



Universidade Federal  
do Rio de Janeiro  
Escola Politécnica

## **Análise Crítica da Gestão de Resíduos de Construção Civil: Estudo de caso do Município do Rio de Janeiro.**

Aline Ribeiro Lessa Ferreira

Hélinah Cardoso Moreira

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientadores:

Eduardo de Moraes Rego Fairbairn

Kátia Monte Chiari Dantas

Rio de Janeiro

Julho de 2013

ANÁLISE CRÍTICA DA GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO  
DE CASO DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Aline Ribeiro Lessa Ferreira

Hélinah Cardoso Moreira

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE  
ENGENHARIA AMBIENTAL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS  
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO AMBIENTAL.

Examinada por:

---

Prof. Eduardo de Moraes Rego Fairbairn – D.Sc

---

Prof<sup>a</sup>. Kátia Monte Chiari Dantas – D.Sc

---

Prof<sup>a</sup>. Iene Christie Figueiredo – D.Sc

---

Prof<sup>a</sup>. Elen Beatriz Acordi Vasques Pacheco – D.Sc

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

JULHO de 2013

Ferreira, Aline Ribeiro Lessa  
Cardoso, Hélinah Moreira

Análise Crítica da Gestão de Resíduos de Construção Civil: Estudo de caso do município do Rio de Janeiro/ Aline Ribeiro Lessa Ferreira e Hélinah Cardoso Moreira. – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2013.

VII, 129 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Eduardo Fairbairn de Moraes Rego e Kátia Monte Chiari Dantas

Projeto de Graduação – UFRJ/ Escola Politécnica/ Curso de Engenharia Ambiental, 2013.

Referencias Bibliográficas: p. 118-121.

1. Resíduos da Construção Civil 2. Reciclagem 3. Município do Rio de Janeiro. I. Fairbairn, Eduardo de Moraes Rego *et al.* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Ambiental. III. Título.

*"A utopia está lá no horizonte. Me aproximo dois passos, ela se afasta dois passos. Caminho dez passos e o horizonte corre dez passos. Por mais que eu caminhe, jamais alcançarei. Para que serve a utopia? Serve para isso: para que eu não deixe de caminhar."*

**Eduardo Galeano**

## **Agradecimentos**

Mais um ciclo se encerra e junto com ele homenageio os que fizeram parte desta caminhada. Dedico esta vitória ao meu pai Vitor, por todo amor que sempre teve comigo, homem pelo qual tenho maior orgulho de chamar de pai, meu eterno agradecimento pelos momentos em que estive ao meu lado, me apoiando e me fazendo acreditar que nada é impossível. À minha mãe Elizete, por ser tão dedicada e amiga, por ser a pessoa que mais me apoia e acredita na minha capacidade, meu agradecimento pelas horas em que ficou ao meu lado não me deixando desistir e me mostrando que sou capaz de chegar onde desejo. Aos amigos que fiz durante o curso, pela verdadeira amizade que construímos em particular aqueles que estavam sempre ao meu lado (Carolina Peleteiro, Gabriela Felix, Hugo Azevedo, Lea Piumbim, Maria Alice Rocha e Renata Ruiz). Por todos os momentos que passamos durante esses anos meu especial agradecimento. Sem vocês essa trajetória não seria tão prazerosa. Obrigada a minha dupla Hélinah Moreira por todo apoio e paciência. Obrigado a todas as pessoas que contribuíram para meu sucesso e para meu crescimento como pessoa. Sou o resultado da confiança e da força de cada um de vocês.

***Aline Ribeiro Lessa Ferreira***

Este trabalho representa o fechamento de um grande ciclo, o qual me permitiu crescer como membro acadêmico, profissional e cidadã. Nenhuma conquista, porém, é realmente bem sucedida quando não se tem em volta os amigos e a família. Tudo que conquistei pude contar com meus pais, meu porto seguro, a quem agradeço imensamente pelo apoio, força, estímulo, amor e compreensão. Tudo que hei de ser é reflexo de todo amor que me foi dedicado. Ao longo do curso tive também a grande realização de fazer amizades, como a de Iene Figueiredo, que contribuiu imensamente em minha construção, a Isabela Cabral, que esteve sempre por perto, ao Rodrigo Amado, Tomás Bredariol e a minha dupla neste trabalho, Aline Lessa. Agradeço também a Suzana Freitas, por ter me dado suporte em todos os momentos. Com todos vocês ao meu lado, que venha o novo ciclo!

***Hélinah Cardoso Moreira***

Em especial, agradecemos a ajuda e o incentivo na elaboração deste trabalho aos profissionais: Mauro Lima (COMLURB); Ricardo Sena (COMLURB); Lúcio (COMLURB); Lilia Moura (COMLURB); Nelson Machado (SMAC); Francisco Mariano (CETEM); Álvaro Cantanhede (UFRJ); Kátia Dantas (UFRJ) e Eduardo Fairbairn (UFRJ).

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/ UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

Análise Crítica dos Resíduos de Construção Civil: Estudo de caso do Município do Rio de Janeiro

Aline Ribeiro Lessa Ferreira

Hélinah Cardoso Moreira

Julho/2013

Orientadores: Eduardo de Moraes Rego Fairbairn e Kátia Monte Chiari Dantas

Curso: Engenharia Ambiental

O setor da construção civil é um grande consumidor de recursos não renováveis, principalmente os de origem mineral, tendo uma grande participação na taxa de geração de poluentes e sendo uma das maiores fontes de geração dos resíduos sólidos urbanos, em especial os resíduos de construção civil (RCC). Em vista da sua grande interferência no cotidiano, nas atividades econômicas, na qualidade de vida e no meio ambiente, se faz notória a importância de uma gestão sustentável do RCC. Esse estudo buscou levantar informações, no âmbito nacional, sobre a gestão do RCC, realizando um estudo de caso do Município do Rio de Janeiro, visando estabelecer um diagnóstico no município. Após uma densa pesquisa bibliográfica, estudos de campo, entrevistas e aplicação de questionários com os agentes envolvidos em sua gestão, observou-se que a gestão de RCC do município não se faz de forma diferenciada dos resíduos sólidos urbanos, ou seja, os mesmos não são vistos separadamente. Tal fato impossibilita um diagnóstico deste resíduo, visto que não é possível obter informações quantitativas e qualitativas realísticas. Foi observado também, que tantos os pequenos geradores, como os grandes geradores de RCC apresentam alternativas de destinação, mas mesmo assim, existe uma grande diferença entre a quantidade gerada de RCC para a destinada nos locais legalizados para tal recebimento. Outro aspecto evidenciado no trabalho é que o encerramento das atividades do aterro de Gramacho dificultou mais ainda a gestão de RCC no município, que devido a maiores distâncias para destinação em Seropédica e elevados custos de transporte, acabam por ser descartados em locais inapropriados. O momento de mudança de logística do fluxo de resíduos sólidos urbanos no Rio de Janeiro desestrutura mais ainda a gestão do RCC. Por fim, foram propostas sugestões para um melhor gerenciamento do RCC na cidade, através de uma análise crítica do papel de cada agente participante da cadeia do resíduo.

*Palavras-chave:* Resíduos da Construção Civil, Reciclagem, Município do Rio de Janeiro.

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Environmental Engineer.

Critical Analysis of Construction Waste: A Case Study of the City of Rio de Janeiro

Aline Ribeiro Lessa Ferreira

Hélinah Cardoso Moreira

July/2013

Advisors:

Eduardo de Moraes Rego Fairbairn

Kátia Monte Chiari Dantas

Course: Environmental Engineering

The construction industry is a huge consumer of non-renewable resources, mainly of mineral origin, with a large stake in the rate of generation of pollutants and one of the largest sources of generation of solid waste, especially waste from construction. In view of the large interference even in everyday life, in economic activities, quality of life and the environment, it makes known the importance of sustainable management of construction waste. This study seeks to gather information, at the national level, on the management of RCC, performing a case study of the city of Rio de Janeiro, to establish a diagnosis of this waste in the municipality. After a dense literature, field studies, interviews and questionnaires with stakeholders in its management, it was noted that the management of RCC in the municipality is not done differently from municipal solid waste, ie, they are not handled separately. This fact precludes a diagnosis of this waste, since it is not possible to obtain realistic quantitative and qualitative information. It was also observed that many small generators such as large generators RCC present disposal alternatives, but even so, there is a big difference between the amount generated from RCC and the quantity destined to the local legalized for such receipt. Another evident aspect is that the discontinuance of Gramacho Landfill hindered the management of RCC in the city, due to bigger distances to destination in Seropédica and high transport costs end up being discarded in inappropriate places. The moment of change of the logistics flow of municipal solid waste in Rio de Janeiro further disrupts the management of RCC. Finally, suggestions were proposed to better the management of RCC in the city, through a critical analysis of the role of each participant agent on the RCC chain.

*Key-words:* Civil Construction Waste, Recycling, City of Rio de Janeiro.

# Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>2. OBJETIVO</b>	<b>4</b>
<b>3. JUSTIFICATIVA</b>	<b>4</b>
<b>4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>5</b>
4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA TEMÁTICA DO RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL	5
4.2 O MERCADO DE AGREGADOS NATURAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL	11
4.2.1 Mercado de Agregados Brasileiro	13
4.2.2 O mercado dos agregados naturais no Estado do Rio de Janeiro	16
4.3 DEFINIÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	21
4.3.1 Classificação	21
4.3.2 Processos de Reciclagem de RCC	24
4.3.3 Agregados Reciclados	26
4.3.4 Aplicações do RCC	28
4.3.5 Vantagens da reciclagem	29
4.4 PANORAMA GERAL DA RECICLAGEM DE RCC NO BRASIL	30
4.5 IMPACTOS AMBIENTAIS DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	40
<b>5. METODOLOGIA</b>	<b>51</b>
<b>6. RESULTADO: ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO</b>	<b>54</b>
6.1 MARCOS REGULATÓRIOS NA GESTÃO DE RCC	54
6.2 O CENÁRIO DA GESTÃO DE RCC DO MUNICÍPIO DO RJ	60
6.3 ASPECTOS LEGAIS PARA A GESTÃO DE RCC NO MUNICÍPIO DO RJ	63
6.3.1 Estudo dos Pequenos Geradores de RCC	66
6.4 DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO	74
ATERRO DE GRAMACHO	77
ATERRO DE GERICINÓ	78
CTR SEROPÉDICA	81
6.4.1 Estudo dos Grandes Geradores de RCC	86
PEDREIRA NACIONAL DE INHAÚMA	88
EMASA – SENADOR CAMARÁ	89
ÁREA DO PASQUALI MAURO	90
ARCO DA ALIANÇA	92
6.5 ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE RCC GERADA NO MUNICÍPIO	99
6.6 A RECICLAGEM DE RCC NO MUNICÍPIO	104
<b>7. ANÁLISE CRÍTICA</b>	<b>109</b>
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>113</b>
<b>9. RECOMENDAÇÃO, PROPOSTAS E NOVOS ESTUDOS</b>	<b>117</b>
<b>10. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>118</b>

<b>11. ANEXO I: TIPOS DE LIXO CONFORME A NOMENCLATURA COMLURB .....</b>	<b>122</b>
<b>12. ANEXO II: LISTA SMAC.....</b>	<b>125</b>
<b>13. ANEXO III: REGIÕES ADMINISTRATIVAS DE CADA DIRETORIA OPERACIONAL DA COMLURB.....</b>	<b>127</b>

# 1. INTRODUÇÃO

O Brasil vem vivenciando um processo de modificações intensas, no tocante ao desenvolvimento econômico e social. O setor da construção civil, o qual possui grande participação no Produto Interno Bruto (PIB), é um grande consumidor de recursos não renováveis, principalmente os de origem mineral.

Além de ser o setor que mais consome recursos naturais no mundo, a construção civil apresenta uma participação expressiva na taxa de geração de poluentes e representa a maior fonte de geração dos resíduos sólidos urbanos (JOHN, 2000). Vale citar que o Brasil desenvolve, há alguns anos, programas de moradias, que visam suprir a demanda habitacional; demanda por ampliação e melhorias na infraestrutura, como em saneamento básico e transportes; além de ser a sede de grandes eventos esportivos internacionais (Copa 2014, Olimpíadas 2016). Todo esse cenário certamente movimentará o setor ainda mais, sendo este fator mais um intensificador da geração de resíduos, em especial os resíduos de construção civil (RCC).

Segundo dados fornecidos pela Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON) em 2013, os resíduos da construção e demolição no Brasil representam 2/3 dos resíduos sólidos urbanos (o dobro do volume de resíduos domiciliares).

Este dado expressivo reforça a necessidade de uma gestão sustentável dos resíduos sólidos urbanos, pois é um aspecto que incide diretamente no custo final da limpeza urbana dos municípios brasileiros, na saúde pública e no meio ambiente. Um bom gerenciamento do RCC é necessário para garantir que sua redução, reuso e a reciclagem sejam crescentes, rumo à sustentabilidade.

O presente trabalho tem como foco na gestão do RCC, de grande importância dentro dos serviços de limpeza urbana, buscando apresentar um panorama geral do Brasil no que tange a sua reciclagem e destinação final, bem como apresentar o estado da arte de sua gestão no município do Rio de Janeiro.

## **2. OBJETIVO**

O trabalho tem como objetivo geral apresentar um panorama da gestão do RCC no Brasil e seus impactos ambientais associados, tomando como estudo de caso a cidade do Rio de Janeiro.

Como objetivo específico, procura-se elaborar um diagnóstico do gerenciamento do RCC no município através da quantificação de resíduos gerados e dos locais disponíveis para sua disposição final. A partir disso, discute oportunidades de melhoria para que o município atenda ao preconizado na Política Nacional de Resíduos Sólidos.

## **3. JUSTIFICATIVA**

O interesse em estudar a gestão dos Resíduos de Construção Civil partiu da insuficiência de dados consistentes a respeito de sua geração e disposição final. A Política Nacional de Resíduos Sólidos promulgada em 2010 passou a ser mais um incentivo à melhoria da gestão deste resíduo, mas muito ainda precisa ser feito para atingir as metas estabelecidas. A cidade do Rio de Janeiro, em especial, vem passando por um processo de transformação e grande geração de RCC. Um estudo de seu cenário atual pode contribuir para a melhoria da gestão municipal de RCC, com um caráter mais sustentável.

## **4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **4.1 Contextualização da temática do Resíduo da Construção Civil**

A temática do saneamento básico no Brasil, um país em desenvolvimento, é crucial para a saúde pública, proteção ao meio ambiente e principalmente, para a qualidade de vida da população. A urbanização no Brasil propiciou um aumento da concentração populacional nas áreas urbanas, por esta disponibilizar acesso a serviços de saúde, transporte, educação e oportunidades de forma geral.

Esse crescimento das cidades demandou melhorias na infraestrutura, bem como um saneamento básico para a sociedade. Infelizmente, porém, o crescimento populacional não foi acompanhado no mesmo ritmo pelo serviço público de saneamento. Em relação ao marco legal, apenas em 2007 que se promulga no Brasil a Lei 11.445/2007, que consolida as diretrizes para o saneamento básico, discretizando seus componentes: o abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

As obras de saneamento tem caráter grandioso, pois criam toda uma estrutura no meio urbano dos serviços mencionados acima. Por outro lado, por serem obras aparentemente de pouca visibilidade, não se constituem em foco da governança, já que não proporcionam mudanças notáveis na paisagem.

Apesar dos últimos anos terem apresentado um acréscimo de investimentos em obras de saneamento básico, ainda há muito o que fazer para um resultado ótimo de suas componentes.

Com o crescente desenvolvimento do país, faz-se indispensável a garantia de um planejamento eficiente para as obras de saneamento básico. De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) de 2008, verifica-se a universalização do serviço de abastecimento de água (99,4%) – nem sempre potável –

nos municípios brasileiros. Já em relação à coleta e destinação dos efluentes líquidos, têm-se que apenas 55,2% dos municípios apresentam esgotamento sanitário.

No tocante aos resíduos sólidos, observa-se uma universalização do serviço de coleta domiciliar, com cerca de 99,57% dos municípios brasileiros contemplados. O que não há, porém, em sua grande maioria, é uma gestão sustentável do mesmo. A Tabela 4.1 explicita os serviços relacionados à limpeza urbana e a quantidade de municípios contemplados.

Tabela 4.1: Municípios com ou sem acesso a serviços de limpeza e/ou coleta de lixo.

Município com ou sem acesso a serviços de limpeza e/ou coleta de lixo		Número de municípios brasileiros	% em relação ao número total de municípios brasileiros
Sem serviço de limpeza e/ou coleta de lixo		2	0,04%
Com serviços de limpeza e/ou coleta de lixo	Coleta nas vias públicas	5446	97,88%
	Coleta domiciliar de lixo	5540	99,57%
	Coleta seletiva	994	17,86%
	Reciclagem	990	17,79%
	Remoção de entulho	3985	71,62%
	Coleta de lixo especial	4464	80,23%
	Total participante	5562	99,96%

Fonte: PNSB/IBGE, 2008 *apud* LIMA, 2013.

A limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos é um componente importante, partindo-se do princípio que todo ser humano, em sua rotina, gera resíduos. A Lei 11.445/2007 define limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos como um conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas.

A gestão dos Resíduos Sólidos contempla, com isso, não somente a coleta, mas todas as etapas que vão desde sua geração até sua destinação final. Cabe ao município gerenciar os resíduos sólidos urbanos, garantindo a limpeza urbana e uma minimização dos impactos sociais e ambientais.

De acordo com a Tabela 4.1 apresentada acima (PNSB 2008), no tocante aos Resíduos de Construção e Demolição, tem-se que 71% dos municípios brasileiros prestam

serviço de coleta, o que não garante, porém, que o mesmo seja destinado aos locais determinados pela resolução CONAMA 307/2002, que estabelece as diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de RCC. Já o restante, que contempla 1.600 municípios, são depositados irregularmente. Os dados do PNSB de 2008 são a fonte mais detalhada relacionada ao RCC.

Em referência aos Resíduos Sólidos, tem-se como marco legal a Lei 12.350/2010, promulgada após quase vinte anos em discussão. Este grande marco Nacional estabelece que até 2014, todos os lixões devem ser extintos. Essa lei será mais discutida no decorrer do trabalho.

Ao mesmo tempo que se tem resíduos sendo gerados no dia a dia da sociedade em áreas urbanas, chamados de resíduos sólidos urbanos, observa-se também uma maior quantidade ainda de resíduo de construção civil gerado por grandes geradores, reflexo do desenvolvimento econômico. Este resíduo pertence aos denominados resíduos sólidos urbanos a partir do momento em que o mesmo é depositado em vias públicas, em locais irregulares, pois acabam sendo coletados pela companhia responsável pela limpeza urbana.

O setor da construção civil é bastante representativo no país, sendo responsável por obras e serviços de diferentes tipos, como de edificações industriais, comerciais e residenciais e não residenciais, obras de infraestrutura, dentre outros. Vale citar que o Brasil desenvolve, há alguns anos, programas de moradias, que visam suprir a demanda habitacional, sendo este fator mais um intensificador da geração de resíduos.

O gráfico da Figura 4.1 enfatiza a importância do setor da construção civil na economia do país, afetando diretamente o Produto Interno Bruto (PIB).

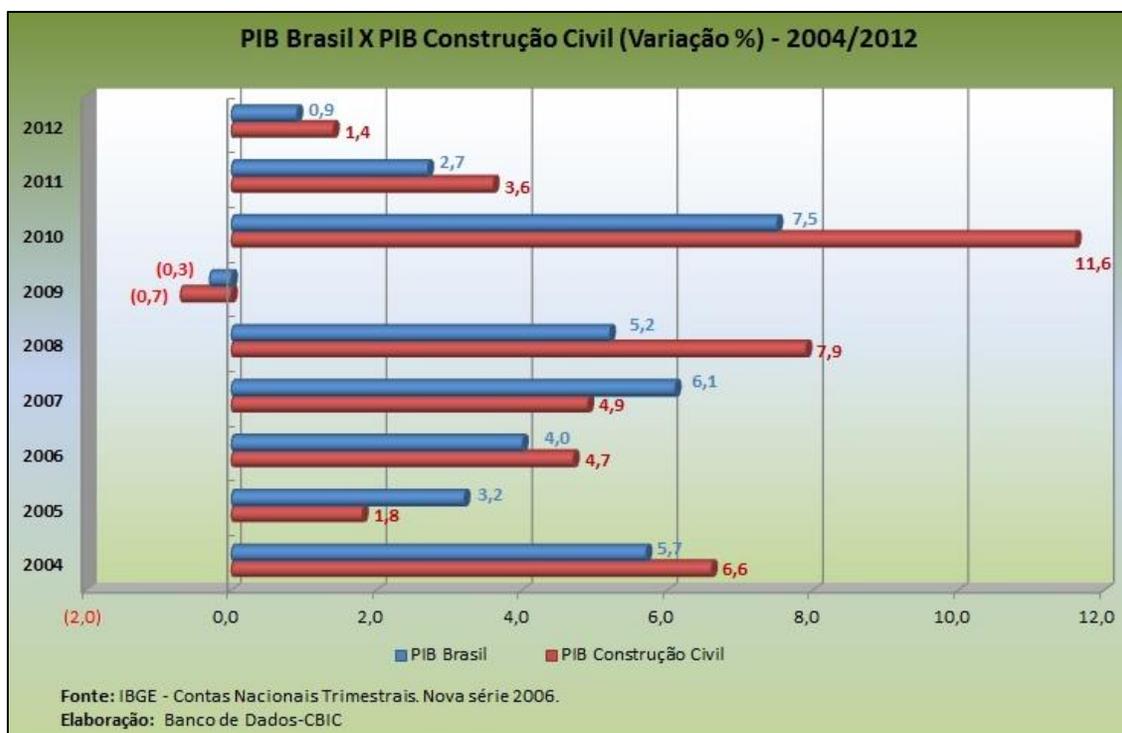


Figura 4.1: Crescimento da Indústria de construção, em % a.a.

Fonte: Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), 2013.

A Construção vem registrando incremento consistente em suas atividades desde 2004, atingindo em 2010 seu desempenho recorde. Em 2011, os números entraram em um patamar de maior equilíbrio e sustentabilidade, porém mostrando que a Construção Civil permanece registrando resultados positivos (apesar de inferiores a 2010) e crescimento de atividades.

Em vista de um cenário internacional adverso, apesar do resultado positivo do setor em 2012, ele ficou muito aquém do observado nos anos anteriores, demonstrando que o segmento também vivenciou dificuldades no ano passado e sentiu o baixo ritmo da atividade econômica. Em 2012, houve um incremento de 1,4% na participação do setor no PIB ficando atrás do setor de produção e distribuição de eletricidade, gás, água, esgoto e limpeza urbana (3,6%).

A partir da Figura 4.1 acima, observou-se que a construção civil continua apresentando um percentual de crescimento, resultado das políticas públicas que vem sendo

desenvolvidas no país que incentivam um crescimento econômico e conseqüentemente da indústria da construção.

Segundo CBIC (2011), como razões para o crescimento do setor nos últimos anos tem-se:

Maior oferta de crédito imobiliário (aliado à redução da taxa de juros dos financiamentos e a prazos maiores para pagamento); aumento do emprego formal; crescimento da renda familiar; a estabilidade macroeconômica; mudanças no marco regulatório do mercado imobiliário (Lei 10.931/2004), resultando em maior segurança, transparência e agilidade; melhor previsibilidade da economia, tornando mais factíveis os negócios imobiliários; as obras do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV).

Reflexo das características deste país em desenvolvimento, com demandas em saneamento básico, infraestrutura e necessidades de moradia, tem-se o gráfico da Figura 4.2, que confirma que as obras de infraestrutura representam o maior peso na construção. Essas obras abrangem a pavimentação de rodovias, autoestradas e outras vias não urbanas; plantas e instalações industriais (tubulações, redes de facilidades, etc.); usinas, estações e subestações hidrelétricas, termelétricas, nucleares e eólicas; pontes, elevados e túneis e outras obras de arte especiais; dutos (oleodutos, gasodutos, minerodutos, etc.); e ruas, praças, calçadas e outras obras de urbanização.

As obras de infraestrutura são influenciadas pelos desembolsos efetuados pelo BNDES, que em 2010 direcionou R\$ 52,4 bilhões para tal, dos quais R\$ 33,6 bilhões (64,1% do total) foram destinados ao setor de transporte e R\$ 13,6 bilhões (26,0%) ao setor de energia elétrica. Observa-se com isso, que a infraestrutura em saneamento básico não recebeu um investimento majoritário e as obras mais notórias, em termos visuais, foram priorizadas.

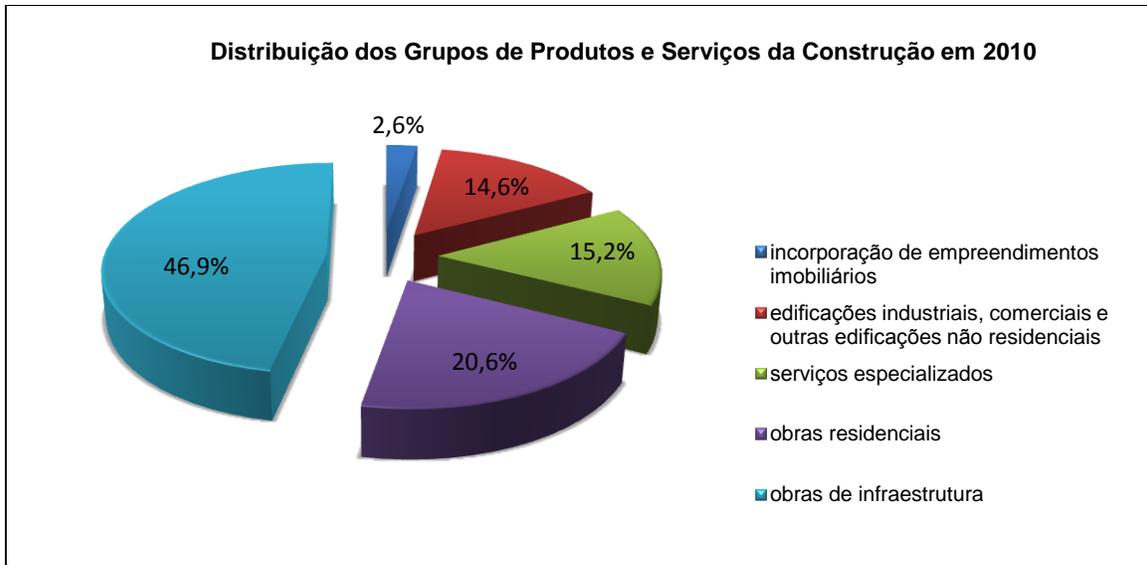


Figura 4.2: Distribuição dos grupos de produtos e serviços da construção.

Fonte: Baseado na Pesquisa Anual da Indústria da Construção, 2010.

Um aspecto importante da construção civil no país é a geração de empregos, pois é constatado que entre 2004 e 2010 dobrou o número de empregados com carteira assinada: em dezembro de 2004, o estoque de trabalhadores na Construção em todo o País era de 1,119 milhões de pessoas, passando para, em dezembro de 2010, 2,509 milhões, isto é, cresceu 124,30% no período.

O que garante que este setor continuará com uma participação percentual positiva na economia nacional, segundo CBIC (2011), são os seguintes fatores:

- O financiamento imobiliário deverá continuar crescendo e contribuindo para incrementar as atividades do setor. A Associação Brasileira das Entidades de Crédito Imobiliário e Poupança (ABECIP) projeta que em 2014 o crédito imobiliário representará 11% do PIB nacional (atualmente é cerca de 5%);
- A nova fase do Programa Minha Casa, Minha Vida, prevê a construção de dois milhões de moradias até 2014, indicando que a política habitacional continuará na agenda de prioridades. Mas é necessária a remoção dos gargalos que ainda impedem o avanço da segunda etapa, entre elas o preço das unidades nos grandes centros urbanos;
- Os investimentos previstos no PAC 2 (R\$955 bilhões entre 2011 e 2014);

- Existe uma evidente necessidade de ampliar/melhorar a infraestrutura (ex: saneamento básico e rodovias);
- Os grandes eventos esportivos internacionais (Copa 2014, Olimpíadas 2016) certamente movimentarão o setor ainda mais;
- A solidez da economia nacional e a força do mercado interno indicam que o país continuará crescendo.

A CBIC projetou um incremento de atividades aguardado para 2011 de 4 a 5%. Contudo, o que de fato ocorreu foi um aumento de 3,6%, acompanhado do ano de 2012, o qual apresentou uma variação menor ainda. Isto destoia um pouco do preconizado para a economia nacional, mas espera-se que os atores citados acima influenciem positivamente para um maior crescimento da construção civil.

Analisando a cadeia da construção civil e sua importância no desenvolvimento econômico e social do país, observa-se como grande desafio um consumo proporcional cada vez menor de recursos naturais, dentre outras medidas que mitiguem os impactos ambientais associados a essa cadeia, oriundos de aspectos como o consumo de energia, geração de resíduos, poluição ambiental, desperdício e perdas na construção etc.

Em vista da crescente demanda por agregados naturais na construção e sua importância para o desenvolvimento econômico, será abordado no próximo capítulo alguns aspectos relevantes a respeito de seu mercado.

## **4.2 O Mercado de Agregados Naturais da Construção Civil no Brasil**

O concreto é o material mais utilizado no planeta, composto por uma mistura de cimento, agregado miúdo (areia), agregado graúdo (brita) e água, além de outros materiais eventuais, os aditivos químicos e as adições minerais (pozolanas, fíleres, etc.).

Além disso, existem vários tipos de concretos especiais, como o concreto autoadensável, concreto leve, concreto pós-reativo. Quando armado com ferragens passivas, recebe o nome de concreto armado, e quando for armado com ferragens ativas recebe o nome de concreto protendido. Mais recentemente, o concreto fibroso é reforçado com fibras metálicas, poliméricas ou naturais.

Conforme comentado no capítulo anterior, os agregados são bens minerais pertencentes à cadeia da construção civil de grande importância para o desenvolvimento socioeconômico do país e fundamentais para a melhoria da qualidade de vida da população. Constituem-se em um dos bens minerais mais consumidos no mundo, sendo requeridos em obras de pavimentação, construção de rodovias, moradias, no saneamento básico, na infraestrutura energética, portos, entre outros. O *United States Geological Survey* (USGS) afirma que o concreto – material composto por agregados –, é o segundo material mais consumido em volume pela humanidade, perdendo apenas para a água.

Segundo Quaresma (2009, p.3), pode-se definir os agregados para a construção civil como:

[...] O termo agregados para a construção civil é usado no Brasil para identificar segmento do setor mineral que produz matéria-prima mineral para emprego na construção civil. Dentro dessa denominação estão as substâncias minerais areia, cascalho e rocha britada que entram em misturas para produzir concreto, asfalto e argamassa ou são utilizados *in natura* em base de pavimentos.

A mineração é conceituada como sendo a ação de descobrir, avaliar e extrair substâncias minerais úteis existentes no interior ou na superfície da Terra e comporta quatro etapas distintas: a prospecção, a exploração, o desenvolvimento e a lavra. Minerações típicas de agregados para a construção civil são os portos de areia e as pedreiras, como são popularmente conhecidas.

Segundo Junior e Ferreira (2012), as principais características dos agregados para a construção civil são:

- Menor preço unitário dentre todos os minerais industriais;
- Abundância de ocorrências, incluindo, para cada matéria-prima, uma ampla gama de tipos diferentes;

- Importância da proximidade da jazida com o mercado consumidor, o que constitui característica fundamental para que tenha valor econômico;
- Grande volume de produção, com diversos produtores;
- Pesquisa geológica simples e com baixa incorporação de tecnologia, constituída, em geral, por operações unitárias de lavagem, classificação ou moagem;
- Mercado regional, sendo o internacional restrito ou inexistente.

#### **4.2.1 Mercado de Agregados Brasileiro**

De um modo geral, os países industrializados possuem um alto nível de consumo de agregados para a construção civil. Nas sociedades industrializadas, o consumo *per capita* de minerais é de 10 toneladas/ano (SOARES, 1997), sendo 86% para construção civil: 4,2 toneladas de brita; 3,9 toneladas de areia e cascalho; 0,3 toneladas de cimento e 0,2 toneladas de argila.

Ao se analisar a demanda nacional, verifica-se que 70% do consumo de brita encontra-se associado à mistura com cimento e 30% com asfalto betuminoso. Passando a composição regional, tem-se que a Região Metropolitana de São Paulo é o principal polo brasileiro de consumo de agregados – 25,3 milhões de toneladas de brita e 36,8 milhões de toneladas de areia –, seguida pelas regiões metropolitanas de Belo Horizonte, Rio de Janeiro, Curitiba e Porto Alegre.

Nas tabelas abaixo verifica-se a evolução do consumo de brita comparativamente à evolução da produção de agregados para a construção civil no Brasil. A Tabela 4.2 foi calculada com base nos cenários para o futuro da economia brasileira considerados por Calaes (2009), nos quais os PIB's correspondentes aos cenários 1, 2 e 3 são respectivamente 2.3, 4.6 e 6.9 (% a/a). Já a Tabela 4.3 foi adaptada de Junior e Ferreira (2012).

A estruturação de cenários para a mineração brasileira considera a interação de três fatores: crescimento do PIB brasileiro, crescimento da economia mundial e implementação de reformas e estímulos setoriais. Encontram-se a seguir apresentados os resultados sumarizados da análise de projeção de cenários para a mineração brasileira (CALAES, 2009):

- CENÁRIO 1: Admitindo o crescimento do PIB Brasil a 2,3% a.a. (com o pressuposto de reversão dos atuais condicionamentos sócio-políticos e de desestabilização do contexto fiscal e monetário do país);
- CENÁRIO 2: Admitindo o crescimento do PIB Brasil a 4,6% a.a. (com o pressuposto de manutenção e aperfeiçoamento das atuais condições de estabilidade e de aprofundamento das reformas político-institucionais);
- CENÁRIO 3: Admitindo-se o crescimento do PIB a 6,9% a.a. (com o pressuposto de que - além da aperfeiçoamento da estabilização e do aprofundamento das reformas institucionais - o país empreenda uma vigorosa mobilização pela inovação).

Tabela 4.2: Evolução no Consumo de Brita – Brasil (2007-2014).

<b>Evolução no Consumo de Brita no Brasil (10<sup>6</sup> t)</b>			
<b>Ano</b>	<b>Cenário 1 Frágil</b>	<b>Cenário 2 Vigoroso</b>	<b>Cenário 3 Inovador</b>
2007	156,55	156,55	156,55
2008	184,73	184,73	184,73
2009	197,66	197,66	197,66
2010	203,19	205,57	207,54
2011	208,88	213,79	217,92
2012	214,73	222,34	228,82
2013	220,74	231,23	240,25
2014	226,93	240,48	252,27

Fonte: Adaptado de Quaresma, 2009.

Tabela 4.3: Evolução da produção de brita para a construção civil no Brasil (1988-2010).

Ano	Brita (10 <sup>6</sup> t)	Ano	Brita (10 <sup>6</sup> t)
1989	67	2002	156
1990	85	2003	130
1991	81	2004	187
1992	97	2005	172
1993	93	2006	199
1994	96	2007	217
1995	105	2008	186
1996	96	2009	192
1997	141	2010	222
1998	146	2011	219
1999	142	2012	225
2000	156	2013	232
2001	163	2014	238

Fonte: Adaptado de Junior e Ferreira, 2012.

Através da análise comparativa das duas tabelas acima, pode-se inferir que a demanda por brita no Brasil no período de 2007 a 2012 foi suprida pela produção de agregados naturais nestes mesmos anos, com exceção do ano de 2009, no qual o consumo de brita correspondia a 197,66 milhões de toneladas e a geração, a 192 milhões de toneladas, mostrando, assim, um déficit na produção de brita natural. No tocante aos anos de 2013 e 2014, se for levado em consideração o cenário inovador proposto por Quaresma (2009), a produção da brita não irá conseguir atender a demanda do mercado. Essa lacuna poderia ser evitada caso o uso de agregados reciclados fosse uma prática já consolidada na cultura do país, diminuindo, assim, a pressão sobre os agregados naturais e, conseqüentemente, sobre o meio ambiente.

Ademais, como era de se esperar, a demanda por brita no Brasil vem aumentando seu valor ao longo dos anos, corroborando com a atual prosperidade econômica nacional. Além disso, esta demanda se configura como um potencial de reciclagem e reaproveitamento do RCC como matéria-prima da construção, seja para fins estruturais ou não.

Dentre as medidas que direcionam a cadeia da construção civil para a sustentabilidade, têm-se o uso dos agregados reciclados como substitutos aos de origem natural,

contribuindo para a mitigação de alguns impactos associados a essa cadeia de produção.

#### 4.2.2 O mercado dos agregados naturais no Estado do Rio de Janeiro

A região metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) desfruta de uma abundância de rochas minerais. Como o custo do transporte acaba sendo o fator que mais influencia na exploração de determinada jazida, as unidades produtoras procuram sempre se localizar o mais próximo possível dos mercados consumidores.

Ao longo dos últimos 25 anos, o mercado de agregados naturais da RMRJ sofreu algumas mudanças estruturais, sendo uma delas o deslocamento da produção das áreas centrais para a periferia e municípios vizinhos, em virtude do adensamento populacional.

Entre os anos de 2010 e 2011, foram produzidos na RMRJ 5.701.829 toneladas de areia a um preço médio de 46,31 R\$/t, conforme se verifica nas figuras abaixo.

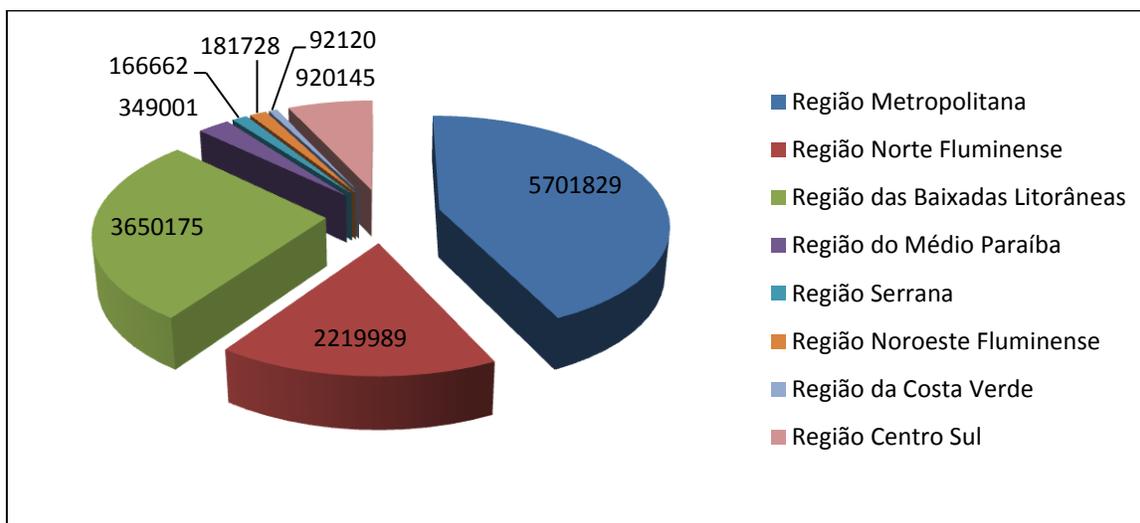


Figura 4.3: Produção declarada de Areia (t) no Estado do Rio de Janeiro (2010 – 2011).

Fonte: DRM-RJ, 2012.

Em relação à brita, foram produzidas 12.652.113 toneladas a um preço médio de 68,70 R\$/t, conforme os dados disponibilizados pelo Departamento de Recursos Minerais – Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro (DRM-RJ, 2012).

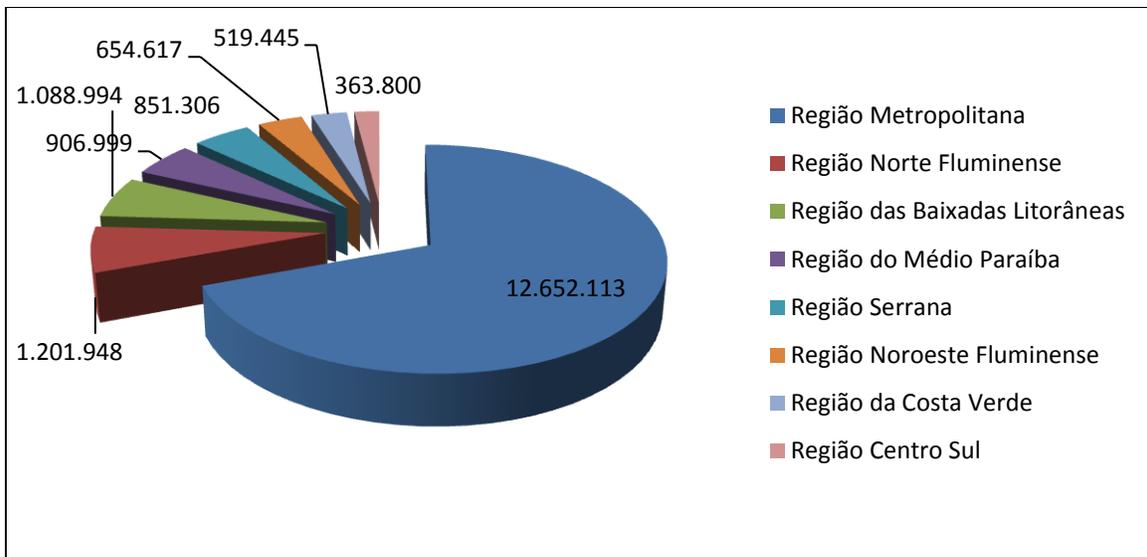


Figura 4.4: Produção declarada de Brita (t) no Estado do Rio de Janeiro (2010 – 2011).

Fonte: DRM-RJ, 2012.

Na Figura 4.5, é possível visualizar os locais de produção de brita e areia localizados no mapa do Estado de Rio de Janeiro, no qual os triângulos simbolizam a localização da brita e os quadrados laranja, a areia. Observa-se também que o Estado do Rio de Janeiro concentra em sua Região Metropolitana uma grande variedade de jazidas.

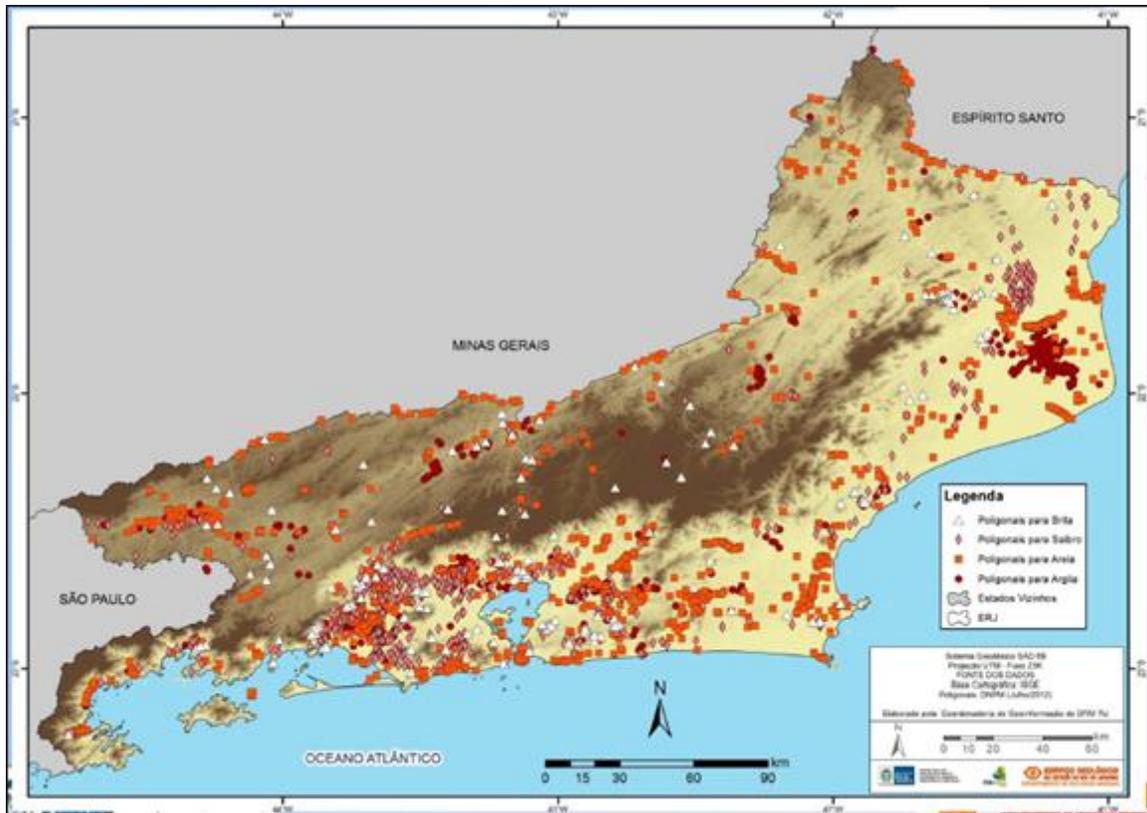


Figura 4.5: Mapa das áreas de produção de agregados da construção civil no Estado do Rio de Janeiro (2010 – 2011).

Fonte: DRM-RJ, 2012.

Uma importante taxa cobrada no ramo da mineração é a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), estabelecida pela Constituição de 1988, em seu Art. 20º. Ela é devida aos Estados, ao Distrito Federal, aos Municípios, e aos órgãos da administração da União, como contraprestação pela utilização econômica dos recursos minerais em seus respectivos territórios. A CFEM é administrada pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e pode ser traduzida como uma espécie de *royalty*, ou seja, uma compensação financeira em decorrência da exploração ou extração de recursos minerais. Analisando o gráfico da Figura 4.6, é possível verificar a notória vocação da Região Metropolitana do Rio de Janeiro para produção de minerais para a construção civil e, ainda, o volumoso montante arrecadado com a CFEM no tocante aos minerais não metálicos para o setor da construção civil.

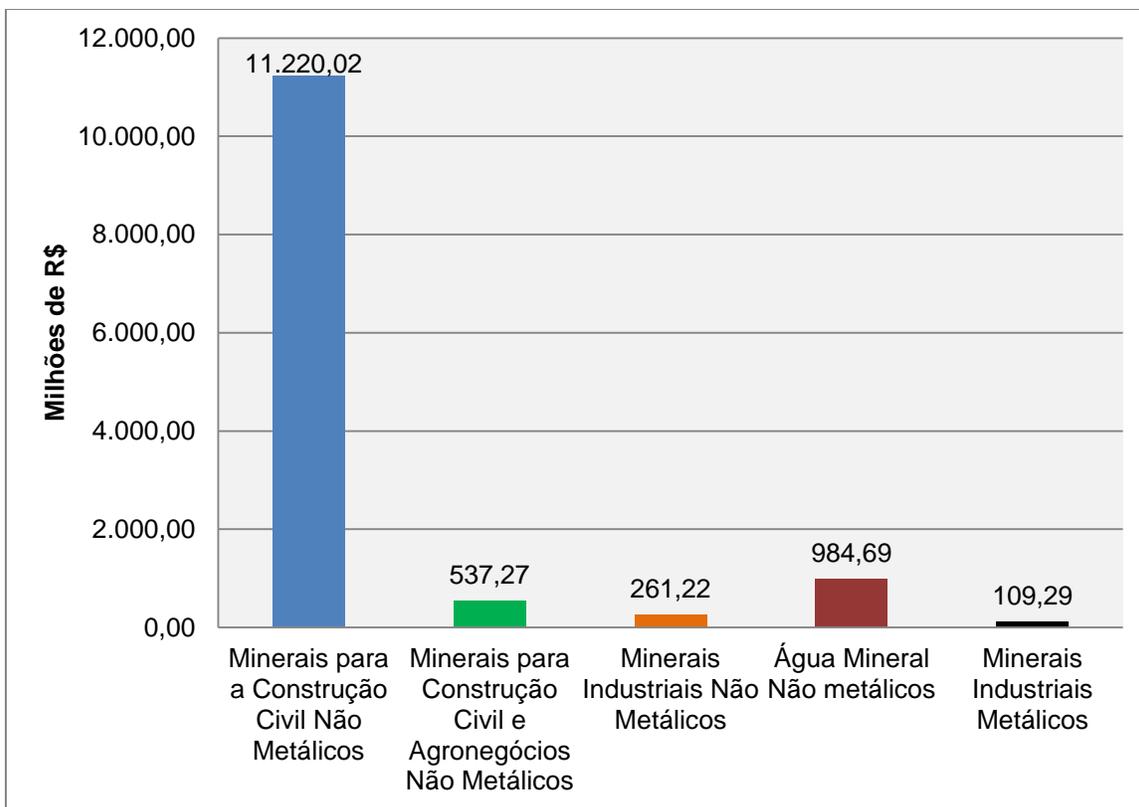


Figura 4.6: Arrecadação CFEM no Estado do Rio de Janeiro referente aos recursos minerais conforme o seu aproveitamento econômico para construção civil, agronegócios, indústrias e água mineral, em 2011

Fonte: DRM-RJ, 2012.

Seguindo a tendência da região metropolitana, o município do Rio de Janeiro também apresenta um consumo significativo de recursos minerais, sobretudo de agregados incorporados ao cimento. A taxa com a qual são consumidos reflete o aquecimento do setor da construção e, além disso, evidencia um potencial mercado de aproveitamento de entulho para a produção de concreto, seja através da brita reciclada ou da incorporação da cerâmica vermelha moída na geração do cimento. A Tabela 4.4 evidencia a forte tendência de crescimento do consumo anual de cimento pela cidade do Rio de Janeiro.

Tabela 4.4: Consumo Anual de Cimento no município do Rio de Janeiro (2012).

Ano	Toneladas	Varição anual (%)	Ano	Toneladas	Varição anual (%)
<b>1980</b>	3.586.651	...	<b>1996</b>	3.883.806	31,86
<b>1981</b>	3.352.005	-6,54	<b>1997</b>	3.800.236	-2,15
<b>1982</b>	3.183.095	-5,04	<b>1998</b>	3.765.582	-0,91
<b>1983</b>	2.794.569	-12,21	<b>1999</b>	3.809.177	1,16
<b>1984</b>	2.547.021	-8,86	<b>2000</b>	3.641.979	-4,39
<b>1985</b>	2.391.110	-6,12	<b>2001</b>	3.550.413	-2,51
<b>1986</b>	2.832.811	18,47	<b>2002</b>	3.430.000	-3,39
<b>1987</b>	2.645.309	-6,62	<b>2003</b>	3.024.362	-11,83
<b>1988</b>	2.495.511	-5,66	<b>2004</b>	3.092.530	2,25
<b>1989</b>	2.694.481	7,97	<b>2005</b>	3.324.329	7,5
<b>1990</b>	2.701.248	0,25	<b>2006</b>	3.665.682	10,27
<b>1991</b>	2.992.043	10,77	<b>2007</b>	4.107.097	12,04
<b>1992</b>	2.589.926	-13,44	<b>2008</b>	4.300.676	4,71
<b>1993</b>	2.610.450	0,79	<b>2009</b>	3.927.446	-8,68
<b>1994</b>	2.622.113	0,45	<b>2010</b>	4.199.911	6,94
<b>1995</b>	2.945.347	12,33	<b>2011</b>	4.434.850	5,59

Fonte: Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil (CBIC), 2012.

No ano de 2002, a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) elaborou o Plano de Desenvolvimento do Setor de Agregados da RMRJ, enfatizando a importância da atualização tecnológica do empreendedor mineiro, bem como a implantação de usinas de processamento e beneficiamento de resíduos da construção e demolição. Porém, passados mais de dez anos do estudo, o mercado de unidades de processamento e beneficiamento de RCC ainda não conseguiu se estruturar (SILVA, 2012).

Diante dos aspectos levantados anteriormente, verifica-se que a abundância de jazidas relativamente próximas à cidade do Rio de Janeiro, associado ao baixo valor de mercado de um agregado natural e a uma forte arrecadação de impostos com sua mineração, acabam por não estimular o crescimento do mercado de agregados reciclados. Além disso, ainda existe preconceito, ou mesmo receio, em se utilizar o material proveniente da reciclagem.

Por outro lado, a demanda de cimento pelo setor da construção é uma oportunidade de uso do agregado reciclado, mediante a possibilidade de incorporação do RCC na cadeia

produtiva do cimento e conseqüente redução de custos na produção e minimização dos impactos ambientais.

Nos capítulos que se seguem, serão discutidos os principais aspectos concernentes ao agregado reciclado e sua importância na substituição ao agregado natural.

### **4.3 Definição de Resíduos da Construção Civil**

A Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional de Meio Ambiente, é um marco regulatório da na gestão dos resíduos de construção civil, pois estabelece suas diretrizes, critérios e procedimentos.

Representa um marco no estímulo à valorização desses resíduos como oferta complementar no mercado da construção civil, apresentando a seguinte definição para o RCC:

Resíduo 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.

A mesma Resolução conceitua e define um agregado reciclado como: “o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresente características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infraestrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia”.

#### **4.3.1 Classificação**

Para classificação do RCC, toma-se por base o Art. 3º da Resolução CONAMA 307/2002, que divide os resíduos da construção civil em quatro categorias distintas, sendo as classes A e B recicláveis. No ano de 2004, essa resolução foi alterada pela CONAMA 348/04 a qual passou a incluir o amianto na classe de resíduos perigosos. Posteriormente, em 2011, o gesso foi realocado para a classe de resíduos recicláveis

através da Resolução nº 431/11. A última atualização da Resolução ocorreu em 2012 através da CONAMA 448/12, porém, no tocante à classificação dos resíduos, não houve modificação. Abaixo, são descritas as classes de enquadramento dos tipos de RCC.

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 infraestrutura, 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, meio-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 gesso; *(redação dada pela Resolução nº 431/11)*.

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; *(redação dada pela Resolução nº 431/11)*.

IV - Classe D: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde *(redação dada pela Resolução nº 348/04)*.

O entulho possui características bastante peculiares por ser produzido num setor onde existem diferentes técnicas e metodologias de produção, e cujo controle da qualidade do processo produtivo é recente. Existe uma gama muito grande de aspectos que interferem na quantidade, composição e características desse resíduo (LIMA, 2013; SILVA, 2007). Entre esses aspectos, destacam-se:

- O nível de desenvolvimento da indústria da construção local;

- Qualidade e treinamento da mão de obra disponível;
- Técnicas de construção e demolição empregadas;
- Adoção de programas de qualidade e redução de perdas;
- Adoção de processos de reciclagem e reutilização no canteiro;
- Os tipos de materiais predominantes e/ou disponíveis na região;
- O desenvolvimento de obras especiais na região (metrô, esgotamento sanitário, restauração de centros históricos, entre outros);
- Desenvolvimento econômico da região;
- A demanda por novas construções.

Em relação à sua composição química, ela está vinculada à composição de cada um de seus constituintes. Ele se apresenta na forma sólida, com características físicas variáveis, que dependem do seu processo gerador, podendo revelar-se tanto em dimensões e geometrias já conhecidas dos materiais de construção (como a da areia e a da brita), como em formatos e dimensões irregulares (pedaços de madeira, argamassas, concretos, plástico, metais) e é basicamente composto por:

- Concretos: todo material composto pela mistura de areia, cimento e pedra cuja identificação é possível. Apresentam alto potencial de reciclagem;
- Argamassas: toda parcela constituída por areia e um material aglutinante (cimento ou cal) e sem a presença de agregados graúdos (brita ou pedrisco). Também apresentam alto potencial de reciclagem;
- Pedras: fragmento de rocha ainda sem uso ou que já fez parte de concreto, portanto, ligado a uma argamassa, sem, no entanto, estar unido com outra pedra. Em princípio, apresentam na sua totalidade bom potencial para reciclagem;
- Cerâmica: todo material cerâmico não esmaltado, constituído basicamente por telhas, lajotas e tijolos cerâmicos, que apresentam também alto potencial de utilização, sem necessitar de processo sofisticado de tratamento;
- Cerâmica esmaltada: materiais cerâmicos de acabamento com pelo menos uma das faces polidas, como azulejos, pisos cerâmicos vitrificados, ladrilhos, manilhas e outros;
- Solos, areia e argila: podem ser facilmente separados dos outros materiais por peneiramento;
- Asfalto: material com alto potencial de reciclagem em obras viárias;

- Metais ferrosos: recicláveis pelo setor de metalurgia;
- Madeiras: material apenas parcialmente reciclável, sendo que madeiras com proteção impermeabilizante ou pinturas devem ser consideradas como material poluente e tratadas como resíduos químicos perigosos devido ao risco de contaminação;
- Outros materiais (plástico, borracha, papel, papelão etc.) passíveis de reciclagem: esse processo nem sempre apresente vantagens que possam ser suportadas pelo atual estágio de desenvolvimento tecnológico.

### **4.3.2 Processos de Reciclagem de RCC**

De modo geral, o processo de reciclagem dos resíduos de construção é constituído das etapas de triagem, homogeneização, trituração, extração de materiais metálicos, eliminação de contaminantes e estocagem para expedição (PINTO, 1999).

Na reciclagem de entulho são utilizados equipamentos diversos como pá-carregadeira, alimentador vibratório, britador, eletroímã para separação das ferragens, peneiras, mecanismos transportadores e eventualmente sistemas para eliminação de contaminantes. Esses equipamentos devem permitir que o processamento ocorra com minimização da geração de ruídos e materiais particulados. Deve-se, ainda, dispor de uma área suficientemente grande para armazenar os diversos tipos de entulho recebido e os vários tipos de agregados produzidos (SILVA, 2007).

De forma genérica pode-se considerar que os processos de reciclagem têm equipamentos similares aos utilizados na produção de agregados naturais. Contudo, os sistemas de reciclagem de entulho podem ser classificados em função dos critérios e do rigor usados na eliminação dos contaminantes (CARNEIRO *apud* SILVA, 2007). Na Figura 4.7 é mostrado um esquema típico da indústria recicladora de RCC e seus produtos finais.

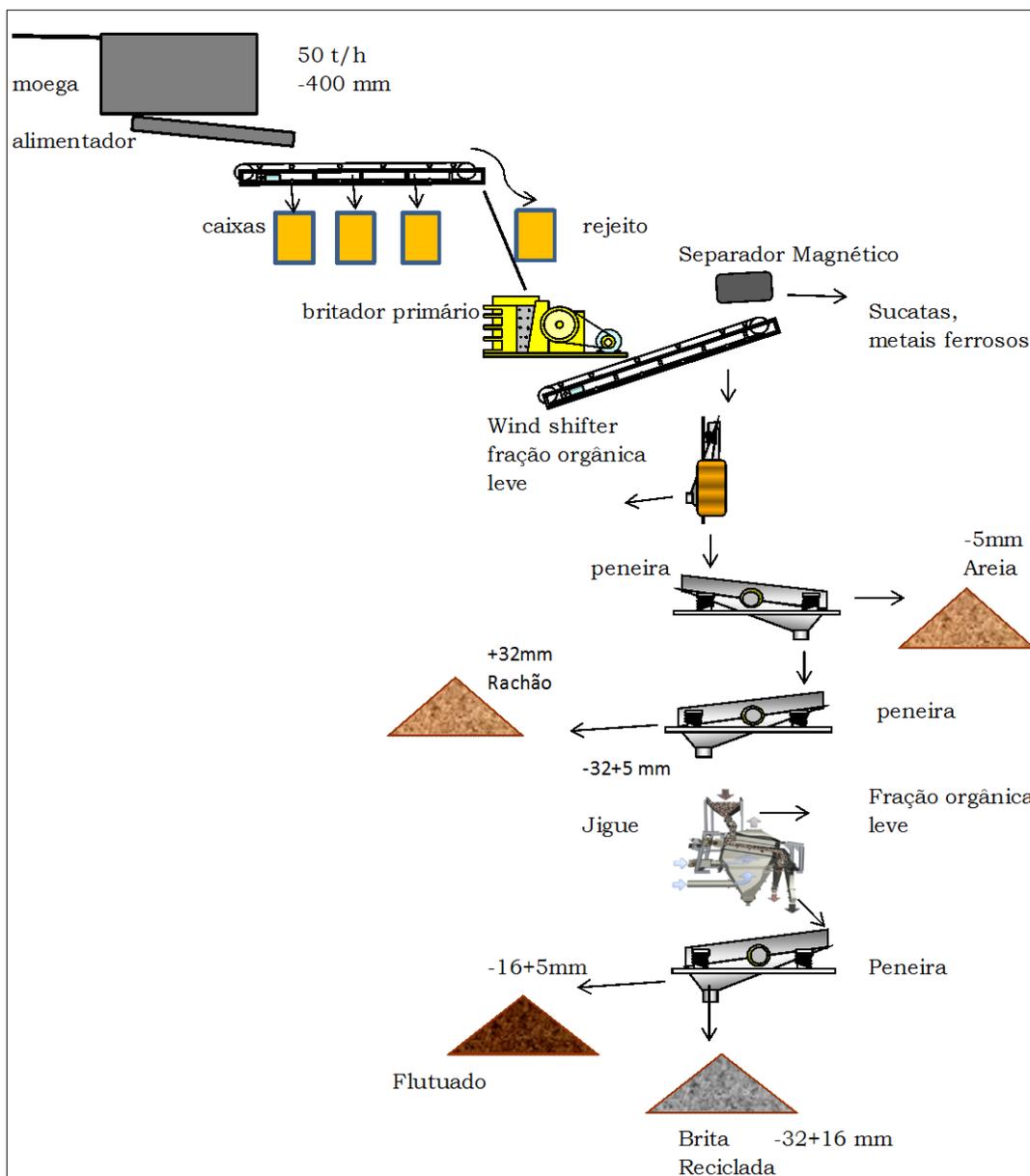


Figura 4.7: Circuito típico da indústria recicladora para obtenção de brita de concreto.

Fonte: Lima, 2013.

De acordo com Lima (2013), as indústrias recicladoras de RCC podem ser denotadas de duas formas distintas: *emergente*, quando o mercado de reciclados ainda não está consolidado, principalmente nas qualificações dos produtos – e *madura* quando os agregados reciclados se tornam mercadoria concorrente e certificada, dispostos à venda nas lojas de material de construção. Parte-se do pressuposto que, no longo prazo, a emergente vai se mover na direção da fronteira tecnológica e da qualidade dos

produtos existente nas maduras. Nas suas palavras, “a diferença decisiva entre a indústria emergente e a madura consiste na alimentação dos RCC devido à demolição e a coleta seletiva”, ou seja, a alimentação do RCC em fases perfeitamente definidas, além dos equipamentos das emergentes, as quais possuem equipamentos de meio úmido ou a ar para separação do material leve e, assim, obter uma maior limpeza do material reciclado.

A separação do RCC na fonte geradora dos resíduos favorece muito a reciclagem e é indispensável para a obtenção de reciclados com melhor qualidade. Isto se deve ao fato dos principais condicionantes do processo de reciclagem ser a necessidade de gerar produtos homogêneos e de características adequadas, a partir de resíduos heterogêneos e de origem bastante diversificada.

Em complementação à classificação por tipo de geração, as unidades de reciclagem podem ser divididas em instalações fixas e plantas móveis. As plantas móveis são também consideradas uma opção de investimento. Elas atuam pontualmente ou simultaneamente nas áreas onde haverá grande geração de resíduos, como grandes demolições ou construções. Apesar de ter que deslocar todo o maquinário pelas regiões da cidade, o custo de transporte somado para levar os resíduos até uma planta fixa é elevado, tornando a versão móvel passível de análise.

### **4.3.3 Agregados Reciclados**

Atualmente, a demanda por agregados alternativos aos de origem natural vem crescendo bastante. Dentre esses se destacam as argilas expandidas (resultantes do cozimento de lodo oriundo do tratamento de esgotos ou material argiloso especialmente preparado para esse fim), as escórias de alto-forno ou aciaria (que se constituem em rejeitos de processos siderúrgicos), as areias de britagem (oriundas de rochas para a produção de agregados graúdos) e os resíduos da construção civil (RCC).

Na Tabela 4.5, são ilustrados os diferentes produtos que podem ser obtidos a partir da reciclagem do RCC. Nela, há uma descrição sucinta de suas principais características, bem como do seu uso recomendado de acordo com a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON, 2013).

Tabela 4.5: Produtos reciclados e seus usos recomendados.

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

Fonte: ABRECON, 2013.

No contexto internacional, tem-se um quadro de gestão de RCC bem mais estruturado quando comparado ao Brasil. Já existe um mercado consolidado de usinas recicladoras com produção de agregados reciclados de qualidade certificada e que competem, de forma acirrada, com os agregados naturais.

Atualmente, a Europa lidera a reciclagem de entulho de construção e demolição, chegando, em média, a 60% de reciclagem do que é gerado. Ressalta-se a Alemanha,

onde são gerados, anualmente, cerca de 33 milhões de toneladas de RCC, sendo que cerca de 60% é reciclado. A Holanda se destaca na reciclagem destes resíduos, chegando a 95%. (ABRECON, 2013).

Os EUA, apesar da pouca tradição em reciclagem de RCC, já alcançam uma taxa de 100 milhões de toneladas de RCC reciclados por ano. Esse número também se traduz através de outros cuidados ambientais como o aproveitamento de cavas para construção de condomínios; ou para disposição do RCC de forma integrada com atividades de reciclagem (CAMPOS *et al.*, 2007).

Já outros países como Austrália e Japão apresentam taxas de reciclagem de cerca de 50% do resíduo gerado. Em particular, a Austrália produz  $13 \times 10^6$  toneladas de RCC, o que se traduz por 42% do RSU total do país (ULSEN, 2011).

#### **4.3.4 Aplicações do RCC**

Independentemente da aplicação que se queira dar ao RCC, cabe ressaltar que o resíduo deve, primeiramente, passar por um processo de beneficiamento antes de se tornar um agregado reciclado a ser aproveitado. Do ponto de vista técnico, existem muitas possibilidades de aplicação do RCC, variando de acordo com as características técnicas do agregado. De modo geral, quanto mais adequado às normas (NBR 15.112/04, NBR 15.113/04, NBR 15.114/05, NBR 15.115/04, NBR 15.116/04), maiores serão suas possibilidades de utilização.

O emprego de materiais reciclados pode ocorrer dentro dos próprios canteiros de obra. Neto *apud* Silva (2007) cita algumas atividades que podem utilizar esses agregados:

- Enchimento de degraus de escada e de rasgos de paredes para tubulações hidráulicas e elétricas;
- Chumbamento de caixas elétricas e tubulações;
- Agregado para concreto;
- Agregado para argamassa (assentamento de tijolos e blocos ou em revestimentos internos e externos, como chapisco, emboço e reboco);
- Blocos de vedação (blocos de concreto e outros pré-moldados sem função estrutural, como por exemplo, meio-fio e lajotas de estacionamento);

- Pavimentação (existem dados nacionais que comprovam que tal aplicação seria insuficiente para consumir integralmente todo o volume de RCC gerado no Brasil);
- Camada de Drenagem de Aterros Sanitários (deve possuir alta permeabilidade para coletar e transportar os efluentes gerados em uma velocidade maior que a de produção).

#### **4.3.5 Vantagens da reciclagem**

A primeira e mais notória vantagem é a preservação dos recursos naturais. Mesmo em locais de abundância de matéria-prima este fato representa um ganho visto que qualquer extração gera impactos locais.

Em termos de prolongamento da vida útil de um aterro, tem-se um ganho bastante expressivo ao se minimizar não só a geração de rejeitos, mas também ao se priorizar a reutilização e reciclagem do entulho. Desse modo, somente aquilo que de fato não tem mais função segue para o aterro e proporciona que sua gestão seja feita de forma mais sustentável.

A reciclagem de resíduos permite, também, a redução no consumo energético para a produção de um determinado bem, pois os materiais já incorporaram energia anteriormente. Muitas vezes, têm, inclusive, sua durabilidade da construção aumentada. Exemplo clássico e comprovado é a adição de escórias de alto forno e pozolanas ao cimento, gerando um produto de excelente qualidade operacional.

Além dos fatores acima, gera empregos e aumenta a competitividade da economia. Segundo estudo realizado na Carolina do Norte (EUA), para cada 100 empregos criados na reciclagem são perdidos apenas 13 na indústria do lixo (EPA *apud* JOHN, 2000). E, por último, a reciclagem pode reduzir os passivos ambientais devido à diminuição de disposições ilegais no meio ambiente.

No próximo capítulo, será discutido o atual estágio da reciclagem de RCC no Brasil e os principais gargalos encontrados para sua consolidação no mercado.

## 4.4 Panorama Geral da Reciclagem de RCC no Brasil

A partir da análise da influência do setor da construção civil na economia e na sociedade brasileira foi diagnosticado que a maior parte das obras no país são de infraestrutura, reflexo de sua política de desenvolvimento.

Mesmo com a maior porcentagem construtiva voltada para obras de infraestrutura, as características do RCC variam significativamente dentro do país, em decorrência do desenvolvimento da indústria da construção local, da densidade demográfica, da cultura da região, do perfil das atividades econômicas, do tipo e fase da obra, materiais de construção disponíveis, das técnicas construtivas empregadas, da localização geográfica, entre outros fatores.

As informações sobre a geração e a destinação de RCC no Brasil são escassas, mas a participação no Produto Interno Bruto do setor de atividade da qual se originam, é significativa. O que se observa, porém, é que a participação em massa de RCC em relação aos resíduos sólidos urbanos varia em cerca de 40 a 70% (PINTO T. d., 1999). Não foram realizados estudos posteriores significativos que reforcem essa estimativa.

Segundo Ângulo (2005) foi gerado no Brasil 70 milhões de toneladas/ano de RCC. Lima (2013) citou que a taxa de crescimento da construção civil na última década foi de 8,5% ao ano, que somado a uma taxa de demolição no país que nunca foi quantificada, proporcionam uma taxa de geração de entulhos na década de mais de 10% ao ano.

Dentro de um cenário onde a estimativa de geração e destinação de RCC não se mostra exequível, é notória a importância de um gerenciamento do RCC para garantir a quantificação e qualificação do mesmo, além de estimular sua redução, reuso e a reciclagem, rumo à sustentabilidade.

Para o gerenciamento do RCC, ou de qualquer tipo de resíduo, normalmente é seguida uma hierarquia de opções que primam pela diminuição do impacto ambiental em todas as suas fases, desde a geração até sua disposição final. Os impactos causados pelos resíduos da construção civil são relevantes e seu processamento pode ser um ator crucial para mitigar seus efeitos adversos.

O quadro da Tabela 4.6 apresenta os municípios com e sem serviço de manejo de RCC e o tipo de processamento dos resíduos. Vale ressaltar que estes dados do PNSB de 2008 são os mais detalhados sobre RCC.

Tabela 4.6: Tipo de Processamento do RCC nos municípios do Brasil.

Existência e tipo de processamento do RCC		Quantidade de municípios	
Sem serviço de manejo de RCC		1533	
Com serviço de manejo de RCC	Sem processamento do RCC		3639
	Com processamento do RCC	Triagem simples (classe A e B)	124
		Triagem e trituração simples do classe A	14
		Triagem e trituração simples do classe A, com classificação granulométrica	20
		Com reaproveitamento	79
		Outros	204
		Total	392
Total		4031	

Fonte: Lima, 2013.

A elevação do nível de vida, o aumento da densidade demográfica e o desenvolvimento tecnológico são outros fatores significativos e desencadeantes da geração de resíduos, aumentando em quantidade, heterogeneidade e volume.

A quantidade de RCC gerada em uma cidade é uma variável difícil de ser medida. Um estudo realizado por (PINTO T. d., 1999), feito com amostragens em diferentes cidades, mostrou uma taxa de geração média anual de RCC no Brasil de cada cidade de 0,5 t/hab.ano. Mais uma vez observa-se que as referências de estudos nessa área são antigas e escassas.

Considerando apenas a parcela coletada de RCC em centros urbanos, ou seja, a coleta dos resíduos de construção civil e demolição de obras sob responsabilidade municipal e os lançados em logradouros públicos, a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) publicou em 2011 que foram coletados 106.549 t/dia de RCC pelos municípios do Brasil, que com uma população total de 162.318.568 gera um *per capita* de 0,239 t/hab.ano.

Este dado porém, é a única parcela de RCC que possui registro, que demonstra não ser tão abrangente pois PINTO (1999), doze anos antes, estimou quase o dobro do *per capita* contabilizado.

A Figura 4.8 mostra que os municípios coletaram mais de 33 milhões de toneladas de RCC em 2011, um aumento de 7,2% em relação a 2010. Vale frisar que as quantidades reais são ainda maiores já que a responsabilidade para com o RCC é dos respectivos geradores, que nem sempre informam às autoridades os volumes de resíduos sob sua gestão, além das disposições clandestinas não contabilizadas.

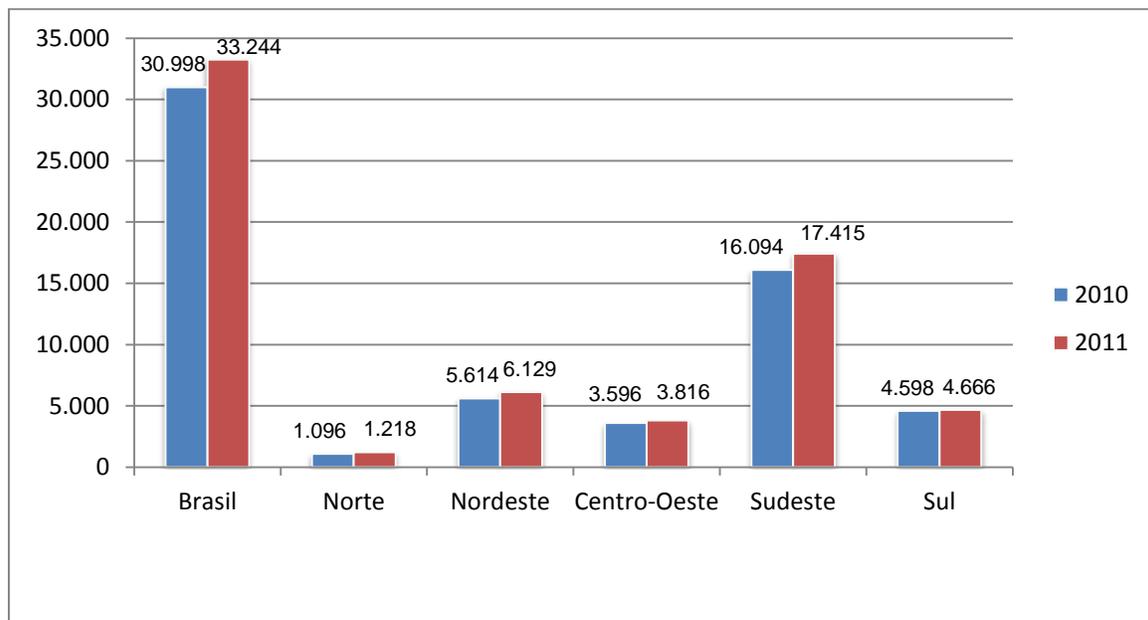


Figura 4.8: Total de RCC Coletados por região e Brasil (valores em mil ton/ano).

Fonte: ABRELPE, 2011.

A Figura 4.9 apresenta as formas de disposição do RCC em 2008, tendo-se como principal destinação os vazadouros, que misturados com outros resíduos representam a pior forma de disposição final.

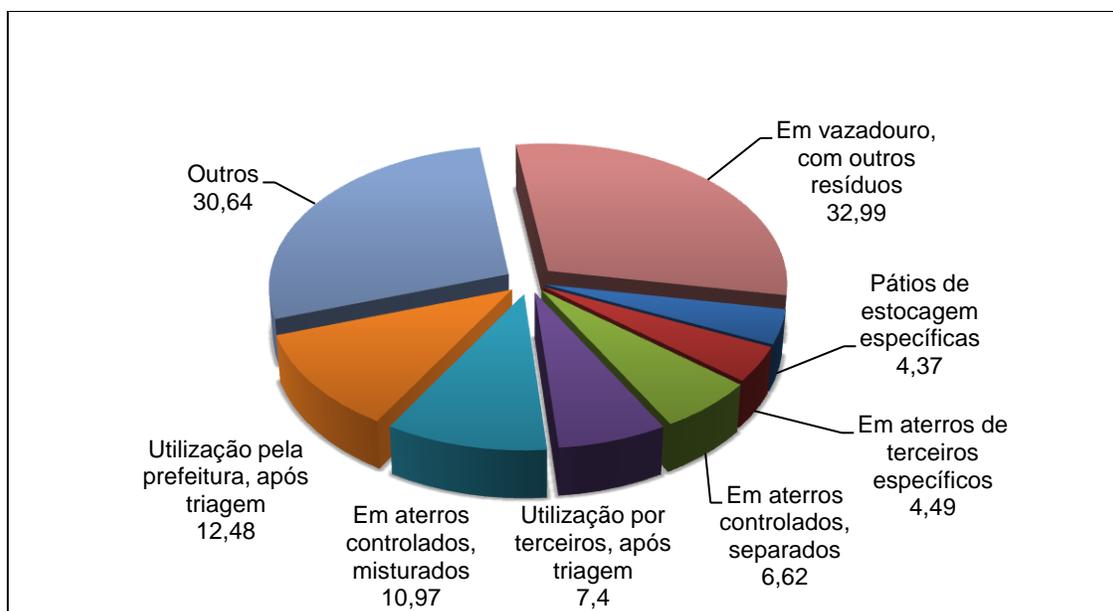


Figura 4.9: Formas de disposição do RCC no solo (%)

Fonte: Elaboração Própria com base no PNSB/IBGE, 2008.

Os dados mostrados na Figura 4.9 foram obtidos do PNSB/IBGE 2008, antes da Política Nacional de Resíduos Sólidos entrar em vigor. Partindo disso, acredita-se que atualmente este quadro esteja um pouco melhor. Outro ponto, é que esta pesquisa não abrangeu a totalidade dos municípios brasileiros, representando cerca de 80% do total.

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2011 indica que, considerando a quantidade de unidades de processamento de RSU dos municípios participantes da pesquisa, os locais corretos de triagem, transbordo e disposição de RCC representam apenas 5% do total, sendo que o lixão ainda representa 28% da destinação final de RSU. Já o aterro sanitário representa 28% de sua destinação final. Fazendo uma breve análise da quantidade gerada de RCC se comparado ao RSU, o primeiro ainda acaba sendo disposto majoritariamente em áreas irregulares visto que sua quantidade gerada não consegue ser absorvida nesses 5%.

Esses 5% se referem a 110 unidades destinadas ao processamento de resíduos de construção civil (ou resíduos de construção e demolição), embora possam não ser exclusivas para este tipo de resíduo, sobretudo no caso das áreas de transbordo e triagem. Enquadram-se neste bloco as citadas ATTs (áreas de transbordo e triagem) com 46 unidades, os aterros de construção civil com 44 unidades (embora haja casos

em que se confundam com os antigos “bota-foras”) e as estações de reciclagem de RCC que somam 20 unidades. Segundo Pinto (1999, *apud* Nunes, 2004), uma gestão sustentável de RCC baseia-se em:

- Formação de rede municipal de áreas para atração de RCC, diferenciadas para pequenos e grandes geradores e coletores, com a finalidade de maximizar a captação de RCC;
- Reciclagem dos resíduos captados pela rede, em centrais de reciclagem para RCC;
- Reintrodução dos materiais reciclados no ciclo produtivo, principalmente da própria indústria da construção civil;
- Alteração de cultura e de práticas dos geradores e coletores, em relação à intensidade de geração e à disposição dos RCC;
- Alteração de cultura e de práticas da gestão corretiva empregada pelos municípios.

A reciclagem de RCC no Brasil pode ser dividida em três fases principais: Antes da Resolução CONAMA 307/2002, entre sua publicação e a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNSR), e após a regulamentação da PNRS.

Antes da Resolução CONAMA 307/02, o que se observa são tentativas pontuais de reciclagem, como na década de 1980, o uso de moinhos em obras de edificações. O reuso de RCC estava apenas baseado na ideia de economizar com o gasto de matérias-primas nos canteiros de obra. As pesquisas científicas para uso de agregados reciclados no país também se iniciaram em meados desta década.

Além destas iniciativas por algumas empreiteiras, houve a tentativa de alguns municípios em estimular a reciclagem: a prefeitura de Itatinga, em São Paulo, foi a primeira a montar uma central de reciclagem, em 1991. Contudo, não apresentou um resultado esperado e ainda sendo vítima de vandalismo, acabou tendo sua operação inviabilizada. Após uma nova tentativa futura e a terceirização de seu serviço, por falta de manutenção dos equipamentos, ela encerrou seu funcionamento. A grande causa para o seu insucesso foi a falta de uma gestão sustentável de RCC, tendo sido criada apenas a usina, mas não sendo pensada uma logística de todo o processo.

Outras usinas foram construídas em Londrina (PR) em 1993, em Belo Horizonte (MG) em 1994, em Macaé (RJ) em 2000, em Brasília (DF) em 2001, em outros municípios de São Paulo, como em Piracicaba, Ribeirão Preto, São José dos Campos e Vinhedo. Belo Horizonte foi a única cidade que conseguiu inicialmente, implantar aos poucos uma gestão para os RCC, com programas de prevenção de deposições clandestinas e de promoção de reciclagem, o que propiciou o seu sucesso.

Até o ano de 2002, o país contou com 16 usinas, em média três usinas inauguradas por ano. A partir da homologação da Resolução CONAMA 307/02, observa-se um grande incentivo à reciclagem, visto que os grandes geradores passaram a ter que desenvolver e implantar um plano de gestão de RCC, visando sua destinação ambientalmente correta, com foco na reutilização e reciclagem. Além disso, esse marco legal conferiu valor aos resíduos de classe A e B, dispondo que estes deviam ser reciclados ou guardados em aterros específicos para uso posterior. Ou seja, quem recicla ou guarda algo o faz porque tem valor. Esses aspectos proporcionaram o fortalecimento da reciclagem, na qual se chega a uma média de nove usinas sendo instaladas por ano, ou seja, um crescimento três vezes maior.

O que pôde ser observado foi que, inicialmente, partiu da prefeitura o interesse e a atitude em buscar a reciclagem. Contudo, a maioria das usinas públicas instaladas tiveram dificuldades em sua administração, principalmente devido à mudança de gestão ou desinteresse da mesma, além de dificuldades na manutenção e/ou operação da usina por falta de capacitação técnica e de verbas para manutenção do sistema. Em vista disso, grande parte das usinas inauguradas pela Prefeitura não garantiram sua operação, ficando desativadas. Miranda (2009) apresentou que cerca de 45% das usinas nacionais em 2008 eram privadas.

Um aspecto importante é que mesmo com o estímulo da CONAMA 307/2002, a capacidade brasileira potencial de produção de agregados reciclados está muito abaixo da geração de RCC no país, sendo responsável por apenas 3,6% da reciclagem deste resíduo – isso considerando a capacidade nominal das usinas, que não costuma ser o perfil de operação (Miranda, 2009). Um fator que contribui para esse pequeno percentual é a segregação do entulho na fonte, que é crucial para a produção de um agregado. O que se tem no Brasil é que, nos grandes centros urbanos, a exigência da segregação para o RCC na origem só é feita e fiscalizada nos canteiros das grandes

obras, sendo que a maior parte da contribuição do entulho diário tem origem em pequenas obras, reduzindo significativamente o índice de reaproveitamento.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos vinha sendo discutida há quase vinte anos, para finalmente, em 2010, ser promulgada como um marco para a gestão de resíduos sólidos do país. Essa lei alavancou mais ainda a reciclagem, duplicando o cenário de usinas contabilizadas em dois anos.

Motivada por essa lei, a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON) foi criada no início de 2011, em São Paulo, com a ideia de introduzir a questão no debate público e criar unidade das empresas recicladoras de entulho no país.

Somando as experiências crescentes a partir da década de 1990 com os marcos regulatórios de gestão de RCC que se sucederam, as empresas privadas foram desenvolvendo experiência e crescendo os olhos para o setor, por perceberem que seria uma boa alternativa de investimento. Outro aspecto a se considerar foi o aumento do custo do descarte para os RCC da construção civil, principalmente os vinculados ao transporte dos resíduos. Com isso, o mercado privado de usinas de reciclagem foi se consolidando.

Atualmente o cenário da reciclagem no Brasil vem tomando força, principalmente na região sudeste, que concentra hoje 69% das Usinas de Reciclagem do país. O gráfico da Figura 4.10 apresenta a distribuição locacional da reciclagem de RCC no Brasil.

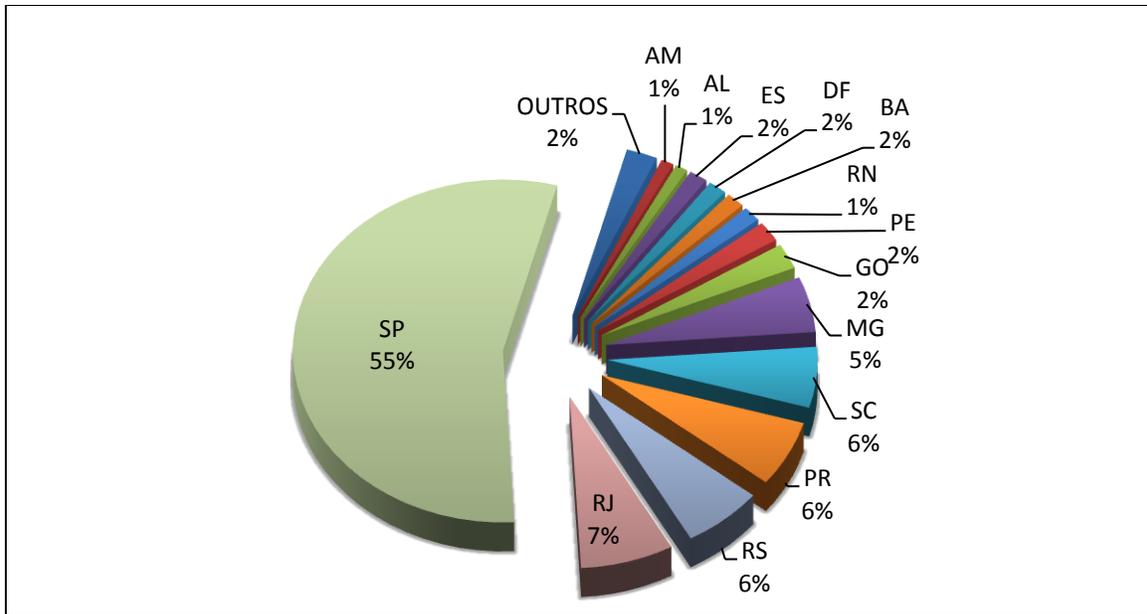


Figura 4.10: Distribuição das Usinas de Reciclagem de RCC pelo Brasil.

Fonte: Adaptado de ABRECON, 2013.

Somente na região de São de Paulo estão concentradas 55% das 209 usinas recicladoras do país. Esse alto percentual se justifica através de um processo que se iniciou com o esgotamento das jazidas de agregados naturais próximas à capital. Com isso, os agregados naturais passaram a ser transportados por distâncias superiores a 100 km, onerando o custo do produto final.

Se as reservas de um determinado mineral caem a ponto de tornar antieconômica sua extração, certamente ele será substituído por outro nas aplicações industriais ou seu preço aumentará devido à escassez. A adoção desse paradigma prevê que, ao se esgotarem as reservas naturais, os agregados naturais se tornarão tão caros que viabilizará a inserção dos agregados reciclados no mercado de forma competitiva.

Somando-se a isso, os gastos com a remoção e aterramento dos resíduos tornaram-se cada vez mais altos, em virtude da falta de locais para disposição e pelo aumento das distâncias a serem percorridas.

Um estudo confeccionado por Lima em 1999 expôs os custos de gerenciamento de resíduos da construção e demolição em alguns municípios brasileiros, a saber: Belo Horizonte (MG), São José do Rio Preto (SP), Jundiaí (SP) e Santo André (SP). Nele, foi

evidenciado o alto custo da gestão dos RCC nas cidades pertencentes ao Estado de São Paulo, conforme a tabela abaixo.

Tabela 4.7: Custos do gerenciamento de RCC em alguns municípios brasileiros.

Município	Custo
Belo Horizonte/MG	US\$ 7,9/t
São José dos Campos/SP	US\$ 10,66/t
Ribeirão Preto/SP	R\$ 5,37/t
São José do Rio Preto/SP	R\$ 11,38/t

Fonte: Lima, 1999.

A partir de então, iniciou-se um ciclo no qual as prefeituras garantiam o fornecimento de insumos para as recicladoras a fim de assegurar a continuidade da sua operação. Com o passar do tempo, esse mercado foi se consolidando e elas passaram a não mais contar com os resíduos advindos das prefeituras, os quais eram muito contaminados e heterogêneos.

Em paralelo, essas empresas começaram a cobrar valores mais atrativos para o recebimento do RCC, compensando as despesas do entulheiro com o transporte e descarte final e, ainda, garantindo o recebimento de entulhos com um maior percentual de fração mineral.

Esse processo foi tomando corpo e fez com que São Paulo entrasse na vanguarda da reciclagem de resíduos da construção civil. Lima (2013) mostrou através de seu estudo amostral que, atualmente, São Paulo possui 49% do seu entulho com alta qualidade para produção de reciclados, ou seja, com densidade maior ou igual a 2,2 g/cm<sup>3</sup> - densidade correspondente ao concreto. Para se verificar o grau de maturidade desse mercado, basta que acessar os sites das empresas filiadas à ABRECON para constatar a diversificação da oferta de insumos reciclados oferecidos pela região.

A ABRECON realizou este ano uma compilação do número de usinas de reciclagem de RCC no país, chegando a um resultado de 209 usinas, em operação ou implantação. Dentre elas, foi verificado que cerca de 82% são privadas, o que mostra o quanto a iniciativa privada se fortaleceu nos últimos anos, pois conseguiu tornar viável economicamente este processo.

A viabilidade econômica de uma Usina de Reciclagem foi discutida mais fortemente a partir de 2000. John (2001) *apud* Lima (2013) afirmou que a viabilidade financeira é algo fundamental em todas as etapas e deve ser avaliada em função do valor do mercado do produto, dos custos do processo de reciclagem e do custo de disposição em aterro. Ângulo (2005) *apud* Lima (2013) apontou que o mercado potencial de agregados reciclados é promissor, mas que práticas da indústria mineral como a triagem e separação dos resíduos precisam ser eficientes.

Três pesquisas sobre a viabilidade econômica e financeira de empresas recicladoras com ferramentas matemáticas merecem destaque, a de Jadovski (2005), a de Nunes (2004) e a mais recente de Lima (2013). O primeiro autor apresentou uma viabilidade positiva para empresa pública e privada em plantas a partir da produção de 30t/h e 40t/h, sendo suas hipóteses um pouco otimistas. Nunes (2004) concluiu que não era viável para empresas de iniciativa privada implantarem e operarem uma usina de reciclagem de RCC nas condições de mercado da época, dizendo que as usinas públicas existiam devido à tomada de decisão levar em conta também a contabilidade social e ambiental. O mais recente estudo feito por Lima fez uma abordagem do RCC como mercadoria formadora de um mercado de reciclados e uma indústria recicladora emergente possibilitando uma modelagem dinâmica a nível municipal.

Lima (2013) concluiu que apesar dos altos investimentos iniciais com a aquisição de terrenos, construção da planta e compra de equipamentos, a reciclagem do RCC apresentou mais benefícios do que custos nas três cidades estudadas: Macaé, São Paulo e Maceió. Em um horizonte de 20 anos, a região de São Paulo apresentou a melhor relação custo-benefício, bem superior às cidades de Macaé e Maceió, que também apresentaram relações positivas. Esse é um indicador de que a reciclagem, em todas as cidades estudadas, deve ser recomendada e incentivada.

Além disso, Lima (2013) frisou que não basta investir na infraestrutura, na logística ou nas próprias plantas de reciclagem. É preciso que mecanismos de formação de mercado sejam desenvolvidos, como por exemplo, políticas de compras de agregados reciclados para obras públicas.

Todos os estudos realizados convergem apontando que os principais fatores para o sucesso da reciclagem como negócio privado são:

- a qualidade do produto (que depende da qualidade do RCC e do processo de reciclagem instalado);
- o preço de implantação e operação;
- o mercado local de agregado natural;
- o preço da destinação final para os aterros;
- distância das usinas aos centros consumidores;
- o apoio das administrações públicas no seu consumo;
- o público-alvo (demandantes do agregado reciclado);
- a possibilidade em se cobrar uma taxa para recebimento deste.

O processo de formação da mineração urbana no Brasil (LIMA, 2013), que diz respeito à mudança do tratamento do RCC da esfera do saneamento básico para o âmbito do resíduo como matéria-prima secundária para agregados, se mostra crucial para o desenvolvimento de condições de mercado atrativas para os empreendedores do ramo.

Diante deste panorama geral nacional apresentado, no tocante à gestão de RCC com foco na Reciclagem, será feita nos próximos capítulos uma análise dos principais impactos ambientais do RCC, e um estudo aprofundado da gestão de RCC no Município do Rio de Janeiro, na busca por apresentar o estado da arte da gestão de RCC e as dificuldades a serem superadas.

## **4.5 Impactos Ambientais dos Resíduos da Construção Civil**

Segundo o conceito clássico e legal definido pela Resolução CONAMA nº 01 de 1986, em seu Art. 1º:

[...] considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: (i) a saúde, a segurança

e o bem-estar da população; (ii) as atividades sociais e econômicas; (iii) a biota; (iv) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; (v) a qualidade dos recursos ambientais.

Desperdiçar materiais, seja na forma de resíduo ou sob outra natureza, significa desperdiçar recursos naturais, o que coloca a indústria da construção civil no centro das discussões na busca pela incorporação da sustentabilidade em suas atividades.

É evidente que o meio ambiente sofrerá alterações devido à exploração minerária e seus desdobramentos ao longo da cadeia da produção civil, o que impõe ao empreendedor o dever de mitigar seus impactos negativos. Os impactos ambientais associados à produção e destinação final de RCC são numerosos e devem ser incorporados como oportunidades ao empreendedor.

As soluções normalmente empregadas para o RCC sempre foram os aterros e lixões, que possuem vários inconvenientes ambientais e se tornam cada vez mais caros em função da diminuição de seu espaço útil. Somado a isso, a simples disposição inadequada do entulho desperdiça um material que pode ter um destino mais nobre através da reutilização e reciclagem. O reaproveitamento deste resíduo é uma alternativa econômica vantajosa, na medida em que introduz no mercado um novo material com grande potencialidade de uso para diferentes fins.

Conceitos como o da análise do ciclo de vida (ACV), estudos do fluxo de materiais, análises de “metabolismo industrial”, análise de *input-output* entre outros, estão ganhando popularidade nas discussões atuais. Essas ferramentas contribuem para uma análise sistêmica dos processos e seus impactos ambientais.

O modelo linear de produção com o qual o mercado está habituado deve ser substituído por um modelo mais eficiente de aproveitamento dos recursos investidos. Este modelo é comumente chamado de modelo cíclico ou de ciclo fechado e a utilização de todos os recursos empregados é otimizada, gerando um mínimo de resíduos recicláveis. Nesse modelo, além dos produtos apresentarem um adequado desempenho ambiental ao longo de sua vida útil, eles são projetados com uma maior durabilidade para não sobrecarregar a vida útil do aterro ao se tornarem rejeitos. Ademais, eles deverão ser projetados de forma a facilitar operações de reforma ou desmonte para reutilização em outros produtos. Somente quando essa operação se inviabilizar, eles serão destinados à reciclagem (NUNES, 2010).

Provavelmente, esse ciclo nunca será fechado, pois as perdas no processo são inevitáveis. As perdas e desperdícios de materiais durante o processo de construção aumentam o impacto sobre o meio ambiente na medida em que há um consumo além do necessário à produção e manutenção de um bem. Além disso, o número de vezes que um material poderá ser reciclado é limitado em função de sua degradação.

Na Figura 4.11, é possível visualizar o ciclo de vida dos agregados da construção civil, desde sua extração até a destinação final. O RCC pode ser destinado à reutilização, reciclagem e para as áreas licenciadas pelo órgão ambiental competente. Infelizmente, parte do RCC ainda é encaminhada para o descarte ilegal contribuindo para a má gestão e degradação do meio ambiente.

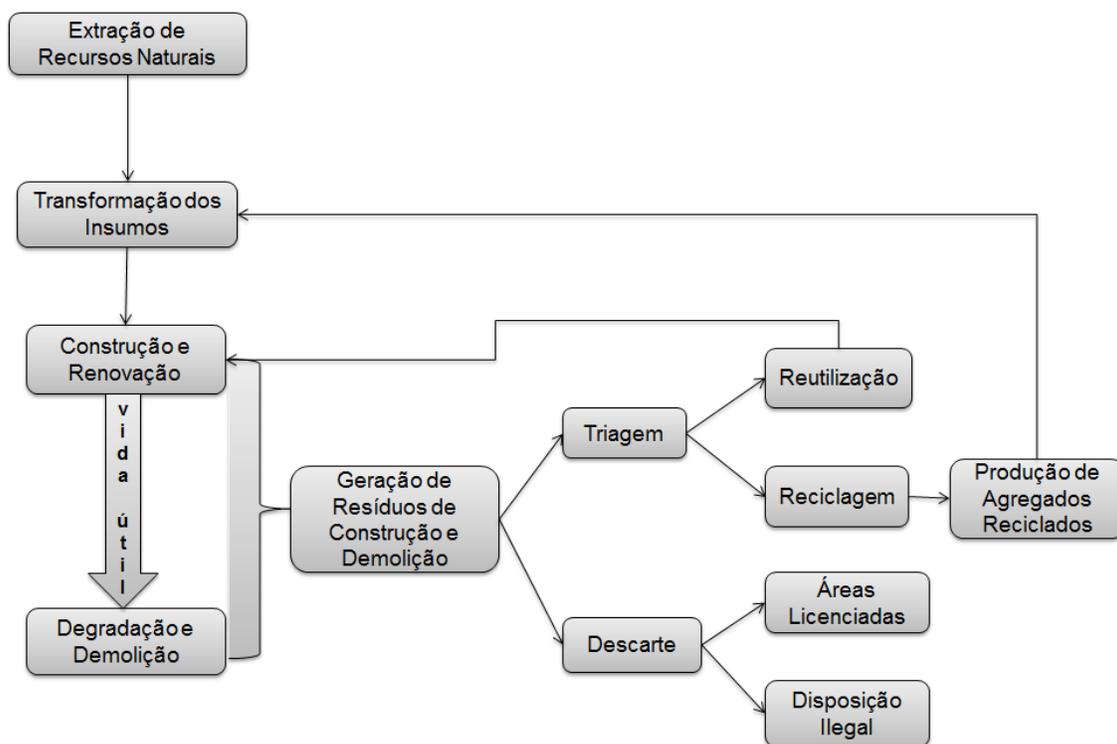


Figura 4.11: Fluxograma do ciclo de vida dos agregados da construção civil.

Fonte: Elaboração Própria.

Os impactos ambientais do RCC são provenientes, em sua grande maioria, do expressivo volume gerado e do seu descarte em locais não adequados, tais como ruas, calçadas, terrenos baldios, encostas, leitos de córregos e rios e áreas de preservação ambiental. Os “bota-foras” clandestinos, como são popularmente conhecidas as áreas

de disposição ilegal de entulho, surgem principalmente da ação de entulheiros que transportam os resíduos provenientes do gerador de pequeno e médio porte. A ação desses entulheiros descompromissados com o meio ambiente, aliado ao uso de pequenos veículos coletores com baixa capacidade de deslocamento como, por exemplo, carroças de tração animal, contribuem ainda mais para o surgimento de áreas ilegais de descarte de RCC.

A falta de efetividade ou, em alguns casos, a inexistência de políticas públicas que disciplinem e ordenem os fluxos da destinação dos resíduos da construção civil nas cidades, associada ao descompromisso dos geradores no manejo e, principalmente, na destinação dos resíduos, podem provocar os seguintes impactos ambientais negativos (SILVA, 2012; SAMPAIO *et. al.*, 2009; NUNES, 2010):

- Degradação das áreas de manancial e de proteção permanente;
- Proliferação de agentes transmissores de doenças;
- Assoreamento de rios e córregos;
- Obstrução dos sistemas de drenagem, tais como piscinões, galerias e sarjetas;
- Ocupação de vias e logradouros públicos por resíduos, com prejuízo à circulação de pessoas e veículos, além da própria degradação da paisagem urbana;
- Existência e acúmulo de resíduos contaminados que podem gerar risco por sua periculosidade;
- Indução de escorregamentos;
- Modificação de cursos d'água;
- Aumento da turbidez e da quantidade de sólidos em suspensão em corpos d'água receptores;
- Modificações do lençol freático com rebaixamento ou elevação do nível de base local;
- Mudanças na dinâmica de movimentação das águas subterrâneas;
- Inundações à jusante.

Outro importante impacto ambiental negativo é a questão das pedreiras *versus* a ocupação urbana. O desenvolvimento da atividade de lavra a céu aberto em área urbana, cujos riscos potenciais confrontam cada vez mais com os espaços sociais, choca-se ante aos interesses da sociedade e de proteção ambiental.

Na Figura 4.12, tem-se uma pedreira totalmente inserida dentro da malha urbana da RMRJ. Antes de sua instalação, ainda na década de 1940 – período no qual a malha urbana não havia avançado –, o sítio geográfico possuía um uso do solo totalmente rural. Porém, com o passar dos anos, a urbanização chegou a essa região da cidade do Rio de Janeiro. Tal ocupação se deu de forma desordenada, sem considerar a presença da atividade de mineração no local. Na porção inferior da foto, pode-se observar um assentamento familiar dentro do terreno da mineradora que ocorrera na década de 1980. Nesses casos, coexistem dois problemas que se relacionam entre si: um técnico e outro social.



Figura 4.12: Pedreira instalada em um ambiente cotidiano onde diversas pessoas convivem com a atividade mineradora

Fonte: Silva, 2005.

Atividades desse porte diminuem a qualidade de vida e geram transtornos para a população do entorno, devido a aspectos negativos como:

- Aumento da emissão de material particulado;
- Aumento de ruídos;

- Lançamento de fragmentos rochosos à distância;
- Mudança do uso de solo;
- Aumento da circulação de veículos pesados gerando transtornos ao tráfego;
- Possibilidade de ocupação irregular das áreas degradadas não remediadas;
- Vibração do solo.

Esses fatores podem causar problemas que vão desde os respiratórios devido à inalação do particulado, até mesmo o comprometimento da parte estrutural das casas em função da trepidação dos explosivos utilizados no desmonte do maciço.

Por outro lado, algumas alterações socioeconômicas positivas também podem ser citadas, tais como:

- Aumento da arrecadação de impostos;
- Aumento da demanda de trabalho;
- Depreciação de imóveis circunvizinhos.

Na Figura 4.13, pode-se observar as pedreiras desativadas conflitando com o espaço urbano e o bom desenvolvimento da atividade turística.

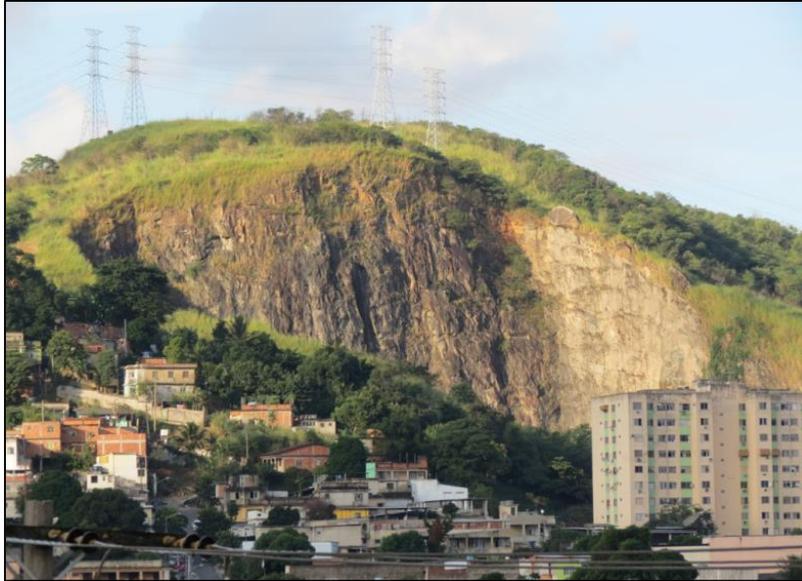


Figura 4.13: Pedreiras desativadas conflitando com o ambiente urbano do Rio de Janeiro

Fonte: <http://suburbiorj.com.br/pedreira-de-turiacu/>.

Situações indesejáveis como essas poderiam ser contornadas pelo adequado ordenamento territorial dos municípios, compatibilizando as diversas formas de ocupação antrópica com aquelas decorrentes das atividades minerárias.

Ademais, o processo de descomissionamento das pedreiras poderia ser combinado com uma obturação (preenchimento por RCC) das cavas remanescentes. Essa prática,

além de obturar as cicatrizes dos maciços, viabilizaria, novamente, o uso daquele local antes abandonado como, por exemplo, para construção de moradias populares. Todas essas ações, amparadas à legislação ambiental e mineral, são imprescindíveis para a sustentabilidade da atividade produtiva de agregados nas diversas regiões do país.

Por outro lado, apesar do descarte de RCC em cavas de aterros se apresentar como uma alternativa pertinente, há de se questionar por quanto tempo seria viável essa opção. Em 2010, Nunes *et al.* realizou um estudo da análise de ciclo de vida para a gestão do RCC no município do Rio de Janeiro. Os cenários considerados foram: reciclagem na fonte de geração dos resíduos com pequenos moinhos, reciclagem em centrais de reciclagem, deposição em cavas de pedreiras e deposição em aterros de resíduos sólidos urbanos. Os resultados da ACV mostraram que a combinação de 20% para reciclagem na fonte de geração e 80% para as cavas de pedreira têm o melhor desempenho em relação aos impactos ambientais. Diante disso, vale se questionar por quanto tempo seria viável esta prática e, para isso, caberia uma discussão mais aprofundada para verificar se a disponibilidade atual de cavas seria suficiente para suprir essa demanda.

Para além dos impactos ambientais supracitados, tem-se no macro setor da construção civil quatro grandes grupos de impactos ambientais em toda sua cadeia, a saber:

#### Consumo de recursos naturais

O consumo de recursos naturais na construção civil depende da vida útil das estruturas construídas, das necessidades de manutenção preventiva e corretiva, das perdas incorporadas nos edifícios e da tecnologia empregada (JOHN, 2000).

Segundo Valverde (2001), o consumo de agregados para construção civil no Brasil foi de 240 milhões de m<sup>3</sup> em 2000 e, em 2010 uma previsão de 340 milhões de m<sup>3</sup>. Este dado é verificado pela produção nacional de cimento Portland, que em 2004 foi de 34 milhões de toneladas. Considerando-se um traço médio de 1:6, tem-se um consumo de 210 milhões de toneladas ou 130 milhões de m<sup>3</sup> de agregados, na produção de concretos e argamassas, devendo-se acrescer ainda o material empregado para outros fins.

#### Consumo de energia

A produção de materiais consome considerável quantidade de energia, devendo-se considerar o volume de produção, a distância do polo gerador ao polo consumidor e, também, o meio de transporte utilizado.

O conteúdo de energia por unidade de massa dos materiais não constitui por si um indicador do seu impacto ambiental, pois existe grande diferença de eficiência entre os diversos materiais para uma mesma função. Assim, uma durabilidade elevada pode compensar um elevado consumo de energia e vice-versa (JOHN, 2000, p.20 e 21). Na Tabela 4.8 é exemplificado o consumo de energia estimado para a produção de diferentes materiais de construção civil.

Tabela 4.8: Consumo de energia estimado para a produção de diferentes materiais de construção (MJ/t).

Produto	Mínimo	Máximo
Comento via seca <sup>1</sup>	1,2	2
Cimento via úmida <sup>1</sup>	4,9	7,4
Madeira natural	4	7
Compensado	18	-
Tijolo Cerâmico	2,8	5,8
Gesso	1,4	7,4
Vidro plano	10,2	21,6
Tintas látex (base seca)	76	77,7
Poliestireno	105	122,8
Aço	25,7	39
Alumínio	145	261,7

<sup>1</sup>Os consumos energéticos da indústria cimenteira brasileira são muito inferiores, seja pela superior eficiência energética do processo, seja pelo elevado índice de reciclagem

Fonte: John, 2000.

### Geração de resíduos e perdas/desperdícios

Os principais fatores que contribuem para a geração de resíduos são: a indefinição e detalhamento insuficiente nos projetos, a qualidade inferior dos materiais e componentes de construção disponíveis no mercado, a mão-de-obra não qualificada e a ausência de procedimentos operacionais e mecanismos de controle de execução e inspeção.

A Tabela 4.9 proposta por Paliari (1999) ilustra os percentuais de perdas que podem ser gerados nas diferentes etapas do processo construtivo.

Tabela 4.9: Valores percentuais de perdas de materiais segundo diversas pesquisas.

Material	Internacional		Nacional		
	Skoyles (1976)	Enshassi (1996)	Pinto (1989)	Soibelman (1993)	Santos (1995)
	Entulho	Entulho	Entulho + incorporado	Entulho + incorporado	Entulho + incorporado
Concreto em infraestrutura	8,0	-	-	-	-
Concreto em superestrutura	2,0	-	-	-	-
Concreto em geral	-	-	1,5	12,9	-
Aço	5,0	2,1	26,0	19,0	-
Tijolos comuns	8,0	3,2	-	-	-
Tijolos à vista	12,0	4,9	-	-	-
Tijolos furados	-	-	-	50,0	5,4
Tijolos maciços	-	-	-	54,0	25,5
Tijolos estruturais vazados	5,0	-	-	-	-
Tijolos estruturais maciços	10,0	-	-	-	-
Blocos leves	9,0	-	-	-	-
Blocos de concreto	7,0	-	-	-	-
Componentes de vedação	-	-	13,0	-	-
Madeira - tábuas	15,0	-	-	-	-
Madeiras - compensados	15,0	-	-	-	-
Madeira em geral	-	-	47,5	-	-
Rev. Cerâmicos - paredes	3,0	-	9,5	-	-
Rev. Cerâmicos - pisos	3,0	-	7,5	-	-

Fonte: Paliari, 1999.

Como solução para as perdas e desperdícios envolvidos em uma construção, foi proposto o modelo de demolição seletiva, também conhecido como *strip-out*. Ela utiliza as mesmas técnicas da demolição tradicional, mas prevê a retirada de diversos materiais presentes no edifício, antes de sua demolição, por isso utiliza mais as técnicas de desmonte preciso e trabalhos manuais em busca de materiais com maior valor agregado. A separação dos materiais é feita de acordo com suas características, visando diminuir ruídos, poeira, vibrações, contaminações e possibilitar seu reuso (LIMA, 2013).

Esse método tem sido usado nas demolições de grandes obras que empregam técnicas de segregação nos desmontes, porém, ainda com grande dificuldade, devido à metodologia construtiva empregada nas construções a partir da década de 1960 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% (SOUZA *et al.*, 2004).

### Poluição Ambiental

A fabricação de elementos da construção civil, como o cimento Portland ou cal, implicam na calcinação do calcário ou dolomito, liberando grandes quantidades de CO<sub>2</sub> para a atmosfera. Para se produzir 1 tonelada de cal hidratada cálcica (CaO.H<sub>2</sub>O) há uma liberação aproximada de 785 kg de CO<sub>2</sub> para o ar, sem contar os demais gases emitidos na queima do combustível dos veículos transportadores. A produção de 1 tonelada de clínquer libera entre 820 e 850 kg de CO<sub>2</sub> para a atmosfera (JOHN, 2000).

A massa de gás carbônico liberado pela indústria cimenteira é significativa no Brasil visto que a produção de cimento contribui anualmente com 6% a 8% do CO<sub>2</sub> emitido do país (JOHN, 2000), prejudicando a qualidade do ar no entorno das instalações e agravando o efeito estufa.

Nesse sentido, somente através da garantia de melhores práticas de gestão e de uma mudança no paradigma ambiental, será possível que haja um desenvolvimento sustentável na cadeia da construção civil e, conseqüentemente, um ganho no bem estar socioambiental.

Um estudo de avaliação do ciclo de vida para esse resíduo é de suma importância para incorporar os impactos pontuais e sistêmicos de toda sua cadeia. O foco sempre deve ser na redução de todos os insumos necessários, a reutilização do que ainda pode ser aproveitável, e a reciclagem para a busca de novas alternativas para com o que foi gerado.

Contudo, partindo do princípio que o resíduo de construção civil foi gerado e precisa-se pensar em alternativas mais sustentáveis para o mesmo, foi realizado um estudo de caso do município do Rio de Janeiro, apresentado nos próximos capítulos, visando

entender a gestão de RCC no local, bem como identificar as potencialidades e fragilidades relacionadas ao tema.

## 5. METODOLOGIA

Inicialmente foi realizada uma ampla revisão bibliográfica sobre o tema e conceituação de seus principais instrumentos, a fim de direcionar o escopo do trabalho. Cerca de vinte teses que abordam os impactos ambientais da cadeia da construção civil foram analisadas, a fim de compilar os mais importantes.

Em concomitância, foi realizado um levantamento de todos os marcos regulatórios relacionados à Gestão de RCC no país com foco no município do RJ, buscando associar a promulgação de uma legislação com seu resultado e influência na gestão deste resíduo.

Em seguida, foram identificados os principais agentes envolvidos no projeto, resultando no desenvolvimento de dois questionários: um na forma de *check-list* para as empresas licenciadas pela Secretaria de Meio Ambiente (SMAC) que recebem o RCC e outro para ser aplicado à Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB).

O primeiro questionário foi elaborado visando entender o estado da arte da reciclagem de RCC no município, através das empresas e locais que recebem o resíduo. O foco do mesmo foi realizar um diagnóstico do funcionamento desses locais, bem como o tipo, forma de recebimento e tratamento do RCC dados por eles. As entrevistas foram realizadas por telefone.

Esses questionários foram feitos o intuito de se obter um melhor entendimento sobre o fluxo do RCC na cidade do Rio de Janeiro. O *check-list* aplicado à SMAC pode ser visualizado na Tabela 5.1:

Tabela 5.1: *Check-list* elaborado para as empresas da lista SMAC.

<b>Check-list para as Recicladoras de Entulho do Município do Rio de Janeiro</b>
1 - A empresa recebe resíduos classe A, tais como tijolo, blocos, telhas, placas de revestimento, argamassa e concreto?
2 - A empresa só recebe o resíduo ou também faz o transporte (buscam o resíduo no gerador)?
3 - A empresa solicita alguma separação previa desses resíduos ou recebe tudo misturado?
4 - Quais os equipamentos usados para reciclagem destes resíduos: peneira, britador,...?
5 - Qual a capacidade de reciclagem da empresa, isto é, quantas toneladas ela consegue processar por mês, ou por semana?
6 - Qual o valor cobrado por m <sup>3</sup> ou t do resíduo recebido?
7 - Qual o percentual do aproveitamento do resíduo, do que entra, para o reciclado?
8 - O que é gerado na reciclagem deste resíduo?
9 - Para onde é encaminhado o reciclado e o que não foi reaproveitado?
10 - Qual o resíduo que vale mais a pena reciclar (maior valor agregado)?
11 - Quais as principais dificuldades que a empresa vem enfrentando em sua atividade?

Fonte: Elaboração própria.

O segundo questionário destinado à COMLURB foi elaborado após a primeira entrevista com um dos engenheiros da Diretoria Técnica Industrial (DIN). O objetivo era tentar entender aspectos gerais sobre a gestão de RCC no âmbito da COMLURB, bem como verificar como era feito o compilamento histórico dos dados. O questionário foi enviado por e-mail e respondido aos poucos pela diretoria técnica industrial. A maioria das respostas obtidas foram estimativas, com exceção do histórico que foi publicado nos relatórios DIN da COMLURB. As respostas serão apresentadas ao longo do estudo.

Tabela 5.2: Questionário elaborado para a Diretoria Técnica Industrial da COMLURB

<b>Questionário à COMLURB:</b>
1. Qual o percentual de perdas estimado entre a Geração e a Coleta de RCC?
2. O RCC oriundo de pequenos geradores é encaminhado para Seropedica ou Gericino. Quais são as alternativas para destinação de grandes geradores de Entulho? Quais são e onde são esses locais? E os perigosos (Classe D), onde são destinados?
3. Daonde obteve-se o valor da Taxa de 20 reais/ tonelada para recebimento de Entulho em centrais de Reciclagem?
4. Dados Históricos (96-2012):
· Geração anual média de resíduos sólidos urbanos no município do RJ.
· Geração de RCD no município do RJ. (t/ano).
· Numero de Pontos de Disposição clandestina de RCD e quantidade média (t/dia) removida.
· Custo da COMLURB por tonelada de Lixo, inclusive RCC (Histórico de 1996-2012)
5. Como a COMLURB contabiliza o Entulho? Recolhe misturado?
6. Qual a situação atual dos Ecopontos (em 2004-42 pontos): Principais problemas, quais estão em funcionamento, quantos, prospecção de melhorias.
7. CTR Gericino é terceirizado? Qual a empresa responsável pelo seu gerenciamento?
8. Tanto Seropedica quanto Gericino reutilizam o RCC para cobertura de aterro?
9. Atualmente Quais são as unidades de Processamento de RSU? Existe alguma específica para Entulho? e áreas de transbordo? E20
10. O Entulho que vai para os CTR's sofre algum tipo de triagem?
11. Existe alguma parceria da COMLURB com as obras de Eventos Esportivos, Porto Maravilha? Para onde vão esses resíduos dessas grandes obras?

Fonte: Elaboração Própria

Uma outra parte do estudo foi a realização de entrevistas e reuniões com os membros da COMLURB, SMAC, Associação Estadual de aterros do Rio de Janeiro (ASSAERJ), professores e pesquisadores atuantes na área, para consolidar os dados obtidos nas etapas anteriores.

Foi estabelecido um contato mais específico com a COMLURB, para a obtenção dos Relatórios da Diretoria Técnico Industrial para uma análise histórica, de 1996 a 2012. O objetivo desta pesquisa foi estimar a quantidade de RCC encaminhada aos pontos de destinação sob responsabilidade da COMLURB, além de buscar entender a modificação, ao longo dos anos, de seus locais de destino, logística e a forma como o RCC era contabilizado pela companhia.

Após todo o levantamento de dados e experiência adquirida, foi realizada no mês de Junho de 2013, uma visita aos pontos de destinação de RCC do município do Rio de Janeiro, a saber: CTR Seropédica, CTR Gericinó e a ETR do Caju. A visita teve a intenção de se verificar *in loco* como é feito o recebimento, o processamento e o gerenciamento do RCC pelas duas unidades operacionais.

Após a confirmação em campo dos aspectos qualitativos e quantitativos do RCC encaminhado aos aterros, foi possível comparar os dados teóricos e estimados, com a quantidade real encaminhada aos aterros. A partir disso, foi realizada também uma estimativa quantitativa de RCC destinado às Unidades da COMLURB, considerando que o mesmo não é contabilizado separadamente nos locais de destino.

## **6. RESULTADO: ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO**

### **6.1 Marcos Regulatórios na Gestão de RCC**

Os marcos regulatórios que influenciam na gestão ambiental do município do Rio de Janeiro operam em três níveis: Federal, Estadual e Municipal. O que deve ser seguido é que o nível municipal sempre deve ser igual ou mais restritivo que o estabelecido em níveis estadual e federal.

No decorrer do trabalho foi enfatizada a resolução CONAMA 307/2002, publicada no DOU (Diário Oficial da União) em 17/07/2002, que tem como objetivo “estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos de construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais”. A partir disso, ela classifica o RCC e estabelece as suas respectivas destinações, bem como enfatiza que o objetivo principal dos geradores de RCC deve ser a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final.

Outro ponto relevante é que especifica como instrumento para a implementação da gestão dos resíduos da construção civil o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, realizado por Municípios e Distrito Federal. Em seu Art. 11º, fica estabelecido o prazo máximo de doze meses para que os municípios e o Distrito Federal elaborem esses Planos, contemplando os Programas Municipais de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil – PMGRCC – oriundos de geradores de pequenos volumes, e o prazo máximo de dezoito meses para sua implementação. O município do RJ instaurou seu PMGRCC apenas em 27 de Setembro de 2006, através do Decreto Municipal nº 27.078.

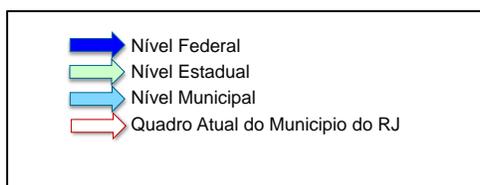
Já em seu Art. 13º, estabelece um prazo máximo de dezoito meses para que os Municípios e o Distrito Federal cessem a disposição de resíduos de construção civil em aterros de resíduos domiciliares e em áreas de “bota-fora”. Infelizmente, como será aprofundado adiante, o município do RJ, mesmo com o fechamento do Aterro Controlado de Gramacho em 2012, continua dispondo o RCC em aterros.

A lei 12.305 promulgada em 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, também já citada no decorrer do trabalho, merece ser enfatizada em alguns aspectos, como:

- Institui o conceito de poluidor-pagador e protetor-recebedor;
- Insere o conceito de responsabilidade compartilhada na gestão dos resíduos. No caso de RCC, a cadeia da construção civil terá a responsabilidade compartilhada de arcar com os custos do gerenciamento dos resíduos;
- Introduz como instrumento da Política a coleta seletiva, a logística reversa, além de outras ferramentas relacionadas ao ciclo de vida de um produto;
- Tem como um de seus objetivos que os serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos, assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira;
- Obriga o encerramento da utilização de lixão e vazadouros até 2014;
- Reconhece o resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania;
- Estabelece que todas as prefeituras deverão construir aterros sanitários ou por meio de consórcio, garantir que apenas os rejeitos sejam dispostos em aterros.

Todos esses aspectos preconizados pela PNRS são de uma maturidade plausível, mas que a curto e médio prazo não pertencem à realidade do município do Rio de Janeiro. O Prefeito da cidade se empenhou para fechar o mais rápido possível o aterro controlado de Gramacho em 2012, para mostrar que atendeu a PNRS até antes do previsto. O grande erro foi que a pressa para cumprir pontualmente seu dever não foi baseada num planejamento, tanto para a destinação diária dos resíduos domiciliares, como para os catadores informais que usavam este aterro como fonte de subsistência. Em vista dos problemas gerados após o encerramento das atividades deste aterro, vale pensar até que ponto se valida como positiva uma medida como esta, que se caracterizou com um viés muito mais político do que socioambiental.

Para ilustrar a evolução no cenário da legislação foi elaborado um esquema na Figura 6.1 que apresenta a evolução dos marcos legais do tema RCC, nos três níveis de governança ambiental, que influenciam no comportamento de sua gestão no município do Rio de Janeiro. As cores identificam os níveis de abrangência das normas, decretos, leis e resoluções, conforme a legenda a seguir:



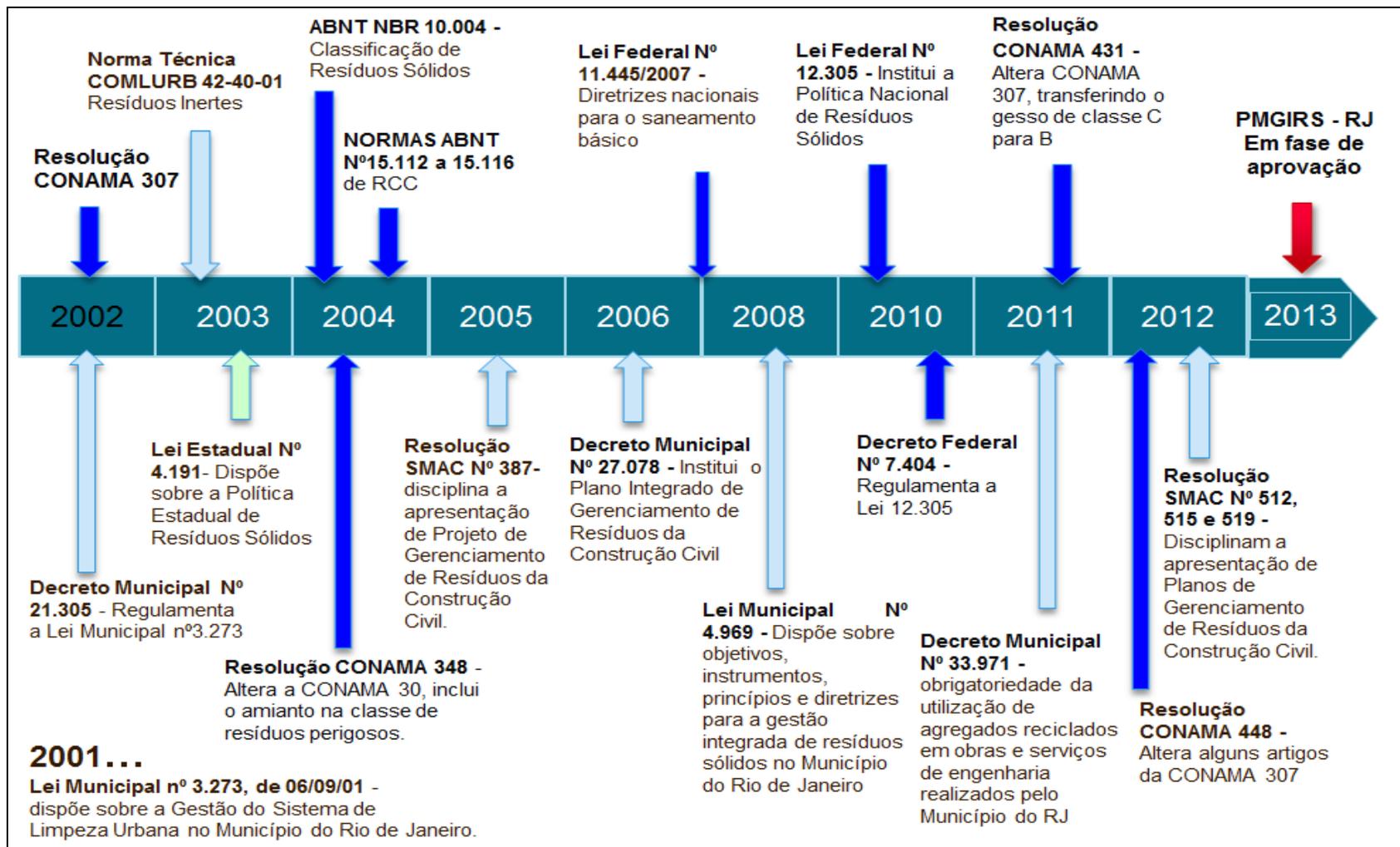


Figura 6.1: Cenário Evolutivo da Legislação de RCC que influencia no município do Rio de Janeiro

Fonte: Elaboração Própria.

Outro aspecto importante da PNRS é que esta, em seu objetivo, estabelece uma prioridade nas aquisições e contratações governamentais para produtos reciclados e recicláveis e bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis. Essa medida assume um papel crucial por mostrar a viabilidade econômica e prática do uso de agregados reciclados.

Visando seguir a PNRS, o município do RJ promulga em 2012 o decreto 33.971, que dispõe sobre a obrigatoriedade da utilização de agregados reciclados, oriundos de resíduos da construção civil em obras e serviços de engenharia realizados pelo município do Rio de Janeiro e dá outras providências.

Este decreto define também a utilização desses agregados reciclados, conforme tabela abaixo:

Tabela 6.1: Exemplos de alternativas para o uso do agregado reciclado.

Tipo de obra	Exemplo de alternativas
1. Infraestrutura	1.1 revestimento primário de vias (cascalhamento ou camadas de reforço de subleito, sub-base e base de pavimentos em estacionamentos e vias públicas);
	1.2 passeios;
	1.3 artefatos (blocos de vedação, peças pré-moldadas para revestimento de pavimento, meios-fios, sarjetas, tentos, canaletas, tubos, mourões e placas de muro);
	1.4 drenagem urbana (embasamentos, nivelamentos de fundos de vala, drenos ou argamassas).
2. Edificações	2.1 concreto não estrutural (muros, passeios, contra pisos, enchimento e alvenarias de vedação);
	2.2 argamassas não estruturais;
	2.3 artefatos (blocos de vedação, peças pré-moldadas para revestimento de pavimento, meios-fios, sarjetas, tentos, canaletas, tubos, mourões e placas de muro).

Fonte: Retirado do Decreto 33.971/12.

É indubitável que este decreto é mais um grande passo na gestão dos RCC, no momento em que se apresenta uma demanda pelo uso de agregado reciclado. O que não está muito claro ainda na gestão municipal é como será realizado o gerenciamento do resíduo

até ele se tornar um insumo novamente, além de não se ver ainda no município um mercado consolidado de beneficiamento que atenda a esta demanda.

Por exemplo, para tornar possível e obrigatório o reaproveitamento de RCC em obras de licitações públicas, pode ser feito um reaproveitamento *in loco* direto, com o uso em outras partes da obra, ou se utilizando de uma usina móvel de reciclagem, também para aproveitamento interno ou para outros fins externos ao canteiro de obra. Outra possibilidade é sua armazenagem para serem utilizados em outras obras da Prefeitura.

Contudo, o Art. 2º deste mesmo Decreto enfraquece essa iniciativa ao descrever que:

“Ficam desobrigados da utilização de agregados reciclados, oriundos de resíduos da construção civil - RCC, em obras e serviços de engenharia nos seguintes casos:”

I - executados em caráter emergencial;

II - em que a utilização dos agregados reciclados seja tecnicamente não recomendada ou inviável economicamente;

III - quando não houver disponibilidade, no mercado, de material beneficiado que atenda as características técnicas especificadas.

Logo, quando não for viável economicamente ou tecnicamente não se faz obrigatória à utilização dos agregados reciclados. Da mesma forma que obras consideradas “emergenciais”, que ocorrem com certa frequência na cidade, são dispensadas do mesmo. Por último, ao citar a não obrigatoriedade do seu uso quando não houver no mercado a sua disponibilidade, também enfraquece o decreto visto que este item já é uma realidade no município. O mercado de agregado reciclado não é estruturado para atender essa demanda. Conclui-se que este artigo enfraquece todo o decreto, pois não estimula um uso mais nobre dos agregados reciclados, ficando este mais destinado à pavimentação e revestimento de vias, nem estrutura a existência de uma oferta de agregados reciclados.

Em seu Art.18º, a PNRS define, nos termos previstos por esta Lei, que :

A elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos – PMGIRS – é condição para o Distrito Federal e os Municípios terem acesso aos recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade.

Esse artigo é mais um estímulo para o município elaborar o PMGIRS, plano este que está em fase de aprovação no Rio de Janeiro. É uma forma de comando e controle que propicia uma melhor gestão municipal dos resíduos, mas que dá ao município a prioridade em receber os recursos da união, ou seja, o estimula para tal. Vale frisar que este artigo entrou em vigor em 02/08/2012, estando o município do RJ atrasado na publicação de seu plano.

Uma última observação quanto à PNRS deve ser feita, no momento em que esta estabelece que a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, deverá ser implantada até 2014. Isso apresenta duas condições cruciais: que somente os rejeitos devem ter sua disposição final em aterros sanitários e que essas áreas de disposição final devem apresentar condições específicas para o recebimento do rejeito. A primeira condição mostra a importância do reaproveitamento e reciclagem do resíduo, até que este, não mais viável para esses processos, se transforme em rejeito e seja disposto em um aterro específico. Já a segunda, indica que o rejeito deverá ser disposto em local adequado à sua classificação. Garantir esses dois aspectos será um desafio para a cidade, com um prazo de pouco mais de um ano.

Em resumo ao discutido, observa-se que o marco legal federal é sempre o propulsor do quadro legal municipal na temática de RCC. Além disso, ficou claro que o município tem uma ação reativa, tentando responder às requisições. Por fim, será um grande desafio para a cidade conseguir atender às legislações federal e municipal, quando se analisa toda a cadeia de geração de RCC, devido a várias dificuldades que serão abordadas no próximo capítulo do texto.

## **6.2 O Cenário da Gestão de RCC do Município do RJ**

O município do Rio de Janeiro é confrontante com os municípios de Nova Iguaçu, Itaguaí, Nilópolis, São João de Meriti, Mesquita e Duque de Caxias e banhado a leste pela Baía de Guanabara, a oeste pela Baía de Sepetiba e ao sul pelo Oceano Atlântico. É dividido em 5 áreas de planejamento, conforme mostrado abaixo:

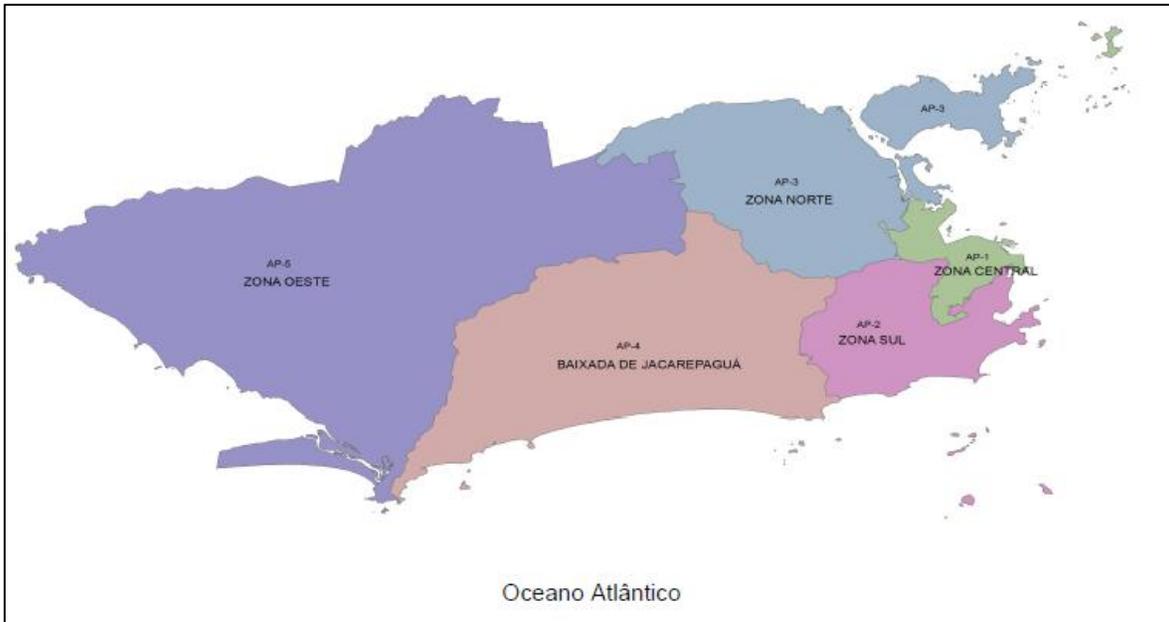


Figura 6.2: Município do Rio de Janeiro e suas áreas de planejamento.

Fonte: Prévia do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Cidade do Rio de Janeiro (PMGIRSRJ).

Para começar a tratar da gestão de RCC do Município do Rio de Janeiro, é de suma importância destacar alguns aspectos do local, como:

- É um município com cerca de 6,5 milhões de habitantes, o segundo mais populoso do país;
- É o principal destino turístico do país;
- É a capital do Estado do Rio de Janeiro;
- Possui o segundo maior PIB nacional, com *per capita* de R\$ 28.405,95 (IBGE, 2009);
- Segundo maior polo de pesquisa e desenvolvimento do país;
- Possui uma beleza natural exuberante, ou seja, apresenta um meio ambiente naturalmente privilegiado.
- Segundo o Instituto Pereira Passos – IPP para a cidade – em 2011 observaram-se os seguintes valores *per capita* de geração de lixo: 1,62 kg/hab/dia, considerando o total de resíduos da cidade; 0,79 kg/hab/dia, considerando apenas o lixo domiciliar; e 0,52 kg/hab/dia, considerando apenas o lixo público.

Esses aspectos já demonstram por si só a importância deste município, principalmente a necessidade de um desenvolvimento sustentável, que propicie um usufruto dos seus recursos potenciais com o menor impacto socioambiental possível.

Dentro desse contexto, uma boa gestão de RCC tem muito que contribuir para o local, por melhorar o aspecto visual da cidade, minimizar impactos negativos ao meio ambiente, evitar proliferação de doenças, melhorar a qualidade de vida da população, beneficiar resíduos transformando-os em insumo ou novos produtos, aumentar o tempo de vida útil dos aterros, reduzir os gastos com o gerenciamento de resíduos, dentre outras vantagens.

Uma boa gestão de RCC incorpora a prática dos 3R's: Redução, Reutilização e Reciclagem. A gestão de RCC no município necessita planejar políticas de curto, médio e longo prazo que possibilitem a efetivação desta prática, a fim de melhorar continuamente sua gestão.

No caso da reciclagem de RCC, uma característica que influencia enormemente em sua viabilidade é a segregação do resíduo: quando não é feita, a reciclagem possibilita apenas seu uso menos nobre, o que inviabiliza economicamente o agregado reciclado. Quanto maior o grau de limpeza do RCC, maior a chance de um produto final com maior valor agregado.

Segundo a Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB), o único gerador de entulho que segrega materiais são as grandes obras (obrigados para áreas de construção acima de 10.000 m<sup>2</sup> ou 5.000 m<sup>3</sup> de demolição) em obediência à resolução CONAMA 307/02 para apresentação do plano de gerenciamento de resíduo na fase de aprovação do projeto junto à Secretaria Municipal de Urbanismo do Rio de Janeiro. Mesmo a segregação sendo uma exigência neste caso, existe vários pontos de melhoria a serem incentivados, como a educação ambiental e a coleta seletiva de entulho em obras.

A segregação exige uma cultura do processo, bem como um trabalho socioambiental para se tornar efetiva. Além disso, é preciso dar condições para a segregação na origem e uma consequente fiscalização rígida. A combinação interativa entre os diversos agentes se torna indispensável para que esta prática se consolide.

### **6.3 Aspectos Legais para a gestão de RCC no Município do RJ**

Partindo do marco regulatório inicial sobre resíduo no município, a Lei 3.273/01 dispõe sobre a gestão do sistema de Limpeza Urbana no Município do Rio de Janeiro, normatizando suas atividades. A mesma define como Atividade de Limpeza Urbana toda e qualquer ação de caráter técnico-operacional necessária ao manuseio, coleta, limpeza de logradouros, transporte, tratamento, valorização e disposição final de resíduos sólidos, incluídos o seu planejamento, regulamentação, execução, fiscalização e monitoramento ambiental.

Além disso, dispõe que a Gestão do Sistema de Limpeza Urbana será realizada pelo órgão ou entidade municipal competente, no caso a Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMAC), além da execução das atividades de limpeza urbana, por meios próprios ou mediante permissão ou contratação de terceiros, designada à COMLURB.

A COMLURB é uma sociedade de economia mista, criada pelo Decreto-Lei nº 102, de 15 de maio de 1975, integrante da Administração indireta da Prefeitura, responsável pela limpeza urbana do município do Rio de Janeiro.

O serviço de coleta domiciliar do lixo, fração divisível dos serviços de limpeza urbana, é custeado pela Taxa de Coleta Domiciliar do Lixo, nos termos da Lei Municipal nº 2.687, de 27/11/1998. Quanto à fração não divisível dos serviços, tais como a coleta, transferência e destinação do lixo público, a mesma é custeada por outros tributos municipais.

Outro aspecto notório da Lei 3.273/01 é que esta classifica os resíduos sólidos em dois grupos: Resíduos Sólidos Urbanos e Resíduos Sólidos Especiais. Os Resíduos de Construção Civil pertencem a essas duas classificações, de acordo com os Artigos 7º e 9º desta lei.

Na definição de Resíduos Sólidos Urbanos, inclui o RCC em seu Art. 7º inciso IV: “o entulho de pequenas obras de reforma, de demolição ou de construção em habitação unifamiliar ou multifamiliar, especialmente restos de alvenaria, concreto, madeiras,

ferragens, vidros e assemelhados, de acordo com as quantidades e periodicidade estabelecidas pelo órgão ou entidade municipal competente”.

Considera-se também o inciso V, que especifica: “o lixo público, decorrente da limpeza de logradouros, especialmente avenidas, ruas, praças e demais espaços públicos.” De acordo com a COMLURB, estima-se que cerca de 40% do lixo público corresponde ao RCC.

Já em seu artigo 8º, ao definir Resíduos Sólidos Especiais, inclui o RCC no inciso I: “o lixo extraordinário, consistindo na parcela dos resíduos definidos no art. 7º, incisos III, IV e IX que exceda os limites definidos nesta Lei ou estipulados pelo órgão ou entidade municipal competente”.

Observa-se com isso, que o RCC é classificado de duas formas, dependendo da quantidade gerada, que é estabelecida pela SMAC e definido na norma da COMLURB. São discriminados a partir de agora, dois tipos de geradores de RCC: o pequeno gerador e o grande gerador.

Dentre suas atribuições, a COMLURB é responsável por coletar, transportar, valorizar, tratar e dar destino final aos resíduos sólidos urbanos, assim como promover a limpeza de logradouros, dentro dos preceitos de engenharia sanitária e ambiental; elaborar normas técnicas e editar portarias que visem regulamentar as atividades de limpeza urbana; inspecionar e fiscalizar a execução de toda e qualquer atividade que possa afetar de alguma forma a eficiência da Gestão do Sistema de Limpeza Urbana do Município do Rio de Janeiro, zelando pelo fiel cumprimento da legislação (Ferreira, 2010).

Para realizar as suas atribuições, a empresa possui uma estrutura organizacional com 193 órgãos, sendo 145 operacionais e 41 administrativos e uma força de trabalho com cerca de 20.600 colaboradores, sendo 72% Garis, função base da principal Carreira da COMLURB.

Toda essa estrutura da COMLURB representa a parte operacional do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos do município. A fiscalização do cumprimento desta Lei e a aplicação das respectivas autuações e penalidades caberão ao órgão ou entidade municipal competente ou, nestes casos e ainda, aos agentes de fiscalização da limpeza urbana do Município, designados pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.

No que tange a gestão de RCC, é de responsabilidade da Prefeitura, no caso da COMLURB, gerenciar o RCC de pequenos geradores. No caso dos grandes geradores, estes são os próprios responsáveis pela destinação do RCC.

A Norma técnica da COMLURB 42-30-01, para resíduos sólidos inertes, define o pequeno gerador como o imóvel exclusivamente residencial que produz até 150 sacos de entulho, de capacidade volumétrica máxima de 20l (vinte litros), ou até 2m<sup>3</sup> (dois metros cúbicos) de galhada e/ou de folhagem, a cada período mínimo de 10 (dez) dias.

Já o grande gerador de resíduos sólidos inertes é definido como “o imóvel residencial que produz quantidades de entulho e/ou galhada e/ou folhagem superiores aos limites estabelecidos no tópico anterior e o imóvel não residencial gerador de qualquer quantidade de resíduos sólidos inertes”.

A COMLURB publicou em 2010, a Portaria “N” COMLURB nº 010, com o objetivo de estabelecer os procedimentos para o credenciamento de pessoas físicas e jurídicas que desejam prestar serviços de coleta e remoção de resíduos sólidos especiais na Cidade do Rio de Janeiro.

A mesma portaria define os resíduos sólidos inertes limpos como os provenientes de obras da construção civil, como telhas, tijolos, ladrilhos e concreto. Outro termo é o resíduo sólido inerte misturado, que engloba os resíduos sólidos inertes limpos, mais materiais como plástico, papel, papelão, madeira, ferro, vidro, galhada, folhagem e bens móveis inservíveis e volumosos que não podem ser recolhidos pelos veículos da coleta domiciliar regular, conforme definidos na Lei Municipal nº 3.273/01 e que sejam correspondentes aos Grupos A, B e C da Resolução CONAMA 307/02.

Além disso, esta portaria é a norteadora das empresas credenciadas para a coleta, transporte e destinação final de RCC de grandes geradores, pois estabelece os deveres e responsabilidades das empresas e da COMLURB, as penalidades e os pontos de destinação dos resíduos removidos.

### 6.3.1 Estudo dos Pequenos Geradores de RCC

Alguns aspectos relevantes da Lei de Limpeza Urbana do Município no que tange os pequenos geradores, dispostos na seção de Remoção de Entulho de Obras Domésticas e de Resíduos de Poda Doméstica, são:

**Art. 44.** O entulho de obras domésticas deverá estar acondicionado em sacos plásticos de vinte litros de capacidade, sendo efetuada a sua remoção nos limites e periodicidade definidos pelo órgão ou entidade municipal competente.

**Art. 46.** É terminantemente proibido abandonar ou descarregar entulho de obras e restos de aparas de jardins, pomares e horta em logradouros e outros espaços públicos do Município ou em qualquer terreno privado, sem prévio licenciamento junto ao órgão ou entidade municipal competente e consentimento do proprietário.

**Art. 47.** É proibido depositar galhadas, aparas de jardim, entulho de obras e assemelhados junto, ao lado, em cima ou no interior dos contêineres e papeleiras de propriedade do Município, proibido, terminantemente, removê-los ou causar-lhes quaisquer danos.

**Art. 48.** A colocação de entulho de obras domésticas e de resíduos de poda doméstica em logradouros e outros espaços públicos do Município só será permitida após requisição prévia ao órgão ou entidade municipal competente e confirmação da realização da sua remoção.

Os infratores desta ação serão multados e, se for o caso, terão os seus veículos apreendidos e removidos para um depósito municipal, de onde somente serão liberados após o pagamento das despesas de remoção e multas.

Para os pequenos geradores, existem, em linhas gerais, as seguintes alternativas legais para destinação de seus resíduos inertes:

- Solicitar o Serviço de Remoção Gratuita por telefone, com agendamento de dia e horário, para a coleta domiciliar pela COMLURB, que contempla:
  - Até 150 sacos plásticos de 20 litros de Entulho
  - Até 12 conjuntos de amarados de galhadas de pequenas podas
  - Até 150 Telhas ou tijolos
  - Até 2 bens inservíveis grandes ou 6 pequenos.
- Levar por meios próprios seu RCC para um Ecoponto, respeitando os limites do considerado pequeno gerador.

Devido ao fato de que a Prefeitura tem a responsabilidade pela gestão de resíduos gerados pelos pequenos geradores de Entulho, a COMLURB iniciou, em meados da

década de 90, uma atividade chamada de “Remoção Gratuita”. Através de uma ligação telefônica, o cidadão solicita a remoção de entulho ou bens inservíveis de sua casa, dentro dos limites descritos acima, e a COMLURB vai buscá-lo com agendamento, num prazo de atendimento de 72 horas.

Vale citar que os padrões para a remoção gratuita foram se alterando com o passar do tempo, como o limite de bens recolhidos, o prazo de atendimento da demanda, o prazo para refazer a solicitação e até mesmo a gestão do processo, que de acordo com as necessidades foi se moldando ao longo dos anos. Por exemplo, num dado momento, tentou-se cobrar por este serviço, mas observou-se que dessa forma não seria efetiva sua atuação. É importante mencionar que este serviço de remoção gratuita não está incluído em nenhum imposto, sendo custeado pela Prefeitura.

Um aspecto notório é que esta iniciativa advém, principalmente, dos elevados custos que a COMLURB tinha com a disposição clandestina desses resíduos e até mesmo sua disposição em vias públicas, impactando seriamente o meio urbano, na logística de coleta do lixo e nos custos mensais de sua gestão. O Engenheiro Mauro Lima da COMLURB afirma que o lixo no chão custa quatro vezes mais que o lixo ensacado.

De acordo com dados da COMLURB, o entulho corresponde a cerca de 80% em peso, do total de resíduos removidos pela Remoção Gratuita.

Segundo Júnior (2011), mais de 50% do total de entulho gerado diariamente na cidade do Rio de Janeiro é gerado basicamente por pequenas obras e reformas, entulho este considerado um resíduo heterogêneo, ou seja, misturado com diversos outros resíduos.

Logo, a Remoção Gratuita é uma iniciativa importante para conseguir suprir a demanda da população para com o descarte desse tipo de resíduo gerado no domicílio, facilitando a logística e minimizando os impactos ambientais associados ao seu descarte indevido.

É indubitável que ainda hoje existam muitos cidadãos que poupam seus esforços e descartam seus resíduos nas proximidades de sua casa ou até mesmo, contratando algum serviço informal de retirada destes resíduos, além da disposição em pontos clandestinos.

A COMLURB divide sua área de atuação dentro do município em três diretorias distintas: Oeste, Norte e Leste (vide ANEXO III).

A Diretoria Leste possui ingerência sob 28 bairros que compreendem 8 regiões administrativas, a saber: Portuária; Centro; Santa Teresa; Rio Comprido; Botafogo; Copacabana; Rocinha e Leblon.

Já a Diretoria Norte, gerencia 61 bairros que estão contidos em 11 regiões administrativas: Penha; Complexo do Alemão; Ramos; Maré; Ilha; Jacarezinho; São Cristóvão; Méier; Vila Isabel; Tijuca e Inhaúma.

E, por último, a Diretoria Oeste coordena as atividades de 66 bairros de 10 regiões administrativas: Campo Grande; Bangu; Anchieta; Pavuna; Irajá; Madureira; Jacarepaguá; Barra da Tijuca; Guaratiba e Santa Cruz.

Na Figura 6.3, se observam as regiões que mais demandaram pelo atendimento do serviço de Remoção Gratuita:

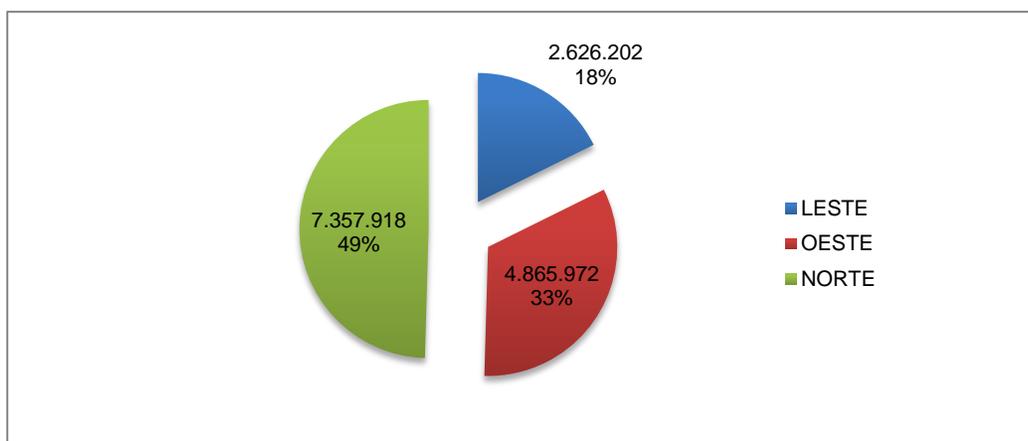


Figura 6.3: Número de sacos recolhidos pelo serviço de remoção gratuita no ano de 2012.

Fonte: Elaboração Própria com base em Relatório DIN da COMLURB do ano de 2012.

Atualmente, a áreas do município que mais demandam por este serviço são a Zona Norte, seguida pela a Zona Oeste. Dados mais recentes, de Janeiro de 2013, ratificam a predominância do serviço nas zonas da Diretoria Norte e Oeste, conforme o gráfico da Figura 6.4 abaixo:

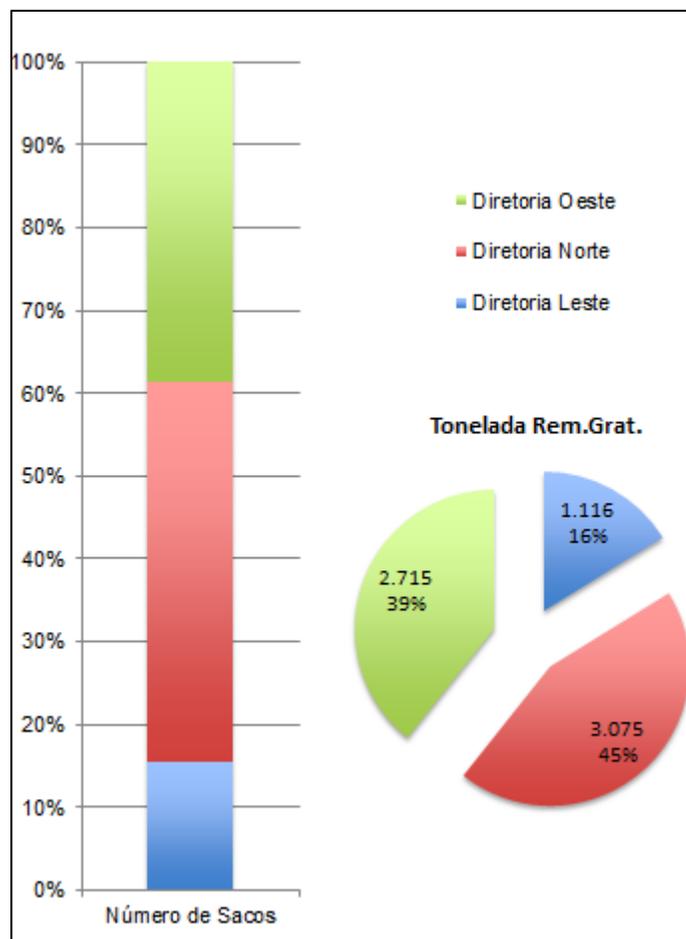


Figura 6.4: Número de sacos e toneladas recolhidas pelo serviço de remoção gratuita em janeiro de 2013.

Fonte: Elaboração Própria com base em Relatório DIN da COMLURB de Janeiro de 2013.

Em particular, a Diretoria Norte representa uma demanda significativa por este serviço, contribuindo com cerca de 45% das toneladas removidas pela COMLURB. Considerando que 80% representa o Entulho, esta região gerou, apenas no mês de Janeiro de 2013, aproximadamente 2.460 toneladas de entulho oriundo de domicílios.

Os bairros que compreendem essa diretoria como, por exemplo, Méier e Tijuca, são áreas em ascensão social e econômica. O aumento do poder aquisitivo da população implica, diretamente, no aumento de pequenas reformas domiciliares, o que gera bastante entulho.

Juntamente à Diretoria Norte, a Diretoria Oeste também demanda significativamente pelo serviço, em especial os bairros de Jacarepaguá e Barra da Tijuca, representando no mês

de janeiro, cerca de 2.172 toneladas de entulho gerados. Isto se dá pelo fato da Zona Oeste ser uma área que está vivenciando uma grande especulação imobiliária e um *boom* de novas construções que visam, principalmente, a valorização gerada pela infraestrutura urbana prometida para os grandes eventos esportivos dos próximos anos.

Por fim, a Diretoria Leste, por abranger em sua maioria os bairros da Zona Sul, participa com a menor fatia das solicitações. Estas áreas não estão passando por um processo de expansão ou reformas, visto que já estão repletas de construção e, por isso, estagnaram um pouco seu crescimento construtivo.

A partir de dados dos Relatórios da Diretoria Técnica Industrial (DIN) da COMLURB, foi feito um estudo histórico do serviço de Remoção Gratuita, para se estimar uma quantidade de entulho oriunda de pequenos geradores, atendidos pelo serviço, ao longo dos anos, conforme a Figura 6.5.

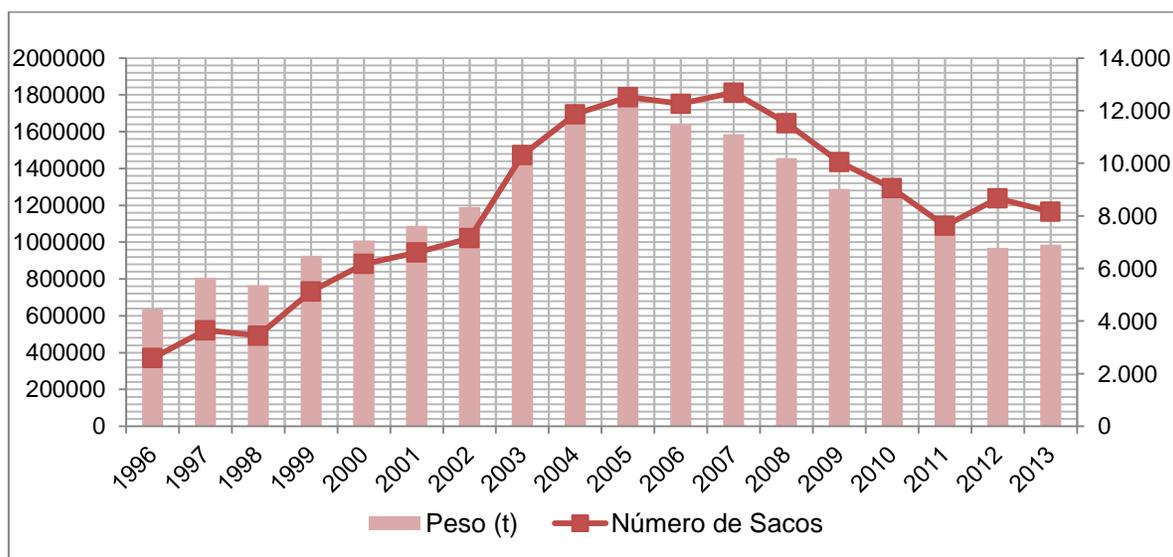


Figura 6.5: Histórico do serviço de Remoção Gratuita (1996 – 2013).

Fonte: Elaboração Própria com base em Relatório DIN da COMLURB.

Observa-se, desde 1996, um aumento da demanda e atendimento pelo serviço o qual, inicialmente, apresentou bastante sucesso, principalmente na redução de custos da COMLURB. Neste gráfico percebe-se que o peso anual coletado neste serviço é acompanhado pela quantidade de sacos de entulho retirados no mesmo, o que mostra a influência do entulho no peso final do que é coletado pelo serviço.

Mais efetivamente a partir de 2008, é observado um decrescimento da quantidade de resíduos removidos pelo serviço. Este fato pode ser explicado pelo aumento da demanda acompanhado por uma dificuldade operacional da COMLURB em manter a infraestrutura do serviço. Isto acabou gerando uma diminuição no número de atendimentos e, conseqüentemente, uma redução nos resíduos removidos. Segundo o Coordenador da Remoção Gratuita da COMLURB, atualmente o serviço tem um prazo de atendimento maior e remove menos do que a quantidade estabelecida inicialmente.

Partindo novamente da estimativa de 80% de presença de entulho no Serviço de Remoção Gratuita, observa-se o gráfico da Figura 6.6, que estima em média de toneladas ao ano, a coleta desse resíduo pelo serviço.

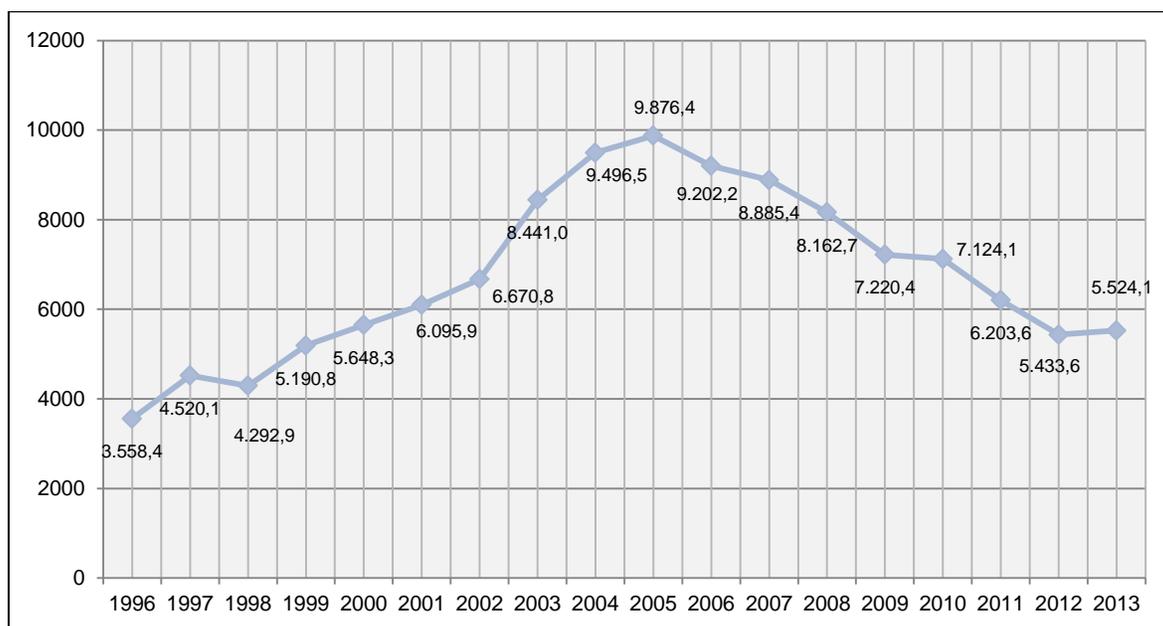


Figura 6.6: Quantidade de entulho média anual na Remoção Gratuita em toneladas.

Fonte: Elaboração Própria com base em Relatório DIN da COMLURB.

Pelo mesmo motivo do gráfico anterior, observa-se a diminuição da quantidade de resíduos inertes coletadas, mas que teve seu ápice no ano de 2005, com cerca de 9.876 toneladas recolhidas. Baseado em janeiro de 2013, foram recolhidas cerca de 5.524 toneladas de entulho oriundo de pequenos geradores.

Com relação à composição gravimétrica dos resíduos que compõem esse serviço de Remoção Gratuita, a COMLURB realiza anualmente uma análise a partir de amostragem, mostrada no gráfico da Figura 6.7:

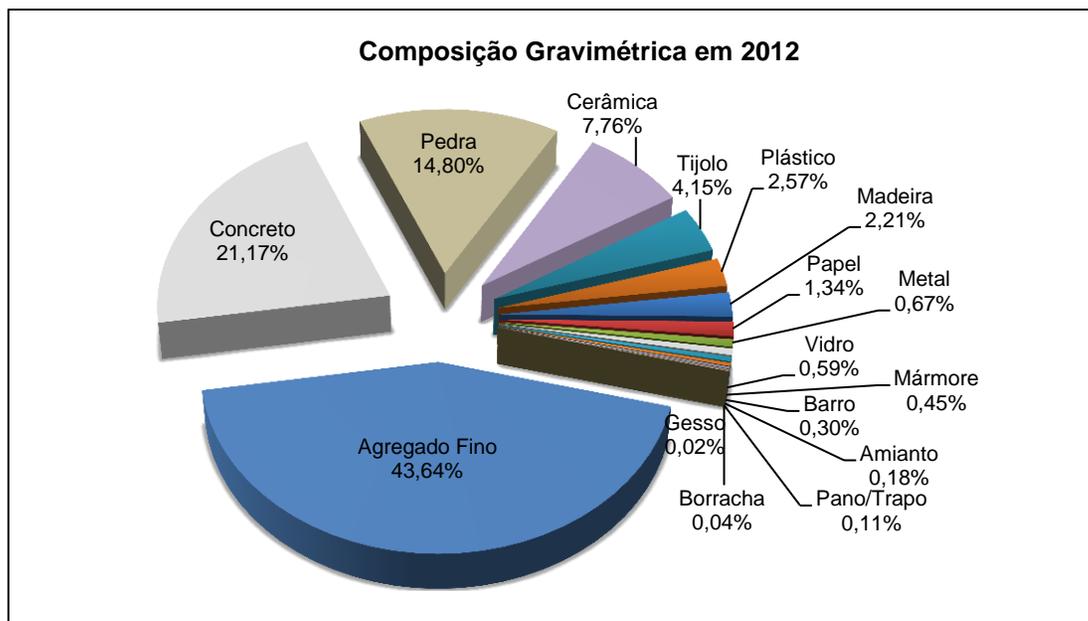


Figura 6.7: Composição gravimétrica dos resíduos de Remoção Gratuita em Junho de 2012.

Fonte: Elaboração Própria.

Essa composição foi relativa a uma amostragem em Junho de 2012. Nunes (2004) apresentou em sua tese de doutorado uma amostragem relativa a 2002, que apresentava menos categorias, mas que indicava mais que o dobro da presença de concreto como resíduo da Remoção Gratuita, conforme a Figura 6.8.

Esta diferença considerável da presença de concreto oito anos depois não foi comprovada por nenhum fato específico. Algumas hipóteses seriam a menor utilização do concreto em pequenas obras domiciliares, com o surgimento de uma maior diversidade de materiais, ou simplesmente o fato de ambas as caracterizações serem feitas por amostragem, que podem ter apresentado aleatoriamente nesta avaliação, um maior percentual de concreto em 2004, ou um menor em 2012.

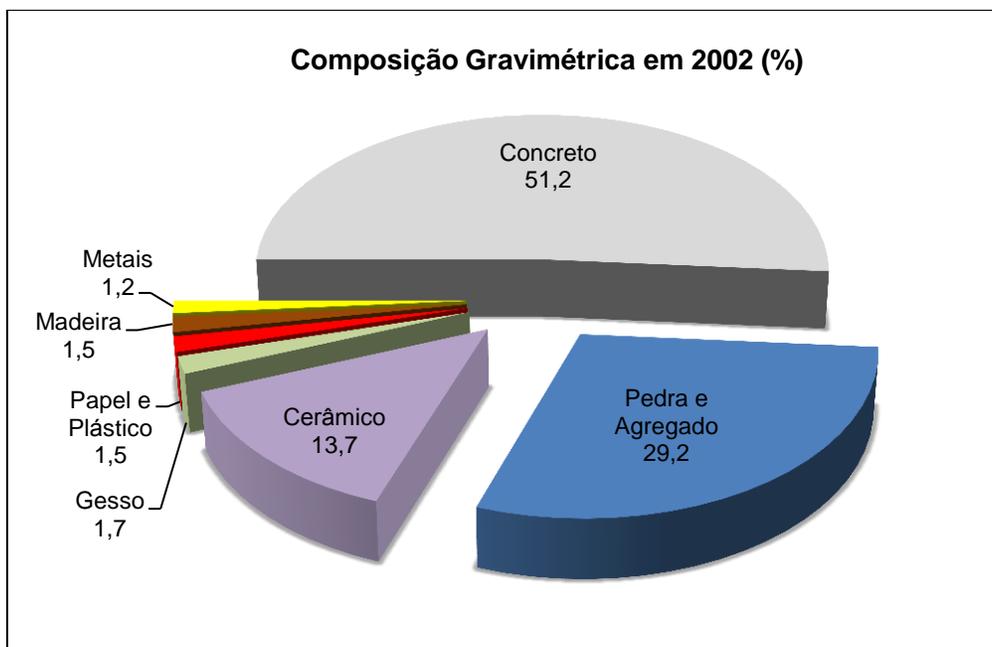


Figura 6.8 Composição gravimétrica dos resíduos de Remoção Gratuita em 2002.

Fonte: Adaptado de Nunes, 2004.

Através dos gráficos da composição gravimétrica do entulho proveniente do serviço de Remoção Gratuita, pode-se averiguar que dois resíduos bastante valiosos estão sendo desperdiçados, são eles: o concreto e a cerâmica vermelha.

O concreto, por ser um material com alta densidade, aproximadamente  $2,2\text{g/cm}^3$ , gera agregados de qualidade muito alta, podendo, inclusive, ser utilizado em fins estruturais e não só restrito ao uso em lajotas de estacionamento, por exemplo.

Já a cerâmica vermelha, por ser um material pozolânico, pode ser transformada em aditivo mineral de cimento através de um simples processo de moagem. O cimento é um material extremamente nobre – custa em média 10 vezes mais do que a brita – e, com isso, seu custo de produção poderia ser reduzido.

Esses dois constituintes do entulho representam o maior potencial econômico do beneficiamento do RCC de classe A. Observa-se na composição gravimétrica de 2012 que ambos totalizam juntos cerca de 33% da composição do entulho, uma quantidade representativa do total A segregação desses materiais poderia ser priorizada, com o

objetivo de viabilizar economicamente sua reciclagem. Até mesmo o serviço de remoção gratuita poderia ter a iniciativa de solicitar uma separação prévia para a coleta.

Outra alternativa existente de destinação por pequenos geradores são os Ecopontos, que foram criados a partir da escolha de áreas que mais recebiam disposição inadequada de resíduos, para poder legalizá-las, criando um espaço estruturado com caçambas para serem recolhidos pela COMLURB. Este projeto estabeleceu pontos mais nas Zonas Oeste e Norte, a fim de melhorar a gestão nessas áreas. Atualmente, contudo, mesmo com cerca de 114 Ecopontos criados, estes estão abandonados, perdendo a essência de sua proposta inicial.

#### **6.4 Destinação dos Resíduos Sólidos gerados na cidade do Rio de Janeiro**

O município do Rio de Janeiro contava até 2012 com duas opções de disposição final de Resíduos Sólidos: o aterro de Gramacho e o de Gericinó. O primeiro encerrou suas atividades em maio de 2012, sendo inaugurado oficialmente o CTR de Seropédica (CTR-Rio) em abril do mesmo ano.

Atualmente, o fluxo de resíduos sólidos urbanos da cidade segue o mostrado no mapa da Figura 6.9 a seguir:



A Figura 6.10 ilustra, quantitativamente, o comportamento da destinação dos resíduos sólidos urbano nos aterros em funcionamento entre 2010 e 2012. Esses valores compreendem a soma dos resíduos coletados pela COMLURB, Particulares, Órgãos Públicos, RCC e Grandes Geradores (as definições de cada terminologia encontram-se no ANEXO I). Pode-se observar nitidamente a transição entre o fechamento do Aterro de Gramacho e o início da operação do CTR Seropédica.

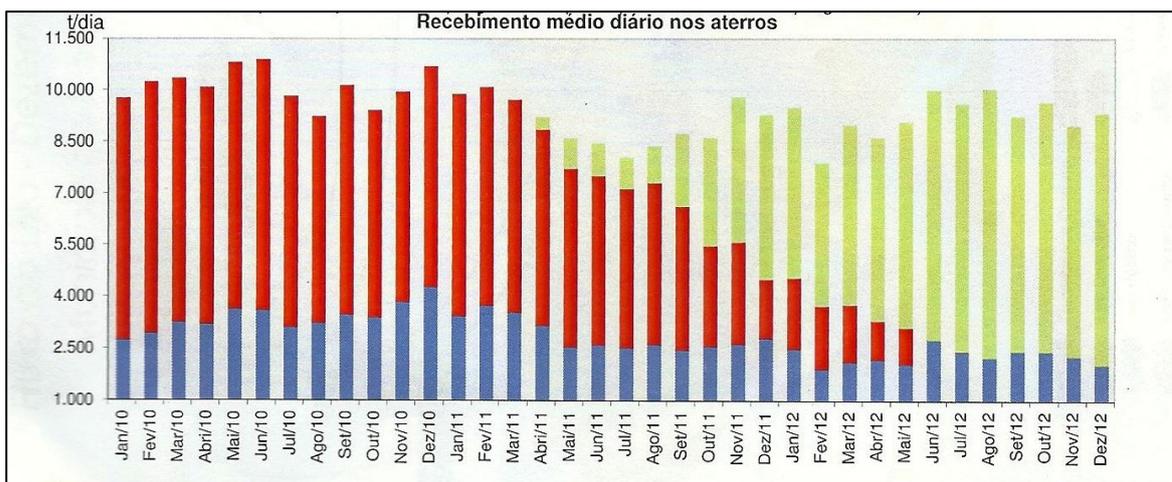


Figura 6.10: Recebimento mensal de resíduos sólidos urbanos nos aterros Legenda: Vermelho = Aterro de Gramacho, Azul = CTR Gericinó, Verde = CTR Seropédica.

Como mencionado, antes da construção do CTR-Rio, o resíduo do município era encaminhado para o Aterro de Gramacho e o CTR Gericinó, sendo recebida uma média diária de 6.000 e 2.800 toneladas, respectivamente. Gramacho foi efetivamente encerrado em maio de 2012, recebendo neste mês 33.003 toneladas. A partir de então, os resíduos passaram a ser encaminhados para o CTR Seropédica em paralelo ao CTR Gericinó, o qual mantém a mesma média de recebimento de resíduos.

O CTR-Rio iniciou sua operação recebendo 11.015 toneladas no mês de Abril de 2011, o que corresponde a 367 t/d. No ano de 2012, o aterro já estava recebendo 6.440 t/d. Atualmente, somente o município do Rio de Janeiro é responsável por enviar cerca de 8.000 t/d para o CTR Seropédica.

Especificamente relacionado ao RCC, existem outros locais licenciados e aptos a receberem este tipo de resíduo, que serão abordados mais adiante.

## **Aterro de Gramacho**

Este aterro iniciou suas operações em 1978, sendo localizado no bairro de Jardim Gramacho do município de Duque de Caxias. Com uma área de 130 hectares funcionou por muito tempo como um lixão, recebendo durante anos a maior parcela dos resíduos da cidade. Este lixão recebia resíduos também de municípios vizinhos integrantes da Região Metropolitana, como Duque de Caxias, Nova Iguaçu, Nilópolis e São João do Meriti.

Nesse lixão buscou-se melhorar suas condições, conseguindo chegar a uma situação de aterro controlado. Atualmente, após seu encerramento, com a construção de um gasoduto de seis quilômetros ligando o aterro à refinaria REDUC, serão produzidos, a partir de junho de 2013, cerca de 70 milhões de metros cúbicos por ano de biogás, para geração de energia. A Figura 6.11 mostra a localização deste aterro, bem próxima à Baía de Guanabara, onde também se visualiza a refinaria de petróleo REDUC.

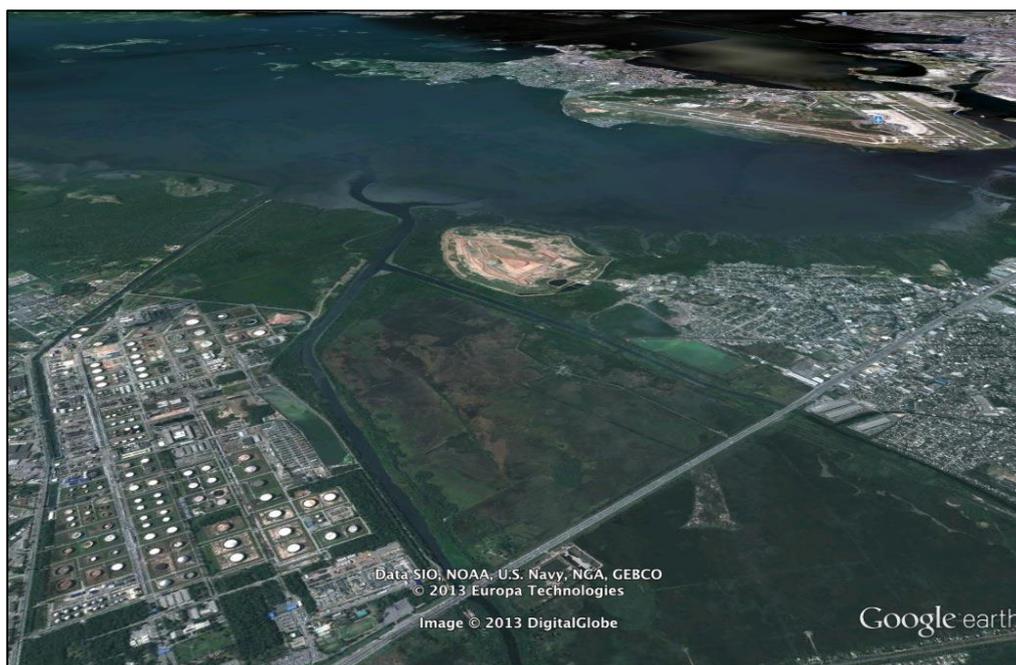


Figura 6.11: Vista geral aérea do aterro – manguezais do fundo da Baía de Guanabara.

Fonte: Google Earth, Junho de 2013.

Em relação ao RCC, até o encerramento do Aterro de Gramacho, estes resíduos vinham sendo depositados na Área de Transbordo e Triagem (ATT das Missões) –

usualmente conhecida como Km 0 – e reaproveitados na pavimentação das pistas e praças de operação do aterro, no recobrimento dos resíduos dispostos, no nivelamento e na conservação de suas vias de acesso. Por muitas vezes, a empresa operadora do aterro não cobrava pela entrada do RCC no mesmo, em vista de poder usá-lo em sua operação. A distância do ATT das Missões para o aterro de Gramacho é cerca de 8 km, o que tornava viável esse processo.

### ***Aterro de Gericinó***

O Aterro de Gericinó, atualmente chamado de Centro de Tratamento de Resíduos (CTR-Gericinó) localiza-se em Bangu. Ocupa uma área de 355.000 m<sup>2</sup>, tendo também iniciado suas atividades como um simples lixão na década de 1980, sofrendo uma série de interdições que o transformaram em um aterro controlado.

Este aterro encontra-se em fase final de sua vida útil, tendo recebido pela COMLURB cerca de 600 a 700 t/d de RCC, principalmente para suas operações internas. O custo para vazamento deste resíduo em Gericinó é de 8 (oito) reais por tonelada.

Em junho de 2013, foi realizada uma visita técnica a este aterro, onde foi observada a característica dos caminhões de entulho que ali vazavam. O que se pode ver é que o entulho que entra, além de ser muito heterogêneo, não pode ser exatamente considerado entulho. O material vazado é similar a um rejeito de entulho, contendo uma mistura de outros tipos de resíduos.

Nas figuras abaixo observar-se, primeiramente, o topo do CTR Gericinó, o momento em que os caminhões vazam seu entulho e os catadores de lixo que trabalham no local. Na segunda porção da foto é possível observar como o entulho que chega ao aterro é heterogêneo e somente uma pequena parcela dele é aproveitada. A última foto exemplifica o que os operadores do Aterro consideram um entulho razoavelmente limpo recebido.



Figura 6.12: Vista geral do CTR – Gericinó.

Fonte: Elaboração própria, Junho de 2013.



Figura 6.13: Momento em que o entulho é vazado no CTR - Gericinó e a atividade de catação.

Fonte: Elaboração própria, Junho de 2013.



Figura 6.14: Aspecto do entulho recebido no CTR - Gericinó.

Fonte: Elaboração própria, Junho de 2013.



Figura 6.15: Entulho recebido no CTR - Gericinó.

Fonte: Elaboração própria, Junho de 2013.

As características desse entulho no aterro tornam inviável seu reaproveitamento, até mesmo em operações internas. Com relação à reciclagem, o que se conclui é que a parte potencialmente mais proveitosa do entulho não chega ao aterro, sendo triada antes pelos próprios caçambeiros. Muitas vezes também, as empresas credenciadas para transportar e destinar este tipo de resíduo acaba por prestar esse serviço para qualquer outro tipo de resíduo, cobrando e destinando como se fosse entulho.

Além do RCC, Gericinó vem recebendo cerca de 600 t/d de resíduo domiciliar e cerca de 800 t/d de lixo público.

Existe na área de operação do aterro, cerca de 240 catadores cadastrados, que triam o material que os interessam e levam para revender.

Este aterro, mesmo quase no fim de sua vida útil, apresenta um caráter estratégico, por se localizar mais próximo do centro urbano. A COMLURB está com planos de licenciar uma área ao lado deste aterro, para garantir a utilização deste local por mais tempo para a destinação final de resíduos.

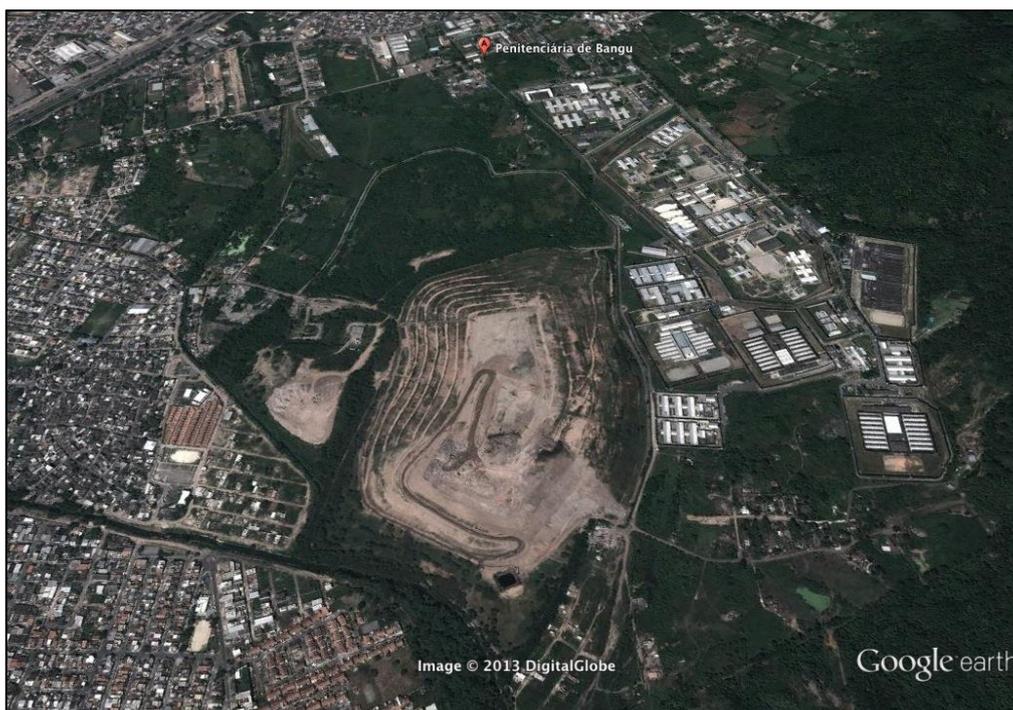


Figura 6.16: Vista aérea do CTR – Gericinó com o Presídio ao lado direito.

Fonte: Google Earth, Junho de 2013.

## ***CTR Seropédica***

A nova Central de Tratamento de Resíduos (CTR-Rio), localizada em Seropédica, é uma concessão da COMLURB à empresa Ciclus, representada pela parceria entre as empresas Júlio Simões (50%), Fox (25%) e Haztec (25%).

A CTR gerencia (recebimento, tratamento e disposição final) os resíduos sólidos urbanos, domiciliares, de grandes geradores, da construção civil e os resíduos de poda de toda a cidade do Rio de Janeiro e dos municípios de Seropédica e Itaguaí. Na prática, também vem recebendo resíduos de Mangaratiba e Angra dos Reis.

O contrato com a COMLURB é uma concessão da Prefeitura do Rio para implantação e operação de uma CTR e 7 ETR's (Estações de Transferência de Resíduos) bem como o transporte dos resíduos das ETR's para a CTR. Este contrato prevê as seguintes unidades:

- Aterro Sanitário Bioenergético

- Estação de Tratamento de Efluentes
- Unidade de Tratamento de Biogás e geração de energia limpa
- Unidade para Processamento de Resíduos da Construção Civil
- Unidade de Processamento de Resíduos de Poda
- Laboratório
- Centro de Educação Ambiental
- Viveiro de Mudas

Ocupando uma área de 220 hectares, vem recebendo gradativamente os resíduos gerados na cidade do Rio de Janeiro, viabilizando o processo de desativação do Aterro de Gramacho. Ao todo, são 6 células que serão ativadas e licenciadas aos poucos, tendo no momento uma célula ativa de 600.000 m<sup>2</sup>. É previsto que o aterro chegue a uma altura final de 100m, com período previsto de concessão de 29 anos.

Nem todas as unidades previstas em contrato já foram construídas, como por exemplo, a estação de tratamento de efluentes e a unidade de processamento de Resíduos de Construção Civil. Um aspecto importante observado na visita técnica foi a ausência de uma central de triagem dos resíduos vazados.



Figura 6.17: CTR-Rio vista aérea.



Figura 6.18: Planta do CTR-Rio.

Fonte: Google Earth (Junho, 2013) e prévia do PMGIRSRJ.



Figura 6.19: Vista geral do CTR – Seropédica.

Fonte: Elaboração Própria, Junho de 2013.



Figura 6.20: Momento em que o resíduo é vazado CTR – Seropédica.

Fonte: Elaboração Própria, Junho de 2013.



Figura 6.21: Vista geral da operação no CTR – Seropédica.

Fonte: Elaboração Própria, Junho de 2013.



Figura 6.22: Manta geotêxtil de cobertura e lagoa de chorume do CTR – Seropédica.

Fonte: Elaboração Própria, Junho de 2013.

Para sua operação, foi projetado um novo sistema de logística de coleta e transferência de resíduos em construção pela concessionária e que contará, quando finalizado em 2013, com sete Estações de Transferência de Resíduos – ETR's. Até o final do primeiro semestre de 2012, foram reformadas as ETR's do Caju e de Jacarepaguá, anteriores à concessão, e projetadas e construídas as ETR's de Marechal Hermes (operação iniciada em abril 2012) e Santa Cruz (operação iniciada em junho 2012). Estando ainda previstas as ETR's de Taquara, Penha e Bangu, em fase de licenciamento, além da desativação da antiga ETR de Irajá.

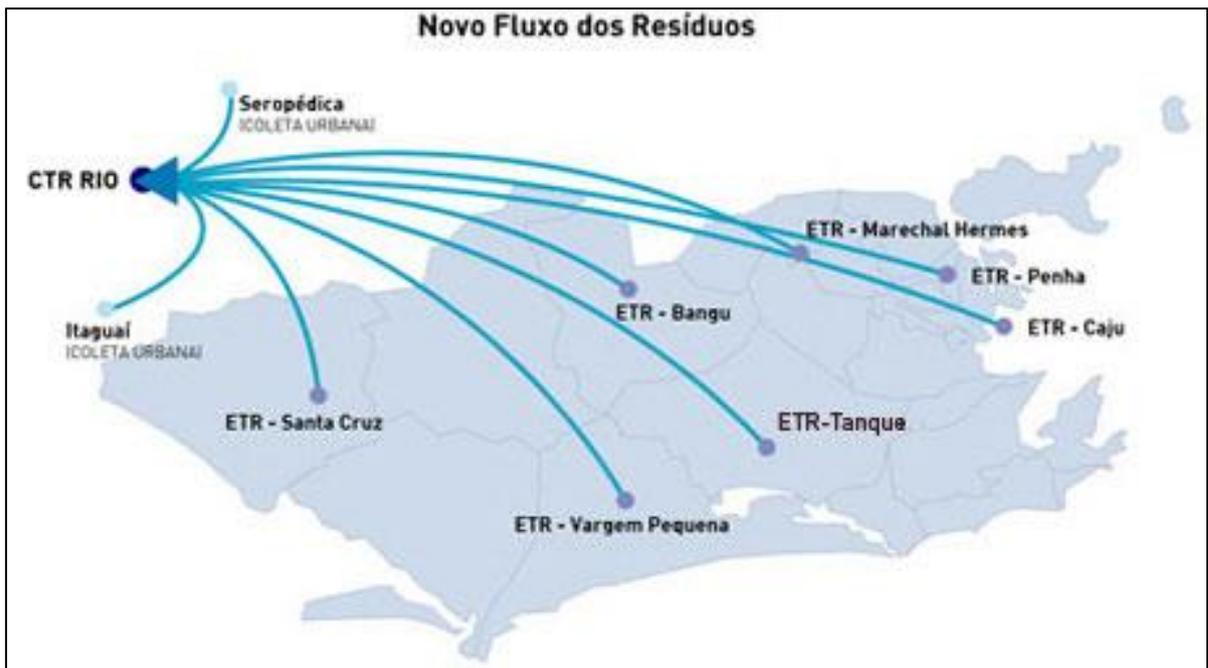


Figura 6.23: Logística de Transferência de Resíduos para atender o CTR-Rio (OBS: quantitativo contratual).

Fonte: COMLURB, 2013.

Atualmente, existem cinco estações de transferências que recebem o RCC, que são: ETR de Jacarepaguá, ETR do Caju, ETR de Marechal Hermes, ETR de Santa Cruz e ETR de Irajá. Dessas áreas, de acordo com a localização de cada uma, o resíduo é transportado em carretas que condicionam até 25 toneladas dos resíduos misturados, sendo enviado para os aterros de Seropédica ou Gericinó.

Em junho de 2013, foi realizada uma visita de campo ao CTR-Rio, onde foi informado que a quantidade vazada de RCC é muito pequena (cerca de 10 t/d), se comparado com outros resíduos. Isto se deve, principalmente, ao fato da distância percorrida para este destino: mesmo sendo gratuito o recebimento, o custo do transporte inviabiliza esta ação, restando como opção para os caçambeiros o aterro de Gericinó, os locais licenciados ou simplesmente a disposição clandestina.

Em contrapartida, a administração do CTR-Rio informou que gasta cerca de 900 mil reais por mês com a compra de rachão e brita para operação do aterro. Esta dicotomia se dá devido à falta de logística que acaba por gerar mais impacto ambiental e para o CTR-Rio, um custo adicional de operação. Em entrevista com o representante operacional do CTR-Rio, foi dito que a disposição clandestina de RCC aumentou significativamente após o encerramento do aterro de Gramacho.

Outro aspecto importante é que a ATT de Missões funcionava como o principal ponto de apoio na gestão dos RCC, não apenas para os entulheiros, mas principalmente para a COMLURB. Com o encerramento de Gramacho, este local passa a não ser mais uma opção de logística viável, pois a distância para o novo local de vazamento passaria de 8,2 km para 24,2 km, utilizando o CTR Gericinó, ou para 62,3 km, utilizando Seropédica.

A COMLURB realiza, principalmente com o entulho oriundo do serviço de Remoção Gratuita, algumas atividades embaixo de viadutos, usando o entulho limpo para fechamento de buracos, para remover moradores de rua que moram nesses locais ou para seus pontos de apoio.

#### **6.4.1 Estudo dos Grandes Geradores de RCC**

Conforme já descrito, cabe aos próprios geradores a destinação de seus resíduos de RCC, quando este ultrapassar os limites definidos pela Norma COMLURB.

Neste caso, os grandes geradores apresentam as seguintes alternativas de destinação:

1. Unidades da COMLURB – Limpo sem custo em Seropédica e sujo/limpo em Gericinó a R\$ 8,00/t.
2. Unidades Particulares – Áreas autorizadas a receber o RCC, com preço estimado de R\$ 10,00/t de entulho limpo.

Para chegarem a um desses destinos, existe a alternativa de contratação de caçambas estacionárias cujas empresas são credenciadas e regulamentadas pela COMLURB, que também as fiscaliza. Já para as empresas de maior porte, tem-se como possibilidade o uso de caminhão próprio devidamente credenciado, exclusivo para este tipo de transporte.

É de ressaltar novamente a Portaria “N” COMLURB nº 010, de 01/12/2011, que basicamente formaliza e padroniza o credenciamento e as atividades dos caçambeiros, a exemplo do Programa Caçamba Legal, que regulariza as caçambas estacionárias de entulho.

Apesar de a COMLURB fazer o credenciamento dos caçambeiros, observa-se uma deficiência na gestão de suas atividades, pois falta uma fiscalização que garanta que os mesmos transportem e destinem o RCC corretamente. É dever do caçambeiro

informar mensalmente à COMLURB, por meio da Gerência de Fiscalização e Controle (PGF), a relação de clientes e a numeração da Nota Fiscal correspondente aos serviços prestados.

As Unidades Particulares são divulgadas pela SMAC em seu site, na forma de uma listagem de empresas licenciadas para o beneficiamento ou destinação final ambientalmente adequada (vide ANEXO II). Esta lista foi concedida pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente (INEA), que através das licenças concedidas, compilou os locais apropriados. A lista mais atual data de 03/10/2012 e, no total, são disponibilizados 18 locais para destinação de RCC, sendo 2 exclusivos para recebimento de madeira e outros dois para resíduos classe D. As demais empresas aceitam, em geral, classes A, B e C.

No intuito de compreender melhor o funcionamento e processos desses locais, foi elaborado um *check-list* a ser aplicado às tais empresas. Entretanto, a aplicação do mesmo não obteve resultados proveitosos, em vista das dificuldades encontradas abaixo:

- Dinamismo do funcionamento das empresas. Ora estão operando, ora estão fechadas;
- Falta de preparo dos funcionários para responder questões básicas do funcionamento da empresa;
- Dados desatualizados como: telefones errados ou inexistentes;
- Receio em informar preços ou dados de recebimento de entulho.

O objetivo principal com a elaboração do *check-list* era entender a demanda e a oferta desse mercado, o processo de beneficiamento, o preço cobrado pelo agregado reciclado e a gestão do empreendimento.

Contudo, os fatores citados acima inviabilizaram qualquer interpretação que poderia ser retirada do questionário, pois dentre as 13 empresas licenciadas, somente se conseguiu contato com 5 unidades e, mesmo assim, os dados obtidos foram incompletos.

No ano de 2010, a Diretoria Técnica Industrial da COMLURB realizou um estudo preliminar de alternativas para vazamentos de RCC, tanto pelos entulheiros como pela COMLURB. Este estudo contemplou alternativas que visassem o menor custo e a otimização do transporte, visando à destinação correta e operacionalmente viável do resíduo.

Ao ser traçado um quadro de recebimento de entulho pelas áreas de destino utilizadas em junho de 2010, chegou-se a conclusão que foram gerados neste mês 69.500 t de entulho, vazados em Gramacho ou Gericinó. Desta quantia, cerca de 61.300 t eram oriundas de grandes geradores. Com isso, conclui-se que menos de um oitavo (1/8) de todo RCC que chega aos aterros são transportados pela COMLURB.

Esses dados, no entanto, subestimam a quantidade real que chega a Gramacho, que por diversos fatores não é contabilizada como entulho. Logo, o que chega de RCC nas áreas da COMLURB ultrapassa esse valor com facilidade.

Este estudo de alternativas locacionais, que utilizou a lista SMAC referente à época, discretizou três áreas já licenciadas para recebimento de RCC, que são:

- Pedreira Nacional de Inhaúma
- EMASA – Senador Camará
- Área do Pasquali Mauro

### ***Pedreira Nacional de Inhaúma***

Localizada na Estrada Adhemar Bibiano nº 3.631, em Inhaúma, em uma antiga pedreira em fase de encerramento. O uso de RCC para aterrar a área é parte do Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD), para a obturação da cava existente. O local conta com um equipamento para britar o material para a produção de agregados. Na foto abaixo, pode ser vista a pedreira.



Figura 6.24: Vista aérea da Pedreira Nacional.

Fonte: Google Earth, Junho de 2013.

Para se conseguir uma quantidade estimada de RCC recebido para o preenchimento da cava, a única forma é consultando o PRAD, solicitando ao órgão ambiental competente sua obtenção. Este processo, porém, é burocratizado e nem sempre é concedido pelo órgão ambiental.

### ***EMASA – Senador Camará***

Localizada na Avenida Santa Cruz em Senador Camará, é uma pedreira ainda em funcionamento ocorrendo concomitante as atividades de aterramento e reciclagem de RCC.

Normalmente, recebe RCC de grandes geradores, produzindo a partir destes, agregado reciclado de boa qualidade. Vale lembrar que grandes geradores normalmente apresentam um entulho mais limpo, visto sua segregação prévia, o que facilita o processo de reciclagem. Em contrapartida, os entulheiros normalmente entregam um material muito misturado, não sendo recebido dessa forma no local.

A empresa apenas recebe o RCC, não efetuando seu transporte. Apresenta uma capacidade de reciclagem de 15.000m<sup>3</sup>/mês, dependendo da qualidade do material

recebido. Seu principal produto beneficiado é o agregado misto. Na foto abaixo pode ser visualizada a pedreira.



Figura 6.25: Vista aérea da Pedreira EMASA.

Fonte: Google Earth, Junho de 2013.

### ***Área do Pasquali Mauro***

Pasquali Mauro é um grande empresário considerado o maior dono de terras no eixo Barra da Tijuca – Recreio dos Bandeirantes. Contudo, suas posses são alvo de constantes ações na Justiça, onde são contestados seus títulos de propriedade.

Pasquali conseguiu licenciar, juntamente ao órgão ambiental estadual (INEA), uma área de 450.000m<sup>2</sup>, de um total de 3 milhões de m<sup>2</sup>, situada na Estrada do Rio Morto no Recreio, com uma localização privilegiada principalmente pelo fato de estar perto das grandes obras das Olimpíadas e Metrô. Atualmente, essa área é denominada por Cento de Tratamento de Resíduos da Construção Civil (CTRCC).

Nesta área, foi permitido o uso de RCC para terraplenagem e atualmente vem recebendo entulho de caçambeiros, sendo cobrada uma taxa para vazamento. O empresário acaba por utilizar o RCC para o loteamento do seu terreno. Não há, no

entanto, interesse do empresário na reciclagem do resíduo, fazendo apenas uma segregação básica dos materiais recicláveis misturados na caçamba.

Este local, no entanto, é alvo de algumas indagações no que tange à manutenção de sua licença, visto que sua atividade com o RCC não se mostra condizente com uma boa gestão do mesmo.



Figura 6.26: Vista aérea da área do Pasquali Mauro.

Fonte: Google Earth, Junho de 2013.

A partir das três alternativas levantadas pela COMLUB em 2010, foi elaborado o mapa da Figura 6.28 com a abrangência desses locais. Atualmente, porém, existem outras empresas licenciadas para vazamento deste tipo de resíduo. Como já foi dito anteriormente, esse mercado é muito dinâmico e, portanto, é difícil acompanhá-lo.

Um local que vem recebendo atualmente bastante RCC é o Arco da Aliança, localizado ao lado da Linha Amarela, citado a seguir.

## **Arco da Aliança**

A empresa Arco da Aliança, também conhecida como Terra Prometida, situa-se na Rua da Pátria em Água Santa, Rio de Janeiro e recebe, em média, 30.290 m<sup>3</sup> de entulho por mês. Segundo entrevista realizada por telefone, a empresa possui capacidade de reciclar cerca de 70% a 75% do RCC recebido. Esse percentual se justifica devido à grande heterogeneidade do material que chega através das caçambas estacionárias. A Arco da Aliança recebe tanto o RCC limpo quanto o misturado e cobra diferentes valores por eles, sendo o mais caro o entulho “sujo”.

Em sua área de operação os resíduos que chegam são primeiramente triados de acordo com o seu local de origem. Caso seja proveniente de caçamba estacionária, os mesmos seguem para uma ATT licenciada pelo INEA para uma cooperativa realizar o beneficiamento dos materiais recicláveis como plástico e papel. Se for proveniente de grandes obras, segue para a cava da pedra onde há um britador que realiza a britagem do RCC para obturá-la ou mesmo para comercialização de agregados reciclados. Os rejeitos de suas operações são encaminhados para a CTR Nova Iguaçu. Na Figura 6.27 é possível visualizar a área da pedra bem como sua localização próxima ao pedágio da Via Expressa Linha Amarela (LAMSA).



Figura 6.27: Vista aérea da área da Arco da Aliança

Fonte: Google Earth, Junho de 2013

O mapa abaixo foi atualizado em relação ao de 2010 e mostra o raio de abrangência das áreas aptas ao recebimento de RCC. O objetivo do mapa é mostrar que o município é relativamente bem abrangido pelos locais de vazamento e que o descarte ilegal não se justifica pela ausência de áreas licenciadas.

Segundo a última lista SMAC, existem outras 4 empresas que estão aptas para tal mas não constam no mapa, são elas:

- Amb&Tech Soluções;
- Centro de Reciclagem Rio Ltda.;
- Indústria Extrativa e Comercial Pop Ltda.;
- Tamoio Mineração S.A.

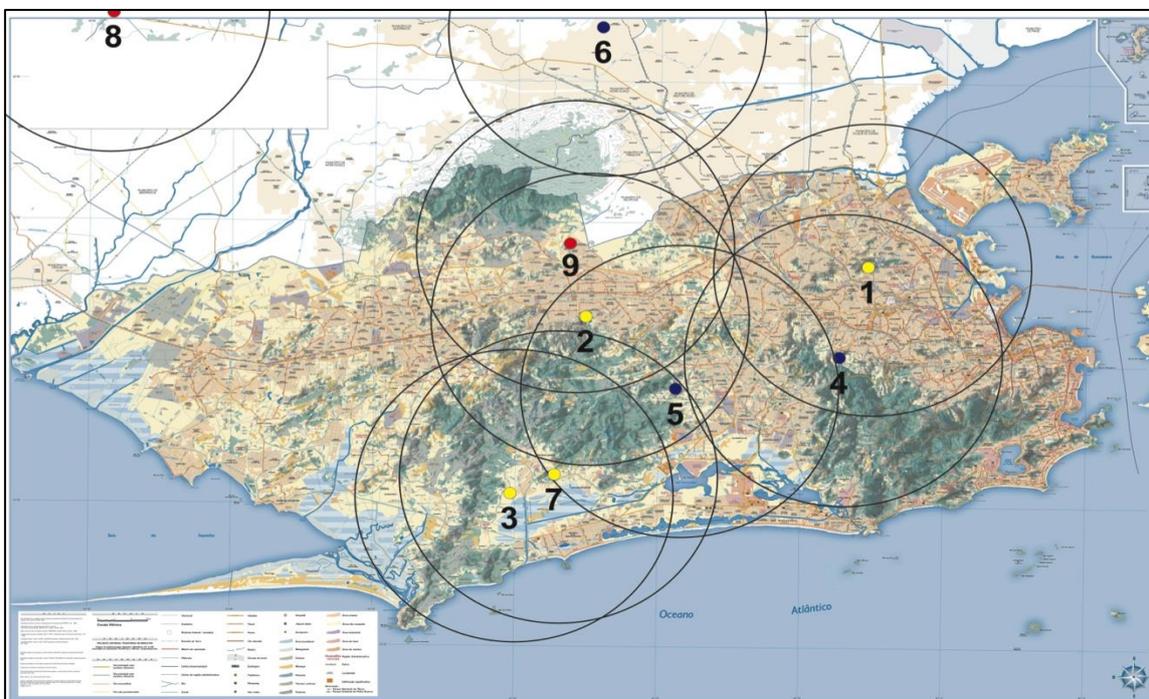


Figura 6.28: Mapa de abrangência dos locais para recebimento de RCC.

Fonte: COMLURB, 2013.

Os números apresentam a seguinte legenda:

1. Pedreira Nacional de Inhaúma;
2. EMASA Mineração S/A;
3. Centro de Tratamento de Resíduos da Construção Civil (CTRCC);
4. Arco da Aliança;
5. Pedreira Copacabana Ltda.;

6. Central de Tratamento de Resíduos (CTR) – Nova Iguaçu;
7. SPE Bandeirantes Projeto 03 Empreendimentos Imobiliários S/A;
8. Central de Tratamento de Resíduos (CTR) – Seropédica;
9. Central de Tratamento de Resíduos (CTR) – Gericinó.

Através do mapa, é possível observar que a maior parte do município é coberta por áreas licenciadas a receberem RCC, considerando um raio médio de 10 km. A região mais carente é a de Campo Grande e Santa Cruz, onde se faz necessário um investimento não apenas em locais licenciados, mas em educação ambiental, conscientização social e alternativas que considerem, também, as necessidades das cooperativas da região. Isso tudo porque a disposição clandestina de resíduos em geral, nessa região, é frequente.

Um aspecto importante é que essas áreas licenciadas têm regras próprias de operação, não existindo uma padronização na atividade. Algumas recebem o RCC, triam e depois descartam o que não interessa, outras reciclam, outras usam para preenchimento de cava, outras fazem terraplenagem etc. A única característica em comum é que todas preferem entulho limpo, sendo que algumas nem recebem o mesmo quando misturado e outras apenas cobram mais caro.

Logo, as áreas aptas a receberem entulho, em sua maioria, demandam pelo resíduo já segregado, o que não se consagra como uma prática no município. Apenas as obras que são licenciadas necessitam fazer uma segregação *in loco*. Isso dificulta enormemente a estruturação da reciclagem no município.

A Lei de Limpeza Urbana estabelece alguns pontos para grande geradores de RCC que merecem ser enfatizados, tais quais:

**Art. 68.** Constitui obrigação do gerador de lixo extraordinário:

I - promover a segregação na fonte, separando o lixo com características similares àquelas do lixo domiciliar, dos demais resíduos;

IV - acondicionar o entulho de obras ou os resíduos de poda extraordinários em caçambas estacionárias de, no máximo, cinco metros cúbicos de capacidade, de acordo com o especificado nas Normas Técnicas a serem estabelecidas pelo órgão ou entidade municipal competente;

V - não permitir que os resíduos ultrapassem os limites físicos da caçamba estacionária, nem se utilizar de dispositivos que aumentem artificialmente a capacidade das referidas caçambas;

VI - ofertar ao Poder Público coletor a totalidade dos resíduos produzidos;

VII - cumprir as determinações emanadas do Poder Público, para efeitos de remoção dos resíduos e das suas frações passíveis de recuperação ou de reciclagem;

VIII - fornecer todas as informações exigidas pelo órgão ou entidade municipal competente, referentes à natureza, ao tipo e às características dos resíduos produzidos.

**Art. 69.** As caçambas para deposição de entulho de obras extraordinárias e resíduos de poda extraordinários deverão ser sempre removidas pelos responsáveis quando:

I - decorrer o prazo de quarenta e oito horas após a colocação da caçamba, independentemente da quantidade de resíduos em seu interior; ou

II - decorrer o prazo de oito horas após a caçamba estar cheia; ou

III - se constituírem em foco de insalubridade, independentemente do tipo de resíduo depositado; ou

IV - os resíduos depositados estiverem misturados a outros tipos de resíduos; ou

V - estiverem colocadas de forma a prejudicar a utilização de sarjetas, bocas de lobo, hidrantes, mobiliário urbano ou qualquer outra instalação fixa de utilização pública; ou

VI - estiverem colocadas de forma a prejudicar a circulação de veículos e pedestres nos logradouros e calçadas.

Parágrafo único. Além de seus respectivos contratantes, os empreiteiros ou promotores das obras que produzam entulho são responsáveis pelo seu manuseio, remoção, valorização e eliminação.

Com relação às punições gerais de infração do estabelecido, têm-se:

**Art. 83.** Depositar, permitir a deposição ou propiciar a deposição de lixo, bens inservíveis, entulho de obra ou resíduos de poda em terrenos baldios ou imóveis públicos ou privados, bem como em encostas, rios, valas, ralos, canais, lagoas, praias, mar, oceano, áreas protegidas ou em qualquer outro local não autorizado pelo Poder Público, sujeitará o infrator às seguintes penalidades, independentemente de outras sanções:

I - quando o volume depositado for de até um metro cúbico, a multa inicial será de R\$200,00 (duzentos reais);

II - quando o volume ultrapassar um metro cúbico, a multa inicial será de R\$500,00 (quinhentos reais).

**Art. 101.** Colocar galhadas, aparas de jardim, entulho de obras e assemelhados junto ou ao lado ou em cima ou no interior dos contêineres e papeleiras de propriedade do Poder Público constitui infração punida com a multa inicial de R\$80,00 (oitenta reais).

**Art. 117.** Não remover as caçambas para deposição de entulho de obras extraordinários e resíduos de poda extraordinários nas condições especificadas no art. 69 constitui infração punida com a multa inicial de R\$80,00 (oitenta reais).

Todos os artigos acima foram destacados principalmente por ter sido evidenciado o não cumprimento dos mesmos no cotidiano do município. Foram tiradas algumas fotos de caçambas estacionárias em diferentes zonas da cidade, a maioria ultrapassando o limite físico da caçamba com os resíduos, outras que foram acompanhadas diariamente não foram trocadas no prazo estabelecido por lei, outras dispostas em locais indevidos, atrapalhando a via de pedestre ou a circulação de carros, dentre outras irregularidades.

Em vista da deficiência na fiscalização, esse tipo de conduta ocorre frequentemente nas mais diversas áreas da cidade, além de outro notório aspecto que é a disposição clandestina de resíduos por caçambeiros em terrenos baldios, córregos, perto de rios, na beira de estradas etc.

No dia a dia da cidade observam-se, dispostas nas calçadas e ruas, caçambas estacionárias que costumam ser alugadas por grandes geradores de RCC. Uma prática comum de ser percebida é que as pessoas que circulam pelas ruas acabam por depositar resíduos de diferentes tipos dentro delas. Somado a isso, os próprios geradores que locaram a caçamba acabam por usá-las, muitas vezes, para qualquer tipo de resíduo, com exceção do orgânico.



Figura 6.29: Fotos de algumas irregularidades na gestão de RCC.

Fonte: Elaboração Própria, Junho de 2013.



Figura 6.30: Fotos de transporte irregular de RCC.

Fonte: Elaboração Própria, Junho de 2013.



Figura 6.31: Fotos de descarte ilegal de RCC.

Fonte: Elaboração Própria, Junho de 2013.

Com a entrada em vigor da lei municipal de “Gestão Integrada de Resíduos Sólidos” em 2008, seguida da lei federal em 2010, passou a ser exigida a elaboração de Plano

de Gerenciamento Específico (PGE) para os geradores de Resíduos da Construção Civil, nos termos do Decreto Municipal nº 27.078/2006 ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA).

De acordo com o Art. 44º da lei municipal, o Plano de Gerenciamento Específico deve ser apresentado à Prefeitura dentro de seis meses, a contar da data de publicação do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município do Rio de Janeiro.

A lei federal dispõe no Art. 24º que o PGE é parte integrante do processo de licenciamento ambiental do empreendimento ou atividade pelo órgão competente, sendo que nas hipóteses não sujeitas ao licenciamento ambiental, a aprovação do PGE caberá à autoridade municipal competente (§ 1º do Art. 24º).

Em vista disso, todos os novos empreendimentos ou atividades que requeiram licenciamento ambiental ou que estejam com o processo de licenciamento em curso, faz-se necessário como requisito a apresentação do Plano de Gerenciamento dos Resíduos de Construção Civil (PGRCC), atendendo aos critérios estabelecidos pela Resolução SMAC nº 515/2012.

Este PGRCC apresentará em seu conteúdo uma estimativa da quantidade de resíduos a ser gerada em todas as fases da obra, bem como a logística de seu gerenciamento. Esses dados são enviados à SMAC e representam mais uma fonte de informação importante para o diagnóstico de geração de RCC no município.

## **6.5 Estimativa da Quantidade de RCC gerada no Município**

Estimar a quantidade de RCC gerado no Município do RJ é um grande desafio, principalmente pela falta de existência de um compilamento específico desses dados, bem como de um órgão responsável por sistematizar e unir todas as informações oriundas dos agentes envolvidos em sua gestão. Somado a isso, a disposição ilegal é um fator que agrava bastante essa quantificação, visto que desigual, mais ainda, a quantidade gerada da coletada e da disposta corretamente.

A informação quantitativa que existe é a quantidade que chega aos aterros da COMLURB, pois todo caminhão é pesado ao chegar ao aterro. A primeira dificuldade de quantificar começa nesse ponto: todos os caminhões chegam com os resíduos

todos misturados, até mesmo o da Remoção Gratuita é pesado juntamente com os bens inservíveis, acabando por se ter quantias estimadas de RCC.

Outra informação existente é a relativa ao PGRCC, que também informa a quantidade e o local a ser destinado o RCC, porém esta informação é guardada na SMAC, não sendo sistematizada, permanecendo apenas no relatório e sendo confidencial. Com relação ao PRAD, este também é um documento que fica no órgão ambiental e para ser consultado, devendo ser feito um pedido formal.

Já os caçambeiros legalizados necessitam emitir uma nota de transporte de resíduos, em três vias (gerador - transportador - destinatário), mas não há uma compilação de dados para um sistema. Um agravante ao fato é a insuficiência de atuação da fiscalização, que compromete ainda mais a obtenção de informações. Essas notas de transporte acabam por, na maioria das vezes, não serem emitidas. Atualmente, existem cerca de 200 caçambeiros credenciados na COMLURB.

Partindo do princípio que se consegue quantificar o que chega às áreas de destinação da COMLURB, os tipos de resíduo que apresentam alguma fração de entulho em sua composição são denominados, segundo nomenclatura COMLURB, de: lixo público, remoção gratuita, emergência e grandes geradores de RCC.

A COMLURB elabora mensalmente um relatório interno, chamado de Relatório da Diretoria Industrial (DIN). Na busca pela quantificação de RCC gerado no município, foi feita uma pesquisa nesses relatórios desde o ano de 1997 até 2012. O objetivo desta abrangência é verificar como se mostra o comportamento da geração de RCC ao longo dos anos na cidade.

A grande questão é que não existia, até 2009, uma denominação específica de RCC nesses relatórios, sendo necessário se estimar, para as tipologias existentes, a porcentagem de entulho que as compunham.

Através de algumas reuniões com membros da Diretoria Industrial da COMLURB, foram feitas algumas considerações a respeito das terminologias descritas nos relatórios que deveriam ser quantificadas como RCC. Vale frisar que essas considerações são estimadas, não existindo possibilidade de se confirmar nenhuma. Todas foram inferidas pela experiência de alguns membros da COMLURB. Elas são:

- 40% do lixo público podem ser considerados entulho;
- 80% do coletado na Remoção Gratuita podem ser considerados entulho;

- 80% de emergência podem ser considerados entulho;
- 70% de particulares com tíquetes estimam-se como entulho;
- Material de Cobertura é o RCC que entra no aterro, mas não é cobrado por ser usado em suas operações internas. (exemplo: solo, bota-fora, resíduos de escavação);
- Entulho de Obras é o proveniente de grandes geradores.

A partir dessas definições, foi traçado o histórico abaixo, que reflete apenas uma parcela do que é gerado na cidade.

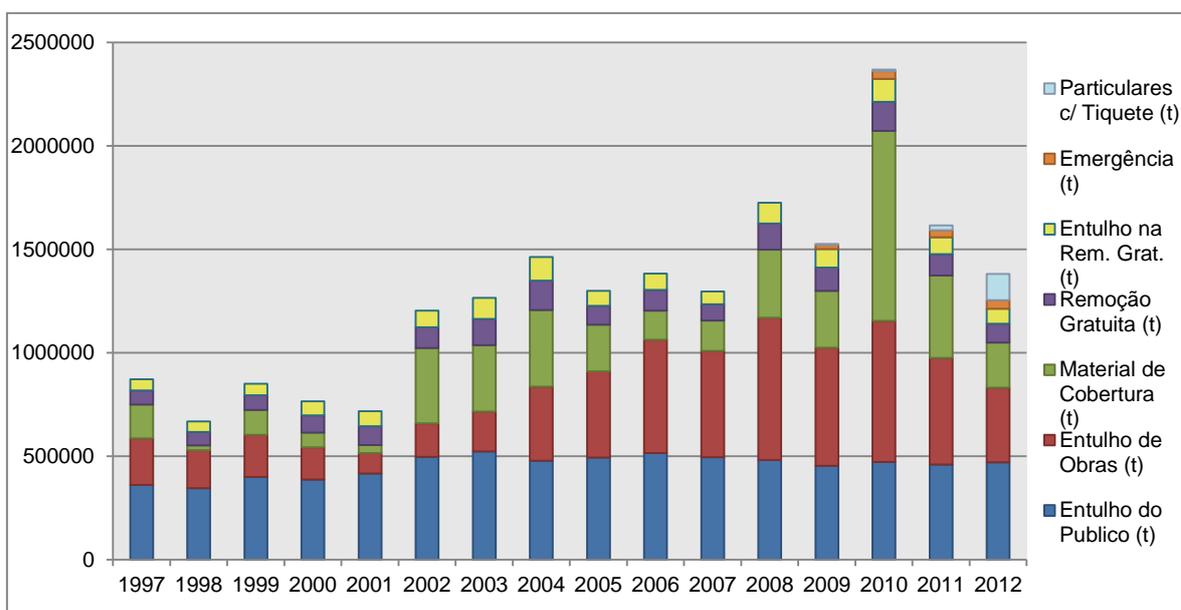


Figura 6.32: Série histórica do RCC gerado no município do Rio de Janeiro (1997 – 2012).

Fonte: Elaboração Própria com base no Relatório DIN da COMLURB.

Entre os anos de 2009 e 2012, os relatórios DIN mudaram seu formato, em vista da nova diretoria. A partir de 2009, começa a ser utilizada a sigla RCC em separado, facilitando a contabilização.

Tabela 6.2: Valores estimados de RCC.

Ano	Media/dia	Acumulado ao Ano	Media/dia	Acumulado ao Ano	Media/dia	Acumulado ao Ano	Particulares c/ Tiquete	Acumulado ao Ano	Media/dia
	RCC- ATT missões	RCC- ATT missões	RCC - Direto nos Aterros	RCC - Direto nos Aterros	Remoção Gratuita	Remoção Gratuita		Emergência	Emergência
2007	644	234.881	-	-	215	78.451	-	-	-
2008	675	246.879	1349	493.680	346	126.467	-	-	-
2009	719	263.102	799	292.584	308	112.853	4.493	20.328	69
2010	709	258.846	1080	394.324	385	140.393	8.276	36.351	125
2011	192	70.166	1.149	419.225	281	102.581	23.407	34.178	117
2012	13	4.805	864	316.295	249	91.292	126.967	41.091	140

Fonte: Elaboração Própria com base no Relatório DIN da COMLURB.

Na Tabela 6.2 acima, observa-se uma queda brusca na quantidade de RCC destinado ao ATT-Missões de 2010 a 2012. Isso pode ser explicado pelo fato de em 2011, Gramacho ter recebido RCC sem cobrança, tendo sido, com isso, enviado direto para o aterro. O custo de vazamento no ATT-Missões estava em 14 reais/tonelada. O valor menor ainda para 2012 deve-se ao fato que, em fevereiro, o ATT-Missões fechou, pois recebeu os escombros do desabamento dos prédios do centro da cidade do Rio de Janeiro. Já o aumento significativo dos particulares com tíquetes de 2011 para 2012 deve-se ao fato do aterro de Gramacho voltar a cobrar pelo vazamento de RCC, aumentando com isso, os tíquetes pagos.

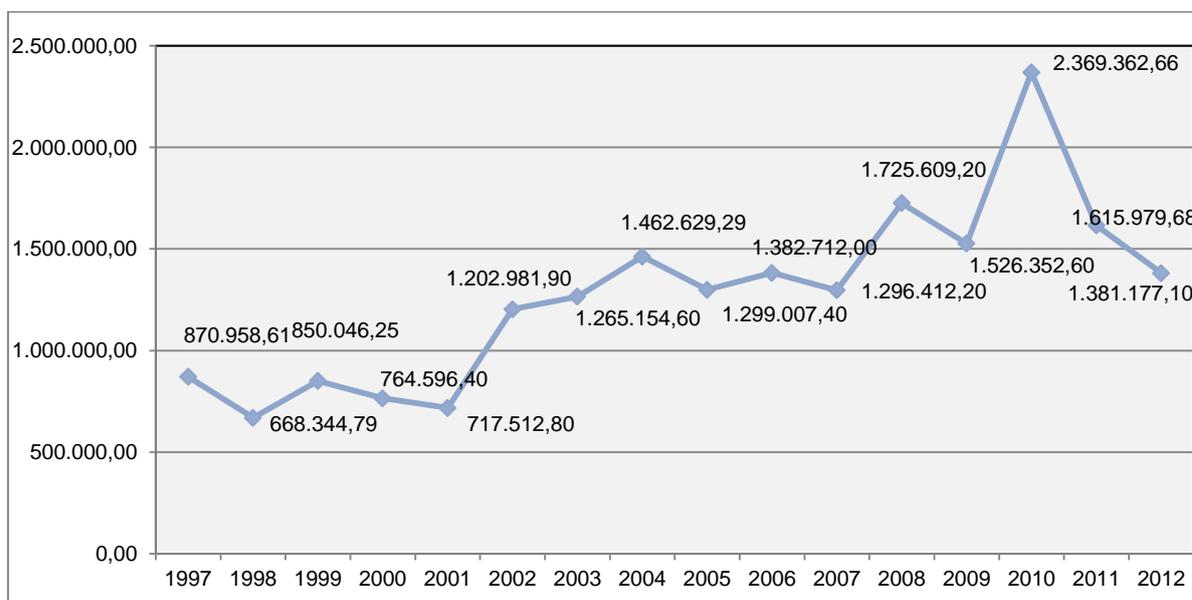


Figura 6.33: Total estimado de RCC dos Relatórios DIN (1997 – 2012).

Fonte: Elaboração Própria com base no Relatório DIN da COMLURB.

Partindo do gráfico de estimativa de RCC baseado nos Relatórios COMLURB, observa-se um ápice de geração em 2010, que condiz também com o maior PIB Nacional e PIB de Construção Civil observados nos últimos anos. Isso mostra como o cenário econômico e, conseqüentemente, o direcionamento de investimentos público e privado, interfere diretamente na geração de resíduos da construção civil.

Em 2011, porém, houve o reflexo da crise econômica mundial de 2010, que afetou bastante o PIB Nacional e a Indústria da Construção, bem como as obras da classe média.

Com relação ao ano de 2012, tem-se como marco o fechamento do aterro de Gramacho e o surgimento incipiente da nova logística de resíduos no município. Partindo disso, é possível sugerir que tenha havido um aumento da disposição ilegal,

visto que aumentou consideravelmente a distância para a destinação no novo aterro. Outra hipótese é o aumento do número de áreas licenciadas a receber RCC, que acaba por suprir um pouco essa demanda, sendo preferida a um local mais distante. Não se cogita, contudo, que a geração de RCC tenha efetivamente diminuído, mas sim, não foi disposta nas áreas em que está sendo contabilizada.

O dado de 2012 mostra que, em média, houve a destinação de 3.780 t/d de RCC em áreas da COMLURB. Isso engloba o lixo público, solos e escavações, remoção gratuita e uma parcela pequena de grandes geradores. Se não for considerado o material de cobertura, chega-se a uma quantidade aproximada de 3.034 t/d.

O Engenheiro Mauro Lima da Diretoria Técnica Industrial da COMLURB, estima que atualmente devam ser gerados cerca de 6.000 t/d de RCC no município. Deste dado, cerca de 3.000 t/d são destinados a algum membro da Associação dos Aterros de Resíduos de Construção Civil do Estado do Rio de Janeiro (ASSAERJ), cerca de 1.500 t/d são transportados e destinados pela COMLURB e aproximadamente 1.500 t/d são depositados em locais clandestinos. Essa estimativa representa uma geração mensal de 180 mil toneladas.

Buscando uma relação entre as estimativas anteriores, observa-se uma coerência na quantidade estimada de 3.034 t/d, partindo do pressuposto que o que é disposto irregularmente em vias públicas e em pontos clandestinos é, em algum momento, coletado pela COMLURB e destinado aos aterros.

Atualmente, a ASSAERJ contempla seis empresas, a saber:

- Ecobrita - Indústria de Reciclagem Ltda.;
- ECP Environ Consultoria e Projetos Ltda.;
- CHACO-VACO - Coleta, Transporte, Comércio e Beneficiamento de Madeira Ltda.;
- Arco da Aliança Comércio e Serviços Ltda.;
- Pedreira Copacabana Ltda.;
- Centro de Triagem e disposição de Resíduos da Construção Civil (CTRCC) Ltda.

Em conversa por telefone com o Presidente da ASSAERJ, Sr. Helcio Maia, foram obtidas informações acerca do processo pelo qual as empresas passam para se tornarem membros da associação. Somente as empresas licenciadas e regularizadas juntamente ao órgão ambiental competente podem fazer parte dos associados.

Segundo Helcio, cerca de 60% do RCC gerado no município são transportados pelos caçambeiros, porém, devido à falta de eficácia da fiscalização e à falta de obrigatoriedade da emissão de nota de transporte pelos mesmos, torna-se muito difícil gerir e quantificar o RCC do Rio de Janeiro.

Como a logística atual de gestão de resíduos do município está em fase de mudança, o ano de 2013 não está se comportando como o ano anterior. Em visita realizada em junho de 2013 nos Aterros de Gericinó, Seropédica e ETR do Caju, foi observado que está sendo vazado, no total, apenas cerca de 700 t/d de entulho, sendo que Seropédica vem recebendo uma quantidade muito pequena. O fechamento da ATT-Missões e do aterro de Gramacho desestruturou mais ainda a pouca estrutura que havia na gestão de RCC.

Porventura, se as sete ETR's que irão compor a logística para destinação em Seropédica forem preparadas para uma triagem de RCC e receberem entulho limpo de entulheiros, pode ser facilitado ambos os lados: os entulheiros terão mais opções de destinação por perto e a COMLURB teria benefícios em sua gestão, além de levar RCC de melhor qualidade para as operações internas do CTR-Rio, que vem apresentando enormes gastos com a compra de agregados. Cabe avaliar se esses locais terão espaço suficiente para atender toda a demanda de resíduos sólidos urbanos.

## **6.6 A Reciclagem de RCC no Município**

A ideia inicial do trabalho era apresentar o cenário atual da reciclagem de RCC no Brasil, com o destaque para o município do Rio de Janeiro. Contudo, para se tratar de reciclagem é fundamental entender toda a gestão do resíduo, pois esta é um fator determinante na viabilidade da reciclagem.

A partir de todo esse levantamento da gestão atual do RCC no município, ficou notória que a reciclagem não é uma prioridade nem mesmo uma possibilidade rentável atualmente. Muito precisa ser feito ainda em direção à sustentabilidade.

Conforme já apresentado, o Brasil vem aumentando o número de empresas atuantes na área de reciclagem de RCC, conseguindo tornar este processo viável economicamente em alguns estados, como São Paulo e Minas Gerais. São Paulo,

localizado ao lado do Rio de Janeiro, conseguiu tornar essa atividade um mercado estruturado, logicamente em vista de outro cenário já descrito anteriormente. Mesmo assim, o resultado de São Paulo mostra que é possível desenvolver o mercado de agregados reciclados, mas de forma integrada e subsidiada, inicialmente, pelo governo.

O município do RJ teve sua primeira experiência com uma usina particular de reciclagem de RCC em 2002, quando a empresa ARCANO Construções e Empreendimentos Imobiliários Ltda instalou uma usina a partir de recursos próprios, no bairro de Catumbi, em Laranjeiras.

Nesta ocasião ela recebeu uma licença de operação da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA) e da Prefeitura da Cidade para a reciclagem de resíduos inertes, sendo planejada para um volume mensal de 1.000 a 2.000 toneladas processadas. O custo total ficou em R\$ 800.000,00 (oitocentos mil reais). A Arcano produzia areia reciclada, agregado número zero e agregados números 1 a 3. Infelizmente, devido a problemas locais com o tráfego, ela teve que encerrar suas operações.

Já em 2012, foi instalada mais uma empresa de processamento e reciclagem de resíduos no Rio de Janeiro, a Global RCD. Esta é uma usina composta por um Britador Móvel, que é uma planta de britagem móvel, montada em chassi reforçado sobre esteiras, com triturador de impacto de transmissão direta e duplo deck de pré-peneiramento. Este equipamento permite que se chegue a uma capacidade de alimentação de até 450 t/h, devido à sua largura maior e uma unidade trituradora mais potente. Esta empresa vem prestando alguns serviços para as obras da Prefeitura, buscando a reciclagem *in loco* dos resíduos gerados nos canteiros.

Os produtos do Britador Móvel e Global RCD estão de acordo com a norma brasileira NBR 15.116/04 e com as especificações técnicas que definem os requisitos dos agregados reciclados para utilização em pavimentos e preparo de concreto sem função estrutural. Seus principais produtos são: asfalto reciclado, areia, brita, brita 4, pedrisco e bica corrida.



Figura 6.34: Usina Móvel da Global RCD.

Fonte: [www.britadormovel.com.br](http://www.britadormovel.com.br)

A Resolução SMAC nº 515/12 estabelece que os Planos de Gerenciamento de RCC devam ser elaborados de forma a privilegiar as alternativas de reaproveitamento e de reciclagem de RCC na própria obra ou em unidades de beneficiamento devidamente licenciadas. A utilização de uma usina móvel vem se mostrando como uma boa opção para grandes obras, principalmente porque permite a reutilização do agregado durante sua fase de execução.

O momento de construções intenso vivenciado pelo município torna o entulho cada vez mais heterogêneo, quando não se tem um planejamento adequado de obras. Isso reduz o potencial de reaproveitamento do resíduo gerado e aumenta o volume a ser descartado. O maior aproveitamento *in loco* possível é o recomendado, para que menos se gaste em sua disposição final, bem como se minimize os impactos ambientais. Além disso, o aproveitamento *in loco* é facilitado com a prévia segregação em campo, que é uma determinação da CONAMA 357/2002.

Um aspecto bastante importante é que a cidade do Rio de Janeiro, em toda sua história, passou por um processo de transformação geoespacial, com o aterramento de várias áreas, como exemplo o Aterro do Flamengo e parte da Urca. O mapa abaixo identifica diversas áreas aterradas da cidade.



Figura 6.35: Mapa parcial da Cidade do Rio de Janeiro com áreas aterradas sobre o mar.

Fonte: Coleção Estudos Cariocas, 2009.

Outro bom exemplo disso foi durante a gestão do prefeito Pereira Passos, no início do século XX, onde foi feito o primeiro aterro marítimo de grandes dimensões com o objetivo de criar uma área central portuária: a demolição do Morro do Senado para aterrar 170 hectares sobre o mar, diante dos morros do Livramento, Conceição, Providência e Saúde. A nova linha de costa possibilitou a construção do berço da Gamboa, primeiro cais do porto moderno.

Outro processo de aterramento e construção desenfreada que demanda até hoje o RCC é a favelização. Por muitos anos, a favela absorveu esses resíduos para sua autoconstrução, existindo diversas placas locais que mostravam o interesse em receber entulho. O aterro da Lagoa de Jacarepaguá, próximo à comunidade de Rio das Pedras, é um exemplo disso. A própria comunidade cresceu com base no RCC.

Observa-se, com isso, que o processo intenso de urbanização da cidade intensificou não somente a reutilização do RCC, como também a disposição clandestina do mesmo, visto que até o ambiente construído por ele era ilegal.

O presente estudo identificou um enorme sumidouro da quantidade e qualidade geradas de RCC e sua destinação final. Em algum ponto desta cadeia,

presumidamente o momento em que os caçambeiros recolhem o entulho, até a destinação final, este entulho é transformado em quantidade e qualidade.

O grande problema é que essa transformação não ocorre em locais licenciados, com processos padronizados ou de forma transparente. Existem diversos galpões hoje que fazem essa triagem de entulho e revende o que é de interesse, destinando em aterros apenas o resto, isto quando não dispõem ilegalmente.

Em vista disso, mesmo a Resolução SMAC nº 479/2011 estabelecendo o licenciamento ambiental simplificado e prioritário para as atividades de beneficiamento de resíduos, a criação deste mercado se mostra comprometida por já existir um mercado informal muito forte e segmentado.

A COMLURB realizou em 2011 um estudo de viabilidade de criação de usinas de beneficiamento de RCC em duas de suas áreas, para abrir um edital de licitação. Este edital apresenta a concessão das áreas de ATT-Missões e ETR Caju para uma empresa privada, com as seguintes condicionantes:

a) Lote 1: ATT- Missões

Operação com pessoal próprio de uma área de transbordo e triagem, dotada de uma usina de beneficiamento e valorização de RCC, com 9.000 m<sup>2</sup> de área total, no Km 0 da Washington Luiz.

Especificações técnicas:

- Até 50 t/dia de resíduos inertes coletados pela COMLURB considerando acréscimo de 5% a.a.
- No mínimo, 300 t/d de resíduos inertes provenientes de obras de construção civil e transportadas por empresas credenciadas da COMLURB.

b) Lote 2: Caju

Operação com pessoal próprio de uma área de transbordo e triagem, dotada de uma usina de beneficiamento e valorização de RCC, com 17.000 m<sup>2</sup> de área total, na Rua Carlos Seidl, 1388.

Especificações técnicas:

- Até 100 t/d de resíduos inertes coletados pela COMLURB, considerando acréscimo de 5% a.a.
- No mínimo, 400 t/d de resíduos inertes provenientes de obras de construção civil transportadas por empresas credenciadas da COMLURB.

Essas empresas deviam chegar a um valor de vazamento de, no máximo, 20 reais por tonelada, para que esse processo fosse viável.

Este edital ainda se encontra em fase da avaliação interna na COMLURB, sendo que muitos acham que não será lançado. O pesquisador do Centro de Tecnologia Mineral, Francisco Mariano, acredita que dessa forma não será possível obter sucesso, caso não seja garantido uma percentagem mínima de fração mineral para que a reciclagem produza um agregado de qualidade. Além disso, o entulho precisa chegar já previamente segregado, pois uma heterogeneidade inviabilizaria o processo.

## **7. ANÁLISE CRÍTICA**

Objetivando-se a estimativa de geração total de RCC do município, observou-se a grande dificuldade em se tratar com números, devido a fatores cruciais como:

- A falta de segregação deste resíduo, o que impede sua pesagem direta;
- A falta de um sistema que compile todas as informações dos diferentes tipos de geradores de RCC;
- A falta de fiscalização, que propicia um aumento das disposições clandestinas além da falta de dados quantitativos;
- A falta de comunicação entre os agentes participantes da gestão desse resíduo;
- O grande sumidouro de informações do gerenciamento atual, principalmente quanto aos entulheiros, que criam um mercado interno próprio;
- A falta de conscientização do cidadão, que muitas vezes estimula uma destinação ilegal;
- A falta de interesse da sociedade para com as questões relativas aos resíduos.

Esses fatores conduziram à impossibilidade em se estimar a quantidade de RCC gerada no município do Rio de Janeiro, que mesmo com base nos dados dos

Relatórios DIN da COMLURB, estes se mostram insuficientes e incertos para qualquer proposição quantitativa final. A grande dificuldade em se rastrear as empresas coletoras, bem como se obter dados específicos de RCC, impedem qualquer estimativa com erros consideráveis.

De acordo com Nunes (2009), as principais dificuldades e particularidades da gestão de RCC na cidade do Rio de Janeiro são:

- Os baixos preços dos agregados naturais;
- As atuais práticas de construção de aterros sanitários e lixões no Brasil;
- A falta de dados confiáveis sobre a gestão de resíduos brasileiros (quantidades geradas, coletadas, dispostas e recicladas e composição gravimétrica);
- Aspectos geográficos e sociais (áreas de baixada e processo intenso de favelização da cidade);
- Inviabilidade econômica da reciclagem dos RCC;
- Falta de consumo de agregado reciclado pelas autoridades locais;
- Pouca experiência com a utilização das normas referentes ao RCC.

Os aspectos da gestão de RCC levantados por Nunes (2009) se confirmam após o diagnóstico do município. A imprecisão dos dados realmente constitui o fator mais problemático para uma melhoria na gestão, pois não existe diagnóstico quando não se consegue quantificar nem qualificar uma situação.

Para a realização de um diagnóstico dos RCC no município, faz-se necessário avaliar todos os agentes atuantes na gestão do mesmo e, a partir disso, integrar as informações em um sistema padronizado.

No que tange à COMLURB, alguns fatores podem ser destacados, como:

- Ao longo dos anos, a COMLURB foi agregando diversas atribuições além de sua atividade fim, mas seu corpo técnico não comportou tamanha abrangência. Tal fato compromete uma boa gestão, dificulta a fiscalização, aumenta os gastos internos e compromete a eficiência dos serviços prestados;
- Por ser uma empresa mista, acaba trocando sua diretoria e atendendo algumas vontades políticas, comprometendo o estabelecimento de políticas de longo prazo;
- Existem conflitos internos, que vão desde interesses até a falta de comunicação entre as áreas;

- A missão da empresa é garantir a limpeza urbana, não tendo ainda incorporado a reciclagem como prioridade em sua gestão;
- A quantidade de serviços prestados gera uma carência de investimentos em pesquisa e inovação.

Com relação à sociedade, vale destacar alguns pontos, como:

- A negligência perante a temática de resíduos, incorporando a frase: “o que os olhos não veem, o coração não sente”;
- O atual padrão de consumo em não conformidade com a sustentabilidade. A sociedade precisa incorporar as questões ambientais como princípios básicos;
- É dever de todos cobrar, mas também fazer a sua parte como membro da sociedade, visando impactar menos o meio em que vive e um bem-estar social.
- O preconceito com o material reciclado ainda existe, necessitando a quebra de alguns paradigmas.
- As desigualdades sociais no município interferem negativamente na efetivação de políticas sustentáveis;
- A problemática do tráfico de drogas dificulta muitas vezes a consolidação de um mercado novo, quando este não é de interesse local.
- A sociedade entende a palavra ‘entulho’ como um resíduo que não lhe interessa não seguindo a definição CONAMA 307/2002. Muitas vezes, uma caçamba estacionária é locada e acaba recebendo todo o resto de resíduos de um condomínio, sendo contabilizada e paga como entulho, mas contendo muito resíduo misturado além dele.

A respeito dos caçambeiros (entulheiros), responsáveis pela coleta de grandes geradores, é importante comentar:

- É um segmento credenciado, porém não bem fiscalizado. Devem prestar informações à COMLURB, como por exemplo, a relação de clientes e a numeração da Nota Fiscal correspondente aos serviços prestados, mas não existe um controle. Isso faz com que não se consiga estimar a quantidade transportada e disposta por eles, nem os locais;
- Necessita ser padronizado, para estruturar a atividade;
- Vale pensar em uma parceria com a Prefeitura, para melhoria de suas atividades e maior comprometimento dessas empresas;
- Necessitam ser avaliados e ouvidos, para um melhor entendimento de suas necessidades e obrigações;

- Falta uma sistemática de gerenciamento e prestação de informações para os órgãos gestores;
- Precisam entender o seu papel na cadeia do RCC, aumentando sua interação com os outros corresponsáveis;
- Deve ser estimulada a capacitação das empresas credenciadas, como também a promoção de educação ambiental aos atores envolvidos;
- Sugere-se o estabelecimento de condições para coleta do RCC, como seu grau de limpeza. Por exemplo: uma caçamba de 5m<sup>3</sup> não pode conter mais de 30% em volume de resíduos que não sejam classificados como entulho;
- Foi observado que o resíduo de uma caçamba estacionária vem muito misturado, porém tudo é considerado como Entulho. Vale pensar no estabelecimento de dois tipos de caçambas: uma específica para entulho de obra limpo e outra para resíduos misturados. Isso já facilitaria uma segregação inicial do RCC, onde poderia também ser diferenciado no preço e na tipologia da caçamba.

Quanto à participação do Poder Público, deve-se enfatizar:

- A falta de um sistema informatizado e unificado para gerenciamento dos RCC dificulta enormemente a realização de planos de ação;
- A falta de um corpo técnico fiscalizador suficiente que atue em cima dos agentes corresponsáveis pelo gerenciamento do resíduo, penalizando as não conformidades;
- A dificuldade na obtenção de informações com o órgão ambiental competente;
- A sobrecarga de atividades dos órgãos ambientais, o que dificulta a promoção de ações preventivas;
- A necessidade em se criar um sistema de prestação de informações dos locais licenciados para o recebimento de RCC ao órgão ambiental;
- A primordialidade em disponibilizar áreas e planejar a infraestrutura logística do RCC;
- A criação de políticas de promoção e apoio ao mercado de agregados reciclados.

Por fim, o mais importante é o comprometimento de todos os agentes participantes da gestão de RCC, bem como a integração entre eles. O poder público, a sociedade e as empresas privadas precisam incorporar seu papel para transformar em ações os seus objetivos, para de fato, serem alcançadas mudanças efetivas na gestão.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou levantar a importância de uma gestão sustentável dos resíduos de construção civil, em vista da grande interferência do mesmo no cotidiano, nas atividades econômicas, na qualidade de vida e no meio ambiente. Para tanto, teve seu foco no diagnóstico da gestão de RCC no município do RJ.

Cada vez mais se observa um aumento na demanda global por atividades, serviços, processos e produtos que considerem o tripé da sustentabilidade: economia, sociedade e meio ambiente. Este movimento de mercado faz com que economias em desenvolvimento, como o Brasil, necessitem investir em políticas mais sustentáveis de crescimento para continuarem a competir no mercado internacional.

As informações sobre a geração e a destinação de RCC no Brasil são escassas, mas a participação da indústria da Construção no Produto Interno Bruto, da qual se originam, é significativa. Ao longo do trabalho foi realizado um estudo sobre a gestão do RCC no país, que vem evoluindo ao longo dos anos, mas que continua necessitando de incentivos reguladores para ir adiante.

A reciclagem de RCC se constitui como um grande passo para a minimização de impactos ambientais negativos, no momento em que impede a destinação incorreta desse resíduo, bem como reduz a extração de matérias-primas.

O Brasil atingiu, neste ano, um número de 209 usinas de reciclagem em operação ou implantação. Dentre elas, foi verificado que cerca de 82% são privadas, o que mostra o quanto a iniciativa privada se fortaleceu nos últimos anos, ratificando a possibilidade de um mercado de reciclagem consolidado.

Vale destacar que São Paulo é o estado que mais concentra as usinas de reciclagem, com 55% do total, conseguindo se diferenciar na atividade por fatores locais que propiciaram essa alavancagem, como: escassez de jazidas minerais perto dos centros urbanos, elevados custos de transporte de minerais, indisponibilidade de espaço e custo elevado para disposição em aterro, incentivos governamentais para o beneficiamento de RCC, preço elevado do agregado natural, dentre outros.

O Município do Rio de Janeiro, por apresentar características locais bem diferentes, ainda não inseriu a reciclagem no patamar de suas prioridades, existindo poucas

iniciativas até o momento. O que foi diagnosticado é que inicialmente, a reciclagem só se torna viável se for subsidiada pelo governo.

No que tange a gestão de RCC como um todo, o estudo de caso mostrou que não é possível ainda realizar um diagnóstico do município. Isto se deve, principalmente, ao fato que este tipo de resíduo nunca foi visto de forma individual, sendo contabilizado em conjunto com os resíduos urbanos e não tendo sido olhado como um bem econômico.

Foi apresentada também a existência de dois geradores de RCC: pequenos e grandes. O primeiro é o que se tem maior dificuldade hoje em gerenciar, visto que não existem ferramentas suficientes para fechar seu ciclo de geração.

A Figura 8.1 resume as alternativas de destinação de RCC estudadas de acordo com o tipo de gerador:

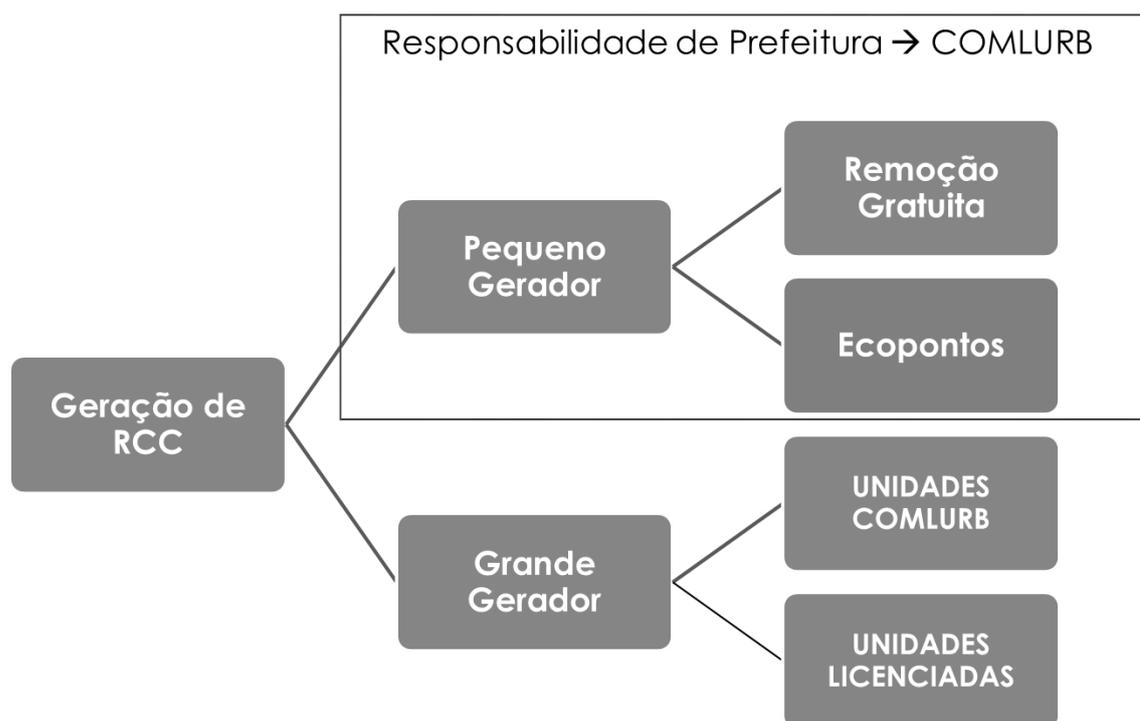


Figura 8.1: Alternativa de Destinação por tipo de Gerador de RCC

Fonte: Elaboração Própria

Através da pesquisa realizada, nota-se que todas as alternativas são passíveis de melhoria, as de pequeno e de grande gerador. O pequeno gerador, por ter seu resíduo coletado de alguma forma pela Prefeitura, também tem um papel importante como um agente responsável por uma correta destinação. Já o grande gerador, vale ressaltar

que os caçambeiros são peça fundamental para um melhor gerenciamento nessa parte da cadeia, visto que foi observado uma grande diferença entre a quantidade e qualidade coletada por eles, da que é disposta em aterros da COMLURB.

Com relação as áreas licenciadas para receber RCC de grandes geradores, é interessante frisar a importância de uma constante atuação da fiscalização nesses locais, vista a grande quantidade ali destinada e a não existência de um sistema informatizado de dados.

Ambos os tipos de geradores necessitam ser estimulados à realizarem a segregação prévia do RCC, a fim de facilitar todo os segmentos da cadeia. É neste momento que políticas públicas devem agir para buscar resultados mais eficientes.

Junior (2011) apresentou em sua tese de mestrado, uma proposta de gerenciamento de RCC para o município do RJ buscando uma logística de caráter sustentável. O autor teve como premissa dar condições aos pequenos geradores para segregar o resíduo antes do transporte, e em seguida exigir o cumprimento e punir por falta desse procedimento.

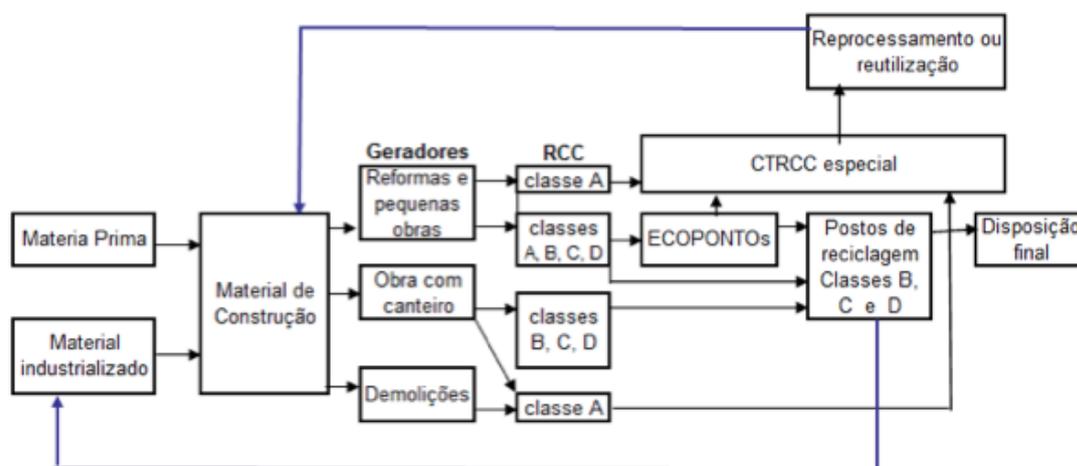


Figura 8.2: Produção com ciclo circular.

Fonte: Junior, 2011.

O ciclo demonstrado acima busca fechar a cadeia do RCC, garantindo que ele encontre sempre um caminho correto de destinação, e que apenas o rejeito siga para a disposição final em Aterro de Inertes.

Por mais que os pequenos geradores representem, por definição, uma parcela de

contribuição menor que a dos grandes geradores, por não existir uma fiscalização nem alternativas suficientes para atendê-los, eles acabam por serem os maiores contribuidores por não segregarem, misturarem e destinarem o resíduo em locais impróprios. Milhares de pequenas obras espalhadas pela cidade somadas representam mais de 50% do volume diário gerado (JUNIOR, 2011).

Já para os grandes geradores, apesar de ser mais difícil a obtenção conjunta dos dados, existe um controle maior devido à elaboração do Plano de Gestão de Resíduos de Construção Civil, existência de canteiros planejados para segregar, com empresas regulares de coleta. O que merece ser reforçado é a fiscalização dessas atividades, para garantir que a segregação no canteiro seja realmente realizada, bem como a destinação correta do resíduo.

A falta de dados a nível nacional e local, no caso do Rio de Janeiro, mostra que a gestão de RCC ainda não é vista de forma separada dos resíduos sólidos urbanos. A dificuldade na obtenção de dados também foi mostrada no trabalho, que mesmo tendo buscado estimar a quantidade de RCC gerada no município, foi baseada em tantas estimativas que seu valor não é realístico. A não existência de um inventário de RCC compromete o estabelecimento de políticas, pois a falta de dados impossibilita qualquer ação.

Por fim, a reciclagem de RCC do município ainda não está estabelecida, acabando por funcionar melhor apenas nos próprios canteiros de obras, quando a construtora (obra privada) apresenta interesse em reutilizar seus próprios resíduos, evitando gastos. Fora isso, iniciativas da Prefeitura para uso de agregado reciclado vem acontecendo, principalmente, em obras públicas, desde a publicação do decreto municipal 33.971.

A consolidação de um mercado de agregado reciclado no município, dependerá de instrumentos regulatórios que instiguem e tornem viável seu estabelecimento. Além disso, faz-se necessário entender melhor a demanda e oferta do mesmo, afim de que as medidas tomadas para mudança do cenário atual sejam realmente efetivas.

Após todo este levantamento, conclui-se que caminho para uma gestão efetiva de RCC é criar uma metodologia de quantificação das fontes geradoras, criação de indicadores de acompanhamento, estudo do mercado da construção civil, bem como de agregados reciclados, busca por incentivos governamentais efetivos para usinas de beneficiamento de RCC e a integração de todos os agentes participantes de sua gestão.

## 9. RECOMENDAÇÃO, PROPOSTAS E NOVOS ESTUDOS

Abraçando a filosofia de Sócrates, “Só sei que nada sei”, novos estudos acerca da gestão de RCC no município do RJ devem ser impulsionados: muito ainda pode ser feito, muito ainda precisa se fazer.

Como propostas de novas pesquisas, sugere-se:

- Desenvolvimento de uma metodologia de obtenção de dados de RCC no município, abrangendo todos os tipos de geradores; Análise Crítica do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do RJ, que será publicado em Agosto de 2013;
- Pesquisa aprofundada com todas as empresas licenciadas no município para receberem RCC, para entender seu mercado e necessidades;
- Investimento em projetos de pesquisa com a Universidade em parceria com a COMLURB e SMAC, tais quais: estudo de Alternativas de Uso de Agregados reciclados, estudos de viabilidade de usinas de beneficiamento em diferentes condições, com e sem subsídios; estudo de tempo de vida útil de cavas de pedreiras exploradas, para uso como destino de RCC;
- Buscar parcerias com a ABRECON em São Paulo visando fortalecer o eixo econômico de reciclagem RJ-SP;
- Busca por formas de certificação de agregados reciclados no município, com o objetivo de aumentar a confiabilidade do uso dos mesmos com fins mais nobres.
- Desenvolvimento de uma pesquisa com os 200 caçambeiros credenciados na COMLURB, para identificar o sumidouro do Entulho Limpo, bem como buscar a formalização desse mercado;
- Busca por cooperativas que trabalhem com o Entulho, visando entender seu funcionamento para propor ações que incentivem sua estruturação legal.
- Estudo de análise do Ciclo de Vida do RCC no Município do RJ, buscando-se avaliar os impactos ambientais de sua gestão atual e incentivar a reciclagem.

## 10. BIBLIOGRAFIA

ABRECON. **Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição**. Disponível em: <<http://www.abrecon.com.br>>. Acesso em: 12 Junho 2013.

ANDREATTA, V.; CHIAVARI, M. P.; REGO, H. **O Rio de Janeiro e a sua orla: história, projetos e identidade carioca**. SMU/ Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009.

ANEPAC. **Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção Civil**. Disponível em: <<http://www.anepac.org.br>>. Acesso em: 05 Maio 2013.

ÂNGULO, S. C. E. A. Análise comparativa da tecnologia de processamento na reciclagem da fração mineral dos resíduos de construção e demolição. **XXI Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia**, RN, p. 305-312, 2005.

BACCI, D. C. **Vibrações geradas pelo uso de explosivos no desmonte de rochas: avaliação dos parâmetros físicos do terreno e dos efeitos ambientais**. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista. São Paulo. 2000.

BANK, W. **World Development Indicators (WDI)**. Washington DC. EUA. 2008.

BARROS, M. C. **Avaliação de um resíduo da construção civil beneficiado como material alternativo para sistemas de cobertura**. Tese de Mestrado. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro. 2005.

BIDONE, F. R. A. **Resíduos Sólidos Provenientes de coletas especiais: Eliminação e Valorização**. 1. ed. Porto Alegre: Programa de Pesquisa em Saneamento Básico, 2001.

BITTAR, O. Y. **Avaliação da Recuperação de Áreas Degradadas por Mineração na Região Metropolitana de São Paulo**. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Departamento de Engenharia de Minas. São Paulo, p. 197. 1997.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 10 Fevereiro 2013.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento**. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2013.

CALAES, G. D. Evolução do mercado mineral no Brasil a longo prazo. **Ministério de Minas e Energia**, 2009. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano\\_duo\\_decenal/estudos\\_economia\\_setor\\_mineral/P01\\_RT04\\_Evoluxo\\_do\\_Mercado\\_Mineral\\_no\\_Brasil\\_a\\_longo\\_prazo.pdf](http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/estudos_economia_setor_mineral/P01_RT04_Evoluxo_do_Mercado_Mineral_no_Brasil_a_longo_prazo.pdf)>. Acesso em: 28 Abril 2013.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Informativo Econômico Construção Civil: Desempenho E Perspectivas**. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. DF. 2011.

CAMPOS, E. E. et al. **Agregados para a Construção Civil no Brasil: Contribuições para a formulação de Políticas Públicas**. 1ª. ed. Belo Horizonte: CETEC, 2007.

CARELI, E. D. **A Resolução CONAMA 307/2002 e as Novas Condições para Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição**. Tese de Mestrado. Centro Estadual de Educação Tecnológica. São Paulo. 2008.

CHIOSSI, N. et al. **A degradação ambiental**. Congresso Latinoamericano de Geologia. Buenos Aires: [s.n.]. 1982. p. 207-226p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. 1986. **Resolução Conama n° 001**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 03 Maio 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. 2002. **Resolução Conama n° 001**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 28 Maio 2013.

DRM-RJ. **Departamento de Recursos Mineirais - Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://www.drm.rj.gov.br/>>. Acesso em: 03 Maio 2013.

FERREIRA, D. D. B. **A Criação e Gestão de Redes: Uma estratégia para o aprendizado, a inovação e soluções criativas**. COMLURB. RJ, p. 15. 2010.

JADOVSKI, I. **Diretrizes técnicas e econômicas para usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição**. Tese de Mestrado. Escola de Engenharia, Universidade do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, p. 178. 2005.

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

JOHN, V. M. Aproveitamento de resíduos sólidos como material de construção. In: CASSA, J. C. S. **Reciclagem de Entulho para a produção de materiais de construção**. Salvador: Caixa Econômica Federal, 2001. p. 26-44.

JUNIOR, G. E.; FERREIRA, F. C. A. F. Mercado de Agregados no Brasil. In: LUZ, A. B. D.; ALMEIDA, S. L. M. D. **Manual de Agregados para a Construção Civil**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2012. Cap. 2, p. 9-32.

JUNIOR, J. V. B. **Uma proposta para a logística de reciclagem dos resíduos da construção civil na cidade do Rio de Janeiro**. Tese de Mestrado. PUC-Rio. Rio de Janeiro. 2011.

LEITE, M. B. **Avaliação das propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2001.

LEVY, S. M.; HELENE, P. R. L. **Durability of concrete produced with mineral waste of civil construction industry**. CIB Symposium in Construction and Environment: Theory into Practice. São Paulo: [s.n.]. 2000. p. 12.

LIMA, F. M. da R. de S. **A Formação Da Mineração Urbana no Brasil: Reciclagem de RCD e a produção de agregados**. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. SP. 2013.

MACEDO, A. B. et al. **A mineração de areiana Região Metropolitana de São Paulo: aspectos econômicos, geológicos e ambientais**. Simpósio Regional de Geologia V.1. São Paulo: [s.n.]. 1985. p. 79-89p.

MIRANDA, L. F. R. E. A. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. In: **Ambiente Construído**. Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, v. 9, 2009. p. 57-71.

NUNES, K. R. A. **Avaliação de Investimentos e de Desempenho de Centrais de Reciclagem para Resíduos Sólidos de Construção e Demolição**. Tese de Doutorado. UFRJ. Rio de Janeiro. p. 276. 2004.

NUNES, K. R. A.; SCHEBEK, L.; VALLE, R. **ACV de Alternativas para Manejo e Destinação de Resíduos da Construção Civil na Cidade do Rio de Janeiro**. 2º Congresso Brasileiro em Gestão de Ciclo de Vida em Produtos e Serviços. Florianópolis: Unidade Federal de Santa Catarina. 2010. p. 157-162.

PINTO, T. D. P. **Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana**. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. SP. 1999.

PINTO, T. P. **Utilização de resíduos de construção: estudo do uso em argamassas**. Tese de Mestrado. Departamento de Arquitetura e Planejamento da Universidade de São Carlos. São Paulo. 1986.

QUARESMA, L. F. **Relatório Técnico 30: Perfil da Brita para a Construção Civil**. Ministério de Minas e energia. [S.l.]. 2009.

SALOMON, L. M. **Problemas Gerados pelo Entulho**. [S.l.]. 1998.

SAMPAIO, A. M. M.; KLIGERMAN, D. C.; JÚNIOR, S. F. Dengue, related to rubble and building construction in Brazil. **Elsevier**, Rio de Janeiro, 2009.

SILVA, A. F. F. **Gerenciamento de resíduos da construção civil de acordo com a CONAMA 307/2002: estudo de caso para um conjunto de obras de pequeno porte**. Tese de Mestrado. UFMG. Belo Horizonte. 2007.

SILVA, J. A. P. **A Mineração de Brita na Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. Tese de Mestrado. UFOP. Ouro Preto - Minas Gerais, p. 8-40. 2005.

SILVA, J. P. M. Agregados e Sustentabilidade. In: LUZ, A. B. D.; ALMEIDA, S. L. M. D. **Manual de Agregados para a Construção Civil**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2012. Cap. 13, p. 237-254.

SINDUSCON-SP. **Resíduos da Construção Civil e o Estado de São Paulo**. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo, p. 16. 2012.

SJOSTROM, E. **Service life of the building**. In: Application of the performance concept in building. CIB: Tel Aviv, 1996, v.2, p.6-1;6-11.

SOARES, V. D. A. **Diretrizes ambientais para o setor mineral**. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Brasília, p. 56. 1997.

SOUZA, U. E. L. et al. **Diagnóstico e combate à gestão de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva**. Porto Alegre. 2004.

TEIXEIRA, J. A. G. **Impactos ambientais da atividade mineral na região metropolitana de São Paulo**. Seminário sobre problemas geológicos e. São Paulo: [s.n.]. 1992. p. 63-75p.

TILTON, J. E. **Is Mineral Depletion a Threat to Sustainable Mining?** International Conference on Sustainable Mining. Santiago de Compostela, Espanha: [s.n.]. 2009.

UEPG. **Union Européenne des Producteurs de Granulats**. Disponível em: <<http://www.uepg.eu/statistics/estimates-of-production-data/data-2010>>. Acesso em: 03 Maio 2013.

ULSEN, C. **Caracterização e separabilidade de agregados miúdos produzidos a partir de resíduos de construção e demolição**. Tese de Doutorado. USP. São Paulo. 2011.

VALVERDE, F. DNPM. **Balanço Mineral Brasileiro, 2011**. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriadocumento/balncomineral2011/agregados.pdf>>. Acesso em: 29 Abril 2013.

## **11. ANEXO I: TIPOS DE LIXO CONFORME A NOMENCLATURA COMLURB**

1. Lixo Domiciliar: Lixo gerado nas residências em geral, composto basicamente de restos de alimentos, embalagens e outros resíduos domésticos. Também é conhecido como Lixo Domiciliar Ordinário
2. Lixo Público: Resíduos sólidos provenientes de serviços de varrição, raspagem, capina e outros que se façam necessários para a conservação e limpeza de logradouros e demais áreas de uso público.
3. Lixo Hospitalar: Lixo proveniente de unidades de serviços de saúde, como estabelecimentos hospitalares, clínicas, casas de saúde, prontos-socorros, ambulatórios, postos de saúde, laboratórios e farmácias.
4. Lixo de Grandes Geradores: Lixo do tipo Domiciliar gerado exclusivamente em imóveis não residenciais (estabelecimentos comerciais, de serviço, instituições públicas em geral e demais imóveis não residenciais), cuja produção diária exceda o volume de 120 (cento e vinte) litros ou peso de 60 (sessenta) kg. Também é conhecido como Lixo Domiciliar Extraordinário. Os Grandes Geradores tem sua coleta feita por empresas particulares cadastradas e fiscalizadas pela COMLURB.
5. Outros:
  - 5.1. Particulares: Lixo vazado nos aterros diretamente por particulares. O pagamento da taxa é proporcional à tonelagem.
  - 5.2. Lixo Inerte Industrial: Lixo gerado e transportado por indústrias. Esta categoria necessita da autorização do INEA, através do Manifesto de Resíduos, garantindo que os resíduos são inertes e não apresentam riscos ambientais. O valor cobrado para o recebimento destes resíduos é o mesmo do lixo de Particulares.

- 5.3. Órgãos Públicos: Lixo produzido e transportado por órgãos do governo, como Parques e Jardins, CET-RIO, Forças Armadas e outros. A COMLURB não cobra pelo recebimento deste tipo de lixo.
- 5.4. Destruição: Composto normalmente por produtos industrializados com prazo de validade vencido ou que não passaram nos controles de qualidade. A Destruição pode ser feita nas Usinas (trituração) ou Aterros (enterrados em trincheiras).
6. Lixo de Prefeituras: Lixo vazado por Prefeituras vizinhas ao Rio de Janeiro nos Aterros controlados pela COMLURB, com características similares ao do Lixo Domiciliar. Este serviço pode ser cobrado em dinheiro ou de outras formas, dependendo do convênio firmado.

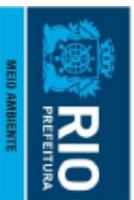
#### TIPOS DE TOTALIZAÇÃO

1. Lixo COMLURB: Lixo sob a responsabilidade da COMLURB. É considerado Lixo COMLURB o somatório dos seguintes tipos de lixo: Lixo Domiciliar, Lixo Público, Lixo Hospitalar e Grandes Geradores.
2. Lixo Municipal: Lixo proveniente do Município do Rio de Janeiro. O Lixo Municipal é o somatório do Lixo COMLURB com “Outros”.
3. Lixo Recebido TOTAL: Lixo recebido e tratado pela COMLURB. O Lixo Recebido Total é o somatório do Lixo Municipal com o “Lixo de Prefeituras”.

#### LOCAIS DE RECEBIMENTO DE LIXO DA COMLURB

1. Transferências: Estações de Transferências servem como ponto de apoio na operação, recebendo o lixo de caminhões (compactadores e basculantes) e transferindo para carretas de maior capacidade.
2. Usinas: Local para recebimento e tratamento do lixo. Nas Usinas o material reciclável é separado, a matéria orgânica é transformada em composto orgânico, e o restante é transferido para os Aterros. Eventualmente, podem funcionar como estações de transferência.

3. Aterros: É uma área preparada especialmente para receber o lixo, sem causar danos ao meio ambiente.



**Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro**  
**Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SMAC**  
 Relação de Empresas Licenciadas para a destinação  
 Ambiental de Resíduos da Construção Civil – RCC

última atualização em 03.10.2012

EMPRESAS LICENCIADAS	ENDEREÇO	TIPO de RCC	LICENÇAS	CONTATO
01 AMB & TECH SOLUÇÕES <a href="http://www.ambtechsolucoes.com.br">www.ambtechsolucoes.com.br</a>	Av. Almeida Garret, 250 - Chácara Rio – Petrópolis Endereço de contato: Rua Cândido Portinari, s/n - R2 Q3 C21 - Pendotiba - Niterói	A, B, C, D	LO FE 009046 – INEA Validade: 01/06/2010 (solicitada renovação em 21/01/2010)	9983-6949 ambtechsolucoes @yahoo.com.br
02 ARCO DA ALIANÇA	Rua da Pátia e Av. Gov. Carlos Lacerda, s/nº - Água Santa – Rio de Janeiro	A	LMI nº 0469/2010 - SMAC Validade: 15/12/2013	2230-1124
03 ARCO DA ALIANÇA	Estrada Adhemar Beckiano, 3358 – Inhaúma – Rio de Janeiro	A, B, C	LO IN 019282 - INEA Validade: 30/03/2016	
04 CRR - CENTRO DE RECICLAGEM RIO LTDA	Av. Senador Vitorino Freire, 365 - Barros Filho - RJ	A, B, C, D	LO IN 015562 – INEA Validade: 24/01/2016	35095159 24725159 35095150
05 Centro de Tratamento de Resíduos da Construção Civil CTRCC	Estrada Vereador Alceu Carvalho, lote 01 – PAL 42.403 – parte – Recreio dos Bandeirantes – Rio de Janeiro - RJ	A, B, C	LMO nº 000409 - SMAC Validade 25/08/2015	3325-5058
06 CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS – CTR - NOVA IGUAÇU <a href="http://www.ctrnovaiguacu.com.br">www.ctrnovaiguacu.com.br</a>	Estrada de Adrianópolis, 5213 – Santa Rita Nova Iguacu	A, B, C	LO IN 003374 - INEA Validade: 10/12/2013	2666-6108 2666-6110
07 CERÂMICA MARAJÓ LTDA	Rodovia BR 101, km 277 – Pinhão – Tanguá - RJ	B madeira	LO 001/10 – Prefeitura Municipal de Tanguá Validade: 15/10/2015	2747-1207
08 CHACO-VACO TRANSPORTES, COMERCIO E BENEFICIAMENTO DE MADEIRA LTDA	R. Tocantins s/n - Quadra 4 – Lotes 01, 38, 39 e 40 – Jardim Gramacho – Duque de Caxias - RJ	B madeira	LO 171/2008 – SEMA Duque de Caxias Validade: 09/12/2013	8790-3644 / 9996- 1553

## 12. ANEXO II: LISTA SMAC

09	EMASA MINERAÇÃO S/A <a href="http://www.emasamineracao.com.br">www.emasamineracao.com.br</a>	Av. Santa Cruz, 7.333 Senador Câmara - RJ	A, B, C	LO nº FE 015297 - INEA Validade: 31/12/2013	2404-0355 2404-1123
10	ESSENCIS RJ – CTR Magé <a href="http://www.essencis.com.br">www.essencis.com.br</a>	Rodovia Rio-Teresópolis, Km 121,5 Magé - RJ	D	LO FE 015052 – INEA Validade: 13/11/2013	2633-9800
11	INDUSTRIA EXTRATIVA E COMERCIAL POP LTDA ME	Rodovia Presidente Dutra s/n, Km 183,2 – Comendador Soares – Nova Iguaçu - RJ	A, B	LO 014/2011 – Prefeitura de Nova Iguaçu Validade: 05/04/2016	3793-0096 3793-0268
12	HAZTEC – Magé <a href="http://www.haztec.com.br">www.haztec.com.br</a>	Estrada Municipal Adam Blumer, 5942 – Jardim Esmeralda - Magé	D	LO IN 720 - INEA Validade: 10/01/2014	3974-7374
13	PEDREIRA ANHANGUERA <a href="http://www.pedreiranhanguera.com.br">www.pedreiranhanguera.com.br</a>	R. Cherente, 340 – Inhaúma	desmonte de rocha	LO FE015039 – INEA Validade: 04/11/2013	2597-2542
14	PEDREIRA COPACABANA LTDA	R. Dr. Odilm Góes, 250 – Taquara - Jacarepaguá	A, B, C	LAR IN 003280 - INEA Validade: 24/11/2016	2139-5959
15	PEDREIRA NACIONAL SOCIEDADE NACIONAL DE ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO LTDA	Estr. Adhemar Behiano, 3.686 Inhaúma – RJ CEP. 26.766-721	A	LO nº FE 015504 - INEA Validade: 10/01/2014	3979-1997
16	SPE BANDEIRANTES PROJETO 03 EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS S.A.	Estrada dos Bandeirantes, 10333 - Curitiba	A	LMO 000646 - SMAC Validade: 07/02/2017	
17	TAMOIO MINERAÇÃO S.A.	Etr da Ligação, 1397 - Taquara - Jacarepaguá	A, B, C	LMO 000728 – SMAC Validade: 15/06/2017	2446-5800
18	TERRA PROMETIDA SERVIÇOS LTDA ME	Estrada Adhemar Behiano, 3558 – Inhaúma – Rio de Janeiro	A, B, C, D	LO IN 016210 - INEA Validade: 07/04/2016	

### 13. ANEXO III: REGIÕES ADMINISTRATIVAS DE CADA DIRETORIA OPERACIONAL DA COMLURB



## IRL - DIVISÃO DE REMOÇÃO LESTE

- REGIÕES ADMINISTRATIVAS - 08.
- BAIROS..... - 28.

### ÁREA DE ATUAÇÃO



## IRO - DIVISÃO DE REMOÇÃO OESTE

- REGIÕES ADMINISTRATIVAS - 10.
- BAIRROS..... - 66.

### ÁREA DE ATUAÇÃO.

