturais e energéticos, torna-se possível incentivar o crescimento de economias regionais com melhoria dos padrões de vida destas comunidades e expansão dos negócios, com geração de empregos e distribuição de renda. Sachs (1968), ao formular a noção de eco desenvolvimento, propõe uma estratégia alternativa multidimensional de desenvolvimento que articula promoção

econômica, preservação ambiental e participação social como meio para superação da marginalização e da dependência política, cultural e tecnológica de populações envolvidas em processos de mudança social. É marcante no trabalho de vários autores (Sachs, 1968; Bruseke, 1995; Lima, 1997) o tema deste compromisso com os direitos, autonomia e redução das desigualdades dos povos e países menos favorecidos na ordem internacional.

Nesta transformação, as cidades são o ponto de partida para a difusão dessas novas ideias, a população urbana está buscando soluções e oportunidades oferecidas pela revolução da sustentabilidade. Segundo dados da instituição Global Urban Development ¹ mais da metade da humanidade vive hoje nas cidades, parcela essa responsável pela produção de 85% do Produto Interno Bruto mundial, do consumo de mais de 75% dos recursos naturais do planeta e da geração de aproximadamente 75% dos resíduos mundiais. Se estas tendências atuais continuarem, 61% de todas as pessoas viverão em áreas urbanas em 2030 e a população rural será menor do que era em 1995. Está em curso a consolidação de uma indústria verde, da conservação, da utilização eficiente dos recursos naturais, da geração de energia renovável, da prevenção da poluição, da minimização de resíduos e no emprego de reciclagem.

Empresas de vários setores atuam como motores desta transformação, utilizando produtos na cadeia de produção e oferecendo serviços com a preocupação da sustentabilidade, mas outras estão longe desta prática ainda, notadamente as empresas de informática e da construção civil, esta última notoriamente lenta na assimilação de novas tecnologias, ideias e processos de produção. No gráfico da Figura 1.1 pode-se observar a grande contribuição da construção civil na geração de resíduos sólidos em relação aos outros agentes geradores:

¹ Disponível em <http://www.globalurban.org/publications.htm>. acesso em 19 de novembro 2010.

Geração de resíduo por setor - Países Europeus 1992 a 1997



Figura 1.1 – Distribuição da geração de resíduos sólidos por várias atividades industriais (ISWA/UNEP, 2005). Publicação Janeiro 2005 – ISWA/UNEP
Nota: Países Europeus são os membros da Unidade Europeia mais Noruega e Liechtenstein

Segundo a U.S. Green Building Council² a concepção, construção e operação de edifícios são responsáveis por 20 por cento das atividades econômica dos Estados Unidos participando em mais de 40 por cento da energia utilizada e poluição gerada. Menos de um por cento do orçamento de pesquisa federal é destinado ao estudo de edificações enquanto que a União Europeia investe seis vezes mais em pesquisas dedicada à construção e ao meio ambiente.

John (2000) estima que o setor de construção civil brasileiro consuma cerca de 210 milhões de toneladas por ano de agregados naturais somente para a produção de concretos e argamassas. Aquele autor ainda afirma que o volume de recursos naturais utilizados pela construção civil, muitos deles não-renováveis, corresponde a pelo menos um terço do total consumido anualmente por toda a sociedade e que, dos 40% da energia consumida mundialmente pela construção civil, aproximadamente 80% concentra-se no beneficiamento, produção e transporte de materiais, alguns deles também geradores de emissões que provocam o aquecimento global, chuva ácida e poluição do ar.

² Disponível em <http://www.usgbc.org/> acesso em Fevereiro de 2010.

Inegavelmente a Construção Civil é uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social de um país, e de acordo com a Pesquisa Anual da Indústria da Construção - **PAIC** do IBGE³ essa atividade foi responsável por 8,9% do PIB do Brasil em 2008. A importância econômica e social do setor reforça a necessidade de implantação de um programa responsável de desenvolvimento sustentável com um processo menos agressivo ao meio ambiente com menor consumo de recursos naturais, substituindo por reciclados, aumentar a eficiência com utilização racional de energia aplicada a processos construtivos e de produção de materiais.

De acordo com o relatório do Instituto de Desenvolvimento de Habitação Ecológica - IDHEA⁴ para a implantação de um modelo de construção sustentável são necessárias as seguintes etapas:

1. Planejamento Sustentável da Obra
2. Aproveitamento passivo dos recursos naturais
3. Eficiência energética
4. Gestão e economia da água
5. Gestão dos resíduos na edificação
6. Qualidade do ar e do ambiente interior
7. Conforto termo-acústico
8. Uso racional de materiais
9. Uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis

Certificação de sustentabilidade do empreendimento

Lam (apud GONZÁLEZ; RAMIRES 2005) relaciona três sistemas mais usados para a classificação do grau de sustentabilidade de edificações:

- Building Research Establishment Environmental Assessment Method método de classificação de origem no Reino Unido,
- Building Environmental Assessment Method, classificação de sustentabilidade de origem de Honk Kong;
- Leadership in Energy & Environmental Design – LEED

³ Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/questionarios/paic.html>. Acesso em: Janeiro de 2009

⁴ Disponível em <http://www.idhea.com.br/> acesso em Janeiro de 2010.

Esse ultima metodologia americana é a certificadora de sustentabilidade mais utilizada aqui no Brasil, foi concebida pela ONG – US GREEN BUILDING COUNCIL⁵.

No Brasil, as medidas que levariam a condições de vida mais sustentáveis estão sistematizadas e documentadas apenas em um plano teórico, ainda de pouca aplicação, que é o caso da Agenda 21 brasileira.

Segundo o INEA⁶ (Instituto Estadual do Ambiente)

“A Agenda 21 é um documento gerado pela Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em 1992 no Rio de Janeiro, a ECO 92, que propõe metas de desenvolvimento a serem alcançadas no século 21, daí o seu nome.

A Agenda 21 é um plano de ação participativo que recomenda a mobilização de todos os setores da sociedade em torno do planejamento do seu futuro, com foco no desenvolvimento sustentável. Qualquer comunidade, município, estado ou país pode elaborar a sua Agenda 21.

1.2

Objetivo

O objetivo do trabalho é apontar técnicas construtivas para diminuir o uso de recursos naturais e os desperdícios nas edificações, apresentar um modelo de gestão sustentável para o resíduo, buscando o reaproveitamento da maior quantidade possível, evitando o transbordo in natura, através de uma rede eficiente de coleta e reprocessamento e diminuir o impacto ambiental da indústria da construção civil.

A preocupação com a sustentabilidade inicia na concepção do projeto da edificação analisando toda a sua vida útil e o descarte final, contemplando as seguintes premissas:

- Basear na análise previa do estudo do ciclo de vida do produto para escolha dos materiais e técnicas construtivas de baixo impacto ambiental;
- Projetar ambientes que dependa cada vez menos do uso de energia para o seu conforto interno;

⁵ <http://www.usgbc.org/>

⁶ <http://www.inea.rj.gov.br/agenda21/conteudo.asp> acesso em 05 de 2011

- Quantificar, qualificar e planejar o tratamento ao resíduo que será gerado na criação, no uso e no descarte do produto;
- Empregar método construtivo que permita fácil desmontagem e segregação do resíduo da demolição produto, ao fim da sua vida útil, para reciclagem, gerando o menor impacto possível com o seu descarte;
- Empregar técnicas, materiais e metodologias de construção limpas e em comunhão com a localização do empreendimento evitando longos deslocamentos.
- Evitar elevado uso heterogêneo de materiais de acabamento.

1.3

Organização da dissertação

Este trabalho está disposto em seis capítulos, o primeiro capítulo apresenta as características principais, introdução, objetivos e justificativa. O capítulo dois é uma apresentação da ferramenta de estudo de ciclo de vida para analisar impacto ambiental durante toda a vida do empreendimento com as sucessivas modificações até o descarte final.

O capítulo três é dedicado a análise da geração do resíduo da construção civil. Contendo as principais leis normativas, análises das fontes geradoras, os principais fatores de desperdícios, exemplo de demolições planejadas, classificação e análises dos resíduos urbanos.

O capítulo quatro apresenta uma visão sucinta da gestão atual dos resíduos em três grandes centros urbanos do Brasil. Exemplos de gestão para adequar a lei de política reversa do resíduo nessas cidades.

O capítulo cinco apresenta sugestões para minimizar a geração de entulho enumerando os principais pontos a considerar na fase de concepção do projeto para esse fim, apresenta métodos construtivos sustentáveis com uma análise comparativa em diferentes etapas e tipo de obras, finalizando o capítulo com a gestão do entulho, o reaproveitamento por classe, reciclagem, as etapas de processo de reciclagem, etc.

O capítulo seis apresenta uma sugestão para a gestão sustentável do RCC para o município do Rio de Janeiro, com foco aos pequenos geradores que são

responsáveis por mais de 50% do entulho gerado na cidade e desse percentual mais de 90% não tem tratamento adequado.

Na conclusão do capítulo sete mostra que é possível reciclar acima de noventa por cento do resíduo gerado pela construção civil na cidade. Com a implantação de uma política de mobilização de toda a sociedade e medidas para estruturar uma rede de coleta seletiva para os pequenos geradores como fazem na prática as grandes obras. Além da participação de toda a sociedade e as facilidades estruturadas e exigidas pelo setor público o capítulo mostra as medidas necessárias para a operação dessa gestão sustentável para o resíduo. A consequência com o uso maior do material reciclado de volta a cadeia produtiva é a diminuição da exploração das jazidas de recursos naturais, e a reintegração à força de trabalho formal da mão de obra, que hoje vive da cata de lixo informal, marginalizados pela sociedade.

2

O impacto ambiental de um empreendimento

2.1

Conceito geral do estudo do Ciclo de Vida

A principal ferramenta para medir o grau de sustentabilidade do processo para concepção de um produto é o estudo de Avaliação do Ciclo de Vida. O estudo quantifica não só o impacto do produto final ao meio ambiente mas também toda composição participativa no processo de criação até o descarte do produto ao final de sua vida útil. A avaliação do impacto é feita pela identificação e quantificação da energia consumida, materiais utilizados e resíduos produzidos da criação ao descarte final após esgotar todas as transformações de seu uso. Um inventário de todos os itens participantes do processo, iniciando na origem de cada material, serviço, subprodutos industrializados, e metodologias empregadas no processo de criação do produto. Na fase de operação, da mesma forma, são analisados todos os itens que atuam durante a sua vida útil e o descarte final.

2.1.2

As etapas do estudo do ciclo de vida

1. **Definição:** objetivo, fronteiras, unidade funcional

A definição do objetivo de uma ACV deve especificar por que e como o estudo está sendo realizado e quais serão as aplicações dos resultados obtidos (BAUMANN; TILLMAN, 2004).

As fronteiras do sistema especificam em quais etapas do ciclo de vida será realizada a análise; do berço (extração de matérias-primas), até o túmulo (eliminação do produto), passando pela produção, distribuição, utilização e reparação eventual, ou seja, a produção, a utilização e a eliminação. O estudo pode considerar todas as etapas ou etapas isoladas.

A unidade funcional ou unidade de comparação permite a consideração simultânea da unidade do produto e de sua função, na construção civil, pode ser

representada pelo edifício como um todo ou por apenas um recinto ou área de trabalho, analisado em determinado período, por exemplo um estudo comparativo entre pisos cerâmicos e de mármore, definindo a unidade funcional como sendo 1 m² de piso durante um período de 40 anos. É importante ressaltar que a escolha de uma unidade funcional, fundamentada no objetivo e escopo do estudo, pode ter um grande impacto nos resultados da ACV e, portanto, deve ser cuidadosa e claramente estabelecida (CHEHEBE, 1997).

2. Inventário – consiste na formulação e alimentação da base de dados que armazenam informações quantitativas de energia e matérias primas necessárias, emissões gasosas, efluentes líquidos, sólidos e outros lançamentos no ambiente de qualquer parte do ciclo de vida de um produto, processo ou atividade.

3. Análise de impacto – representa uma técnica quantitativa e/ou processo qualitativo para caracterizar e avaliar os efeitos dos impactos ambientais identificados no inventário. Esta avaliação deve considerar as influências sobre a saúde humana e ecológica, assim como outros efeitos e modificações no meio ambiente. A análise de impacto deve contemplar principalmente as seguintes atividades:

- Extração e transporte de matéria-prima - Fabricação de produtos
- Fim de utilização de produtos - Transporte de produtos
- Transporte de resíduos - Eliminação de resíduos

Os valores de contribuição de impacto de cada item do inventário é obtido em uma tabela que correlaciona os itens do processo com os respectivos poluentes gerados com uma constante chamada fator de impacto, como ilustra a Tabela 2.1.2.1:

Tabela 2.1 – Exemplo para Cálculo do Fator de Impacto Ambiental (Hermmann, 2007)

TABELA PARA CALCULO DO IMPACTO AMBIENTAL - LCA		
Categoria do Impacto	Unid	Factor de impacto
Potencial de aquecimento global (GWP 100)	Kg CO2	
N2O		310
CH4		21
CF4		6,3
Depleção de recursos (DR)	Kg ROE	
Carvão mineral betuminoso		0,0409
Gás natural		0,521
Carvão mineral antracito		0,3186
Potencial de acidificação (AP)	Kg SO2	
Hidrogênio colorido		0,88
Hidrogênio fluoride		1,6
Hidrogênio sulfídrico		1,88
NOx		0,7
Amônia		1,88
Potencial de eutrofização (PE)	Kg PO4	
Amônia		0,346
NOx		0,42
COD		0,022
Nitrato		0,095
Amônio		0,327
Potencial fotoquímico de criação de ozônio (POCP)	kg ethene	
Benzeno		0,189
Formaldeído		0,421
Metano		0,007
NMVOC, unspec.		0,416
VOC, unspec.		0,377

Fonte: Apostila de Manutenção e Gerenciamento de Ciclo de Vida – aula 2 em 04/05/2007

Algumas indústrias já utilizam essa ferramenta na avaliação dos seus produtos e da própria cadeia de produção, bem como algumas instituições financeiras exigem esse estudo para concessão de financiamento para grandes projetos.

3. Análise de melhoria – constitui uma avaliação sistemática das necessidades e oportunidades para reduzir a carga ambiental associada à energia e matéria-prima utilizadas e às emissões de resíduos em todo ciclo de vida de um produto, processo ou atividade.

2.2

Estudo do ciclo de vida aplicado a construção civil

O progresso técnico da indústria da construção civil é historicamente um processo de assimilação empírica com a incorporação lenta de mudanças tecnológicas. A adoção prática de estudos de ciclo de vida em edificações pela indústria da construção civil anuncia-se também como um processo demorado, a não ser por exigência do mercado para avaliação comercial e valoração econômica do empreendimento seja incorporado com este conceito sejam muito grandes.

Por definição o ciclo de vida de uma edificação inicia-se na fabricação dos materiais construtivos e suas fontes de recursos naturais, seguido pela fase de transportes até o canteiro de obras, execução da construção propriamente dita, prolongando-se com o uso e manutenção da edificação e encerrando-se com a demolição e reciclagem dos materiais, conforme ilustram as Figuras 2.2.1 e 2.2.2



Figura 2.1 – Ciclo de vida de uma edificação - (TAVARES e LAMBERTS, 2005).

A análise consciente do impacto ambiental de uma edificação nova ou de uma reforma deve avaliar as seis etapas da figura acima, ampliando ainda para a origem dos materiais industrializados utilizados no processo.

As principais fases do ciclo de vida dos produtos industrializados que atendem a construção civil estão ilustradas na figura abaixo, sendo que alguns envolvem “subfases”, por exemplo, as fases de produção, onde diversos processos

industriais estão agrupados numa única etapa denominada “fabricação dos produtos”.

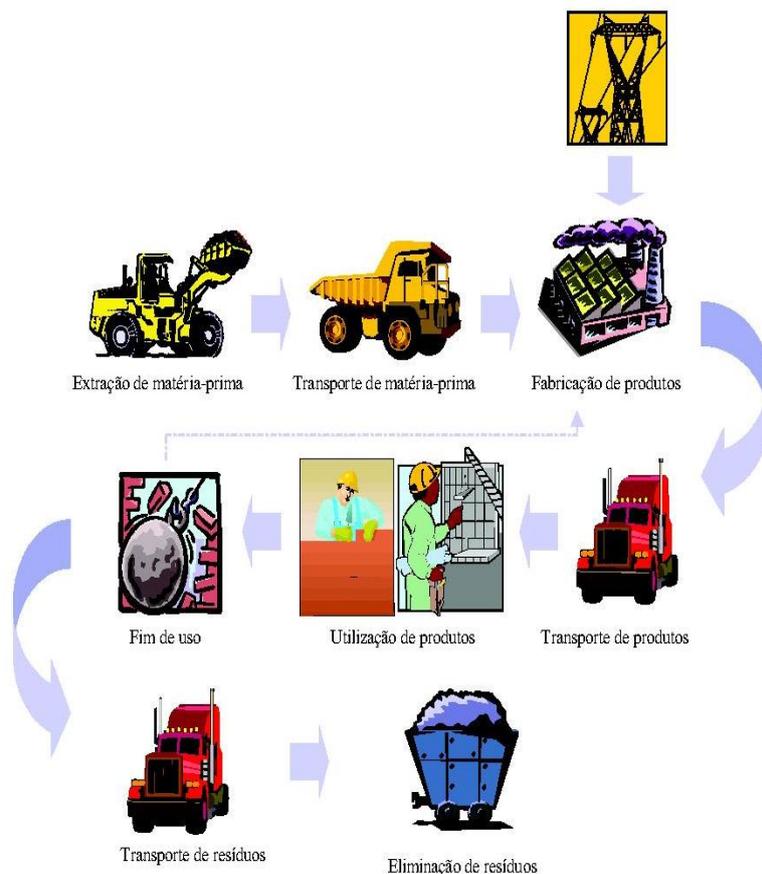


Figura 2.2 – Ciclo de vida de um produto - (TAVARES e LAMBERTS, 2005).

Soares, Pereira e Breitenbach (2002) mostram as diversas fontes de impactos causados pelo processo industrial de fabricação, incluindo a geração de resíduos, condicionada a diversos fatores como, características da matéria prima utilizada, tipo de processo, tipo de embalagem, possibilidade de reintegração dos resíduos nos processos e outros, expressos na tabela 2.2 quantificando em kg de resíduo por m² de material produzido.

Tabela 2.2 – Cálculo do Fator de Impacto Ambiental na Fabricação de Cerâmica (Soares et al., 2002)

Resíduos	Quantidade kg/m ²
Cozidos	0,45
Lodo dos sistemas de depuração da área de esmaltação	0,12
Lodos dos sistemas de depuração da água de lavagem	2,0
Cal exaurida	0,016
Solução concentrada de boro	0,030-0,060L/m ²

A fase mais importante do ciclo de vida de um produto da construção civil é a fase operacional durante sua vida útil. Ela está intrinsecamente ligada à concepção do projeto onde conceitos de sustentabilidade devem ser cuidadosamente incorporados. É grande o diferencial em sustentabilidade econômica e ambiental ao longo da vida útil de uma edificação projetada com conforto interno, com iluminação e ventilação naturais, e condições naturais de isolamento térmico e acústico, amenizando as variações climáticas no interior da mesma. Essas características diminuem a dependência ao uso contínuo de equipamentos elétricos para manter um habitat amigável à vida humana.

Também na fase de projeto é possível criar sistemas que permitam diminuir o consumo de água, com captação da água de chuva, telhados verdes que retardam o escoamento das chuvas torrenciais. A orientação de fachadas utilizando diferentes tipos de materiais é fundamental para obter o melhor desempenho climático. O emprego de fachadas ventiladas, como será mostrado no capítulo cinco, é uma técnica que prolonga a vida útil da edificação e aumenta seu isolamento térmico e acústico.

O desconhecimento atual de estudos de ciclo de vida aplicado a edificações dificulta respostas criteriosas a várias indagações comuns, dentre as quais as seguintes:

- 1) A demolição de um prédio para a construção de outro empreendimento com aumento de área, em vez de adequar o existente a um novo uso é a melhor solução sob o ponto de vista econômico e ambiental?
- 2) O aumento da taxa de ocupação de um imóvel em relação ao terreno, para incrementar o preço de venda, é mais vantajoso do que construir edificações em centros de terreno, privilegiando a ventilação e iluminação naturais, com economia de energia durante a vida útil do empreendimento?

As respostas a essas questões são quase impossíveis de serem fornecidas sem uma análise criteriosa do ciclo de vida de edificações.

A revista especializada Building Momentum ⁷ indica a falta do estudo de custo do ciclo de vida das edificações como a causa principal para os investidores não entenderem que o projeto e a construção são responsáveis por 5 a 10 por cento do custo durante o ciclo de vida da edificação, enquanto que durante o tempo de operação e manutenção esse custo corresponde de 60 a 80 por cento do custo total. Esta conclusão enfatiza o grande valor do estudo do ciclo de vida na concepção do projeto detalhando os fatores que irão impactar a edificação durante toda sua vida útil.

⁷ Disponível no site <http://www.usgbc.org/>, acesso em março de 2010

3

Resíduo da construção e demolição (RCD)

Segundo dados da SindusCon – SP, (publicação **Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil, 2005**) a atividade da construção civil gera a parcela predominante da massa total dos resíduos sólidos urbanos produzidos nas cidades. Estudos realizados em diversas cidades têm apontado os seguintes números:

Tabela 3.1 – Impactos dos Resíduos de Construção e Demolição no Ambiente Urbano (Sinduscon-SP, 2005)

MUNICIPIO	FONTE	GERAÇÃO DIARIA em ton.	PARTICIPAÇÃO EM RELAÇÃO AOS RSIDUOS SOLIDOS URBANOS
São Paulo	I&T - 2003	17.240	55%
Guarulhos	I&T - 2001	1.308	50%
Diadema	I&T - 2001	458	57%
Campinas	PMC - 1996	1.800	64%
Piracicaba	I&T - 2001	620	67%
São José dos Campos	I&T - 1995	733	67%
Ribeirão Preto	I&T - 1995	1.043	70%
Jundiaí	I&T - 1997	712	62%
São José do Rio Preto	I&T - 1997	687	58%
Santo André	I&t - 1997	1.013	54%

A mesma publicação informa que cerca de 75% dos resíduos gerados pela construção civil nestes municípios provêm de eventos informais (obras de construção, reformas e demolições, geralmente realizadas pelos próprios usuários dos imóveis).

O grande volume de resíduos dispensados pela construção civil gera impactos ambientais significativos por sua disposição, em geral, de forma incontrolada e sem critérios técnicos, como é o caso das caçambas dos pequenos geradores citado por Marques Neto (2005) entre outros impactos negativos:

A) Formação de áreas irregulares de descarte por construtores clandestinos de pequenas obras que afetam diretamente as condições de tráfego de pedestres e veículos em vias públicas, a drenagem superficial e a obstrução de córregos, propiciando a multiplicação de vetores e doenças.

B) Formação de áreas irregulares que servem também de atrativo para a disposição de outros materiais de origem industrial e domésticos, nem sempre inertes, que incrementam o impacto ambiental.

C) Formação de áreas irregulares em locais que deveriam ser preservados, com a degradação de espaços urbanos.

A deposição irregular dos resíduos de construção civil demonstra a falta de compromisso com a sustentabilidade ambiental comprometendo o setor de forma extremamente negativa. O poder público municipal deve exercer o papel de disciplinador para o fluxo desses resíduos, utilizando os instrumentos existentes para regular, fiscalizar e criar condições estimulantes para uma política de logística reversa do resíduo.

O poder público dispõe de leis e resoluções para impor um manejo sustentável do resíduo da construção civil, dentre as quais:

1 – Lei Federal 12.305 de 2 de agosto de 2010 - define o ciclo de vida como uma 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. Entre os vários artigos de sua promulgação, ela não exime nenhum agente dos processos de geração à disposição final do resíduo das responsabilidades pelos impactos ambientais.

2 - Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) 307 de 5 de julho de 2002 – a mais importante em uso, além de classificar as classes de resíduos, estabelece as diretrizes para uma real redução dos impactos ambientais decorrentes das atividades da construção civil. Estipula também que o objetivo principal é evitar a geração de resíduos e, secundariamente, determina a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final dos mesmos.

3 - Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) 308 de 21 de março de 2002 - estabelece o licenciamento ambiental para a disposição final de resíduos sólidos urbanos gerados em municípios de pequeno porte, ou seja, com população igual ou inferior a 50.000 habitantes.

4 - Resolução SMAC (Secretaria Municipal de Meio Ambiente) 387 de 24 de maio de 2005 - baseada no disposto no item § 2º do Art. 8º da Resolução CONAMA 307 de 2002, disciplina o projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil para obras acima de 10.000 m² de área ou volume acima de 5000m³.

5 - No Estado do Rio de Janeiro, a lei estadual 4.829 de 30 de agosto de 2006 - institui a política de reciclagem de entulhos de construção civil criando condições, com incentivos, para um rede de captação e reciclagem de resíduos da construção civil.

6 - Na Cidade do Rio de Janeiro, o decreto 27078 de 27 de setembro de 2006 - institui o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil considerando que o art. 4.º da Resolução 307 do CONAMA de 05 de julho de 2002 determina que todos os geradores, pessoas físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem resíduos da construção civil, deverão ter como objetivo prioritário a não geração e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final adequada dos mesmos.

3.1

Análise das fontes geradores de resíduos da construção civil

Relatório da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos – EPA⁸ em seu relatório de 2007 mostra que os EUA geram de entulho da construção de edifícios e demolição uma quantidade de aproximadamente 160 milhões de toneladas / ano, estimando-se que a indústria da construção civil seja responsável por cerca de dois terços de toda a geração de resíduos sólidos não industriais dos EUA. O fluxo de entulho é originado em aproximadamente 48% por resíduos de demolições, 44% por reformas / renovações e apenas 8% originados em novas construções. De 20% a 30% do total destes resíduos são recuperados (principalmente concreto, asfalto, metais, madeira) em operações de reprocessamento e reciclagem.

⁸ <http://www.epa.gov/wastes/partnerships/wastewise/success/miscellaneous.htm>

De acordo com este relatório, arquitetos e construtores não costumam projetar casas com fácil renovação ou desconstrução em mente, mesmo sabendo que em média uma família nos EUA troca de casa a cada 10 anos, freqüentemente realizando muitas obras durante a vida da edificação ou mesmo demolindo-a completamente para dar lugar a uma nova construção.

Na prática engenheiros e arquitetos não tem a preocupação com um projeto para desconstrução apontando o reuso ou a forma do descarte de cada item da construção existente ou a construir.

Pinto (2005) apresenta estudos realizados no Brasil, em municípios do Estado de São Paulo - Guarulhos, Diadema, Campinas, Piracicaba, São José dos Campos, Ribeirão Preto, Jundiaí, São José do Rio Preto, Santo André e São Paulo, contabilizando um valor superior a 50% na participação de resíduos da construção civil no total de volume de resíduos sólidos urbanos gerados nestas cidades.

Tabela 3.2 – Coleta de RCD da Região Sudeste

Região Sudeste	2008		2009	
	RCD Coletado (t/dia)/ Índice (Kg/hab./dia)	População Urbana (hab.)	RCD Coletado (t/dia)	Índice (Kg/habitante/dia)
TOTAL	39.790 / 0,540	74.325.454	46.990	0,632

Fontes: Pesquisa ABRELPE 2008 e 2009 e IBGE (contagem da população 2008 e 2009)

3.2

Principais fatores de desperdício

Os principais tópicos de contribuição ao desperdício que inicia na fase de projeto são:

- a) Concepção do projeto sem considerar as condições locais do meio ambiente, com o uso abusivo de equipamentos “non stop”, para propiciar conforto interno;
- b) Ausência de uma análise prévia para o descarte do resíduo da demolição da edificação existente e projeto do reuso ou descarte da nova construção no futuro;
- c) Especificação de grande número de diferentes tipos de materiais na composição do projeto, gerando detrito diversificado de difícil segregação;

- d) Projeto sem especificação criteriosa da metodologia construtiva dando espaço para improvisações ineficientes que aumentam a utilização de recursos e desperdício na execução dos serviços;
- e) Cálculos dimensionais e estruturais sem precisão confiável gerando super dimensionamento como fator de segurança para encobrir essa insegurança.
- f) Processos construtivos indisciplinados sem a documentação técnica para o profissional da obra poder impor critérios racionais gerando desperdícios de insumos agregados, água, energia elétrica, culturalmente itens abundantes no canteiro de obras, embora nem toda perda se transforme efetivamente em resíduo - uma parte fica na obra.
- g) Perdas nos processos executivos, como os rasgos em alvenaria de tijolos cerâmicos para embutir tubulação.
- h) A falta de uma normatização para padronização dos materiais

Os valores médios de perdas (%) apresentados na Tabela 2.4 fornece uma clara noção da quantidade de materiais de construção desperdiçados na obra e, por consequência, do entulho a ser descartado. Devemos ressaltar que o uso irracional de recursos acarretará considerável aumento na utilização de recursos naturais, transportes para o fornecimento e descarte, e resíduo.

Tabela 3.3 – Perdas na construção por tipo material

MATERIAIS	AGOPYAN et al. ¹	PINTO ²	SOILBELMAN ²	SKOYLES ²
Areia	76	39	46	12
Cimento	95	33	84	12
Pedra	75			
Cal	97			
Concreto	9	1	13	6
Aço	10	26	19	4
Blocos e Tijolos	17	27	13	13
Argamassa	18	91	87	12
¹ AGOPYAN et al (1998) ² PINTO (1995)				

Segunda dados relatados no site da empresa de engenharia ambiental de Santa Catarina O₂⁹ a geração de RCC ocorre de duas formas distintas, na execução da obra, existindo aqueles que são descartados e saem das obras, denominados entulho, e os desperdícios que terminam incorporados à obra, como por exemplo, a sobre-espessura de emboço. Existem estudos que afirmam ser de 50% a taxa de ocorrência de cada um deles. A tabela 3.2 apresenta taxas de desperdício de materiais na qual aparecem diferenças consideráveis entre os valores de mínimo e máximo, diferenças estas devidas às variações entre metodologias de projeto, execução e controle de qualidade das obras.

Tabela 3.4 – Taxas de Desperdício de Materiais (Espineli, 2005)

Materiais	Taxa de desperdício		
	Média	Mínimo	Maximo
Concreto usinado	9	2	23
Aço	11	4	16
Blocos e tijolos	13	3	48
Placas cerâmicas	14	2	50
Revestimento têxtil	14	14	14
Eletro dutos	15	13	18
Tubos	15	13	18
Tintas	17	8	56
Fios	27	14	35
Gesso	30	14	120

Scardoelli (apud Schenini, 2004) observa que é crescente a preocupação com o controle de perdas, evidenciado nas iniciativas adotadas nos canteiros de grandes obras a seguir expostas:

- a) Presença de “containers” para a coleta de desperdício no canteiro;
- b) Distribuição de pequenas caixas de desperdícios nos andares;
- c) Tubo coletor de polietileno para a descida do entulho;
- d) Quadro para a anotação da quantidade e tipo de entulho gerado na obra;
- e) Colocação de equipamentos de limpeza de forma visível;
- f) Limpeza permanente pelo próprio operário;
- g) Premiação de equipes pela qualidade da limpeza;

⁹ <http://www.o2engenharia.com.br/o2eng/pggcc--plano-de-gerenciamento-de-residuos-da-construcao-civil> acesso em 06.2011

h) Separação dos resíduos por tipo e natureza do material. (SCARDOELLI, apud SCHENINI, 2004)

3.3

Demolições

Por diferentes fatores as demolições das casas antigas eram mais sustentáveis que atualmente. O cronograma de desconstrução tinha etapas seletivas bem definidas, primeiramente retirava os elementos reaproveitáveis como louças e metais sanitários, madeiras, peças de granito, fios, tubos, telhas e tijolos maciços para comercialização. Posteriormente, concretos e argamassas eram demolidos, conforme consta no relato histórico sobre a empresa Rio Novo Demolições Ltda pesquisado no Centro de Informação da Comlurb:¹⁰

Recentemente esse método tem sido usado somente nas demolições de grandes obras que empregam técnicas de segregação nos desmontes, mesmo assim com grande dificuldade, devido à metodologia construtiva empregada nas construções a partir da década de 60 que não foram projetadas para facilitar a segregação do resíduo da demolição. Mesmo assim as grandes demolições têm um índice de reciclagem acima de 90%. O grande vilão na reciclagem dos resíduos das demolições são as pequenas obras de construção e reformas que não segregam o resíduo da demolição como as grandes construtoras. Infelizmente esses geradores representam mais de 50% do entulho gerado na cidade. A empresa O₂ Engenharia Ambiental¹¹ apresenta um gráfico, figura 3.1, mostrando o perfil de origem dos resíduos gerado:

¹⁰ Tese Fernando J de Andrade Afonso, COPPE UFRJ, 2005

¹¹ <http://www.o2engenharia.com.br/o2eng/pgrcc--plano-de-gerenciamento-de-residuos-da-construcao-civil>, acesso 07/2011

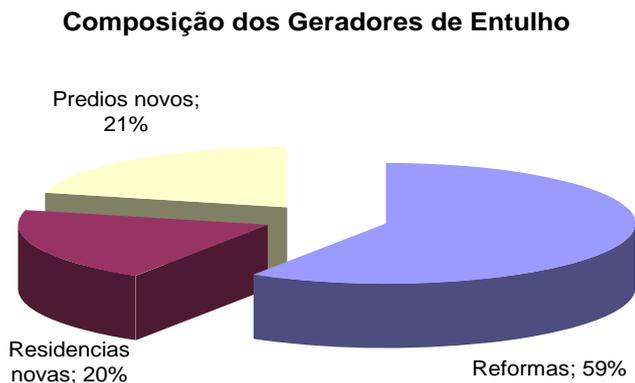


Figura 3.1 – Composição de geradores de entulho ¹¹

3.3.1

Demolição planejada em canteiro de grande obra

As obras com canteiros seguem um padrão de controle e planejamento adequado com a nova lei de resíduos, como exemplo, o canteiro da obra do moinho na av. Rodrigues Alves, no Rio de Janeiro, um empreendimento da Tishman Speyer, a construtora Arcoenge esta demolindo. As etapas da desconstrução foi iniciada com a vistoria do imóvel que avaliou o método de implosão para desconstrução como o mais adequado a ser empregado considerando a forma da edificação e o entorno na região. Com o plano de trabalho estabelecido foi preparada a documentação legal e o plano logístico para retirada e descarte do material residual. Os procedimentos iniciais para esse método foram a retirada de todo o material reciclável, vidros, esquadrias, fios e tubos aparentes, louças e metais, gesso, carpetes, portas e janelas, luminárias, etc. O segundo passo foi a retirada de alvenarias e outros materiais (Figura 3.2), nos andares mais baixos onde os pilares seriam detonados, para que não fossem arremessados para fora com o impacto.



Figura 3.2 – Retirada da alvenaria para preparação da implosão (Arcoenge)

A próxima etapa desse método é a preparação dos pilares. Antes da colocação dos explosivos os pilares são envolvidos com telas e manta tipo bidin para impedir o lançamento fagulhas para o exterior (Figura 3.3).



Figura 3.3 – Colocação dos explosivos nos pilares (Arcoenge)

Os pilares nos andares inferiores são implodidos vindo abaixo toda a estrutura acima por gravidade esmagando tudo, gerando uma montanha de destroços amontoados com grandes blocos e painéis de concreto armado e argamassas. Para fragmentar esse resíduo de grandes dimensões são utilizados rompedores mecanizados (Figura 3.4),



Figura 3.4 – Marteletos demolindo elementos estruturais remanescentes da implosão (Arcoenge)

Em seguida, como em uma linha de produção, são utilizadas as tesouras ou pulverizadoras para triturar o concreto separando as ferragens (Figura 3.5).



Figura 3.5 – Equipamento pulverizando a estrutura para separação da ferragem (Arcoenge)

Com o entulho, sem ferragens, triturado em tamanho que não ultrapassa as dimensões de 0,60 x 0,90m está pronto para ir para a fase de britagem (Figura 3.6).



Figura 3.6 – Material segregado por etapas no canteiro de obras.

A britadeira abaixo (Figs. 3.7, 3.8) executa três tarefas, o material a ser britado é colocado pela pá carregadeira na parte superior sobre uma peneira vibratória que separa os cascalhos menores e o material arenoso, que caem na esteira em direção as pilhas de estocagem.



Figura 3.7 – Equipamento para britagem do entulho.

O resíduo maior são fragmentados por martelos, porém carregados pela esteira passam por placas imantadas, para retirar pedaços de metais, antes de formar as pilhas de estocagem para reutilização do agregado.

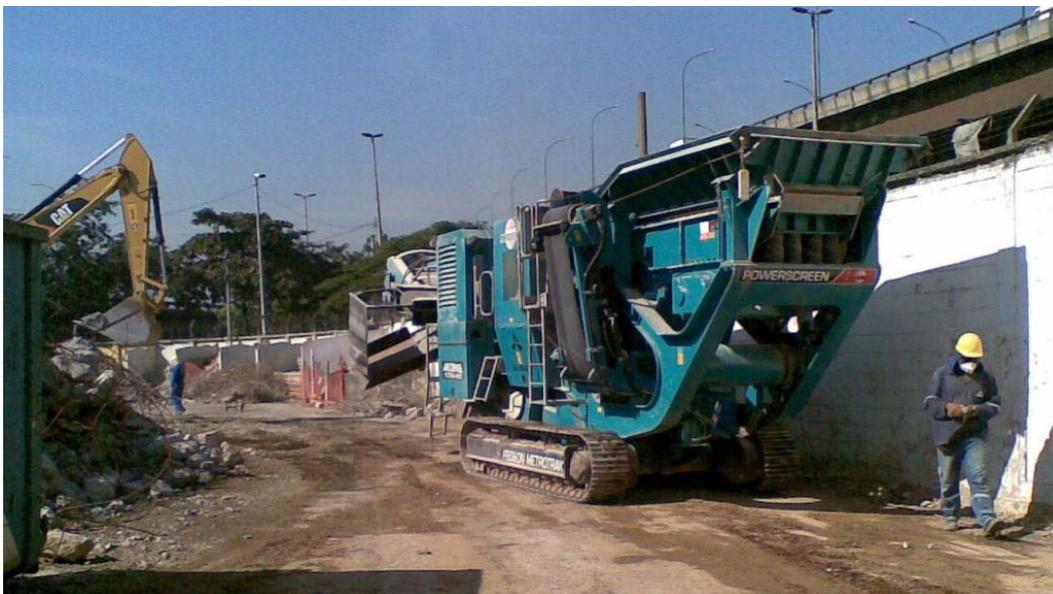


Figura 3.8 – Detalhe da esteira da britadeira.

O resultado é um agregado com granulométricos relativamente regulares (Figura 3.9), pronto para ser reutilizado como material para sub-base de pavimentação na obra.



Figura 3.9 – Entulho granulado pronto para reutilização.

O canteiro de obra é organizado para separar os tipos de materiais por classes enquanto aguardam o destino final em diversas áreas de diferentes níveis de graus de proteção (Figura 3.10).



Figura 3.10 – Agregado reciclado aguardando utilização.

Os resíduos de classe B são retirados por empresas recicladoras, e os resíduos de classes C e D por empresa especializada em tratamento e disposição final com documentação expedida pelo INEA para transporte e recepção final identificados com as devidas licenças de operação.

3.4

Entulho

Os principais resíduos da construção civil e demolição são pedras, tijolos/blocos, areia, cimento, argamassa, concreto, madeira, cal e ferro. Em menor volume são restos de tintas, vernizes, gesso, fiação, telhas, tubulação de PVC e restos de alumínio e papel oriundo das embalagens e das atividades humanas na obra.

Denomina-se resíduo de construção e demolição - RCD, ou simplesmente entulho, o detrito gerado pela construção, reparos, reformas ou simplesmente demolições de edificações ou estruturas e pavimentações. Sua composição química está vinculada à composição de cada um de seus constituintes, com a maior fração de sua massa formada por material não mineral (madeira, papel, plásticos, metais e matéria orgânica). Estes materiais são classificados pela NBR

10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) como resíduos perigosos classe I, os resíduos sólidos inertes de classe II, porém também existe a possibilidade de serem detectados resíduos da classe II, não inertes, bem como aqueles classificados como perigosos, como telhas de cimento amianto, cujo pó é considerado potencialmente cancerígeno. (Schenini, Bagnati e Cardoso, 2004)

Tabela 3.5 – Classificação dos resíduos sólidos, segundo a Norma Brasileira Regulamentar (NBR) 10004/04.

Classificação	Característica	Exemplos
Classe I perigosos	Inflamabilidade, reatividade, corrosividade, toxicidade e patogenicidade	Lâmpadas fluorescentes, pós e fibras de amianto, baterias veiculares e óleos lubrificantes usados
Classe II A Não perigosos Não inertes	Combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água	Restos de papel, papel, plásticos polimerizados, borrachas e resíduos de madeira
Classe II B Não perigosos Inertes	Resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos quando submetidos ao teste de solubilização não tenham nenhum dos seus constituintes solubilizados	Resíduos cerâmicos e de argamassas

Quadro 1 – Classificação dos resíduos sólidos pela NBR 10004/04.

Fonte: NBR 10004/04

O CONAMA classifica os resíduos da construção civil através de sua resolução nº 307 de 05 de julho de 2002, como:

Classe A - Resíduos reutilizáveis ou recicláveis com agregados oriundos da construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplenagem. Resíduos de construção, reformas e reparos de edificações, tais como, componentes cerâmicos (tijolos, telhas e revestimentos), a argamassa e concreto. Os resíduos provenientes de processos de fabricação de peças pré-moldadas em concreto (blocos e tubos), produzidos nos canteiros de obras.

Classe B - Resíduos recicláveis para outras destinações como os plásticos, papéis/papelão, metais, vidros e outros materiais.

Classe C - Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações viáveis para a sua recuperação ou reciclagem, tais como produtos do gesso.

Classe D - Resíduos perigosos oriundos da construção como as tintas, solventes, óleos, e outros, bem como aqueles resultantes de demolições, reformas e reparos de hospitais, clínicas radiológicas e instalações industriais, dentre outros.

Exemplos da análise qualitativa da composição do entulho, Tabela 3.2.1, mostra a quantidade de material de potencial reutilizável sem necessidade de processos químicos para transformá-los.

Tabela 3.6 – Quantidade de fração mineral no entulho

Composição média da fração mineral do entulho (%)		
MATERIAL	PINTO (1987) 1	ZORDAN e PAULON (1997) 2
Argamassa	64,4	37,6
Concreto	4,8	21,2
Material Cerâmico	29,4	23,4
Pedras	1,4	17,8
1 Local: cidade de São Carlos, SP, Brasil. 2 Local: cidade de Ribeirão Preto, SP, Brasil.		

A seguir na tabela 3.7 podemos comparar a composição do entulho em diferentes cidades brasileiras.

Tabela 3.7 – Composição, em porcentagens, do RCD por cidade

Material	Origem				
	São Paulo SP ¹	Ribeirão Preto SP ²	Salvador BA ³	Florianópolis SC ⁴	Passo Fundo RS ⁵
Concreto e argamassa	33	59	53	37	15
Solo e areia	32	-	22	15	20
Cerâmica	30	23	14	12	38
Rochas		18	5		
Outros	5		6	36	23
1 Brito Filho (1999 apud John, 2000); 2 Zordan, (1997); 3 Projeto entulho bom, 2001; 4 Xavier et al, (2002);					
5 Bonfante, Mistura e Naime (2002 apud Bernades, A.2006)					
Fonte: Adaptado de Carneiro (2005 p.24)					

O resíduo de construção e demolição possui características bastante peculiares. Por ser produzido num setor onde há uma gama muito grande de diferentes materiais e técnicas construtivas dependem diretamente do estágio de desenvolvimento da indústria de construção local (qualidade da mão de obra, técnicas construtivas empregadas, adoção de programas de qualidade, etc.).

Na Bélgica, segundo Swana (1993, apud PINTO, 1999), resíduos de concreto e alvenaria são responsáveis por, aproximadamente, 83% do total de RCD gerado, sendo a madeira responsável apenas por 2%. Já em Toronto, cerca de 35% dos RCD gerados são de madeira, o que pode ser explicado pela tradição construtiva da região. A caracterização média deste resíduo está condicionada a parâmetros específicos como o grau de consciência do projeto e da região geradora, na Figura 3.2.1 tem um exemplo da composição na cidade de São Paulo.

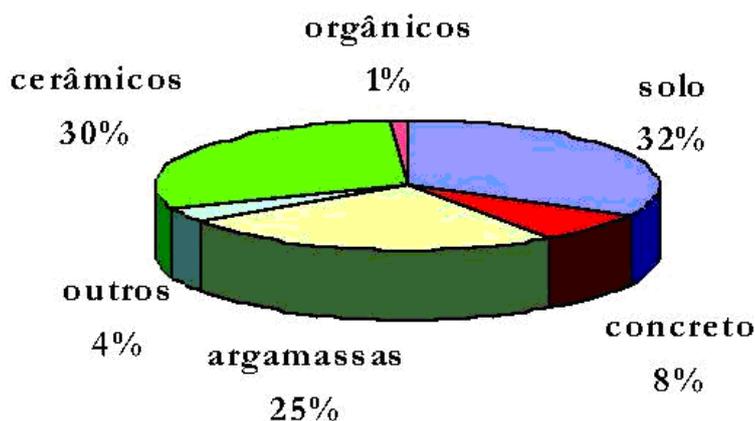


Figura 3.11 – Composição média dos resíduos depositados no aterro de Itatinga S Paulo
Fonte: Brito Filho, 1999.

A pesquisa realizada em 2002 por Bonfante, Mistura e Naime (apud BERNARDES, A. 2006) registra que 83% dos RCD possuem um alto potencial para reciclagem no setor da construção civil. Esses resíduos são compostos por 38% de restos de tijolos, seguidos de 15% de restos de concreto, 20% de solo e areia, podendo ser aproveitados na própria obra, adotando-se controle de qualidade. Metais como alumínio e ferro, juntamente com madeira e podas, somam 2% de resíduos e 23% de resíduos classificados como outros.

4

Uma visão macro do RCC em três centros urbanos

4.1

Rio de Janeiro

Ao longo dos anos 1960, 1970 e 1980 várias empresas atuaram no Rio de Janeiro demolindo residências e prédios do chamado Rio antigo. Estas empresas, apesar de não terem tido conhecimento de estudos realizados no RILEM (Réunion Internationale des Laboratoires d'Essais et de Recherches Sur Les Matériaux et Les Construction) sobre desconstrução, seguiram muitos de seus preceitos e sugestões. Empresas como a Rio Novo Demolições Ltda, conseguiram criar uma mão de obra capaz de aproveitar, de uma demolição, telhas, madeiramento de telhado, portas, janelas, assoalhos, acabamentos e até cerâmicas antigas e tijolos. Estas empresas cobravam valores pequenos para o serviço, mas a principal fonte de renda era a venda das peças retiradas das casas demolidas. Assim, grande parte do material demolido neste período no Rio de Janeiro foi reutilizada em novas construções. Pedras de cantaria foram integralmente aproveitadas, tendo este profissional criado uma escola única de reciclagem no Brasil.

A partir da década de 1990, o perfil das empresas de demolição começou a mudar no Rio. A qualidade das edificações deixou de interessar a estas demolidoras quanto à possibilidade de reaproveitamento de materiais, enquanto novas empresas, utilizando mecanização, com maior velocidade e prazos menores, começaram a entrar neste mercado, demolindo fábricas inteiras, como a da Brahma na Tijuca, da Ypiranga em São Cristóvão e a da Souza Cruz na Muda. Esta nova metodologia para demolir mais rápido tornou o resíduo (entulho) mais heterogêneo em impurezas, diminuindo o potencial de reaproveitamento e aumentando, portanto, o volume transbordado in natura.

Como podemos ver o processo seletivo para o descarte dos detritos da construção civil já existiu na cidade do Rio de Janeiro e funcionava satisfatoriamente com o número reduzido de construções e demanda de tempo. Hoje, segundo a Comlurb, o único gerador de entulho que segrega materiais são as grandes obras (obrigados para áreas de construção acima de 10.000 m² ou

5.000m³ de demolição) em obediência à resolução CONAMA 307 de 5 de julho de 2002 para apresentação do plano de gerenciamento de resíduo na fase de aprovação do projeto junto à Secretaria Municipal de Urbanismo do Rio de Janeiro. Como exemplos a demolição de parte do Maracanã e da antiga fábrica da Brahma, usa essa metodologia de segregar e britar os resíduos de lajes e alvenarias na obra, além de atender as normas de condutas sustentáveis barateia o bota fora, utilizando parte do resíduo de classe A na própria obra e o restante com os resíduos de classes B e C vendido para terceiros.

Segregar o resíduo para manter um grau de pureza confiável é a principal exigência para a reciclagem dos resíduos de construção civil. O resíduo heterogêneo, ou “sujo” é gerado basicamente por pequenas obras e reformas (Figura 4.1) que somadas, respondem por mais de 50% do total de entulho gerado diariamente na cidade do Rio de Janeiro. A Comlurb classifica como pequenos geradores aqueles que geram até 2m³ de resíduos sólidos por semana.



Figura 4.1 – Caçamba estacionada no Leblon, em 23 de março de 2011, com entulho de reforma.

Esse resíduo não segregado de composição heterogênea com diversos poluentes o torna um entulho de difícil reciclagem e conseqüente reutilização no

mercado. A ausência de uma cultura coletiva responsável com a sustentabilidade e a justificativa da indisponibilidade de espaço para segregar, perpetuou a rotina de jogar todo o entulho misturado na mesma caçamba. Para exigir a segregação desse entulho é preciso dar condições para a segregação na origem e uma consequente fiscalização rigorosa e punitiva. Essa nova ordenação depende da implantação física de uma rede logística acompanhado de um programa de mobilização e conscientização dos habitantes da cidade para o caráter urgente da sustentabilidade. O poder público tem papel fundamental para convergir forças atuantes no setor, dar condições físicas de infra-estrutura, logística de transportes e áreas estratégicas, e criando ambiente jurídico de fomento. O principal função do Poder público é o de facilitador para implantação, normatização, procedimentos legais e fiscalização, mas a operação caberia aos participantes da logística atual sob a nova ordenação.

Segundos dados da Comlurb, no Rio de Janeiro todo mês uma montanha de entulho de obras com 35 metros de altura, o equivalente a um prédio de dez andares, é descartada irregularmente. Metade dos resíduos de obras gerados mensalmente na cidade — cerca de 30 mil de um total de 60 mil toneladas — é jogada nas ruas e aterros clandestinos, de acordo com dados da Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

Na cidade que hoje vive uma explosão imobiliária, de janeiro a julho de 2010 a quantidade de resíduos de construção civil (RCC) recolhidas por dia cresceu 40%, saindo de mil para 1.400 toneladas, segundo a Comlurb — o problema dos aterros irregulares tende a se agravar, já que a demanda por insumos da construção civil deve dobrar com as obras do PAC e dos eventos como Copa e Olimpíadas.

Somente na Barra, uma das regiões que mais crescem na cidade, a secretaria já identificou 12 depósitos clandestinos de entulho. Aterros desse tipo proliferam também em Vargem Grande, Vargem Pequena, Jacarepaguá e Recreio.

Oficialmente temos três áreas de transbordo para tratamento de entulho, que são:

- Pedreira Emasa em Senador Camará
- Pedreira Nacional em Inhaúma
- Pasquale Mauro no Recreio

As duas primeiras britam o entulho, sendo que o material granulométrico da Emasa é de melhor qualidade porque ela recebe somente resíduos segregados composto de 90% por agregados minerais, praticamente somente de grandes canteiros de obras, os revende para construtoras após o processo de britagem.

Segundo uma reportagem do Jornal O Globo de 15/07/2010, o gerente de planejamento da coordenação de resíduos sólidos da Secretaria municipal de Meio Ambiente, Nelson Machado reconhece que muitas empresas ainda preferem despejar o lixo em aterros clandestinos a ter de pagar taxas como as cobradas pelo Centro de Tratamento de Resíduos de Adrianópolis, em Nova Iguaçu. Para amenizar os efeitos do entulho na natureza, o Conselho municipal de Meio Ambiente do Rio propôs a obrigatoriedade do uso de resíduos da construção civil reciclados nas obras de engenharia na cidade. Machado, que também é membro do conselho, explicou que o projeto está sendo analisado, desde março, pelo prefeito Eduardo Paes. “É uma forma de proteger o meio ambiente e combater a poluição”, avalia.

A Comlurb não faz reciclagem de resíduos sólidos. A empresa de lixo informa que o entulho coletado através do serviço de remoção gratuita (2204-9999) é utilizado na pavimentação e construção de pistas do aterros sanitários. Segundo a Secretaria de Meio Ambiente, a cidade conta também com duas empresas privadas licenciadas pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA) para fazer a reciclagem: a Pedreira Nacional, em Inhaúma, e a Emasa, em Senador Camará.

Segundo informou Hécio Maia, presidente da Associação dos Aterros de Resíduos da Construção Civil do Rio de Janeiro, a Emasa é a única que tem licença de operação (LO) para receber resíduos classe A, B, C, mas só recebe o classe A, cobra R\$ 10,00 por m³ de entulho.

“Mas segundo ele a maior parte dos grandes geradores ainda desrespeita a lei e depositam esse material irregularmente”, afirmou.

A colocação de caçambas em locais públicos é permitida por lei, no prazo máximo de 48 horas, desde que não obstruam a passagem, mas na prática, no entanto, elas se multiplicam nas ruas e atrapalham a vida de pedestres, principalmente idosos, deficientes e pessoas com carrinhos de bebê.

A **Comlurb** informou que tem 350 agentes responsáveis pela fiscalização de caçambas e que há 60 empresas credenciadas para trabalhar com elas na

cidade. Quando uma caçamba irregular é apreendida, o material é levado para a usina de transferência de lixo do Caju, onde a diária custa R\$ 80.

Informou ainda que o entulho mineral impuro recebido no Caju era destinado para camada de recobrimento do aterro de Gramacho, desta forma ela podia receber gratuitamente, mas com o fechamento de Gramacho ela terá que transportar o entulho para o Km zero com um custo de R\$ 70,00 por tonelada quilometro de entulho.

A Companhia Municipal de Limpeza Urbana do Rio de Janeiro desenvolveu o projeto dos eco pontos (pontos ecológicos, ver Figura4.2), que são postos de entrega voluntária, recebimento gratuito de entulhos de obra, galhadas, moveis e outros materiais inservíveis, transportados por catadores, carroceiros e pela população. Nos eco pontos é também permitido o descarte de pequenas quantidades de pneus velhos, que são armazenados em caixas nas quais não entra água de chuva. Conta com uma caixa estacionária para acondicionar entulho de obras e contêineres especiais para papel, vidro, plástico e metais, cestas para pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes e óleo de cozinha. Os recicláveis serão encaminhados para a Cooperativa de Catadores do Parque Royal. Infelizmente não existem eco pontos na zona sul e centro inviabilizando a sua utilização para receber resíduos Classe B e C segregado de pequenas obras geradoras.



Figura 4.2 –Ponto de recebimento de material reciclável (Comlurb)

O destino do entulho de obras no Rio se torna ainda mais impactante quando comparado à capacidade de reciclagem de outras capitais, como Belo Horizonte.

4.2

Belo Horizonte

São recolhidos por dia cerca de 1.200 toneladas de RCC em Belo Horizonte, deste total 12,1%, ou seja, 498,27 toneladas são recicladas, contra menos de 5% reciclados no Rio.

A SLU implantou, em 1975, em terreno próprio do município, com área de 145 ha, o Aterro Sanitário Municipal e a Usina de Beneficiamento de Lixo e desapropriou outro terreno na cidade, com área de 260 ha, para futura implantação de outro aterro sanitário.

No início de 1993, foi concebido o modelo para o gerenciamento do lixo urbano. Baseando-se na sobrevivência dos negócios de reciclagem em pequena escala, o poder público decidiu apoiar a sua expansão em parceria com seus precursores. Essa decisão de caráter social considerou a premissa da participação da população como condição prévia para assegurar a estruturação de fluxos diferenciados do descarte de resíduos.

O modelo apoia-se em três pressupostos básicos:

1) **consistência tecnológica** – Esse módulo traduz-se essencialmente no *Programa de Manejo Diferenciado e Reciclagem dos Resíduos* que busca uma solução integrada e racional para os resíduos, o da construção civil que é o responsável por cerca de 1/3 da massa total dos resíduos produzidos na cidade, contemplou a criação da "Usina de Reciclagem de Entulho, constituída basicamente por um espaço para deposição do resíduo, uma linha de separação (onde a fração não mineral é separada), um britador, que processa o resíduo na granulometria desejada e um local de armazenamento, onde o entulho já processado aguarda para ser reutilizado. A SLU esta processando 120 t/dia, com eliminação de 30 pontos de deposição clandestina; contratação da unidade de reciclagem de entulho para a Região da Pampulha para 240 t/dia; reciclagem de 60 t/mês de vidro reduzindo em 50% o número de acidentes de trabalho

2) **participação efetiva da comunidade** - incentiva a participação popular na discussão e implantação das várias ações, reservando ao poder público o papel de articulador de soluções integradas;

3) **qualificação e valorização dos trabalhadores** - envolvendo tanto a área técnica quanto os servidores operacionais, buscando resgatar a auto-estima e reverter a imagem negativa desses servidores na sociedade. Para viabilizar esse trabalho, a SLU tem instituído parcerias com setores da sociedade civil e empresarial, além de buscar apoio tecnológico de Universidades, Centros de Pesquisa e de consultorias especializadas nas áreas de compostagem, reciclagem do entulho, biorremediação, gerenciamento pela qualidade e participação popular.

A capital mineira dispõe das unidades do Estoril (1995), Pampulha (1996) e da BR 040 (2006). Juntas, elas podem beneficiar em torno de 1.000 t/dia de resíduos. Já as 29 Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPV) atendem à população coletando 65.650 t/ano de RCC (CATAPRETA, PEREIRA e ALMEIDA, 2008).

Os pressupostos que nortearam a concepção desse modelo incluem-se entre as tendências futuras de manejo de resíduos mencionadas por Hahn e Lauridsen (1994). Segundo esses autores, “ o foco na máxima redução de aterramento de resíduos implicará na diversificação e diferenciação nos sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos, gerando empregos e diminuindo o uso de recursos naturais.

Em Belo Horizonte nas obras do projeto de modernização do Estádio Governador Magalhães Pinto, o Mineirão, todos os resíduos resultantes das intervenções estão sendo reaproveitados, em acordo com o conceito de Estádio Verde. A previsão é de que a demolição da geral e de parte da arquibancada inferior gere, aproximadamente, 3,8 mil metros cúbicos de concreto e 1,4 mil de alvenaria. Já o rebaixamento do campo de jogo implicará na retirada de 68,8 mil metros cúbicos de terra. Os resíduos gerados nas primeiras demolições (concreto armado, alvenaria, blocos e argamassa), depois de preparados, estão sendo usados na construção de rampas de acesso ao interior do estádio para as máquinas. Os resíduos da demolição integral da geral e de parte da arquibancada inferior estão sendo encaminhados para a Usina de Reciclagem da Prefeitura de Belo Horizonte, localizada no Km 531 da BR 040, distante aproximadamente 14 quilômetros do Mineirão.

No canteiro de obras do Estádio, uma máquina tritura o material demolido e separa objetos metálicos (pregos e parafusos) dos não-metálicos. O concreto, livre das chamadas impurezas e reciclado, poderá ser usado na construção de passeios, calçamento de ruas ou utilizado como base para a aplicação do asfalto. Os resíduos metálicos são encaminhados para a recicladora específica.

Já a terra extraída no processo de escavação para o rebaixamento do campo está sendo utilizada em uma obra de Requalificação Urbana e Ambiental do Ribeirão Arrudas, executada pelo Departamento de Obras Públicas do Estado de Minas Gerais (Deop/MG). Ela é empregada em um aterramento que dará continuidade à Avenida Teresa Cristina, entre os municípios de Belo Horizonte e Contagem.

Atualmente, a Prefeitura de Belo Horizonte possui três Estações de Reciclagem de Entulho:

1 Pampulha - R. Policarpo Magalhães Viotti, 450, Bandeirantes

tel.: 3277-7912

2 Estoril R. Nilo Antônio Gazire, 147, Estoril

tel.: 3277-7092/9645

3 BR-040, Km 531, Jardim Filadélfia

4.3

São Paulo

O exemplo dessa cidade é para enfatizar a importância da implantação de uma infraestrutura com uma logística para reciclagem do resíduo urbano e uma fiscalização eficiente. A quantidade de entulho que passou ser recolhida nos 41 eco pontos municipais espalhados por todas as regiões da cidade- aumentou 54% passando de 90 para 166 toneladas por dia, após julho de 2010, quando a multa por depositar resíduos em locais impróprios subiu de R\$ 500 para R\$ 12 mil e resultou, até agora, em 40 pessoas multadas, 55 detidas e 40 veículos apreendidos, segundo a prefeitura conforme informa a reportagem publicada pelo **Jornal Folha de SP em 17/03/2011**.

Diariamente, a frota da Prefeitura de São Paulo retira cerca de 1.900 toneladas de resíduos das ruas da cidade. O material é proveniente de pequenas obras e reformas.



Figura 4.3 – Quantidade total de resíduos retirados dos eco pontos (Secretaria Municipal de Serviços Públicos de São Paulo)

Em São Paulo até 1(um) m³ diário de entulho pode ser depositado em um dos 41 eco pontos espalhados em todas as regiões da cidade funcionando de 2^a a 6^a feira das 8h00 às 17h00, como solução gratuita para descarte de entulho. Existem caçambas para depósito de diferentes tipos de resíduos, que são encaminhados para quatro aterros inertos ou para as Centrais de Triagem do Programa de Coleta Seletiva Solidária, no caso de papel, plástico, papelão e outros recicláveis.

O primeiro Eco Ponto surgiu em 2003 sob o Viaduto Bresser, e a boa iniciativa tem se multiplicado para dar conta da enorme quantidade de entulho gerada em São Paulo. Em 2008, foram recolhidos mais de 80 mil m³ de resíduos, sendo mais de 50% de volumosos diversos e menos de 10% de recicláveis.

4.4

Fortaleza, Ceará

O Diário do Nordeste, em sua edição de 19/08/2009, publicou a reportagem: “A usina de reciclagem de entulho de Fortaleza vem aumentando a eficiência da construção resíduo zero“ sobre a gestão de resíduo na quarta cidade do País com quase três milhões de habitantes. A Usina de reciclagem de entulhos de Fortaleza (Usifort) vem expandindo atividades e aperfeiçoando técnicas para atingir a meta da construção resíduo zero. Sua mão-de-obra é constituída por 25 funcionários, sendo dez ex-presidiários. O diretor técnico da Usifort, Rodrigo Vieira Botelho, explica que, mesmo o material que já chega segregado passa por

criteroso processo de separação, quando o ferro retirado é retificado para outros usos; o concreto é triturado e outros materiais são segregados para co-processamento, indo quase nada para o Aterro Metropolitano Oeste de Caucaia (Asmoc). Do concreto, é gerada principalmente a multimistura, mas também outros materiais, como argamassa e brita (19 e 25 milímetros).

A multimistura (de granulometria crescente) é mais utilizada na edificação de casas e construção de base e sub-base na pavimentação. Os tijolos são feitos com uma parte de areia de escavação e outra de entulho triturado.

Na obra do Conjunto Habitacional Anita Garibaldi, com 20 unidades construídas pela Prefeitura de Fortaleza, foram usados os tijolos ecológicos encaixados com espaços pré-definidos para as instalações hidráulicas e elétricas, além de conferir conforto termo-acústico não necessitam acabamento.

Já o Conjunto Estação Aracapé foi construído com o uso de formas para concretagem de painéis divisórios no local, possibilitando erguer uma casa em três dias a um custo menor do que com blocos.

A usina em 2008, em conjunto com a Universidade Federal do Ceará (UFC) e a Petrobras, recebeu o Prêmio Odebrecht de Contribuição da Engenharia para o Desenvolvimento Sustentável com proposição de um pavimento ecológico para a cidade de Fortaleza a partir do aproveitamento de resíduos.

Depois das 32 unidades do Conjunto Estação Aracapé, já estão previstas mais 380 unidades no Jangurussu e 522 no Mondubim. Além disso, está prevista a construção de uma nova usina, no município de Caucaia, com o apoio da Prefeitura.

5

Sustentabilidade – Projetos + Reaproveitamento dos detritos

5.1

Projetos eficientes = menor geração de resíduos

O caminho para a sustentabilidade na construção civil é aumentar a eficiência dos processos construtivos para a diminuição do desperdício, no Brasil em algumas regiões a perda chega a 33% em contraposição a média mundial de 10%. A causa dos desperdícios, na maioria das vezes, inicia no projeto como vimos no capítulo anterior, é preciso projetar as edificações com técnicas construtivas que priorizem as premissas abaixo:

- Projetar pensando no final da vida útil da edificação é um importante passo no processo construtivo que busca sustentabilidade, menos quantidade de detritos e uniformidade na composição para facilitar a segregação.

- O estudo preliminar de arquitetura deve contemplar o plano de demolição e reuso dos materiais existentes como parte do projeto.

- Projetar percursos de tubulações sem necessidade de quebrar alvenaria para embutir.

- Utilizar com critério a variedade de tipos de materiais.

- Projetar construções que facilitem o desmonte e o reuso das partes que compõe a edificação.

- A padronização das medidas de cerâmicas e outros materiais pela indústria facilitaria a substituição de uma peça, em vez de uma parede inteira.

As construções antigas, anteriores a década de 60, utilizavam um numero muito menor de diferentes tipos de matérias colados, portanto as demolições ofereciam muitos materiais reaproveitáveis.

Picarelli (1986) que define como sistema construtivo "um conjunto de materiais, elementos e componentes que se utilizam segundo determinadas regras de combinação, para concretizar o objeto arquitetônico". A seguir apresentamos

alguns exemplos de acabamentos e métodos construtivos que facilitam a remoção e reciclagem quase que completa:

5.2

Fundações com estacas removíveis e estruturas metálicas

As construções com peças metálicas são 100% reutilizáveis e/ou recicladas, infelizmente são mais utilizadas em países industrializados que detinham tecnologia de fundição para ligas de melhor qualidade e mais baratas, hoje, porém esta mais difundida sendo viável o custo/benefício para sua utilização em países considerados em desenvolvimento.

Assisti a apresentação da empresa que detém a tecnologia de um sistema de fundação (Figura 5.1) com estacas removíveis que atende as construções de até dois pavimentos, edificações transitórias, ou obras de reforço.



Figura 5.1 – Teste de cravação de estaca removível em Londres – Inglaterra.

Neste tipo de fundação as estacas podem ser reaproveitadas por inúmeras vezes. Utilizando o mesmo equipamento para colocação e retirada da estaca, esse processo de fácil operação utiliza perfis de alumínio retorcidos, tipo broca, com 1m de comprimento aproximadamente, aplicados por impactos de um martelo, os perfis são rosqueados um aos outros a medida que entra no solo, o processo é interrompido quando a resistência atingir o especificado no projeto. “Para retirar as estacas é aplicada uma força de torção e as brocas são retiradas desparafusando”.

5.3

Sistema Construtivo Híbrido utilizando madeira

A construção de madeira é um processo sustentável, a madeira na idade adulta é um material fixador de carbono, renovável, biodegradável e reutilizável diversas vezes. Tratando-se de construções de madeira, o termo improvisação deve ser banido do vocabulário dos profissionais atuantes, sejam eles arquitetos ou engenheiros, composta por vários subsistemas que se interagem, é imprescindível o estabelecimento de detalhes que permitam o desempenho esperado do conjunto. De uma forma resumida, quanto ao projeto, KROPF (2000) afirma que como a madeira pode ganhar umidade ou tornar-se seca, os detalhes construtivos inteligentes devem:

- 1- proporcionar proteção contra a chuva e os raios solares;
- 2 - permitir o rápido escoamento da água;
- 3 - permitir que áreas úmidas sequem com maior facilidade.

No Brasil, algumas instituições destacam-se no desenvolvimento de pesquisa sobre a construção em madeira: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), a Fundação Centro de Desenvolvimento das Aplicações das Madeiras do Brasil (DAM), a Fundação de Tecnologia do Estado

do Acre (FUNTAC) e o Laboratório de Madeiras e de Estruturas de Madeira da EESC/USP.

A madeira é um material renovável e participa decisivamente no equilíbrio ecológico. Ela melhora a qualidade do ar pelo sequestro de carbono, fixação do gás carbônico, pela liberação de oxigênio através do processo fotossintético, manutenção da biodiversidade quando associada ao sistema de manejo florestal, sem contar com a prevenção a áreas sujeitas a erosão.

Além destes benefícios ambientais a madeira é um material, na construção civil, que pode substituir materiais com altos gastos energéticos e de recursos naturais na sua produção. Ela possui uma demanda energética 21 vezes menor que a produção de cimento e quando comparada ao aço, a redução de energia chega a ser 9% menor para sua obtenção conforme comparado na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Energia de Produção

PRODUÇÃO	Concreto	Aço	Madeira
Energia em MJ/m ³	1920	234000	600

Fonte: Miotto, 2008

Em um seminário no Building Center em Londres em Novembro de 2010, sobre o processo construtivo híbrido com utilização de madeira, foram feitas comparações entre aço, concreto, e madeira durante as apresentações.

Nesse contexto a madeira laminada colada torna uma opção muito atrativa (Figura 5.2), sem considerar a ausência de detritos, esse sistema permite utilizar madeira de baixa densidade de qualidade inferior as madeiras de lei, que seriam poupadas como peças estruturais com a introdução dessa tecnologia em larga escala.

O resultado mostrou consideráveis benefícios para o método de madeira em dois exemplos incluindo ar, água e resíduos sólidos conforme tabelas 5.2 e 5.3.

Tabela 5.2 - Comparação de impacto madeira vs aço

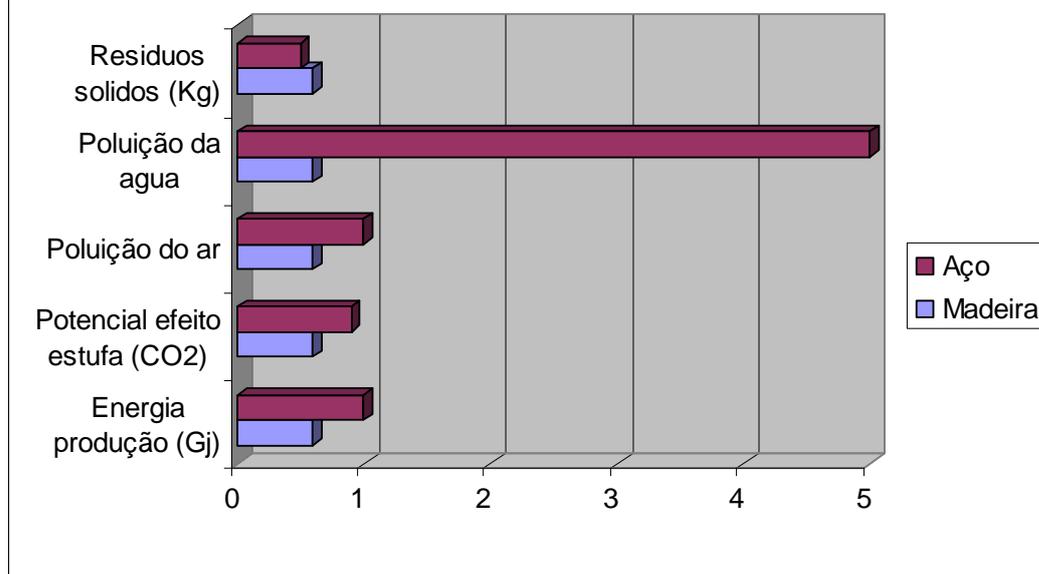


Tabela 5.3 - Comparação impacto madeira vs concreto

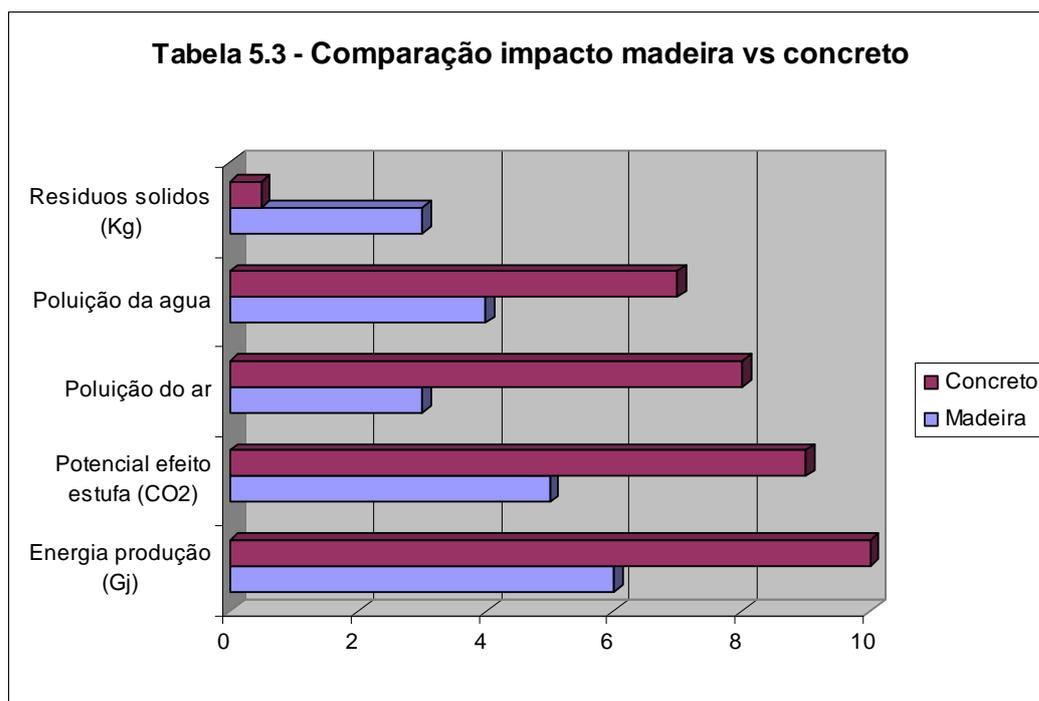
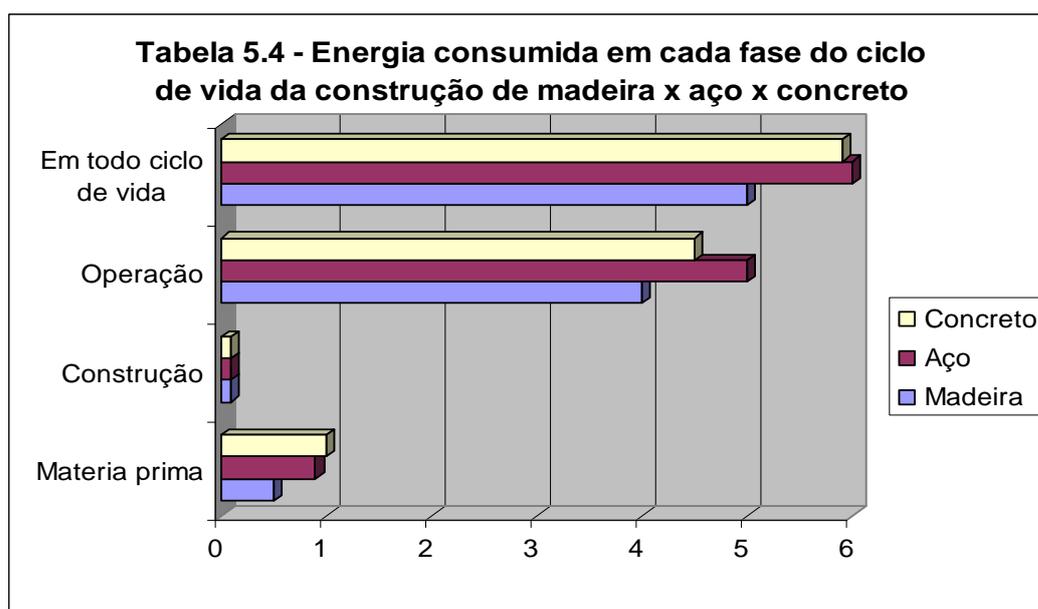


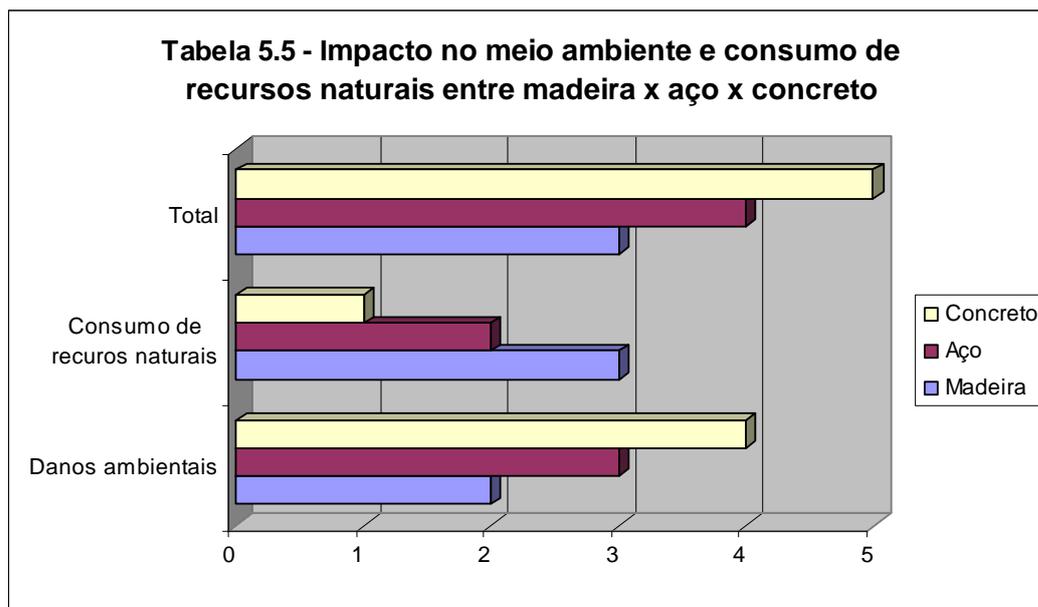


Figura 5.2 – Prédio residencial de apartamentos em madeira em Murray Grove, Londres.

A seguir a mesma comparação de métodos construtivos, porém para a construção de apartamento considerando uma vida útil acima de 50anos, esse estudo realizado pela Beijing University of Technology (BJUT) focou na produção e nas fases de utilização do imóvel. O LCA considerou toda a energia despendida e o fluxo de utilização de recursos naturais dos materiais utilizados, bem como as emissões atmosféricas, poluição da água e do solo. O resultado mostrou que a construção com vigas de madeira consome menos 25% de energia no processo que os outros métodos de aço e concreto.



Fonte: Beijing University of Technology



Fonte: Beijing University of Technology

A utilização de madeira na construção quando executada de forma consciente gera menos detrito pelo aproveitamento do mesmo material em tamanho diferente em diferentes fases da obras, diminuindo o descarte de material em todo o processo construtivo (Figura 5.3). Ainda proporciona uma homogeneidade do detrito final facilitando o direcionamento para reciclagem.



Figura 5.3 – Canteiro de obra na construção de edificações em madeira.

Utilização da madeira na construção civil

O Brasil é destaque pelo potencial de plantio em suas extensas área cultiváveis de reflorestamentos. Mas infelizmente como podemos ver no quadro abaixo, a grande demanda de utilização da madeira na construção no Brasil é para o uso temporário, gerando mais entulho heterogêneo.

Tabela 5.6 – Consumo de madeira serrada amazônica pela construção civil, no estado de São Paulo, em 2001.

<i>Usos na Construção Civil</i>	<i>Consumo</i>	
	1000m³	%
<i>Estrutura de Cobertura</i>	891,7	50
<i>Andaimes e formas para concreto</i>	594,4	33
<i>Forros, pisos e esquadrias</i>	233,5	13
<i>Casas pré-fabricadas</i>	63,7	4
<i>Total</i>	1783,3	100

Fonte: Sobral et al. (2002)

5.4

Fachadas Ventiladas

É um método que utiliza o revestimento externo afastado do fechamento interno da edificação, os painéis externos são fixados com chumbadores em perfis estruturais de alumínio (Figura 5.4).



Figura 5.4 – Fachada ventilada do hotel Surgut – Rússia.
Fonte: BWM Dübel + Montagetechnik GmbH (BWM)

Podem ser utilizados painéis de diversos tipos de materiais como vidro, granito, cerâmica, fibro cimento, etc., conforme mostra a Figura 5.5.



Figura 5.5 – Fachada ventilada de prédio comercial em Zoetermeer – Holanda.
Fonte: BWM Dübel + Montagetechnik GmbH (BWM)

O revestimento externo fica afastado entre 5 a 8 cm criando uma segunda pele na edificação. A variação na densidade do ar entre as temperaturas interna e externa induzem um efeito de funil, dando origem a um fluxo de ar constante ascendente dentro da cavidade. Este fluxo contínuo de ar oferece diversas vantagens;

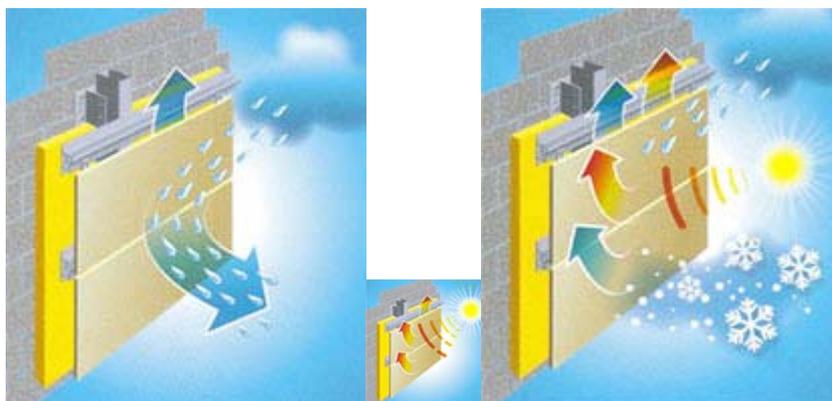


Figura 5.6 – Ilustração de funcionamento da fachada ventilada

O sistema Rain screen é rápido de montar e não requer nenhuma cola, em comparação com a construção tradicional, toda a fachada pode ser desmontada na íntegra sem agregar outros tipos de materiais (Figura 5.7).

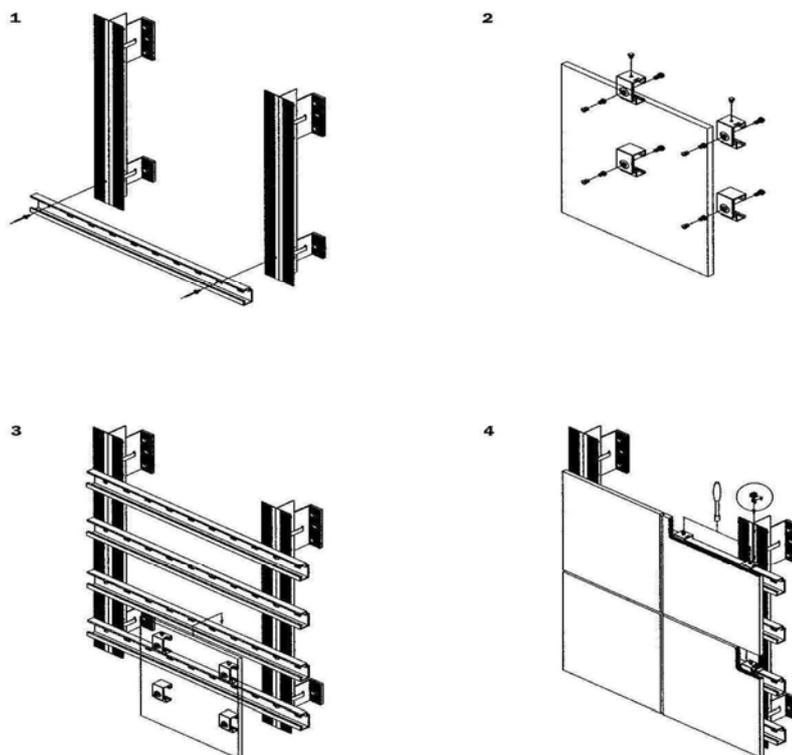


Figura 5.7 – Esquema da sequência de montagem dos painéis de uma fachada ventilada.

Algumas vantagens desse sistema são:

Isolamento Térmico

No verão, o revestimento ventilado torna um escudo térmico natural, que protege contra o ganho de calor da radiação solar directa. A ventilação constante mantém uma temperatura ambiente no interior da cavidade no lado externo da parede interna da edificação, pontes térmicas são eliminadas, pois não há interrupções causadas por lajes.

Economia de energia

Os balanços energéticos calculados para edifícios com fachadas ventiladas sugerem que eles podem reduzir o consumo de energia em até 25% quando comparado com os edifícios tradicionais, sem isolamento térmico.

Isolamento acústico

A cortina da fachada externa aumenta as propriedades de absorção acústica do muro original em até seis dB, o equivalente a uma redução de 50% do nível de ruído dentro do edifício

Prevenção da umidade

A circulação natural do ar no interior da cavidade ajuda a evaporar qualquer umidade presente devido à condensação ou à ação capilar. O quadro estrutural do edifício é mantido absolutamente seco.

Proteção contra intempéries

A fachada ventilada oferece proteção de longo prazo para o edifício contra os raios solares, o vento e a água da chuva dirigida e outros agentes atmosféricos. Estas são uma das principais causas de deterioração exterior atrás de qualquer construção.

Completamente reutilizável

O material que compõe toda a rain screen pode ser removido com todas as partes em separado, sem nenhum adesivo, ela é completamente desmontada, reutilizável. Um produto final completamente sustentável.

5.5

Reaproveitamentos do resíduo da construção civil

A segregação do entulho é necessária para qualquer processo de reciclagem ser eficiente, é condição para atingir um produto final confiável. Nos grandes centros urbanos do Brasil a exigência de segregação para o resíduo da construção civil na origem só é exigida e fiscalizada nos canteiros das grandes obras. Como a maior parte da contribuição do entulho diário tem origem nas obras sem canteiro, o índice de reaproveitamento é desprezível.

Dados levantados por Schneider (2004) sobre a geração dos resíduos da construção civil mostram que essa questão é mundialmente reconhecida. Os Estados Unidos da América, por exemplo, geram, aproximadamente, 136 milhões

de toneladas de resíduos de construção e demolição (RCD) por ano. Os dados mostram também que há nesse país, aproximadamente, 3500 unidades de reciclagem desses resíduos, que respondem pela reciclagem de 25% do total gerado. Já nos Países Baixos, 90% do volume de resíduos gerado pela construção civil é reciclado.

5.5.1

Benefícios da reciclagem do entulho

5.5.1.1

Ambientais

Os principais resultados produzidos pela reciclagem do entulho são benefícios ambientais. A equação da qualidade de vida e da utilização não predatória dos recursos naturais, tabela 5.7, é mais importante que a equação econômica. O mercado consumidor brasileiro de pedra britada entre 1990 a 2007 apresentou a seguinte distribuição: 70% da produção é destinada à mistura com cimento e 30% com asfalto betuminoso. Em 2007, a construção civil demandou 66% do consumo de rocha britada beneficiada, a construção/manutenção de estradas 15%, a pavimentação asfáltica 4% e os artefatos de cimento 3,5% (CAVALCANTI, 1990 conforme ALMEIDA, CHAVES, 2002, p.32; LA SERNA, REZENDE, 2010, p.8).

Os benefícios são conseguidos não só por diminuir a deposição em locais inadequados (e suas consequências indesejáveis já apresentadas) como também por minimizar a necessidade de extração de matéria-prima em jazidas nem sempre é adequadamente fiscalizada. A utilização do agregado reciclado reduz-se, ainda, a necessidade de áreas para a deposição dos resíduos. A demanda por brita em São Paulo.

Tabela 5.7 – Produção de Brita na Grande São Paulo

ANO	PRODUÇÃO (t)
2005	25.753.933
2006	26.975.988
2007	29.764.948
2008	35.158.412
2009	37.619.501

Fonte: Revista Areia&Brita.

5.5.1.2

Econômicos

As experiências indicam que é vantajoso também economicamente substituir a deposição irregular do entulho 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 entulho pode gerar economias de mais de 80% em relação aos preços dos agregados convencionais.¹²

Uma análise financeira considerando o consumo de agregado natural evidencia o potencial financeiro do mercado para a comercialização do similar reciclado:

Como veremos neste capítulo, ensaios comprovam que a utilização do agregado reciclado no traço 1:7 equivale a utilização de agregado natural. O traço 1:7 é utilizado para confecções de artefatos de concretos (blocos, manilhas e etc.), lastros, enchimentos, canaletas de drenagem, etc. Para estimar utilizamos dados da indústria da construção civil de São Paulo, simulando a utilização de brita reciclada no mercado. Na tabela 5.8 no consumo de brita por segmento na coluna da direita está estimado o potencial de utilização do traço 1:7, que pode chegar a 21% do mercado atual.

¹² Fonte: www.ambientebrasil.com.br

Tabela 5.8 – Utilização de brita por segmento

SEGMENTO	PARTICIPAÇÃO (%)	Potencial reciclado	
		segmento	no total
Concreteira	32	0%	0%
Construtora	24	10%	2%
Pré-fabricados	14	80%	11%
Revendedor	10	15%	2%
Usina de asfalto	9	9%	1%
Órgão público	7	50%	4%
Outros	4	50%	2%
Fonte: ANEPAC		Total	21%

O consumo de brita em São Paulo em 2009 foi 37.619.501 ton/ano informado no parágrafo 5.5.1.1 com isso podemos estimar o consumo de agregado reciclado em torno de 7.900.95 ton/ano. A produção anual de resíduo em São Paulo mostrada na tabela 3.1 é fica em torno de 6.292.600 toneladas, desse total, aplicando um índice de reciclável em torno 63%, teremos uma oferta de 3.964.338 ton/ano de agregado reciclado. Como podemos ver todo o resíduo reciclado seria absorvido pelo mercado, o potencial de demanda do mercado é grande, já que os números atuais representaria uma parcela de 10,5% do consumo de brita natural.

Considerando o valor do m³ de brita praticado de R\$ 48,00, estima se um movimento financeiro na ordem de R\$ 190.288.244,00 considerando os números de consumo e reaproveitamento estimados.

5.5.1.3

Social

Na operação dessa rede logística para reciclagem do RCC será utilizado a mão de obra “especializada” das associações de catadores, marginalizada pela sociedade produtiva. Esse caráter de re-socialização é o maior legado para a sustentabilidade do setor.

5.5.1.4

Principais Fatores necessários a uma política de reciclagem:

- Obrigação que um planejamento para reaproveitamento e destino final do resíduo faça parte do projeto;

- Obrigatoriedade de segregação do resíduo por classe na origem, antes do transporte, para qualquer volume gerado;
- Centros para recepção de resíduos em locais estratégicos próximos a concentração de pequenos geradores;
- Implantar uma infra-estrutura eficiente de coleta de resíduo e reposição do material reciclado.
- Conscientizar a população para uma cultura sustentável.
- Elaborar formas de incentivo ao uso do material reciclado nos projetos para criar um mercado consumidor perene com apoio de fornecedores locais.

Pela nova *Lei* nº 12.305/10 do CONAMA, a aplicação da política reversa é um fato, os geradores de entulho serão responsáveis pela reintegração do material ao processo produtivo, cabendo ao governo destacar locais para a sua guarda temporária. Como em alguns países todo o resíduo de construção deve ser reciclado, o único resíduo inerte encaminhado para aterros é o de escavação.

O pequeno índice de resíduo reciclado é o resultado da falta de uma logística para segregação e reciclagem do resíduo do pequeno gerador, que juntos são responsáveis por mais de 60% da total gerado no Rio de Janeiro, conforme informou o presidente da Associação de Aterros do Estado do Rio de Janeiro, Sr. Hércio Maia,

5.5.2

Reciclagem do resíduo da construção civil (RCC)

A Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA/USA) define reciclagem mecânica como "a coleta, processamento, comercialização e uso dos materiais considerados lixo"⁵. Já a definição encontrada em dicionário, traz a reciclagem como "o processo pelo qual passa um *mesmo* material, já utilizado para fazer o mesmo produto ou um produto equivalente".

Pucci (2006) faz, em seu estudo, uma caracterização da cadeia logística do RDC, dentro das exigências estabelecidas pela CONAMA 307/02. O autor observou que a cadeia logística desse resíduo pode ser dividida em dois

subsistemas distintos, e que os mesmos merecem tratamentos específicos, visto a existência de diferentes participantes e etapas em cada um deles.

- **SUBSISTEMA INTERNO À OBRA:** que trata do resíduo gerado por uma tarefa específica, sua segregação, seu acondicionamento no local da tarefa, seu transporte até o local de armazenamento da obra e armazenamento até sua retirada.

- **SUBSISTEMA EXTERNO À OBRA:** compreendendo as etapas de armazenagem do resíduo para retirada, o transporte do resíduo e sua deposição final, sendo que esse subsistema se apresenta muito mais complexo que o primeiro, visto que as responsabilidades por cada etapa pertencem a diferentes interlocutores.

5.5.2.1

Resíduos tipo Classe A - Resíduo Mineral

O maior obstáculo para reciclagem de 100% dessa classe de resíduo esta no grau de pureza diferenciado pelo processo de segregação na fonte geradora. Segundo a NBR nº 15.114/2004, a reciclagem do RCC classe A é o processo de aproveitamento do resíduo após ter sido submetido à transformação, resultando em um produto identificado como agregado reciclado (ABNT, 2004a, p.1). Essa atividade industrial deve ser realizada na “Área de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil” destinada ao recebimento e transformação de resíduos da construção civil classe A, já triados, para produção de agregados reciclados (ABNT, 2004a). Os principais produtos reciclados são: o pó de concreto, pedrisco, britas 1, 2, 3 e 4, bica-corrída, rachão, brita 4.

O uso bruto do entulho como material é a maneira mais barata e primaria, mas esse método esta condicionado a distancia que encarece o transporte desencorajando o seu uso.



Figura 5.8 – Pavimentação utilizando agregado reciclado (Depto Engenharia de Transporte da USP).

Outra forma de reaproveitamento é como matéria prima de agregado nas massas após analisado e processado. Essa utilização não sofre a influencia do deslocamento porque poderá ser processado em local próximo para a sua reutilização. Para um maior grau de pureza, países como Japão e Holanda utilizam técnicas sofisticadas que não seriam viáveis no Brasil pelo baixo custo desse recurso natural em abundancia.

O uso do resíduo mineral em substituição aos agregados possibilitaria a reciclagem completa dessa classe mineral de resíduo Figura 5.9, bem como diminuiria a exploração de jazidas.



Figura 5.9 - Resíduo granulado estocado no canteiro da Arcoenge – obra moinho

Um estudo realizado pelo prof. Zordan S, E. (1997), tabelas 5.9 e 5.10, demonstra que quanto mais pobre a mistura do concreto, ou seja, quanto menor a quantidade de cimento no traço do concreto as diferenças de resistências entre o

uso de concreto com agregado reciclado e natural tende a diminuir, igualando no traço 1:7.

Tabela 5.9 – Resistência à compressão 28dias (%)

Traços	Concreto com agregado reciclado	Concreto com agregado natural
1:3	61%	100%
1:5	69%	100%
1:7	100%	100%

Fonte Zordan, S E - Unicamp

Tabela 5.10 – Resistência à compressão 60dias (Mpa)

Traços	Concreto com agregado reciclado	Concreto com agregado natural
1:3	32,00	57,90
1:5	23,00	36,30
1:7	17,10	17,60

Fonte Zordan, S E - Unicamp

5.5.2.1.1

Os principais usos aos produtos reciclados são:

- Reforço de subleito
- Base para estradas (nivelador)
- Sub-base para pavimentação de estradas e estacionamentos
- Base para trabalhos de terraplenagem
- Cobertura de estradas vicinais
- Passeios para ciclistas e pedestres
- Base para bermas
- Camada de drenagem
- Agregado para produção de materiais de construção
- Gabiões
- Lastro
- Concreto celular para enchimentos
- Concreto em geral não estrutural

5.5.2.1.2

As etapas do processo de reciclagem do entulho na usina

1 - Recepção: o material é inspecionado na portaria para verificar a sua composição e o grau de contaminação.

2 - Seleção: os materiais recicláveis são separados manualmente pelas cooperativas de catadores trabalhando no setor de triagem dentro da usina, uma solução eficaz e sócio-ambiental, como sugere a nova lei para os resíduos.

3 - Operação de britagem: os resíduos são levados pela pá-carregadeira até o alimentador vibratório do britador de impacto e, por gravidade, para a calha simples e ao transportador de correia. Após a britagem, há eliminação de pequenas partículas metálicas ferruginosas pela ação de um eletroímã sobre o material reciclado conduzido pelo transportador de correia.

4 - Estocagem em pilhas: o material reciclado é acumulado sob o transportador de correia.

5 - Expedição: é feita com o auxílio de pá-carregadeira, dispondo o material reciclado em veículos apropriados.

Pesquisadores do laboratório de engenharia da Universidade de São Paulo (USP) adaptaram uma técnica que é utilizada em mineração está sendo aplicada para melhorias do grau de pureza dos agregados reciclado. Depois de triturar o entulho uma máquina que usa água e a força da gravidade faz uma seleção. As pedras e a areia de qualidade são mais pesadas e ficam no fundo. Segundo os pesquisadores, o produto atende a todas as exigências da Associação Brasileira de Normas Técnicas. “Pode ser usado pra edifícios, para blocos, para concreto, para todas as aplicações de construção civil”, diz a pesquisadora Cristina Ulsen.

No Rio de Janeiro a argamassa reciclada já é itemizada no caderno de Índice do SCO da Prefeitura, conforme tabela 5.11 abaixo:

Tabela 5.11 – Composição SCO

Itens do SCO da Prefeitura para agregados reciclados: podem servir de base para estudo econômico					
Pesquisa realizada em 27/01/2010 12:12 hs					
Mês/Ano de Referência: 11/2009					
Item Elementar	Antigo	Descrição	Und. de Medida	Preço R\$	Ocorrências
MAT002710	003570	Agregado reciclado de resíduo da construção civil - equivalente a 0,7 vezes ao elementar MAT018400		m3	21,00
MAT002711	003575	Agregado reciclado de resíduo da construção civil - equivalente a 0,8 vezes ao elementar MAT018400		m3	24,00

Fonte Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro

5.5.2.2

Resíduo Classe B

Esse tipo de resíduo segregado tem uma vasta cadeia de reciclagem já instalada. No Rio vidros, plásticos, papelões tem uma rede auto-sustentável, os centros de reciclagem recolhem os materiais de grandes geradores, ou pequenos depósitos alimentados por catadores, acumulam para depois transportá-los para indústrias dos setores.

5.5.2.2.1

Papel Papelão

Os sucateiros recolhem e enviam o material para depósitos. Onde o papel é enfardado em prensas e depois encaminhado aos aparistas, que classificam as aparas e revendem para as fábricas de papel como matéria-prima. Ao chegar à fábrica, o papel entra em uma espécie de grande liquidificador, chamado "Hidrapulper", que tem a forma de um tanque cilíndrico e um rotor giratório ao fundo. O equipamento desagrega o papel, misturado com água,

formando uma pasta de celulose. Uma peneira abaixo do rotor deixa passar impurezas, como fibras, pedaços de papel não desagregado, arames e plástico.

Em seguida, são aplicados compostos químicos - água e soda cáustica - para retirar tintas. Uma depuração mais fina, feita pelo equipamento "Centre-cleaners", separa as areias existentes na pasta. Discos refinadores abrem um pouco mais as fibras de celulose, melhorando a ligação entre elas.

Finalmente, a pasta é branqueada com compostos de cloro ou peróxido, seguindo para as máquinas de fabricar papel.

5.5.2.2.2

Vidro

A reciclagem possui papel de destaque na indústria vidreira. Com um quilo de caco de vidro se faz outro quilo de vidro, com perda zero e sem poluição para o meio ambiente. Além da vantagem do reaproveitamento de 100% do caco, a reciclagem permite poupar matérias-primas naturais como areia, barrilha e calcário. (Fonte: site ABIVIDRO – Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro).

Como normalmente os vidros de embalagem são do tipo sodo-cálcico, apenas as sucatas de vidro com essa natureza química são aceitas para reciclagem, como garrafas, potes e frascos.

Os vidros de janelas, espelhos, cristais, pirex e similares podem ser reciclados, porém não devem ser incluídos junto com os vidros de embalagem. Esses vidros não-recicláveis pela indústria de embalagens de vidro podem ser usados como insumo em produtos tipo argamassa, etc.

5.5.2.2.3

Metais

Origem: tubulações, vergalhões, esquadrias, fôrmas, ferramentas.

Reciclagem e cuidados: são encaminhados como sucata para depósitos de ferro-velho ou siderúrgicas. Atualmente, a maior parte do aço dos vergalhões produzidos no Brasil vêm de reaproveitamento de sucata, oriunda, sobretudo de navios antigos.

5.5.2.2.4

Plásticos

Origem: fiação, tubulações, diversos.

Reciclagem e cuidados: os materiais são encaminhados para indústrias especializadas nesses compostos que, após processar o material, podem recolocá-lo no mercado, inclusive em outras utilizações, como embalagens.

5.5.2.2.5

Madeiras

Origem: fôrmas, escoramentos, sobras da carpintaria, demolição, ou marcenaria.

Reciclagem e cuidados: As madeiras comuns, tais como pinho, e outras madeiras menos nobres são vendidos para empresa que fragmenta. A reciclagem é dificultada se o material estiver pintado, pois a tinta pode ser tóxica. Em geral, a madeira é empregada para a produção de chapas de madeira aglomerada ou, em casos mais raros, usada na alimentação de fornos.

As madeiras nobres são disputadas por depósitos de materiais de demolições assim como louças metais, esquadrias, e outros.

Um exemplo é a Demolidora Sólton, em Cotia SP, tem um depósito para venda de material de demolição com as fotos no site <http://www.demolidorasolon.com/pag-mater-demol-02.htm> para a venda.

O **anexo três** do presente trabalho é uma relação de locais que recebem produtos Classe B para reciclagem no Rio de Janeiro:

5.5.2.3

Resíduos Classe C e D

O resíduo classe D precisa de uma licença especial para transporte. Ambos são quimicamente reprocessados por diversas empresas cadastradas no INEA com licença operacional. Esses resíduos depois de reprocessados fazem parte de um “blend” para utilização como insumo em outros setores industriais ou para

descarte final, conforme explicação do Sr. Antonio Lacerda, diretor da empresa ESSENCIS, especializadas em resíduos Classe C e D.

Na foto abaixo o resíduo tipo classe 1, telhas de amianto, estão no canteiro de obra da Arcoenge, aguardando o manifesto do INEA para ser transportado ao destino final. O Anexo 3 é um modelo de manifesto seriado emitido no site do INEA, onde estão discriminados os três responsáveis solidários, o gerador, o transportador, e o receptor final, este ultimo tem que ter licença de instalação e licença de operação junto ao INEA.



Figura 5.10 – Resíduos de materiais classe C e D aguardando transporte (Arcoenge)

O resíduo de gesso não pode misturar com os resíduos cimentícios, pois a mistura expande em contato com a água e prejudica o desempenho do material mineral reciclado. No caso de revestimento de gesso em paredes de alvenaria, a proporção de gesso é inferior ao limite de comprometimento. O maior cuidado deve ser tomado com paredes e forros de gesso acartonado.

O resíduo de gesso segregado é retirado por uma intermediador para ser vendido como insumo para a indústria do cimento, ou ir para aterro controlado.

Projeto Logístico para o entulho no Rio de Janeiro

O resíduo da construção civil no Rio de Janeiro flui por dois caminhos bem distintos, o primeiro é o entulho gerado e processado pelas obras regulares com canteiros planejados para segregar, com empresas regulares de coleta, e grandes demolições com reprocessamento do entulho classe A no próprio canteiro. O segundo é o resíduo gerado por obras de reformas e/ou obras sem canteiros organizados, composto de todas as classes num mesmo recipiente é jogado, sem segregação, em aterros impróprios gerando grande impacto ambiental. Esse é o destino de mais da metade do resíduo gerado na cidade por milhares de pequenas obras espalhadas pela cidade que somados representam mais de 50% do volume diário gerado na cidade.

Para a reciclagem do resíduo deste segmento é necessário implantar uma logística reversa para transformar esse processo industrial linear em um processo de cadeia produtiva circular, reprocessando o resíduos e inserindo de volta a cadeia produtiva. Os organogramas das figuras 6.1 e 6.2 expõem as diferenças de sustentabilidade entre os dois ciclos:

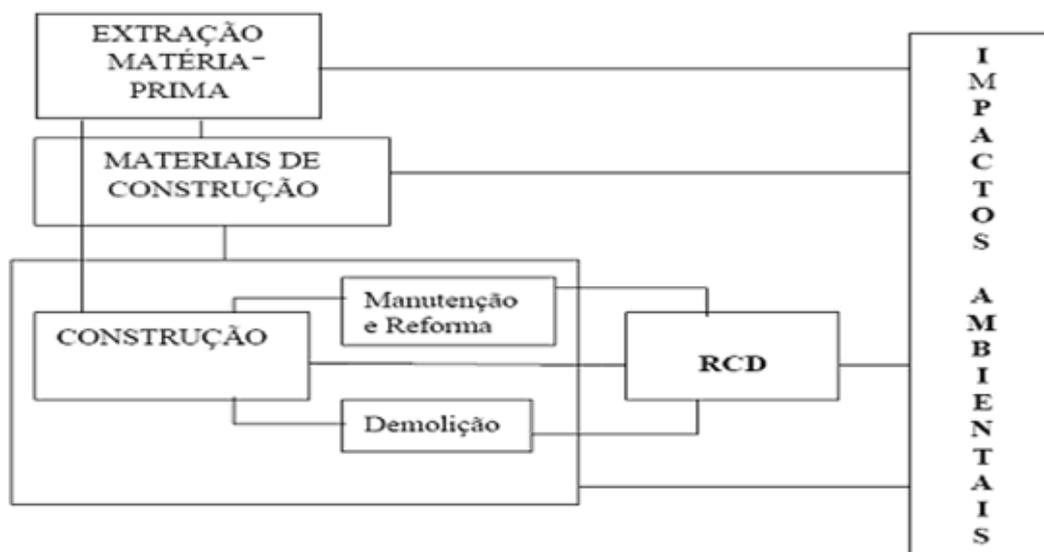


Figura 6.1 – Produção em ciclo linear

Fonte: PUT apud SCHNEIDER (2003, p.46).

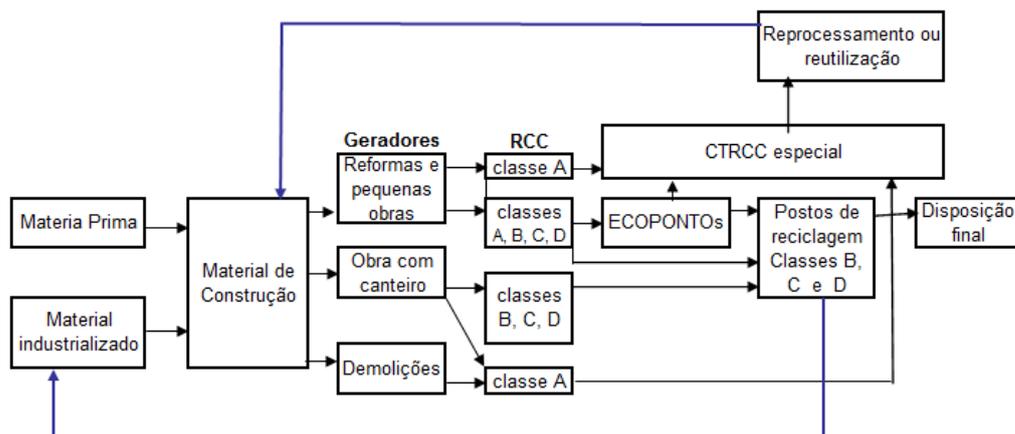


Figura 6.2 – Produção com ciclo circular

O organograma acima é a proposta desse trabalho para uma logística de caráter sustentável para o resíduo da construção civil no Rio de Janeiro. A premissa é dar condições aos pequenos geradores para segregar o resíduo antes do transporte, em seguida exigir o cumprimento e punir por falta desse procedimento.

6.1

Participantes

Os participantes deverão ser os mesmos integrantes com as suas participações atuais, a metodologia e objetivos que terão nova ordenação e critérios, a seguir:

6.1.1

Poder Publico

A regulamentação legal e a infra estrutura cabe ao poder publico no papel de facilitador na mobilização e fiscalização dos participantes do setor. Algumas iniciativas, abaixo listadas, é a parcela de atuação do poder público para implantação dessa nova política para o resíduo da construção civil:

- 1.1 – Divulgação para a mobilização da sociedade consciente.
- 1.2 – Disponibilizar áreas e planejar a infra-estrutura dos ECO Pontos para o recolhimento e transferências de resíduos .

- 1.3 – Coordenar a implantação dos CTRCCs para recebimento, tratamento e destinação reciclada dos resíduos da construção. Com operação de caráter sócio ambiental, utilizará às associações de catadores. Na fase de operação o governo terá o papel de orientador e fiscalizador trabalhando de forma integrada com os ECO pontos, os recicladores específicos, as empresas de coleta, a Comlurb e os aterros controlados.
- 1.4 – Normatizar e fiscalizar as empresas de coleta com base no estatuto da nova rotina para coleta do RCC.
- 1.5 – Fiscalização e punição aos infratores
- 1.6 – Adotar novos procedimentos para obtenção da licença para execução de obras. Implantando a obrigatoriedade de notificação à Região Administrativa de qualquer geração de RCD. Constará no “Documento de Notificação de Obra” o local da geração, as classes dos resíduos gerados, e a estimativa de volume.
- 1.7 – Criar mercado pioneiro incentivando a utilização de produtos reciclados em obras publicas.

6.1.2

Geradores

Define como gerador o proprietário do imóvel e/ou empreendimento e seus contratados. O gerador terá que notificar ao órgão municipal, na sua região administrativa, em formulário que deverá constar a estimativa de resíduo, a empresa que irá transportar e o destino de transbordo. Será obrigatório a segregação do entulho antes de depositar nas caçambas. As caçambas só poderão trafegar com resíduo segregado e com o documento de permissão emitido pela prefeitura obtido com notificação de geração. O resíduo poderá ser acondicionado na caçamba divididos em classe A, classe B, e classe C + D. Para quantidades inferior a 1m³ por dia o gerador poderá levar gratuitamente o resíduo segregado até um ECO Ponto próximo a obra.

6.1.3

Empresas de coleta de entulho

As empresas de coleta de caçamba não irão transportar sem a autorização da prefeitura e/ou com o entulho não segregado. A empresa de coleta poderá levar o resíduo segregado ao CTRCC especial independente da classe segregada, pagando o preço de mercado dos demais Centro de transbordo. Na chegada ao CTRCC a caçamba será vistoriada, se o entulho estiver mais de 90% segregado será liberado o transbordo sem multas. Essa margem de 10% é para impurezas involuntárias. Se a caçamba não estiver com o resíduo segregado deverá pagar uma multa, justificada pela dificuldade de segregação e/ou perda do material reciclado para reintegração ao processo industrial. As empresas de coleta poderão levar o entulho para qualquer centro de tratamento, durante o trajeto poderá ser fiscalizada. Na contratação do serviço pelo gerador, a empresa de transporte deverá informar ao gerador onde será o local do transbordo, para este informar previamente ao órgão público através do formulário de notificação.

6.1.4

Associações de catadores

As associações de catadores irão operar os ECO Pontos e os centros de tratamentos resíduos da construção civil, coordenados e fiscalizados por uma gestão mista com a iniciativa privada, fiscalizado pelo poder público. As associações de catadores poderão comercializar os resíduos das classes A e B para reutilização específicas de reciclagem. Os resíduos das classes C e D terão destino específico de tratamento e deposição final conforme a portaria 307 do CONAMA.

6.1.5

Centros de tratamentos de resíduos

O papel da usina de tratamento é a recepção, seleção, tratamento, armazenamento e reposição ao mercado. Serão operados por associações de catadores coordenados e fiscalizados por uma gestão mista a ser criada, com uma administração independente em busca da autonomia financeira. Os centros

poderão ter pesquisas de universidades para novos processos de reciclagem. As atividades de caráter social como escolas profissionalizantes, e outros canais socializantes.

6.1.6

Aterros existentes

Os aterros para resíduos classes A e B deverão ser extintos a medida que a nova logística evolua. No futuro os aterros controlados só poderão receber resíduos Classe C e D para destinação final. Os materiais de escavação poderão ser transbordados em locais para fins de aterro ou para cobrimento de aterros controlados.

6.1.7

Universidades

O preparação dos futuros profissionais da área com a preocupação para a reciclagem de resíduo é fundamental para o sucesso perene dessa nova ordem. Inserir uma disciplina no currículo acadêmico para capacitar o planejamento do reaproveitamento e o destino do resíduo da obra como parte do projeto.

As universidades poderão também ter centros de pesquisas nos CTRCC para estudos de novos materiais e novas formas de utilização.

6.1.8

Conselhos de classe CREAs, IAB, etc.

Aos conselhos caberia a divulgação da importância do comprometimento dos profissionais da classe com esses procedimentos.

6.1.9

Sociedade em geral

Consciente do benefício que essa política sustentável trará para futuras gerações ajudará a difundir o hábito e fiscalizar os maus cidadãos.

6.2

Como funciona?

Para exemplificar uma reforma de um apartamento de sala e quarto na zona sul do Rio de Janeiro:

Primeiro passo: Fazer estimativa da quantidade e das classes de resíduos (CONAMA 307) que serão gerados e entregar na Região Administrativa para autorização de transporte.

O segundo passo: Retirar separadamente os elementos construtivos por classes distintas para levar ao ECO ponto da área, volume diário inferior a 01m³, ou se for superior, depositar em caçambas separadas por classe. Utilizar a caçamba mesmo com pouco volume é uma opção do gerador.

Qualquer que seja a opção do gerador a caçamba só deverá ser retirada se estiver autorizada e com o resíduo segregado, independente do volume. A deposição dos resíduos nos ECO Pontos será gratuita. O transporte do material do ECO Ponto até aos CTRCC deverá ser feito pela COMLURB, que não faria mais coleta grátis a domicílio.

6.3

ECO Pontos

São instalações preparadas para receber o resíduo segregado por classe. Sua localização irá depender da disponibilidade das áreas, mas devem ser próximas as regiões de concentração de pequenos geradores. Os ECO Pontos não recebem materiais orgânicos. São destinados aos resíduos da construção civil e domésticos não orgânicos.

Instalados em áreas públicas que poderão ser edificadas ou não. O dimensionamento do Eco ponto poderá ser alterado para receber a quantidade estimada pela Região Administrativa da área em um determinado período.

A localização e a logística de recolhimento serão adaptadas em função da disponibilidade de áreas públicas na cidade, podendo utilizar vias secundária, largos, áreas sob viadutos, estacionamentos, pátios obsoletos que poderão abrigar ECO Pontos temporários ou não. Os compartimentos para acondicionamentos dos resíduos nos ECOS Pontos poderão ser caçambas fechadas, abertas, ou containeres dimensionados pela previsão de demanda fornecida pela RA da área. Os ECO Pontos em edificações permanentes dará apoio logístico e administrativo aos temporários.

Para a implantação dos ECO Pontos deverão ser previstas as seguintes condições:

I – cerca de isolamento na área de operação de modo a impedir o acesso de animais e pessoas estranhas à atividade;

II - recepção diferenciada no portão de acesso com identificação da área de origem e dos resíduos a serem recebidos.

III - cerca viva arbustiva ou arbórea ao redor das instalação definitivas quando os aspectos relativos à vizinhança, ventos dominantes e estética o exigirem.

IV - deverá dispor de áreas específicas, fisicamente diferenciadas, que possibilitem a disposição, em separado de resíduos com características e densidades diversas.

V – deverá ser previstos vasilhames para recebimento de tintas e solventes em segurança.

VI – deverá ser previstos equipamentos e procedimentos de segurança de combate a incêndios.

V – deverá ser sinalizado com placa de identificação visível, junto à sua entrada, na qual deverão constar, também, os tipos de resíduos recebidos.

A coleta diária dos resíduos acondicionados nos ECO Pontos deverá ser realizada pela COMLURB, que emitirá relatórios semanais de entrada e saída de material classificado por classe, origem e destino.

6.4

Centros de tratamento dos resíduos da construção civil – CTRCC

Segundo a NBR nº 15.114/2004, a reciclagem do RCC classe A é o processo de aproveitamento de um resíduo após ter sido submetido à transformação, resultando em um produto identificado como agregado reciclado (ABNT, 2004a, p.1). Essa atividade industrial deve ser realizada na “Área de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil” destinada ao recebimento e transformação de resíduos da construção civil classe A, já triados, para produção de agregados reciclados (ABNT, 2004a).

As usinas de tratamento do resíduo de classe “A” objetivam reciclar o resíduo da construção civil para substituir a brita e a areia em elementos da construção civil que não tenham função estrutural. A produção das usinas de reciclagem tem semelhança com atividades de mineração nas fases de redução e transporte por correia, que determinam a movimentação de materiais demarcando o roteiro das operações.

Muitas vezes na implantação das usinas de reciclagem de entulho, se utilizam equipamentos usados, vindos de mineradoras. Nos quadros abaixo, se descreve as principais características dos britadores usuais das usinas brasileiras a partir de LIMA (1999) e LEITE (2001).

Tabela 6.1 – Características do britador de mandíbulas

Características	Dotado de câmara de britagem onde o material é rompido por compressão (literalmente mastigado) Não reduz em muito as dimensões dos grãos, gerando alta percentagem de graúdos. Excelente para separar as ferragens do concreto.
Vantagens:	Baixo custo de manutenção; melhores curvas granulométricas; agregados mais adequados para o uso em concretos.
Desvantagens	Necessidade de britagem secundária para maior geração de finos; menor produtividade que os britadores de impacto; alta emissão de ruído; grãos lamelares, com linha de fratura muito pronunciadas, que podem gerar pontos fracos nas aplicações.

Tabela 6.2 – Características do britador de impacto

Características	Agregados britados pelo choque com martelos maciços fixados a um rotor e com placas fixas de impacto. Britador mais empregado nas recicladoras, pois atende à várias especificações, utilizado em britagem primária e secundária; fornece grãos com granulometria mais adequada para obras de pavimentação.
Vantagens:	Processa peças de concreto armado ou madeira; alta redução das peças britadas; geração de grãos cúbicos de boas características mecânicas; baixa emissão de ruídos.
Desvantagens	Alto custo de manutenção, com trocas periódicas de martelos e placas;

Tabela 6.3 – Características do moinho de martelos

Características	Sistema de ruptura semelhante aos britadores de impacto, pelo impacto de martelos e placas fixas; entrada de material relativamente pequena; geração de alta porcentagem de miúdos, possui grelha na abertura de saída, o que impede que materiais graúdos saiam da câmara; utilizados em geral como britador secundário conjuntamente com o de mandíbulas.
Vantagens:	Boa geração de finos
Desvantagens	Necessitam de material proveniente de britagem primária; baixa produção; com a retirada da grelha obtêm-se também graúdos, porém com baixa geração destes.

Os equipamentos de redução são fixos ou semimóveis, a escolha do britador, que pode ser de impacto ou mandíbula, depende das condições determinantes da quantidade de RCC a reciclar, pelas dimensões dos blocos presentes no RCC e pela granulometria necessária ao agregado reciclado quando de seu emprego (SALVADOR, 1999).

Para Angulo existe uma grande variedade de técnicas que podem ser utilizadas para melhorar a qualidade do agregado reciclado que podem reduzir as proporções de finos e de materiais orgânicos e leves (ou porosos), melhorando a qualidade do agregado reciclado, exemplos a seguir:

1 - Scrubber - Um tambor cônico com barras elevatórias na forma de espiral, alimentado longitudinalmente. O agregado reciclado juntamente com a água é inserido no tambor. O material sólido é levantado pelas barras elevatórias e cai sobre a polpa dentro do scrubber, gerando intensa atrição, que limpa as

partículas. A água é alimentada em contracorrente e conduz as partículas leves, compostas por material orgânico leve e por finos, na direção da alimentação, sendo desaguado em uma peneira; a água utilizada no processo é recuperada e recirculada. O movimento é responsável pela intensa lavagem e conduz o agregado lavado até a outra extremidade, onde é retirado do banho, desaguado e descarregado. (ÂNGULO *et al.*2009)

2 - Dosador de agregados, classificadores pneumáticos – Equipamento de separação da fração leve do agregado, por via seca, que utiliza corrente de ar, sendo a ascendente mais eficiente. Ele pode ser colocado sobre os pontos de transferência das correias. (ÂNGULO *et al.*2005a)

3 – Jigues - Equipamentos que separam partículas leves das mais pesadas, por via úmida através de concentração gravítica, e que operam entre 19 e 4,8 mm. Podem reduzir as proporções de finos e de materiais orgânicos e leves (ou porosos), melhorando a qualidade do agregado reciclado. A jigagem é descrita por muitos autores como a etapa efetiva para separar materiais de alta porosidade (baixa massa específica aparente) dos menos porosos (ÂNGULO *et al.*2009).

A opção por uma usina fixa e a implantação de equipamentos que melhorem a produção necessita de estudo do impacto de vizinhança. A localização estratégica da usina considerando custo da área, mercado consumidor, atenua os custos com transporte. Instaladas em terrenos públicos estrategicamente localizados, com área mínima de 6.000m², devem ser cercados e dotados de pontos de aspersão de água de forma a reduzir o excesso de poeira. Para evitar a poluição sonora, as calhas dos equipamentos britadores são revestidas de borracha e as pás-carregadeiras dispõem de silenciadores.

A qualidade do agregado reciclado como material para construção mantém uma correlação com sua aplicação, sendo significativa a interferência das diretrizes ligadas à uniformidade dos RCC, ao controle de recebimentos da matéria prima, do controle do beneficiamento do produto à armazenagem.

O principal objetivo da usina de tratamento especial é de caráter sócio ambiental. A utilização de mão de obra de pessoal marginalizado que vivem do garimpo nos lixões para integração a sociedade é uma atitude social, a reutilização do resíduo que provoca diversos tipos de impacto na sua deposição, e em substituição ao uso de recursos naturais que degradam imensas áreas para a sua extração é de enorme valor ambiental.

A localização, tipo de beneficiamento, volume de produção, mercado alvo deverá ser estudado criteriosamente. Uma análise das perspectivas de crescimento da cidade ditada pelo seu plano diretor e as diretrizes de investimentos são fundamentais para chegar ao modelo ideal da usina para determinada região.

A localização das usinas deve ditar o tipo do material reciclado, por exemplo, a utilização do entulho in natura ou de grande granulométrica é mais comum como material em aterros ou pré-pavimentação, neste caso a melhor localização seria próxima as áreas de expansão urbanas.

Porém a instalação da usina na malha urbana da cidade é um dos requisitos para o sucesso do empreendimento cujo objetivo do material reciclado seria a substituição ao agregado natural, porém traz consigo impactos ambientais no entorno do local, que devem ser combatidos para uma perfeita harmonia entre a população e o sistema de gestão do entulho.

LIMA (1999) caracterizou algumas medidas adotadas para diminuição da emissão de pó e ruídos nas recicladoras de Belo Horizonte, MG, Ribeirão Preto, SP e São José dos Campos, SP, citadas abaixo:

- plantação de cerca viva no entorno da recicladora para contenção de pó e ruído e melhoria da imagem da unidade;
- cobertura do piso da usina com agregado reciclado. O material, quando aplicado sobre o solo e compactado, contribui para a redução da emissão de pó pelo tráfego de veículos (caminhões e pá-carregadeira);
- revestimento do britador com manta anti-acústica e revestimento dos locais de impactos de matérias (tremonhas e calhas de captação de matérias) com mantas de borracha, para diminuir a emissão de ruídos;
- instalação de aspersores no equipamento de reciclagem, nos locais de entrada e saída de materiais, para diminuição de pó;
- redução das alturas de descarga dos materiais em todos os pontos de transferência.

Em Belo Horizonte, MG, quando da instalação da primeira das quatro usinas previstas na cidade, a população do bairro Estoril foi contrária ao ato. Acreditavam que haveria sujeira, mau cheiro e desvalorização da área. Porém, depois de instalada a população aceitou pacificamente, porque não havia ruídos nem nuvens de pó (CONSTRUÇÃO, 1996; apud ZORDAN, 1997). Na segunda

usina, noutro bairro da cidade, a população aceitou muito bem a sua instalação por se tratar de uma área bonita da cidade que, estava em degradação devido às deposições clandestinas de entulho e pelo bom exemplo da primeira usina instalada. A Superintendência de Limpeza Urbana da cidade vem até hoje desenvolvendo programas de conscientização ambiental à população (CHENNA, 2001).

A correlação entre os tipos de resíduos e os locais das usinas é fundamental para o caráter sustentável dessa logística reversa. Além de diminuir o custo do produto no transporte, torna mais ágil o atendimento ao mercado consumidor do produto reciclado. Os Eco pontos têm papel fundamental no direcionamento dos resíduos das classes C e D. Esse vetor, localização da usina/tipo de resíduo, estimulará as empresas coletoras terem maior exigência quanto ao grau de pureza seletiva nas caçambas junto aos geradores, porque o entulho classe “A” mais homogêneo atenderá as usinas mais próximas aos centros urbanos que processam o material reciclado para atender a construção civil como agregado.

O controle no recebimento do resíduo é muito importante para confiabilidade do material reciclado, por exemplo, uma usina que se destina a fornecer areia reciclada não pode receber resíduos de solos na mistura do resíduo classe “A”, muito menos gesso. O resumo do processo em uma usina é representado na figura 6.3:

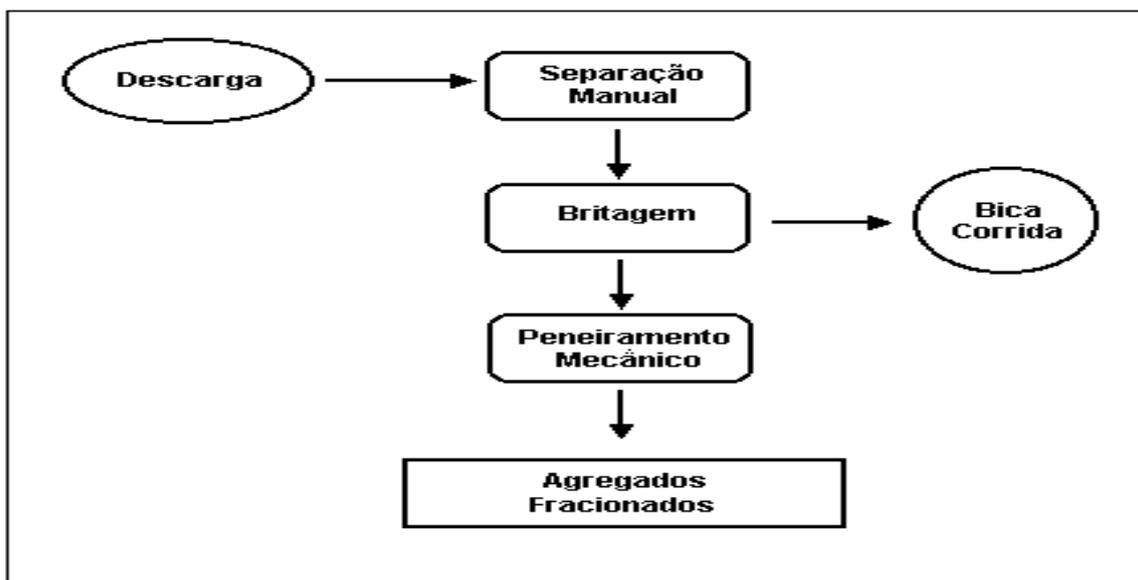


Figura 6.3 – Organograma macro de um CTRCC (centro de tratamento de resíduo da construção civil)

Descrição geral do processo do centro de tratamento:

1) **Descarga:** inicia-se o processo na usina com a chegada do entulho bruto. A descarga é feita em local pré-estabelecido, que permite intensa movimentação dos caminhões e poli-guindastes.

2) **Separação Manual:** nesta etapa são retirados os resíduos como: metais, madeiras, contaminantes, plásticos, papéis e outros materiais que não sejam de frações recicláveis, passíveis de serem vistas pelos separadores.

3) **Britagem:** após o processo de separação, os materiais são levados ao conjunto “alimentador vibratório + britador de mandíbulas + correia transportadora”. Nesta etapa há ainda a remoção de metais de pequenas dimensões, presentes no entulho reciclado, por meio de eletro-ímã localizado pouco acima da correia transportadora.

4) **Agregados em Bica Corrida:** A britagem gera o material reciclado na forma de bica corrida, ou seja, sem nenhuma divisão granulométrica. O agregado é direcionado direto do britador, através da correia transportadora, à baía do material.

5) **Peneiramento Mecânico e Agregados com Divisão Granulométrica:** Os agregados reciclados são transportados, pela correia, do britador diretamente ao peneirador mecânico, onde os agregados já fracionados são alocados em baias abaixo do peneirador. Nesta usina são produzidos quatro faixas granulométricas características à: areia, brita 0, brita 1 e rachão.

6.5

Ponderação Financeiro para nova logística

As instalações dos ECO pontos e as centrais de tratamentos de resíduos são fundamentais para o recolhimento segregado e a reciclagem do RCD. A maior demanda de investimento será na fase de implantação que deverá ficar a cargo do consórcio operador da das usinas de reciclagem.

O custo operacional dessa logística é muito difícil de estimar pela carência de dados oficiais do setor, mas fazendo uma comparação entre o sistema atual, com o recolhimento gratuito domiciliar do resíduo misturado pela Comlurb e/ou utilizando empresas particulares de caçambas, ambos para transbordo in natura em

aterros. A logística proposta continuará com o mesmo padrão de custo para o gerador atual que paga pelo recolhimento com caçamba das empresas particulares, e terá o recolhimento gratuito nos ECO pontos em quantidades limitadas a 1m³/dia.

As empresas coletoras de caçambas continuarão pagando para o transbordo como atualmente. Nos centros de reciclagem as caçambas pagarão preços diferenciados de acordo com o grau de impureza na segregação do resíduo.

O transporte diário dos ECO pontos até o centro de reciclagem deverá ser feito pela Comlurb. A dificuldade de acesso aos custos que a empresa tem com a coleta domiciliar gratuita para RCD não torna possível uma comparação exato dos custos, mas se considerarmos que a coleta na nova logística seria padronizada, em pontos fixos, com o resíduo pré-acondicionado para o transporte ponto a ponto, o valor deverá ser inferior aos atuais, cuja a operação para coleta gratuita do resíduo sem segregação são em diversos pontos espalhados pela cidade. Pela nova concepção de logística o recolhimento gratuito domiciliar de RCD pela Comlurb será extinto, cabendo ao gerador levar ao Eco ponto mais próximo.

A utilização da mão de obra das cooperativas de catadores para operação dos centros de reciclagem será remunerada pela receita operacional. Essa forma operacional estabelece o caráter de reintegração social do trabalhador marginalizado dentro do ambiente que ele operava.

Para incentivar a demanda por agregados reciclados das centrais operadas pelo consórcio, o setor público, estatais, fornecedores e empreiteiras trabalhando para o Estado deverão dar preferências a utilização dos seus produtos para criar um mercado lucrativamente estável.

7

Conclusões

A eliminação do despejo de resíduo da construção civil in natura nos aterros sanitários, lixões ou aterros clandestinos é uma meta que deve ser continuamente perseguida pelo poder público e a sociedade em geral. Como vimos nesse trabalho, lançando mão de ações preventivas nas fases de projeto e de elaboração dos métodos construtivos, incluindo o planejamento prévio das desconstruções, podemos diminuir a geração de resíduo e o desperdício de material de construção.

A solução para reciclagem da quase totalidade do entulho na cidade do Rio de Janeiro depende basicamente de um plano logístico para coleta dos resíduos gerados pelas pequenas obras, visto que em relação aos grandes canteiros de obras já são adotados procedimentos de acordo as especificações normativas da CONAMA 307.

No entanto, mais de 50% do total gerado diariamente na cidade do Rio de Janeiro provém de pequenas obras, em relação às quais não existem critérios para os procedimentos de segregação dos resíduos, transporte e transbordo.

Através de uma logística reversa os resíduos segregados coletados podem retornar à cadeia produtiva, beneficiando o meio ambiente, tanto na extração de novos materiais em jazidas quanto diminuindo o despejo in natura.

Outro aspecto importante da adoção deste plano logístico é a reintegração de catadores avulsos no mercado de trabalho formal, convocados pelas associações de classe sob a coordenação técnica de uma equipe mista multidisciplinar.

É fundamental a liderança do poder público para criação da infraestrutura necessária ao plano logístico, tanto no estabelecimento de normas e procedimentos técnicos para aprovação de projetos quanto na cessão de áreas de recepção de pequenos volumes de resíduos. A participação do poder público, juntamente com os centros de tratamento de resíduos já existentes, é importante para padronizar procedimentos, regular e fiscalizar o setor. O papel mais importante do Governo na fase inicial para a sedimentação da nova logística para

reciclagem do resíduo é criar o mercado consumidor dos produtos reciclados, é preciso criar estímulos utilizando nas obras públicas os materiais reciclados como um “empurrão” inicial ao uso desses produtos, que será seguido por toda a indústria da construção posteriormente.

Uma ampla divulgação de caráter educativo, como realizado na cidade de Belo Horizonte, é essencial para o projeto, visto que seu sucesso e continuidade depende fundamentalmente do apoio, da colaboração e fiscalização por toda a sociedade.

Referências bibliográficas

AGOPYAN, V. et al. *Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras*. São Paulo, 1998 (Relatório final: vol. 1 ao 5).

ALMEIDA, C. Revista Informacion Tecnologica, *La Serena*, Chile, v. 18, n. 2, 2002.

BAUMANN, H.; TILLMAN, A. M. *The Hitch Hiker's Guide to LCA: an orientation in life cycle assessment methodology and application*. Lund: Studentlitteratur, 2004. 543 p.

BERNARDES, A. *Quantificação e classificação dos resíduos da construção e demolição na cidade de Passo Fundo*. Dissertação (Mestrado em Engenharia, Infraestrutura e Meio Ambiente) – Universidade de Passo Fundo, 2006.

BODI, J. *Experiência Brasileira com Entulho Reciclado na Pavimentação*. In: *Reciclagem na Construção Civil, Alternativa Econômica para Proteção Ambiental*, 1997, São Paulo. Anais... São Paulo: PCC - USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1997. 76 p. p. 56-59.

BRITO FILHO, J.A. *Cidades versus entulho*. In: *Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil*, 2, 1999, São Paulo. Anais... São Paulo: Comitê Técnico do IBRACON; CT 206 – Meio Ambiente, p. 56-67, 1999.

CATAPRETA, C.A.; PEREIRA, J.D.; ALMEIDA, A.H. *Avaliação do desempenho das usinas de reciclagem de resíduos de construção civil de Belo Horizonte, Brasil*. XXXI Congresso Interamericano AIDIS . Santiago, Chile, 2008.

CHEHEBE, J. R. B. *Análise do ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000*. Rio de Janeiro: Qualitymark, CNI, 1997. 120 p.

CHENNA, S.I.M. *Programa de educação à distância em gestão integrada de resíduos sólidos: unidade de estudo 2: plano de gerenciamento integrado do serviços de limpeza urbana*. Coordenação Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

CONCRETE. *Concrete re-cycled. Crushed concrete as aggregate*. London, v. 27, n. 3, p. 9-13, may/ jun. 1993.

CONSTRUÇÃO Para não virar pó. São Paulo: Pini, n. 2348, p. 10, fev. 1993.

GONZALEZ, M.A.S.; RAMIRES, M.V.V. *Análise de gestão dos resíduos gerados dentro dos canteiros de obras*. In: *IV SIBRAGEC, I ELAGEC*, 2005, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre, 2005. CD-ROM.

HAHN, N.J.; LAURIDSEN, P.S. 1994. *Sustainability in solid waste management*. In: International Directory of Solid Waste Management. **1994/5 The ISWA Yearbook**. London: James & James, 432 p. 38-40, 1994.

HAMASSAKI, L.T.; SBRIGHI NETO, C.; FLORINDO, M. *Uso do entulho como agregado para argamassas de alvenaria*. In: Seminário sobre reciclagem e reutilização de resíduos como materiais de construção, 1996, São Paulo. Anais... São Paulo: PCC - USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1996. 161 p. p. 109-11.

HERMMAN, C. (2007) – *Maintenance and life cycle management in infrastructure planning*, Notas de Aula, Especialização em Engenharia Urbana e Ambiental, 2007.

JOHN, V.M. *Reciclagem de Resíduos na Construção Civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento*. Tese de Livre Docência. USP. São Paulo, 2000.

KROPF, F.W. *Durabilidade e Detalhes de Projeto – Madeira Arquitetura e Engenharia*. Universidade de Marília. São Paulo, ano q, n1 já e abr 2000

LEVY, S.M.; HELENE, P.R.L. *Reciclagem do entulho de construção civil, para utilização como agregado de argamassas e concretos*. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Dissertação de mestrado. 1997 146 p.

LIMA, S.C. *Escolha de uma área para aterro sanitário e sua implantação - estudos ambientais*. São Paulo: [s.n.], 1991.

NETO, J.C.M. *Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil*. São Carlos: RiMA, 162 p, 2005.

PICARELLI, M. *Habitação uma interrogação*. São Paulo: FAUUSP, 1986.

PINTO, T.P. (Coord.). *Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do Sinduscon-SP*, São Paulo: Obra Limpa: I&T: Sinduscon-SP, 2005.

PINTO, T.P. *Perda de materiais em processos construtivos tradicionais*. São Carlos: Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos (Texto datilografado), 1989. 33 p.

PUCCI, R.B. *Logística de RCC*. Dissertação apresentada Escola Politécnica da USP, 2006.

SCHENINI, P.C.; BAGNATI, A.; CARDOSO, A. COBRAC 2004 · Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário; UFSC Florianópolis, Outubro 2004.

SOARES, S.R.; PEREIRA, S.W.; EFIGÊNICA, BREITENBACH, F.E. 1985. *Análise do Ciclo de Vida de Produtos Cerâmicos da Indústria de Construção Civil*, 2002. Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária Y Ambiental Cancun, México.

SOIBELMAN, L. *As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e seu controle*. Porto Alegre: Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado), 1993. 127 p.

TAVARES, S.F.; LAMBERTS, R. *Consumo de energia para construção, operação e manutenção das edificações residenciais no Brasil*. In VIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído, ENCAC 2005. Maceió, AL. Outubro de 2005. CD-ROM.

ZORDAN, S.E. *A Utilização do Entulho como Agregado na Confeção do Concreto*. Campinas: Departamento de Saneamento e Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. Dissertação (Mestrado), 1997.

Links Relacionados

http://www.abrelpe.org.br/panorama_2008.php

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

www.sindusconsp.com.br

www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho_ind_c.htm

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. Meio Ambiente. Disponível em

<http://portal1.pbh.gov.br/pbh/index.html> , acesso em 10 jan. 2011.

United States Environmental Protection Agency
<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/sqg/c&d-rpt.pdf>

Global Recycling Network
<http://www.grn.com/>

Center of Excellence for Sustainable Development

<http://www.sustainable.doe.gov/search.htm>

Sustainable Building Sourcebook
www.greenbuilder.com/sourcebook/constructionwaste.html

California Integrated Waste Management Board
www.ciwmb.ca.gov/MRT/CNSTDEMO/default.htm

http://www.reciclagem.pcc.usp.br/a_utilizacao_entulho.htm

ANEXO 1

Nova Lei nº 12.305/10 sancionada em 02 de Agosto de 2010

PROJETO DE LEI - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências.

CAPÍTULO I - DAS DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Art. 1º Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dispõe sobre diretrizes gerais aplicáveis aos resíduos sólidos no País.

Art. 2º São diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos:

- I - proteção da saúde pública e da qualidade do meio ambiente;
- II - não-geração, redução, reutilização e tratamento de resíduos sólidos, bem como destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- III - desenvolvimento de processos que busquem a alteração dos padrões de produção e consumo sustentável de produtos e serviços;
- IV - educação ambiental;
- V - adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias ambientalmente saudáveis como forma de minimizar impactos ambientais;
- VI - incentivo ao 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, visando a 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 de serviços públicos de limpeza urbana e 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;
- XI - preferência, nas aquisições governamentais, de produtos recicláveis e reciclados;
- XII - transparência e participação social;
- XIII - adoção de práticas e mecanismos que respeitem as diversidades locais e regionais; e 2
- XIV - integração dos catadores de materiais recicláveis nas ações que envolvam o fluxo de resíduos sólidos.

Art. 3º O Poder Público e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações que envolvam os resíduos sólidos gerados.

Art. 4º Aplicam-se aos resíduos sólidos, além do disposto nesta Lei e na Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, as normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, Sistema Nacional de Vigilância Sanitária - SNVS e pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO.

Art. 5º 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 no fluxo de resíduos sólidos.

Art. 6º Esta Lei não se aplica aos rejeitos radioativos, os quais deverão reger-se por legislação específica.

Seção Única

Das Definições

Art. 7º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

I - análise do ciclo de vida do produto: técnica para levantamento dos aspectos e impactos ambientais potenciais associados ao ciclo de vida do produto;

II - avaliação do ciclo de vida do produto: estudo das conseqüências dos impactos ambientais causados à saúde humana e à qualidade ambiental, decorrentes do ciclo de vida do produto;

III - ciclo de vida do produto: série de etapas que envolvem a produção, desde sua concepção, obtenção de matérias-primas e insumos, processo produtivo, até seu consumo e disposição final;

IV - coleta diferenciada: serviço que compreende a coleta seletiva, entendida como a coleta dos resíduos orgânicos e inorgânicos, e a coleta multi-seletiva, compreendida como a coleta efetuada por diferentes tipologias de resíduos sólidos, normalmente aplicada nos casos em que os resultados de programas de coleta seletiva implementados tenham sido satisfatórios;

V - consumo sustentável: consumo de bens e serviços, de forma a atender às necessidades das atuais gerações e permitir melhor qualidade de vida, sem comprometer o atendimento das necessidades e aspirações das gerações futuras;

VI - controle social: conjunto de mecanismos e procedimentos que garantam à sociedade informações, representações técnicas e participações nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos;

VII - destinação final ambientalmente adequada: técnica de destinação ordenada de rejeitos, segundo normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais adversos;

VIII - fluxo de resíduos sólidos: movimentação de resíduos sólidos desde o momento da geração até a disposição final dos rejeitos;

IX - geradores de resíduos sólidos: pessoas físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, que geram resíduos sólidos por meio de seus produtos e atividades, inclusive consumo, bem como as que desenvolvem ações que envolvam o manejo e o fluxo de resíduos sólidos;

X - gerenciamento integrado de resíduos sólidos: atividades de desenvolvimento, implementação e operação das ações definidas no Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, a fiscalização e o controle dos serviços de manejo dos resíduos sólidos;

XI - gestão integrada de resíduos sólidos: ações voltadas à busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões políticas, econômicas, ambientais, culturais e sociais, com a ampla participação da sociedade, tendo como premissa o desenvolvimento sustentável;

XII - logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social, caracterizada por um conjunto de ações, procedimentos e meios, destinados a facilitar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos aos seus geradores para que sejam tratados ou reaproveitados em novos produtos, na forma de novos insumos, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, visando a não geração de rejeitos;

XIII - resíduos sólidos: resíduos no estado sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem urbana, industrial, de serviços de saúde, rural, especial ou diferenciada;

XIV - reutilização: processo de reaplicação dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química;

XV - manejo de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, com vistas à operacionalizar a coleta, o transbordo, o transporte, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada de rejeitos;

XVI - limpeza urbana: o conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, pelo Distrito Federal e pelos Municípios, relativa aos serviços de varrição de logradouros públicos; limpeza de dispositivos de drenagem de águas pluviais; limpeza de córregos e outros serviços, tais como poda, capina, raspagem e roçada, bem como o acondicionamento e coleta dos resíduos sólidos provenientes destas atividades;

XVII - tecnologias ambientalmente saudáveis: tecnologias de prevenção, redução ou eliminação de resíduos sólidos ou poluentes, propiciando a redução de desperdícios, a conservação de recursos naturais, a redução ou eliminação de substâncias tóxicas presentes em matérias-primas ou produtos auxiliares, a redução da quantidade de resíduos sólidos gerados por processos e produtos e, conseqüentemente, a redução de poluentes lançados para o ar, solo e águas;

XVIII - tratamento ou reciclagem: processo de transformação dos resíduos sólidos, dentro de padrões e condições estabelecidas pelo órgão ambiental, que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, tornando-os em novos produtos, na forma insumos, ou em rejeito.

CAPÍTULO II

DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Art. 8º A Política Nacional de Resíduos Sólidos será desenvolvida em consonância com as Políticas Nacionais de Meio Ambiente, de Educação Ambiental, de Recursos Hídricos, de Saneamento Básico, de Saúde, Urbana, Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior e as que promovam a inclusão social, de acordo com o disposto nesta Lei.

Art. 9º As Políticas de Resíduos Sólidos dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios deverão estar compatíveis com as diretrizes estabelecidas nesta Lei.

Seção Única

Dos Instrumentos

Art. 10. São instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos:

I - Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos;

II - Análise e Avaliação do Ciclo de Vida do Produto;

III - Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental, nos termos do art. 9º, inciso VIII, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981;

IV - inventários de resíduos sólidos em conformidade com o disposto pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA;

V - Avaliação de Impactos Ambientais, nos termos do art. 9º, inciso III, da Lei no 6.938, de 1981;

VI - Sistema Nacional de Informações Ambientais - SISNIMA e o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico - SINISA;

VII - logística reversa;

VIII - licenciamento ambiental;

IX - monitoramento e fiscalização ambiental;

X - cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o

- desenvolvimento de pesquisas e de novos produtos;
- XI - pesquisa científica e tecnológica;
- XII - educação ambiental;
- XIII - incentivos fiscais, financeiros e creditícios;
- XIV - Fundo Nacional do Meio Ambiente e Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; e
- XV - Conselhos de Meio Ambiente.

CAPÍTULO III DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Seção I

Da Classificação dos Resíduos Sólidos

Art. 11. Os resíduos sólidos serão classificados:

I - quanto à origem:

- a) resíduos sólidos urbanos: resíduos sólidos gerados por residências, domicílios, estabelecimentos comerciais, prestadores de serviços e os oriundos dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, que por sua natureza ou composição tenham as mesmas características dos gerados nos domicílios;
- b) resíduos sólidos industriais: resíduos sólidos oriundos dos processos produtivos e instalações industriais, bem como os gerados nos serviços públicos de saneamento básico, excetuando-se os relacionados na alínea “c” do inciso I do art. 3o da Lei no 11.445, de 2007;
- c) resíduos sólidos de serviços de saúde: resíduos sólidos oriundos dos serviços de saúde, conforme definidos pelo Ministério da Saúde em regulamentações técnicas pertinentes;
- d) resíduos sólidos rurais: resíduos sólidos oriundos de atividades agropecuárias, bem como os gerados por insumos utilizados nas respectivas atividades; e
- e) resíduos sólidos especiais ou diferenciados: aqueles que por seu volume, grau de periculosidade, de degradabilidade ou outras especificidades, requeiram procedimentos especiais ou diferenciados para o manejo e a disposição final dos rejeitos, considerando os impactos negativos e os riscos à saúde e ao meio ambiente; e

II - quanto à finalidade:

- a) resíduos sólidos reversos: resíduos sólidos restituíveis, por meio da logística reversa, visando o seu tratamento e reaproveitamento em novos produtos, na forma de insumos, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos; e
- b) rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos acessíveis e disponíveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.

Seção II

Da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

Art. 12. Incumbe ao Distrito Federal e aos Municípios a gestão dos resíduos sólidos gerados em seus respectivos territórios.

Art. 13. É condição para o Distrito Federal e os Municípios terem acesso a recursos da União destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos a elaboração de Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, executados em função dos resíduos sólidos gerados ou administrados em seus territórios, contendo, no mínimo:

I - caracterização do Município;

II - visão global dos resíduos sólidos gerados de forma a estabelecer o cenário atual e futuro no âmbito de sua competência;

III - diagnóstico da situação dos resíduos sólidos identificados no âmbito de sua atuação, contendo a origem, o volume, a caracterização dos resíduos sólidos gerados e formas de destinação e disposição final praticadas;

IV - identificação de regiões favoráveis para disposição final adequada de rejeitos;

V - identificação das possibilidades do estabelecimento de soluções consorciadas ou compartilhadas, considerando, nos critérios de economia de escala, a proximidade dos locais estabelecidos e as formas de prevenção dos riscos ambientais;

VI - identificação dos resíduos sólidos especiais ou diferenciados;

VII - procedimentos operacionais e especificações mínimas, que deverão ser adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, inclusive quanto aos resíduos sólidos especiais ou diferenciados identificados e à disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;

VIII - critérios que deverão ser adotados para a gestão dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos;

IX - estabelecimento de indicadores de desempenho operacional e ambiental;

X - definição das atribuições de todos aqueles que participem de sua implementação e operacionalização;

XI - estabelecimento de programas e ações de capacitação técnica, voltadas à implementação do Plano;

XII - programa social, contendo as formas de participação dos grupos interessados, inclusive com a indicação de como serão construídas as soluções para os problemas apresentados;

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

XIV - programa econômico, contendo o sistema de cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos, a forma de cobrança desses serviços, incluindo os excedentes e a recuperação total dos custos;

XV - descrição das formas de sua participação na logística reversa no âmbito local;

XVI - meios que serão utilizados para o controle dos geradores de resíduos sólidos sujeitos ao sistema de logística reversa no âmbito local e os instrumentos financeiros que poderão ser aplicados para incentivar ou controlar as atividades dele decorrentes;

XVII - procedimentos dos geradores dos resíduos sólidos que requeiram manejo especial ou diferenciado, em função das suas características e do porte de sua

geração e ainda a descrição dos resíduos sólidos urbanos considerados quando aplicado o disposto no art. 6o da Lei no 11.445, de 2007;

XVIII - ações preventivas e corretivas nos procedimentos adotados, incluindo o respectivo programa de monitoramento;

XIX - estrutura de comunicação necessária, para ciência da população quanto à quantidade de resíduos sólidos gerados no âmbito local e aos problemas ambientais e sanitários derivados do manejo inadequado de resíduos sólidos e estabelecimento de canal de comunicação direto com a sociedade local;

XX - periodicidade de sua revisão, considerando o período máximo de quatro anos de vigência do Plano; e

XXI - identificação e monitoramento dos passivos ambientais.

§ 1o Para o caso de resíduos sólidos urbanos gerados pelos órgãos da administração pública deverão ser desenvolvidos procedimentos que contemplem a utilização racional dos recursos e o combate a todas as formas de desperdício.

§ 2o Os Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos deverão ser elaborados em consonância com o disposto na Lei no 11.445, de 2007, bem como atender às particularidades regionais e locais de sua área de abrangência.

§ 3o Decreto do Poder Executivo Federal estabelecerá normas específicas sobre o acesso aos recursos da União de que dispõe o **caput**.

Art. 14. Os geradores dos resíduos sólidos industriais, de serviços de saúde, rurais, especiais ou diferenciados, classificados no art. 11, inciso I, alíneas “b”, “c”, “d” e “e”, desta Lei, deverão elaborar e dar publicidade aos seus Planos de Atuação para os Resíduos Sólidos, com base nos seguintes requisitos mínimos:

I - descrição do empreendimento;

II - visão global das ações relacionadas aos resíduos sólidos, de forma a estabelecer o cenário atual e futuro de seus resíduos;

III - diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados;

IV - objetivos e metas que deverão ser observados nas ações definidas para os resíduos sólidos;

V - procedimentos operacionais de segregação, acondicionamento, coleta, triagem, armazenamento, transbordo, transporte, tratamento de resíduos sólidos e disposição final adequada dos rejeitos, em conformidade com o estabelecido no Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Distrito Federal ou do Município em que a atividade geradora de resíduos sólidos estiver instalada;

VI - previsão das modalidades de manejo e tratamento que correspondam às particularidades dos resíduos sólidos e dos materiais que os constituem e a previsão da forma de disposição final ambientalmente adequada dos respectivos rejeitos;

VII - considerações sobre a compatibilidade dos resíduos sólidos gerados;

VIII - estabelecimento de indicadores de desempenho operacional e ambiental;

IX - descrição das formas de sua participação na logística reversa e de seu controle, no âmbito local;

X - identificação das possibilidades do estabelecimento de soluções consorciadas ou compartilhadas, considerando, nos critérios de economia de escala, a proximidade dos locais estabelecidos para estas soluções e as formas de prevenção de possíveis riscos ambientais;

XI - ações preventivas e corretivas a serem praticadas no caso de situações de manejo incorreto ou acidentes;

XII - definição dos instrumentos e meios para possibilitar a recuperação de áreas degradadas por seu processo produtivo;

XIII - determinação de cronograma para o desenvolvimento de ações de capacitação técnica, necessárias à implementação do Plano;

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

XV - programa social, contendo as formas de participação dos grupos interessados, inclusive com a indicação de como serão construídas as soluções para os problemas apresentados;

XVI - procedimentos e meios pelos quais divulgará aos consumidores os cuidados que devem ser adotados no manejo dos resíduos sólidos reversos de sua responsabilidade, incluindo os resíduos sólidos especiais ou diferenciados;

XVII - periodicidade de sua revisão, considerando o período máximo de quatro anos; e

XVIII - adoção de medidas saneadoras dos passivos ambientais.

§ 1o O Plano de Atuação para os Resíduos Sólidos deverá atender ao disposto no Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município ou Distrito Federal, sem prejuízo das normas editadas pelo SISNAMA e pelo SINISA.

§ 2o O Distrito Federal e os Municípios, com base no respectivo Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, poderão dispensar a elaboração do Plano de Atuação para os Resíduos Sólidos em razão do volume, periculosidade e degradabilidade dos resíduos sólidos gerados.

Art. 15. Para a elaboração, implementação, operacionalização e monitoramento de todas as etapas do Plano de Atuação para os Resíduos Sólidos e ainda, para o controle da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, deverá ser designado profissional técnico responsável habilitado, com atribuições para tanto.

Parágrafo único. Os responsáveis pelo Plano de Atuação para os Resíduos Sólidos devem manter atualizadas e disponíveis para consultas as informações completas sobre a implementação do Plano de sua responsabilidade.

Art. 16. O Plano de Atuação para os Resíduos Sólidos é parte integrante do processo de licenciamento ambiental.

Seção III

Das Responsabilidades

Art. 17. Compete ao gerador de resíduos sólidos a responsabilidade pelos resíduos sólidos gerados, compreendendo as etapas de acondicionamento, disponibilização para coleta, coleta, tratamento e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos.

§ 1o A contratação de serviços de coleta, armazenamento, transporte, tratamento e destinação final ambientalmente adequada de rejeitos de resíduos sólidos, não isenta a responsabilidade do gerador pelos danos que vierem a ser provocados.

§ 2o Somente cessará a responsabilidade do gerador de resíduos sólidos, quando estes forem reaproveitados em produtos, na forma de novos insumos, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos.

Art. 18. O gerador de resíduos sólidos urbanos terá cessada sua responsabilidade com a disponibilização adequada de seus resíduos sólidos para a coleta.

Art. 19. No caso de dano envolvendo resíduos sólidos, a responsabilidade pela execução de medidas mitigatórias, corretivas e reparatórias será da atividade ou empreendimento causador do dano, solidariamente, com seu gerador.

§ 1o A responsabilidade disposta no **caput** somente se aplica ao gerador de resíduos sólidos urbanos quando o dano decorrer diretamente de seu ato ou omissão.

§ 2o O Poder Público deve atuar no sentido de minimizar ou cessar o dano, logo que tome conhecimento do evento lesivo ao meio ambiente ou a saúde pública.

§ 3o Caberá aos responsáveis pelo dano ressarcir o Poder Público pelos gastos decorrentes das ações empreendidas para minimizar ou cessar o dano.

CAPÍTULO IV DO FLUXO DOS RESÍDUOS

Seção Única

Da Logística Reversa

Art. 20. A instituição da logística reversa tem por objetivo:

I - promover ações para garantir que o fluxo dos resíduos sólidos gerados seja direcionado para a sua cadeia produtiva ou para cadeias produtivas de outros geradores;

II - reduzir a poluição e o desperdício de materiais associados à geração de resíduos sólidos;

III - proporcionar maior incentivo à substituição dos insumos por outros que não degradem o meio ambiente;

IV - compatibilizar interesses conflitantes entre os agentes econômicos, ambientais, sociais, culturais e políticos;

V - promover o alinhamento entre os processos de gestão empresarial e mercadológica com os de gestão ambiental, com o objetivo de desenvolver estratégias sustentáveis;

VI - estimular a produção e o consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis; e

VII - propiciar que as atividades produtivas alcancem marco de eficiência e sustentabilidade.

Art. 21. Os resíduos sólidos deverão ser reaproveitados em produtos na forma de novos insumos, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, cabendo:

I - ao consumidor:

a) acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados, atentando para práticas que possibilitem a redução de sua geração; e

b) após a utilização do produto, disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos reversos para coleta;

II - ao titular dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos:

a) adotar tecnologias de modo a absorver ou reaproveitar os resíduos sólidos reversos oriundos dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos;

b) articular com os geradores dos resíduos sólidos a implementação da estrutura necessária para garantir o fluxo de retorno dos resíduos sólidos reversos, oriundos dos serviços de limpeza urbana; e

c) disponibilizar postos de coleta para os resíduos sólidos reversos e dar destinação final ambientalmente adequada aos rejeitos;

III - ao fabricante e ao importador de produtos:

a) recuperar os resíduos sólidos, na forma de novas matérias-primas ou novos produtos em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos;

b) desenvolver e implementar tecnologias que absorva ou elimine de sua produção os resíduos sólidos reversos;

c) disponibilizar postos de coleta para os resíduos sólidos reversos aos revendedores, comerciantes e distribuidores, e dar destinação final ambientalmente adequada aos rejeitos;

d) garantir, em articulação com sua rede de comercialização, o fluxo de retorno dos resíduos sólidos reversos; e

e) disponibilizar informações sobre a localização dos postos de coleta dos resíduos sólidos reversos e divulgar, por meio de campanhas publicitárias e programas, mensagens educativas de combate ao descarte inadequado; e

IV - aos revendedores, comerciantes e distribuidores de produtos:

a) receber, acondicionar e armazenar temporariamente, de forma ambientalmente segura, os resíduos sólidos reversos oriundos dos produtos revendidos, comercializados ou distribuídos;

b) disponibilizar postos de coleta para os resíduos sólidos reversos aos consumidores; e

c) informar o consumidor sobre a coleta dos resíduos sólidos reversos e seu funcionamento.

Art. 22. Os resíduos sólidos reversos coletados pelos serviços de limpeza urbana, em conformidade com o art. 7º da Lei no 11.445, de 2007, deverão ser disponibilizados pelo Distrito Federal e Municípios em instalações ambientalmente adequadas e seguras, para que seus geradores providenciem o retorno para seu ciclo ou outro ciclo produtivo.

§ 1º O responsável pelos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos poderá cobrar pela coleta, armazenamento e disponibilização dos resíduos sólidos reversos.

§ 2º Para o cumprimento do disposto no **caput** deste artigo, o responsável pelos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos deverá priorizar a contratação de organizações produtivas de catadores de materiais recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda.

Art. 23. A implementação da logística reversa dar-se-á nas cadeias produtivas, conforme estabelecido em regulamento.

Parágrafo único. A regulamentação priorizará a implantação da logística reversa nas cadeias produtivas, considerando a natureza do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos sólidos gerados, bem como os efeitos econômicos e sociais decorrentes de sua adoção.

CAPÍTULO V

DOS INSTRUMENTOS ECONÔMICOS E FINANCEIROS

Art. 24. O Poder Público atuará no sentido de estruturar programas indutores e linhas de financiamentos para atender, prioritariamente, às iniciativas:

I - de prevenção e redução de resíduos sólidos no processo produtivo;

II - de desenvolvimento de pesquisas voltadas à prevenção da geração de resíduos sólidos e produtos que atendam à proteção ambiental e à saúde humana;

III - de infra-estrutura física e equipamentos para as organizações produtivas de catadores de materiais recicláveis formadas exclusivamente por pessoas físicas de baixa renda, reconhecida como tal pelo Poder Público;

IV - de desenvolvimento de tecnologias aplicadas aos resíduos sólidos; e

V - de desenvolvimento de projetos consorciados de logística reversa.

Art. 25. Quando da aplicação das políticas de fomentos ou incentivos creditícios destinadas a atender diretrizes desta Lei, as instituições oficiais de crédito podem

estabelecer critérios diferenciados que possibilitem ao beneficiário acessar crédito do Sistema Financeiro Nacional para seus investimentos produtivos, tais como:

- I - cobrança da menor taxa de juros do sistema financeiro; e
- II - concessão de carências e o parcelamento das operações de crédito e financiamento.

Parágrafo único. A existência do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos é condição prévia para o recebimento dos incentivos e financiamentos dos órgãos federais de crédito e fomento.

Art. 26. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, no âmbito de suas competências, poderão editar normas com o objetivo de conceder incentivos fiscais, financeiros ou creditícios, respeitadas as limitações da Lei de Responsabilidade Fiscal, para as indústrias e entidades dedicadas à reutilização e ao tratamento de resíduos sólidos produzidos no território nacional, bem como para o desenvolvimento de programas voltados à logística reversa, prioritariamente em parceria com associações ou cooperativas de catadores de materiais recicláveis reconhecidas pelo poder público e formada exclusivamente por pessoas físicas de baixa renda.

Art. 27. Os consórcios públicos, constituídos com o objetivo de viabilizar a descentralização e a prestação de serviços públicos que envolvam resíduos sólidos, terão prioridade na obtenção dos incentivos propostos pelo Governo Federal.

CAPÍTULO VI DAS PROIBIÇÕES

Art. 28. Ficam proibidas as seguintes formas de disposição final de rejeitos:

- I - lançamento nos corpos hídricos e no solo, de modo a causar danos ao meio ambiente, à saúde pública e à segurança;
- II - queima a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para esta finalidade; e
- III - outras formas vedadas pelo Poder Público.

Parágrafo único. No caso de decretação de emergência sanitária, a queima de resíduos a céu aberto poderá ser realizada, desde que autorizada e acompanhada pelo órgão ambiental competente.

Art. 29. Ficam proibidas, nas áreas de disposição final de rejeitos, as seguintes atividades:

- I - utilização dos rejeitos dispostos, como alimentação;
- II - catação em qualquer hipótese;
- III - fixação de habitações temporárias e permanentes; e
- IV - outras atividades vedadas pelo Poder Público.

Art. 30. Fica proibida a importação de resíduos sólidos e rejeitos cujas características causem danos ao meio ambiente e à saúde pública, ainda que para tratamento, reforma, reuso, reutilização ou recuperação.

Parágrafo único. Os resíduos e rejeitos importados que não causem danos ao meio ambiente e à saúde pública serão definidos em regulamento.

CAPÍTULO VII DAS DISPOSIÇÕES FINAIS

Art. 31. A ação ou omissão das pessoas físicas ou jurídicas que importem inobservância aos preceitos desta Lei e a seus regulamentos sujeitam os infratores às sanções previstas em lei, em especial as dispostas na Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e seus decretos regulamentadores.

Art. 32. Esta Lei entrará em vigor cento e oitenta dias após a data da sua publicação.

Brasília,

EM Nº 58/MMA/2007

Brasília, 4 de julho de 2007.

Excelentíssimo Senhor Presidente da República,

1. Submeto à apreciação de Vossa Excelência o projeto de lei que dispõe sobre as diretrizes aplicáveis aos resíduos sólidos, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e dá outras providências.

2. A geração de resíduos sólidos é um fenômeno inevitável que ocorre diariamente, ocasionando danos muitas vezes irreversíveis ao meio ambiente. A preocupação para com os resíduos é universal e vem sendo discutida há algumas décadas nas esferas nacional e internacional. Acrescido a isso, a expansão da consciência coletiva com relação ao meio ambiente e a complexidade das atuais demandas ambientais, sociais e econômicas, induzem a um novo posicionamento dos três níveis de governo, da sociedade civil e da iniciativa privada em face de tais questões. A crescente idéia de preservação dos recursos naturais e a questão de saúde pública associada aos resíduos sólidos, indicam que a gestão integrada de resíduos sólidos e os processos de tecnologia limpa são caminhos ambientalmente saudáveis, economicamente viáveis e tendem a ser cada vez mais demandados pela sociedade.

3. A primeira Conferência Mundial sobre Ambiente Humano, Estocolmo - 1972, estabeleceu as diretrizes e princípios para a preservação e conservação da natureza e as bases consensuais do desenvolvimento sustentável, que buscam harmonizar o desenvolvimento econômico com a proteção ambiental. Já a reunião da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em 1982, que resultou no Relatório Brundtland, consolidou uma visão crítica do modelo de desenvolvimento adotado pelos países industrializados e mimetizado pelas nações em desenvolvimento, ressaltando a incompatibilidade entre os padrões de produção e consumo vigentes, o uso racional dos recursos naturais e a capacidade de suporte dos ecossistemas.

4. A Conferência das Nações Unidas do Meio Ambiente e Desenvolvimento - Rio 92

- consolidou o conceito de desenvolvimento sustentável como uma diretriz para a mudança de rumos do desenvolvimento global. Este conceito está fundamentado na utilização racional dos recursos naturais de maneira que possam estar disponíveis para as futuras gerações, garantindo a construção de uma sociedade mais justa, do ponto de vista ambiental, social, econômico e de saúde. Os compromissos assumidos pelos Governos naquela ocasião pressupõem a tomada de consciência sobre o papel ambiental, econômico, social e político que cada cidadão desempenha em sua comunidade, exigindo a integração de toda a sociedade no processo de construção do futuro e ainda recomenda que o manejo ambientalmente saudável de resíduos deve ir além do simples depósito ou aproveitamento dos resíduos por métodos seguros, mas deve-se buscar a resolução da causa fundamental do problema, procurando mudar os padrões não sustentáveis de produção e consumo, reforçando a adoção e a internalização do conceito dos 3Rs - reduzir, reutilizar e reciclar em todas as etapas do desenvolvimento.

5. No Brasil, as primeiras iniciativas legislativas para a definição de diretrizes voltadas aos resíduos sólidos surgiram no final da década de 80. Desde então, foram elaborados mais de 100 projetos de lei, os quais, por força de dispositivos do Regimento Interno da Câmara dos Deputados, encontram-se apensados ao Projeto de Lei no 203, de 1991 que dispõe sobre acondicionamento, coleta, tratamento, transporte e destinação dos resíduos de serviços de saúde, estando pendentes de apreciação.

6. Em 1998, foi constituído um Grupo de Trabalho no âmbito do Conselho Nacional de Meio Ambiente-CONAMA, do qual fizeram parte representantes das três esferas de governo e da sociedade civil, cujo produto dos trabalhos foi a Proposição CONAMA no 259, de 30 de junho de 1999, intitulada “Diretrizes Técnicas para a Gestão de Resíduos Sólidos”. Esta proposição foi aprovada pelo Plenário do CONAMA, mas não chegou a ser publicada, não entrando em vigor.

7. Em 2001, a Câmara dos Deputados criou e implementou a “Comissão Especial da Política Nacional de Resíduos” com o objetivo de apreciar as matérias contempladas nos projetos de lei apensados ao Projeto de Lei no 203, de 1991, e formular uma proposta substitutiva global.

Com o encerramento da legislatura, a Comissão foi extinta, sem que houvesse algum encaminhamento. Em 2005 foi instituída uma nova Comissão Especial com o propósito de discutir o assunto.

8. A I Conferencia Nacional de Meio Ambiente realizada em 2003 marcou o início de uma nova etapa na construção política de meio ambiente do Brasil, por ser a primeira vez que diversas representações da sociedade se reuniram para compartilhar propostas à política pública de meio ambiente. A II Conferência Nacional de Meio Ambiente, realizada em 2005, buscou consolidar a participação da sociedade brasileira no processo de formulação das políticas ambientais e trouxe como um dos temas prioritários a questão dos resíduos sólidos. Assim, mesmo que as deliberações da I Conferência estejam sendo contempladas no âmbito do Governo Federal, a discussão sobre os resíduos sólidos efetuada durante a II Conferência, foi uma demonstração inequívoca da necessidade do estabelecimento de diretrizes nacionais que amparam a questão.

9. Ainda em 2003, o Grupo de Trabalho Interministerial de Saneamento Ambiental, instituído por Vossa Excelência para realizar estudos e elaborar propostas para promover a integração das ações de saneamento ambiental no âmbito do Governo Federal reestruturou o Setor de Saneamento do Governo Federal que resultou, entre outros avanços, na criação do Programa Resíduos Sólidos Urbanos. O programa vem possibilitando a integração entre diversos órgãos federais que desenvolvem ações na área de resíduos sólidos com vistas a uma atuação coerente e mais eficaz. O programa integra quatro ministérios e tem como objetivo a organização dos catadores, visando sua emancipação econômica, a ampliação dos serviços com inclusão social e sustentabilidade dos empreendimentos de limpeza urbana, a redução, reutilização e reciclagem dos resíduos e a erradicação dos lixões. Fazem parte do Programa: o Ministério das Cidades, da Saúde, por meio da Fundação Nacional de Saúde, do Trabalho e Emprego, do Desenvolvimento Social e Combate à Fome e do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, por meio do Banco Nacional de Desenvolvimento Social e o Ministério do Meio Ambiente que o coordena.

10. Como na gestão dos resíduos sólidos, a sustentabilidade se constrói a partir de modelos integrados, que possibilitem tanto a redução como a reutilização e a reciclagem de materiais que possam servir de matéria-prima para processos

produtivos, diminuindo o desperdício e gerando renda, é conveniente mencionar que para a garantia da sustentabilidade na gestão integrada de resíduos sólidos não pode ficar cingida à apenas uma área técnica, pois a busca para a solução dos problemas tem como fator determinante a integração outras áreas a saúde, a fazendária, a de planejamento e as sociais, Desta forma, a integração das demais áreas técnicas trarão significativos avanços para a questão.

11. Durante o ano de 2004, o Ministério do Meio Ambiente envidou esforços no sentido de elaborar uma proposta de texto para a regulamentação da questão dos resíduos sólidos no país, promovendo grupos de discussões interministeriais e de representantes de diversas secretarias do Ministério do Meio Ambiente. O CONAMA realizou em agosto do mesmo ano, o Seminário intitulado “Contribuições à Política Nacional de Resíduos Sólidos” que teve como principal objetivo a busca de subsídios da sociedade em geral para a formulação de uma nova proposta de projeto de lei, pois o conteúdo da Proposição CONAMA no 259 encontrava-se defasado.

12. No início de 2005, foi criado um grupo interno na Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos do Ministério do Meio Ambiente para consolidar e sistematizar as contribuições do Seminário CONAMA, os anteprojetos de lei existentes no Congresso Nacional e as contribuições dos diversos atores envolvidos na gestão de resíduos sólidos. Como resultado dessa consolidação foi elaborada a proposta que ora está sendo encaminhada como um anteprojeto de lei de “Política Nacional de Resíduos Sólidos”. Esse anteprojeto foi debatido com os Ministérios das Cidades, da Saúde, mediante sua Fundação Nacional de Saúde-FUNASA, do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, do Planejamento, Orçamento e Gestão, do Desenvolvimento Social e Combate à Fome e da Fazenda, buscando nas discussões a sustentabilidade requerida para a temática.

13. Discussões com a sociedade, sobre o conteúdo do anteprojeto de lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos foram promovidas por meio dos seminários regionais de resíduos sólidos - instrumentos para gestão integrada e sustentável -, promovidos pelos Ministérios do Meio Ambiente, das Cidades, FUNASA e Caixa Econômica Federal e de igual forma com a sociedade civil no CONAMA, com a Confederação Nacional das Indústrias-CNI, com a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo-FIESP, com a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária-ABES, com o Compromisso Empresarial para Reciclagem-CEMPRE, e com outras entidades e organizações afins, tais como: Fórum Lixo & Cidadania, Comitê Interministerial de Inclusão Social dos Catadores de Lixo.

14. O projeto de lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos, considerou o estilo de vida da sociedade contemporânea, que aliado às estratégias de marketing do setor produtivo, levam a um consumo intensivo provocando uma série de impactos ambientais, à saúde pública e sociais incompatíveis com o modelo de desenvolvimento sustentado que se pretende implantar no Brasil. É importante ressaltar que o desenvolvimento de diferentes setores voltados à exportação e ao comércio internacional absorve as novas tendências do crescimento industrial utilizando-se de tecnologias mais limpas. Dados obtidos no dia-a-dia evidenciam que a tendência de preservação ambiental e ecológica por parte destes setores deve continuar de forma permanente e definitiva.

15. Neste cenário, os resíduos, principalmente os resíduos perigosos, quando dispostos inadequadamente poluem o solo e comprometem a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, com sérias conseqüências à saúde humana e ao meio

ambiente. Indicadores oficiais mostram que no ano 2000, cerca de 60% dos resíduos coletados foram depositados inadequadamente em lixões, 17% em aterros controlados e 13% em aterros sanitários. Observa-se que, em uma década houve um aumento de cerca de 12% dos resíduos dispostos inadequadamente no solo. Outra grande preocupação é com o desperdício nos diversos setores, com destaque para a construção civil e agricultura, que devido a procedimentos inadequados refletem diretamente no aumento da geração de resíduos.

16. Na ausência de um marco regulatório para os resíduos sólidos, as administrações municipais isoladamente ou com apoio dos governos Estaduais e Federal buscam mecanismos de solução, optando pela instalação de aterros sanitários, que mesmo sendo uma forma adequada ambientalmente de dispor os resíduos, não resolvem a questão. Os estados brasileiros se adiantaram e sete deles já editaram suas Políticas Estaduais de Resíduos Sólidos, 14 estão em fase de discussão, alguns deles com apoio do Ministério do Meio Ambiente, por intermédio do Programa Nacional de Meio Ambiente II. Muitos estados vêm criando benefícios tributários para municípios que manejam adequadamente seus resíduos, demonstrando crescente preocupação frente às demandas da sociedade para com o tema. Com este anteprojeto, o Governo Federal apresenta possibilidades de ajustar a legislação tributária e apresentar propostas para o setor, principalmente para os materiais recicláveis e reciclados. Da mesma forma que estarão sendo estudadas alternativas viáveis de fomento e concessão de crédito para a garantia da sustentabilidade do setor.

17. Todo o apoio das esferas superior se justifica, pois as municipalidades sofrem de deficiência gerencial, técnica, financeira e de participação social diante das tecnologias aplicáveis ao manejo adequado dos resíduos sólidos, visto que, em muitos municípios são manejados conjuntamente os resíduos domésticos, os hospitalares e os industriais, que é uma perigosa convivência, tolerada ou ignorada pelos gestores municipais, que coloca em risco a saúde da população. Cabe ressaltar que a firme atuação do Ministério Público tem propiciado melhorias no gerenciamento e na disposição adequada dos resíduos nos municípios, sendo que em muitos as dificuldades para resolver a situação são estruturais.

18. Outro aspecto que deve ser considerado é a presença de catadores nas áreas de disposição final. Segundo a PNSB 2000, cerca de 25.000 catadores trabalham nessas áreas, dos quais 22,3% têm até 14 anos de idade, e ainda não se pode deixar de citar os catadores que vivem nas ruas das grandes cidades brasileiras. Devemos lembrar, inclusive, que Vossa Excelência, vem demonstrando preocupação com a situação degradante de milhares de famílias que se alimentam de restos descartados no lixo e sobrevivem economicamente com a venda dos materiais recicláveis coletados, criando, em setembro de 2003, o Comitê Interministerial de Inclusão Social dos Catadores de Lixo, integrados por diversos ministérios no intuito de propor ações capazes de enfrentar esta situação.

19. Vale ressaltar que em junho de 2001 foi realizado em Brasília o 1º Congresso Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis, que contou com a participação de 1.600 congressistas, entre catadores, técnicos e agentes sociais de dezessete Estados brasileiros e, como resultado, promoveram a 1ª Marcha Nacional da População de Rua, com 3.000 participantes e apresentaram à sociedade e às autoridades a necessidade da efetivação de políticas públicas voltadas aos catadores. Como decorrência, em janeiro de 2003, foi realizado em Caxias do Sul, o I Congresso Latino-americano de Catadores, que buscou fortalecer o processo

de organização destes trabalhadores em associações ou cooperativas, foi elaborado um documento que propõe a capacitação e formação profissional, a erradicação dos lixões, a responsabilização dos geradores de resíduos, entre outros temas.

20. Deve ser destacada a compatibilidade deste anteprojeto com a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico, o que reforça a premência de regulamentação do setor.

Com essa lei o setor de saneamento avançará e, mais ainda o de resíduos, com a possibilidade de se viabilizar novos arranjos integrados para a adequada gestão dos resíduos sólidos, valendo-se, também, do disposto nas Leis de Consórcios Públicos (Lei no 11.107, de 2005) e das Parcerias Público-Privadas (Lei no 11.079, de 2004). Para muitos municípios a possibilidade da constituição de consórcios públicos é uma das formas de enfrentar os problemas referentes à prestação de serviços de limpeza urbana, incluindo a destinação final, com menores custos.

21. Assim, o encaminhamento do anteprojeto de lei reflete a demanda da sociedade que pressiona por mudanças motivadas pelos elevados custos sócio-econômicos e ambientais.

Devemos considerar que na busca da solução para estes problemas, foi fundamental considerar a adoção do conceito dos 3Rs - Reduzir, Reutilizar e Reciclar. Pois, se manejados adequadamente, os resíduos sólidos adquirem valor comercial e podem ser utilizados em forma de novas matérias-primas ou novos insumos. Assim sendo, poderão ser incorporados novamente nas cadeias produtivas, de forma sucessiva e sistêmica.

22. A implantação da lei proposta trará reflexos positivos no âmbito social, ambiental e econômico, pois não só tende a diminuir o consumo dos recursos naturais, como proporciona a abertura de novos mercados, gera trabalho, emprego e renda, conduz à inclusão social e diminui os impactos ambientais provocados pela disposição inadequada dos resíduos. Sendo assim, estaremos inserindo o desenvolvimento sustentável no manejo de resíduos sólidos do país.

23. Portanto, tais fundamentos justificam a implementação de uma Política Nacional de Resíduos Sólidos, que tem por objetivo traçar ações estratégicas que viabilizem processos capazes de agregar valor aos resíduos aumentando a capacidade competitiva do setor produtivo, propiciando a inclusão e o controle social, norteando Estados e Municípios para a adequada gestão de resíduos sólidos.

24. Estas, Senhor Presidente, as significativas razões que propiciam o encaminhamento do anteprojeto de lei, que ora submeto à elevada consideração de Vossa Excelência, e o seu encaminhamento à Câmara dos Deputados.

Respeitosamente,

Assinado eletronicamente por: Marina Silva

ANEXO 2

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002

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

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe foram conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de julho de 1990, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, Anexo à Portaria nº 326, de 15 de dezembro de 1994, e Considerando a política urbana de pleno desenvolvimento da função social da cidade e da propriedade urbana, conforme disposto na Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001;

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

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

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

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

Considerando a viabilidade técnica e econômica de produção e uso de materiais provenientes da reciclagem de resíduos da construção civil; e Considerando que a gestão integrada de resíduos da construção civil deverá proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental, resolve:

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

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

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

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

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

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

V - Gerenciamento de resíduos: é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas,

procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos;

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

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

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

IX - Aterro de resíduos da construção civil: é a área onde serão empregadas técnicas de

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

II - Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ANEXO 3

RELAÇÃO DE LOCAIS RECEPTORES PARA RECICLAGEM NO RIO DE JANEIRO

a) COOPERMIZO

Contato - Jorge Luis / Sonia Braz

(21) 2412-5811 / 3406-3176

(21) 2413-8014

coopermizo@ig.com.br

Rio de Janeiro – RJ

b) Responsável: Sérgio Ramos Mattos

Função: Presidente

Compra: PET, PVC, PP, PS, EVA, ABS, PEAD, PEBD, PLÁSTICO FILME, ALUMÍNIO, METAIS

FERROSOS, OUTROS METAIS, PAPEL, PAPELÃO, VIDRO

Endereço: R. Rodolfo Bruno, 395

CEP: 25600-000

Cidade: Petrópolis

Estado: RJ

País: Brasil

Fone: (24) 2221-1929 / 9976-6951

E-Mail: gian@compuland.com.br

c) Responsável: Carlos Faria

Função: Comprador

Compra: PET, PEBD

Endereço: Rua Avaré , s/n lotes 15 /16

CEP: 25056-310

Cidade: Duque de Caxias

Estado: RJ

País: Brasil

Fone: (21) 36599130/36599132/99853576

E-Mail: fariaplasticos@uol.com.br

d) Responsável: Ronald

Função: Comprador

Compra: PET, PP, EVA, PEAD, PLÁSTICO FILME, ALUMÍNIO, OUTROS METAIS, PAPELÃO

Endereço: Estr. dos bandeirantes, 7931 - camorim

CEP: 22.785-090

Cidade: Rio de Janeiro

Estado: RJ

País: Brasil

Fone: (21) 2441-2996/3414-8560/3342-0026

Fax: (21) 3342-8228

e) Centro de Reciclagem Rio

Responsável: Joaquim e Jaime

Função: Compradores

Compra: PET, PLÁSTICO FILME, PAPEL, PAPELÃO

Endereço: Av. Senador Vitorino Freire,365

CEP: 21530-220

Cidade: Rio de Janeiro

Estado: RJ

País: Brasil

Fone: (21) 2472 5150

E-Mail: reciclagem.crr@br.inter.net

f) Clauper

Responsável: Luiz Claudio / Marcos

Função: Compradores

Compra: PET, PVC, PP, PS, EVA, ABS, PEAD, PEBD, PLÁSTICO FILME, NYLON, ALUMÍNIO, METAIS

FERROSOS, OUTROS METAIS, PAPEL, PAPELÃO, BOMBONAS, TAMBORES

Endereço: Rua Urucum, 493

CEP: 21820-390

Cidade: Rio de Janeiro

Estado: RJ

País: Brasil

Fone: (21)3331-6551

g) Comércio de Metais Areka Ltda

Responsável: ANDERSON

Função: Comprador

Compra: PET, PP, EVA, PEAD, PLÁSTICO FILME, ALUMÍNIO, OUTROS METAIS, PAPELÃO, BOMBONAS

Endereço: R. DA MIRAGEM, 155 - PARQUE CURICICA

CEP: 22.710-160

Estado: RJ

País: Brasil

Fone: (21)3342-0026 /7836-9350/ 7836-9349

Fax: 21) 3342-8228

E-Mail: areca@uol.com.br

h) Depósito de Papéis Pedro Alves Ltda

Responsável: Manuel/Soares

Função: Gerentes

Compra: PVC, PLÁSTICO FILME, ALUMÍNIO, METAIS FERROSOS, OUTROS METAIS, PAPEL, PAPELÃO, BOMBONAS, TAMBORES

Endereço: Rua Pedro Alves 157

CEP: 20220-280

Cidade: Rio de Janeiro

Estado: RJ

País: Brasil

Fone: (21) 2253.7191
E-Mail: papelvel@antares.com.br

i) Disk Lata

Responsável: Jorge Luiz Ferreira de Oliveira
Função: Comprador
Compra: PET, PP, EVA, PEAD, PLÁSTICO FILME, ALUMÍNIO, OUTROS METAIS, PAPEL
Endereço: Teófilo Santos, 453 Bairro Aparecida
CEP: 27600-000
Cidade: Valença
Estado: RJ
País: Brasil
Fone: (24)24533431
E-Mail: jorgedalata@msn.com

j) Distribuidora de Papéis Frade Ltda

Responsável: Manuel de Jesus Frade
Função: Sócio-Gerente
Compra: PVC, PP, PLÁSTICO FILME, PAPEL, PAPELÃO
Endereço: Rua Costa Rica 258
CEP: 21020-340
Cidade: Rio de Janeiro
Estado: RJ
País: Brasil
Fone: (21) 2260.6016
Fax: (21) 2260.6812

k) GIAN – Grupo de Integração e amor à Natureza

Responsável: Sérgio Ramos Mattos
Função: Presidente
Compra: PET, PVC, PP, PS, EVA, ABS, PEAD, PEBD, PLÁSTICO FILME, ALUMÍNIO, METAIS FERROSOS, OUTROS METAIS, PAPEL, PAPELÃO, VIDRO
Endereço: R. Rodolfo Bruno, 395
CEP: 25600-000
Cidade: Petrópolis
Estado: RJ
País: Brasil
Fone: (24) 2221-1929 / 9976-6951
E-Mail: gian@compuland.com.br

l) Marcabrás

Responsável: Manoel
Função: Comprador
Compra: PET, PVC, PEAD, PEBD, PLÁSTICO FILME, ALUMÍNIO, PAPEL, PAPELÃO, BOMBONAS
Endereço: Rua Gal. Etchgoyen, 335
CEP: 21535-240
Cidade: Rio de Janeiro

Estado: RJ
País: Brasil
Fone: (21)2474-4831
m) Nature Clean Ltda
Responsável: Fernando Arena Teixeira
Função: consultor técnico
Compra: ABS, ALUMÍNIO, BATERIAS, BOMBONAS, BORRACHA,
CARTUCHO DE TINTA,
ELETRO-ELETRÔNICOS, EVA, LÂMPADAS COMUNS, LÂMPADAS
FLUORESCENTES, LONGA
VIDA, MADEIRA, METAIS FERROSOS, OUTROS METAIS, PAPEL,
PAPELÃO, PEAD, PEBD,
PET, PILHAS, PLÁSTICO FILME, PP, PS, PVC, TAMBORES, VIDRO
Endereço: Av. Almirante Adalberto de Barros Nunes, 6000
CEP: 23456-890
Cidade: Volta Redonda
Estado: RJ
País: Brasil
Fone: (24) 3337.6239 / 6249
Fax: (24) 3337.6207
E-Mail: natureclean@uol.com.br

n) São Sebastião
Responsável: Antonio José
Função: Dep. comercial
Compra: PET, PVC, PP, PS, EVA, ABS, PEAD, PEBD, PLÁSTICO FILME,
NYLON
Endereço: Rua Antônio Cardoso Leal, 780-centro
CEP: 26530-000
Cidade: Nilópolis
Estado: RJ
País: Brasil
Fone: (21)2691-0468
Fax: (21)2791-7525
E-Mail: inplasse-rj@ig.com.br

o) União Reciclagem
Responsável: Henrique Campos Boyd
Função: gerente comercial
Compra: ABS, EVA, METAIS FERROSOS, PEAD, PEBD, PET, PLÁSTICO
FILME, PP, PS, PVC
Endereço: Estrada Luiza Maria de Abreu, 41
CEP: 25900-000
Cidade: Mage
Estado: RJ
País: Brasil
Fone: (21) 2633.6178
E-Mail: henriqueboyd@yahoo.com

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem

Rua Bento de Andrade, 126

Jd. Paulista – CEP: 04503-000 – São Paulo – SP

Tel: (0xx11) 3889-7806

Fax: (0xx11) 3889-8721

e-mail: cempre@cempre.org.br

http://www.cempre.org.br/fichas_tecnicas_pet.php

<http://www.minc.com.br/mandato/meioambi/pet.htm>

<http://www.sbrt.ibict.br/upload/sbrt1066.html>

<http://www.minc.com.br/mandato/meioambi/pet.htm>

<http://www.abipet.org.br/2004/reciclagem.asp>

Fonte: <http://sbrt.ibict.br/upload/sbrt1140.pdf>

ANEXO 4

FORMULÁRIO DE AUTORIZAÇÃO PARA TRANSPORTE DE RESÍDUOS DOS CANTEIROS

inea

instituto estadual do ambiente

MANIFESTO DE RESÍDUOS

Nº 419.989

1 RESÍDUO SUCATA DE METAIS FERROSOS VERGALHÕES E LATARIAS		COD. RESÍDUO A004	2 QUANTIDADE 30,000 m3
3 ESTADO FÍSICO (X) SÓLIDO	4 ORIGEM (X) OUTROS - DEMOLIÇÃO		
5 ACONDICIONAMENTO (X) CAÇAMBA	6 PROCEDÊNCIA (X) OUTROS - EDIFICAÇÕES	7 TRATAMENTO / DISPOSIÇÃO (X) T34 - OUTROS TRATAMENTOS (ESPECIFICAR) - RECICLAGEM	

8 Gerador	EMPRESA / RAZÃO SOCIAL			11 09/06/2011 DATA DE ENTREGA
	TS PORT CORPORATE DESENVOLVIMENTO IMOBILIÁRIO LTDA			
	ENDEREÇO			
	AVENIDA RIO DE JANEIRO, 345 E 407, CAJÚ			
	MUNICÍPIO	UF	TELEFONE	N. LICENÇA FEEMA
	RIO DE JANEIRO	RJ	(21) 25537068	000515/2011
	RESPONSÁVEL PELA EXPEDIÇÃO DO RESÍDUO		CARGO	CARIMBO E ASSINATURA DO RESPONSÁVEL
	RUBENS CARLOS PEREIRA DOS SANTOS JUNIOR			

9 Transportador	EMPRESA / RAZÃO SOCIAL			12 09/06/2011 DATA DE ENTREGA
	CRK - CENTRO DE RECICLAGEM RIO LTDA			
	ENDEREÇO			
	AVENIDA SENADOR VITORINO FREIRE, 365, BARROS FILHO			
	MUNICÍPIO	UF	TELEFONE	N. LICENÇA FEEMA
	RIO DE JANEIRO	RJ	(21) 35095150	15562
	RESPONSÁVEL PELA EMPRESA DE TRANSPORTE		VIATURA	PLACA COMPLETA
	JOSÉ CARLOS TEIXEIRA CORREIA			LOY 7046
	NOME DO MOTORISTA		CERTIFICADO DO INMETRO	CARIMBO E ASSINATURA DO RESPONSÁVEL
	PAULO BAHIA			

10 Receptor	EMPRESA / RAZÃO SOCIAL			13 09/06/2011 DATA DE ENTREGA
	CIRTEL METAIS COMÉRCIO DE METAIS LTDA			
	ENDEREÇO			
	ESTRADA DO MENDANHA, 3086, CAMPO GRANDE, RIO DE JANEIRO- RJ			
	MUNICÍPIO	UF	TELEFONE	N. LICENÇA FEEMA
	RIO DE JANEIRO	RJ	(21) 33567136	12525
	RESPONSÁVEL PELO RECEBIMENTO DO RESÍDUO		CARGO	CARIMBO E ASSINATURA DO RESPONSÁVEL
	JOSÉ CARLOS TEIXEIRA CORREIA			

OBSERVAÇÃO

4a Via - Devolver ao Gerador - INEA