



Universidade Federal
do Rio de Janeiro

Escola Politécnica

ESTUDO DAS PRÁTICAS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL DO RIO DE JANEIRO

Suellen Rodrigues da Paixão Leite

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

Orientador: Jorge dos Santos

Rio de Janeiro

Março de 2014

**ESTUDO DAS PRÁTICAS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA
CONSTRUÇÃO CIVIL DO RIO DE JANEIRO**

Suellen Rodrigues da Paixão Leite

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

Examinada por:

Prof. Jorge dos Santos

Profª. Ana Catarina Jorge Evangelista

Prof. Wilson Wanderley da Silva

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MARÇO DE 2014

Leite, Suellen Rodrigues da Paixão

Estudo das práticas de gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil do Rio de Janeiro/ Suellen Rodrigues da Paixão Leite – Rio de Janeiro: UFRJ/ ESCOLA POLITÉCNICA, 2014.

VI, 51 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Jorge dos Santos

Projeto de Graduação – UFRJ/ Escola Politécnica/ Curso de Engenharia Civil, 2014.

Referências Bibliográficas: p.46-49.

1. Resíduos 2. Construção 3. Destinação Final. I. Santos, Jorge dos. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil. III. Estudo das práticas de gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil do Rio de Janeiro.

DEDICATÓRIA:

Dedico este trabalho à minha mãe Aisolda Rodrigues da Paixão Leite que sempre me incentivou e me apoiou, não só nesses cinco anos de graduação, mas que em todos os momentos de minha vida nunca se fez ausente. À ela, que me mostrou a realidade da vida, que quando foi necessário me criticou, mas que nunca deixou de demonstrar o amor incondicional que sente por mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me permitiu realizar a graduação e me fez ter força para não desistir embora todas as dificuldades.

À minha mãe, que compreendeu todos os meus momentos tanto felizes, quanto de estresse ao longo desses anos e mesmo assim só me passava coisas boas.

Ao meu tio João Paulo, que se fez presente em todos os momentos que eu precisei, nunca negando ajuda para que eu pudesse imprimir todo o meu material didático ou até mesmo no momento que precisei de companhia para ir até o ponto de ônibus.

À minha tia Conceição, que nos últimos anos de graduação nunca se negou a me levar ao ponto do ônibus por se preocupar com o horário que eu saia de casa.

Aos meus primos, Carla e Alexandre Joab, por toda dedicação e por todas as vezes que tiveram presente ao longo da minha jornada acadêmica.

Ao meu tio José Carlos e a empresa Terra Tec Ambiental, sem ele eu não poderia finalizar o meu trabalho de conclusão de curso e também não teria tanta garra e incentivo para ir até o fim.

À todos os meus familiares, que sempre me apoiaram da melhor maneira, dando incentivo para que eu nunca desistisse de lutar pelos meus sonhos.

Aos meus amigos, pela amizade, companheirismo e carinho ao longo da minha caminhada.

Ao professor Jorge dos Santos, pela orientação para que eu pudesse realizar este trabalho da melhor forma possível.

Agradeço aqueles que se fizeram presente em todos os momentos e aqueles que, embora tiveram passagens curtas, agregaram um valor muito grande na formação da mulher que sou hoje.

“Seja o que for que você faz ou sonha fazer, comece. A audácia tem força, poder e magia. Comece agora.”

Johann Goethe

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

Estudo das práticas de gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil do Rio de Janeiro

Suellen Rodrigues da Paixão Leite

Março/2014

Orientador: Jorge dos Santos

Curso: Engenharia Civil

A indústria da construção civil é o setor que mais gera resíduos que causam impacto na sociedade e que mais consome matéria prima. Em virtude disso, é necessário e de extrema importância que haja uma gestão sustentável dos resíduos da construção civil (RCC). Os resíduos provenientes da construção civil se dão por meio de agentes como: empresas de grande, médio e pequeno porte, prestadoras de serviços de engenharia, órgãos públicos e empreiteiros de obra. A reciclagem pode gerar uma significativa vantagem econômica em relação à destinação final tanto em depósitos regulares e principalmente em relação aos irregulares que tantos danos causam ao meio ambiente. Este estudo buscou coletar informações sobre a gestão de RCC no país e com ênfase no município do Rio de Janeiro. Após toda pesquisa realizada, verifica-se a necessidade de aprimorar o gerenciamento desses resíduos que ainda não são, muitas das vezes, coletados de forma diferenciada dos outros resíduos sólidos urbanos, além de aumentar o investimento em reciclagem.

Palavras-chave: Resíduos, Construção, Destinação Final.

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

Study of the practices of solid waste management in the construction of the Rio de Janeiro City

Suellen Rodrigues da Paixão Leite

March/2014

Advisor: Jorge dos Santos

Course: Civil Engineering

The civil construction industry is the sector that most generate wastes that cause impact in society and is the most consuming of material. Because of this, it is necessary and very important sustainable management of civil construction wastes (RCC). The civil construction wastes come from agents like: big, medium and small companies, public agencies and contractors of workmanship. The recycling can generate an economic advantage bigger than regular destination, mainly irregular final destination that generates too much environmental impacts. This study seeks to gather information of management of RCC in country with emphasis in city of Rio de Janeiro. After all studies fulfilled, there should be improving the management of RCC that haven't been collecting of the correct way, yet, separately of the other urban wastes. Besides, there should be investing more Money in recycling.

Keywords: Waste, Construction, Destination Final.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1.2 JUSTIFICATIVAS.....	1
1.2.1 AMBIENTAL	1
1.2.2 ECONÔMICA	2
1.3 OBJETIVOS.....	2
1.4 METODOLOGIA	2
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	2
2. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS	4
2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS (DEFINIÇÃO)	10
2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS	12
3. RESÍDUOS GERADOS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL	18
3.1 CLASSIFICAÇÃO	19
3.2 IMPACTOS AMBIENTAIS DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	22
3.3 ALTERNATIVAS PARA REDUÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL.....	26
4. ASPECTOS LEGAIS	28
4.1 LEGISLAÇÕES APLICÁVEIS A CONSTRUÇÃO CIVIL	28
4.2 NORMAS APLICÁVEIS A CONSTRUÇÃO CIVIL.....	29
4.2.1 NBR ISO 14.001:2004 – SISTEMAS DE GESTÃO AMBIENTAL	30
4.3 ASPECTOS LEGAIS PARA A GESTÃO DE RCC NO MUNICÍPIO DO RJ	30
5. RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DA CONTRUÇÃO	34
5.1 IMPORTÂNCIA DA RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO.....	34

5.2 PANORAMA GERAL DA RECICLAGEM DE RCC NO BRASIL	35
5.3 FASES NO PROCESSO DE RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO	37
5.4 PRINCIPAIS APLICAÇÕES DE RCD RECICLADOS.....	38
5.4.1 USO EM PAVIMENTAÇÃO	38
5.4.2 UTILIZAÇÃO COMO AGREGADO PARA CONCRETO	38
5.4.3 UTILIZAÇÃO COMO AGREGADO PARA ARGAMASSA	39
5.5 UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS NA CONFECÇÃO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO.....	39
6. ESTUDO DE CASO	40
7. CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
ANEXO 1	50
ANEXO 2	51

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - Crescimento da Indústria de construção, em % a.a	6
FIGURA 2.2 - Conceito de sustentabilidade	7
FIGURA 2.3 - Distribuição dos Grupos de Produtos e Serviços da Construção	8

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 - Municípios com ou sem acesso a serviços de limpeza e/ou coleta de lixo	4
TABELA 2.2 - Tempo de Sobrevivência de Microorganismo Patogênicos nos Resíduos Sólidos (em dias)	16
TABELA 2.3 - Enfermidades relacionadas com os Resíduos Sólidos, Transmitidas por Macro Vetores e Reservatórios	17
TABELA 3.1 - consumo de energia estimado para a produção de diferentes materiais de construção (MJ/t)	25
TABELA 6.1 - Volume de Resíduos Provenientes de Escavações e Demolições do projeto do corredor T-5 executado pelo Consórcio Trancarioca	42

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABECIP – Associação Brasileira das Entidades de Crédito Imobiliário e Poupança

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRECON – Associação Brasileira para reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição

Art. – Artigo

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CIB – Internacional Council for Research and Innovation in Building and Construction

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DD – Dificilmente Degradáveis

FD – Facilmente Degradáveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INEA – Instituto Estadual do Ambiente

MD – Moderadamente Degradáveis

MMA – Ministério do Meio Ambiente

ND – Não Degradáveis

PIB – Produto Interno Bruto

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PNSB – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico

RCC – Resíduos da Construção Civil

RCD – Resíduos de Construção e Demolição

SGA – Sistema de Gestão Ambiental

Sinduscon-RIO – Sindicato da Indústria da Construção Civil do Rio de Janeiro

Sinduscon-SP – Sindicato da Indústria da Construção Civil de São Paulo

SMAC – Secretaria Municipal do Meio Ambiente

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O acelerado processo de urbanização dos municípios por consequência do crescimento populacional tem contribuído para o aumento significativo da geração dos Resíduos da Construção Civil (RCC). A indústria da Construção Civil é o setor que mais gera resíduos sólidos urbanos que causa impacto ambiental na sociedade.

Segundo a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON), aproximadamente 66% do volume dos resíduos sólidos urbanos é composto pelos Resíduos da Construção Civil (dobro do volume de resíduos domiciliares).

Sabe-se que a geração per capita e RCC varia entre 230 a 730 kg/hab.ano (PINTO, 2003) e que segundo dados do IBGE no Censo Demográfico de 2010, a população brasileira é composta por 190.732.694 habitantes, dos quais 84,4% residem em meio urbano, o que estima um montante de resíduos na faixa de $80,5 \times 10^6$ ton/ano.

A indústria da Construção Civil é um importante setor produtivo gerador de riquezas, segundo Marques Neto (2005) e contribui com aproximadamente 15% do PIB (Produto Interno Bruto) nacional.

1.2 JUSTIFICATIVAS

1.2.1 AMBIENTAL

As atividades construtivas destacam-se pelo consumo elevado de recursos naturais e significativa geração resíduos, que mesmo não apresentando riscos diretos à saúde humana podem causar diversos impactos ambientais.

Segundo a Sinduscon-SP (Sindicato da Indústria da Construção Civil de São Paulo), a maior parte da geração de resíduos da construção concentra-se no pequeno gerador, cerca de 70% do resíduo gerado, provenientes de reformas, pequenas obras e nas obras de demolição. Os 30 % restantes são provenientes da construção formal.

1.2.2 ECONÔMICA

Fragmentos ou restos de madeira, gesso, aço, cerâmica, concreto, etc compõe o resíduo da construção e demolição. Reduzir, reaproveitar e dar a destinação adequada a estes minimiza o consumo de recursos naturais e energéticos, o que resulta, na maioria das vezes, num menor custo energético.

O gerenciamento de resíduos bem executado minimiza a produção de resíduos nas diversas etapas construtivas, podendo proporcionar economia significativa no custo total da obra.

1.3 OBJETIVOS

O objetivo desse trabalho é mostrar quais práticas vem sendo utilizadas para o gerenciamento de resíduos no país que geraram a otimização na indústria da construção civil.

1.4 METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido em duas etapas, a primeira envolvendo as considerações iniciais, justificativas e revisão bibliográfica, e a segunda parte envolvendo o estudo de uma empresa que trabalha na destinação final dos resíduos provenientes da indústria da construção civil.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho é composto por sete capítulos.

No capítulo um analisou-se a importância do tema, as justificativas que levaram a elaboração e a metodologia adotada.

No capítulo dois foi feita uma revisão bibliográfica, consistiu no gerenciamento de resíduos de uma forma geral, definição de resíduos sólidos e sua classificação.

O capítulo três apresenta os resíduos gerados na indústria da construção civil, sua classificação, os impactos ambientais provenientes do mau gerenciamento do mesmo e algumas alternativas para a redução deste impacto.

O capítulo quatro apresenta as principais legislações aplicáveis a construção civil e os aspectos legais para a gestão de RCC no município do Rio de Janeiro.

O capítulo cinco mostra o panorama da reciclagem de resíduos da indústria da construção civil, mostrando suas principais aplicabilidades e a importância deste processo.

O capítulo seis mostra a forma de atuação de uma empresa que trabalha no gerenciamento de RCC e apresenta de forma estatística seu gerenciamento para uma obra de grande porte.

O capítulo sete apresenta as considerações finais que expõe as principais conclusões a que se chegaram com a elaboração dos capítulos anteriores.

2. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS – CONTEXTUALIZAÇÃO

Com a urbanização no Brasil, houve um aumento da concentração populacional em áreas urbanas. O crescimento nas cidades e nos serviços de saúde, transporte e educação demandou melhorias na infraestrutura e saneamento básico. Porém, o crescimento populacional não acompanhou o desenvolvimento do serviço público de saneamento.

As obras de saneamento criam toda uma estrutura urbana nos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Como são obras que não proporcionam mudanças visuais no ambiente, não costumam ser foco do governo. Mesmo apresentando um aumento do investimento em obras de saneamento básico, ainda não foi o suficiente para acompanhar a demanda populacional.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) de 2008, cerca de 99,57% dos municípios brasileiros possuem serviço de coleta domiciliar de resíduos sólidos. Em contrapartida, na maioria dos mesmos não há uma gestão sustentável. Na tabela 2.1, observa-se os serviços relacionados à limpeza urbana e a quantidade de municípios contemplados.

Tabela 2.1: 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, apud LIMA, 2013 (Adaptado)

Partindo do princípio que todo ser humano gera resíduos diariamente, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos é um componente importante. A Lei Federal 11.445/2007, sobre saneamento básico, 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.

O gerenciamento de resíduos é o conjunto de procedimentos de gestão, planejados e implantados para minimizar a produção de resíduos desde sua geração até sua destinação final, visando a preservação da saúde pública e a qualidade do meio ambiente. Isto é um dever de cada município.

De acordo com a Tabela 2.1 (PNSB 2008), 71% dos municípios brasileiros prestam serviços de coleta de Resíduos de Construção e Demolição, porém isto não garante que este tipo de resíduo seja destinado aos locais determinados pela resolução CONAMA 307, de 5 de julho de 2002, que estabelece procedimentos, critérios e diretrizes para gestão de resíduos da Construção Civil, Criado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente, visando minimizar problemas ambientais e sociais no Brasil devido destinação incorreta. O CONAMA regulamenta toda gestão de resíduos no país em acordo com órgãos estaduais e municipais. Os dados do PNSB de 2008 são a fonte mais detalhada relacionada ao RCC.

A Lei Federal 12.305/2010, promulgada após quase vinte anos em discussão, é um marco legal em referência aos Resíduos Sólidos. Esta Lei estabelece que até 2014 todos os lixões devem ser extintos, isso se dá através da gestão dos mesmo como aterros sanitários, o que recebe o nome de aterro controlado.

Em reflexo do grande desenvolvimento econômico, observa-se uma maior quantidade de geração de resíduo da construção civil proveniente de grandes geradores. Quando coletados pela companhia responsável pela limpeza urbana por ser depositado em vias públicas ou locais irregulares, recebem o nome de resíduos sólidos urbanos.

A indústria da construção civil é de grande importância para o desenvolvimento do país, tanto do ponto de vista econômico, destacando-se pela quantidade de atividades que intervêm em seu ciclo de produção, gerando consumos de bens e serviços de outros setores, como do ponto de vista social, pela capacidade de absorção da mão-de-obra. É um setor responsável por obras e serviços de tipos diferenciados, engloba a confecção de casas, edifícios, pontes, barragens, fundações de máquinas, estradas, aeroportos e outras infraestruturas.

O gráfico da Figura 2.1 evidencia a importância da indústria da construção civil na economia do país, o que afeta diretamente o Produto Interno Bruto (PIB).

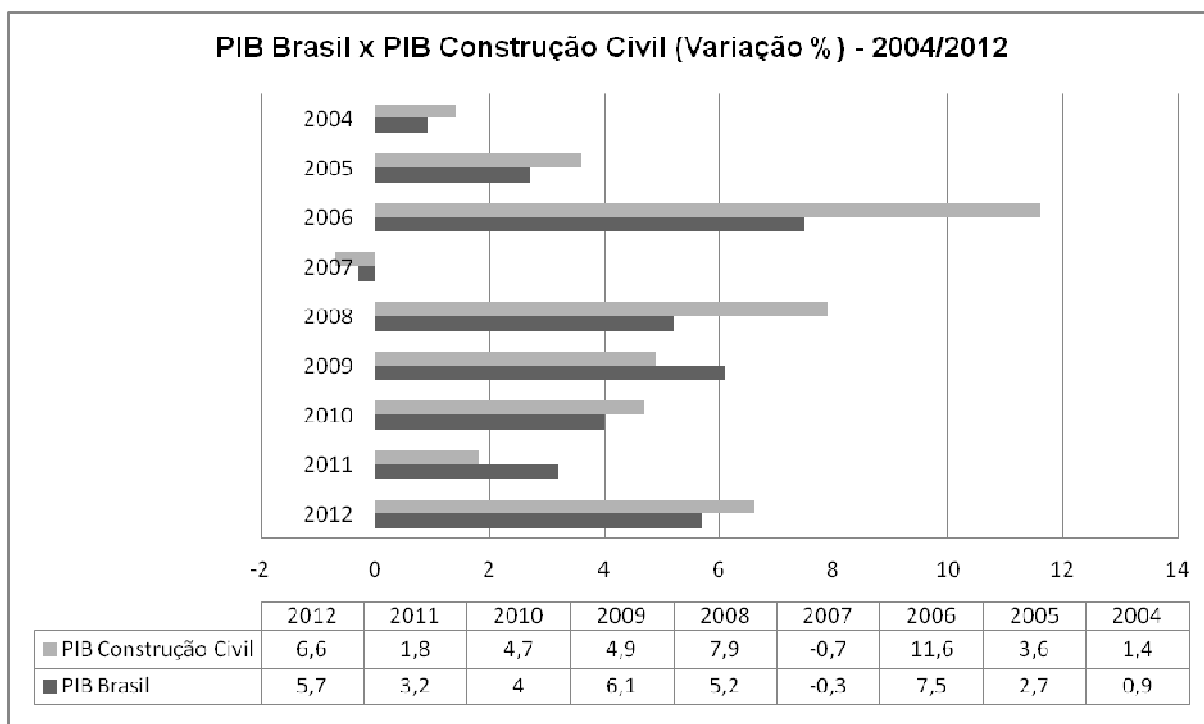


Figura 2.1: Crescimento da Indústria de construção, em % a.a. Fonte: Baseado Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), 2013.

A Construção atingiu seu desempenho recorde em 2010, e vem registrando desenvolvimento consistente em suas atividades desde 2004. Em 2011, os números entraram em um patamar de maior equilíbrio, quando reforçou o conceito de sustentabilidade, o que significa um crescimento em suas atividades e resultados positivos, apesar de inferiores a 2010.

Apesar do resultado positivo do setor em 2012, ele ficou abaixo do observado nos anos anteriores, demonstrando que o mesmo vivenciou dificuldades. Em 2012, houve um crescimento 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%).

Observando a Figura 2.1 acima, verifica-se que a indústria da construção civil continua apresentando um percentual de crescimento. Isto é resultado do incentivo de um crescimento econômico procedente das políticas públicas que vem sendo desenvolvidas no país que consequentemente incentivam o crescimento da indústria da construção.

A figura 2.2 ilustra o conceito de sustentabilidade na interseção dos conjuntos.

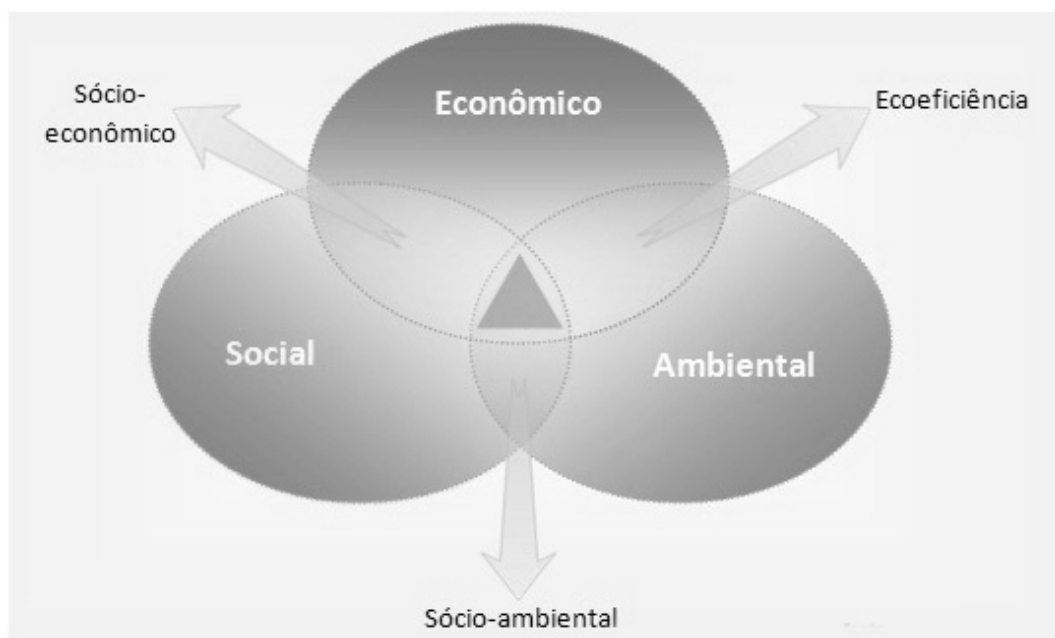


Figura 2.2: Conceito de sustentabilidade. Fonte: www.alprado.com.br.

Segundo Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC - 2011), dentre as razões para o crescimento do setor da construção civil nos últimos anos, destacam-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 Federal 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).

O gráfico da figura 2.3 confirma que obras de infraestrutura representam maior peso na construção. Estas obras abrangem abastecimento de água, rede de esgoto sanitário, abastecimento de energia elétrica, pavimentação, drenagem, dentre outras.

Em 2010, o BNDES direcionou R\$ 52,4 bilhões para obras de infraestrutura. Sendo aproximadamente, 64% designado ao setor de transporte e 26% ao setor de energia.

Constata-se com isso, que o saneamento básico não recebeu um investimento prevacente e as obras mais notórias foram priorizadas.

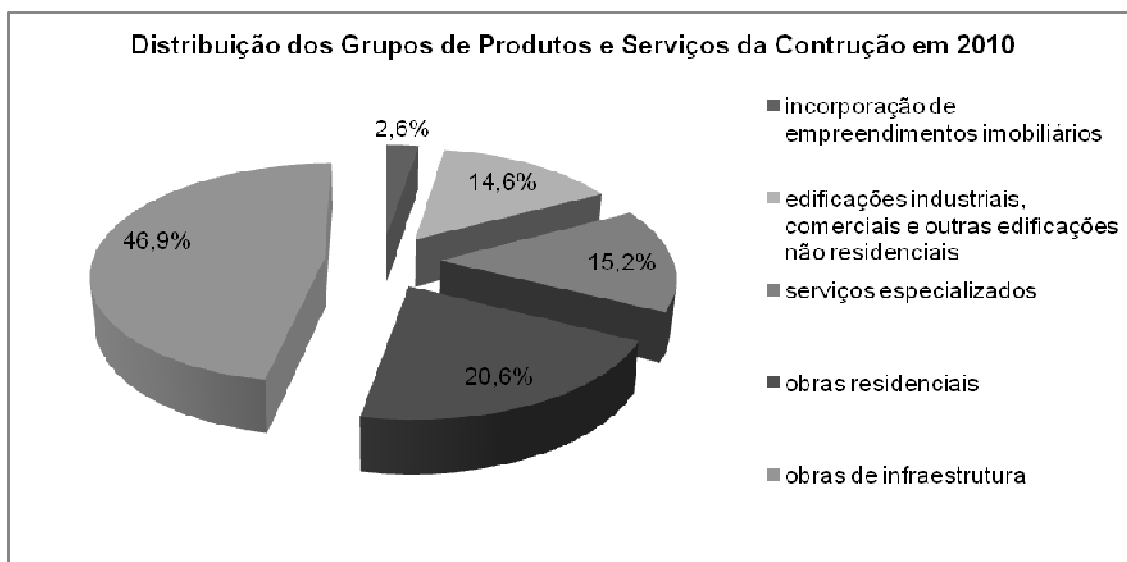


Figura 2.3: Distribuição dos Grupos de Produtos e Serviços da Construção. Fonte:

Baseado na Pesquisa Anual da Indústria da Construção, IBGE, 2010.

A geração de empregos no país é uma característica importante da construção civil, pois segundo o SINDUSCON-RIO (2014, [online]), em 2013, foram abertos 202.633 novos postos de trabalho no setor. Constatou-se também que entre 2004 e 2010 dobrou o número de empregados com carteira assinada.

O que evidencia 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.

Apesar de positivas as premissas, ainda há um déficit habitacional elevado e, segundo o CBIC, além disso, tem oferta de crédito, emprego formal e renda em expansão. Foi projetado um aumento de atividades na faixa de 4 a 5%. Entretanto, verificou-se um aumento abaixo do esperado em 2012, de aproximadamente 3,5%. Isto diverge um pouco do indicado para economia brasileira, mas espera-se que os fatores acima citados atuem positivamente para um crescimento pleno da construção civil.

Ao analisar as etapas construtivas e a importância no desenvolvimento econômico do país, nota-se um consumo muito grande de recursos naturais, além de causar vários impactos ao meio ambiente. Gera-se um grande desafio para utilizar medidas que minimizem as consequências associadas a cadeia da construção civil, como o consumo de energia, geração de resíduos, poluição ambiental, desperdício e perdas na construção.

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS (DEFINIÇÃO)

Problemas envolvendo a população e a geração de resíduos são tão antigo quanto a própria existência do “lixo”, todavia, no passado, esta geração era algo bastante limitado.

Para comprovar este fato, pode-se conferir relatos sobre lixo nas escrituras sagradas que mencionam a relação dos homens primitivos com seus rejeitos. Por exemplo, em Jerusalém, os animais eram sacrificados e tinham suas peles e carnes incineradas.

Para Rocha (apud COSTA, CAVALCANTI, 2009, p.16), o vocábulo ‘lixo’ deriva do latim *lix*, que significa cinza ou *lixívia*, ou ainda, seria uma derivação do verbo *lixare*, do latim medieval, que indica o ato de polir. Na mitologia greco-romana, a palavra ‘lixo’ é nome próprio, não tem relação com o significado da palavra em português, refere-se a um dos filhos de Egito.

Segundo Bidone e Povinelli (1999), Lixo é basicamente todo e qualquer resíduo sólido proveniente das atividades humanas. No entanto o conceito mais atual é de que lixo é aquilo que ninguém quer ou não tem valor comercial.

Para Calderoni (apud LEITE, 2006, p.12) “o conceito de lixo e de resíduo pode variar conforme a época e o lugar. Depende de fatores jurídicos, econômicos, ambientais, sociais e tecnológicos”. A definição de reciclagem, lixo e resíduo variam de acordo com a situação que se aplicam. Apesar de possuírem significados distintos, segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) , nos processos produtivos industriais geralmente utilizam-se rejeitos e resíduos como sinônimos.

De acordo com o Dicionário de Aurélio Buarque de Holanda, “lixo é tudo aquilo que não se quer mais e se joga fora; coisas inúteis, velhas e sem valor”.

Com base em Lima (2001), os resíduos sólidos são constituídos de substâncias:

- Facilmente Degradáveis (FD): resto de comida, sobras de cozinha, folhas, capim, casca de frutas, animais mortos e excrementos;
- Moderadamente Degradáveis (MD): papel, papelão e outros produtos celulósicos;

- Dificilmente Degradáveis (DD): trapo, couro, pano, madeira, borracha, cabelo, pena de galinha, osso, plástico;
- Não Degradáveis (ND): metal não ferroso, vidro, pedras, cinzas, terra, areia, cerâmica.

Todavia, a composição do lixo é diferenciada de acordo com os hábitos da população, poder aquisitivo, clima, números de habitantes locais, nível educacional, estações do ano, variação sazonal, dentre outros fatores.

As características físicas, químicas e biológicas dos resíduos sólidos apresentam grande complexidade e diversidade, de acordo com sua fonte ou atividade geradora. A quantidade gerada e a composição qualitativa são afetadas por fatores econômicos, sociais, geográficos, educacionais, culturais, tecnológicos e legais que afetam todo o processo de geração. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da norma NBR 10.004/ 2004 define resíduos sólidos como:

“Resíduos sólidos: Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.”
(NBR10004, 2004, p. 1)

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) define de forma diferenciada resíduos e rejeitos, que pode ser observado a seguir.

“Resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em

recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada." (Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei n o 12.305, de 2 de agosto de 2010 Decreto n o 7.404 de 23 de dezembro de 2010, p. 10)

2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS

A ABNT define pela NBR 10004 (NBR 10004/2004, p.3) que os resíduos são classificados em:

- a) resíduos classe I – Perigosos;
- b) resíduos classe II – Não perigosos;
 - resíduos classe II A – Não inertes;
 - resíduos classe II B – Inertes.

Os resíduos classe I são considerados como perigosos pela Norma, apresentam periculosidade ou características como:

- a) Inflamabilidade;
- b) Corrosividade;
- c) Reatividade;
- d) Toxicidade;
- e) Patogenicidade.

Já os resíduos de classe II são classificados como não perigosos, segundo o Apêndice H da NBR 10004 (NBR 10004/2004, p. 71) tem-se como exemplo:

- a) Resíduo de restaurante (restos de alimentos);
- b) Sucata de metais ferrosos;

- c) Sucata de metais não ferrosos;
- d) Resíduo de papel e papelão;
- e) Resíduos de plástico polimerizado;
- f) Resíduos de borracha;
- g) Resíduo de madeira;
- h) Resíduo de materiais têxteis;
- i) Bagaço de cana.

Os resíduos classe II A – Não-inertes, são classificados pela ABNT (NBR 10004/2004, p. 5), como aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I – Perigosos ou de resíduos classe II B – Inertes, nos termos desta Norma. Os resíduos classe II A – Não-Inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

Já os resíduos classe II B – Inertes são aqueles que não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Conforme o Ambiente Brasil (2009), os resíduos sólidos podem ser classificados quanto às características físicas como seco ou molhado. Para exemplificar, tem-se:

- Seco: papéis, plásticos, metais, couros tratados, tecidos, vidros, madeiras, guardanapos e tolhas de papel, pontas de cigarro, isopor, lâmpadas, parafina, cerâmicas, porcelana, espumas, cortiças;

- Molhado: restos de comida, cascas e bagaços de frutas e verduras, ovos, legumes, alimentos estragados, etc.

i. Quanto à composição química:

- Orgânicos: restos de alimentos, de animais mortos, de podas de árvores e matos, composto por pó de café e chá, cabelos, cascas e bagaços de frutas e verduras, ovos, legumes, alimentos estragados, ossos;

- Inorgânicos: composto por produtos manufaturados como vidro, plástico, papel, metal, entulho, borrachas, tecidos, isopor, lâmpadas, velas, parafina, cerâmicas, porcelana, espumas, cortiças, etc.

ii. Quanto à origem:

- Domiciliar: originado diariamente das residências, composto por restos de alimentos (tais como cascas de frutas, verduras, etc.), produtos deteriorados, jornais, revistas, garrafas, embalagens em geral, papel higiênico, fraldas descartáveis e uma grande diversidade de outros itens, pode conter alguns resíduos tóxicos;

- Comercial: originado dos diversos estabelecimentos comerciais e de serviços, tais como supermercados, estabelecimentos bancários, lojas, bares, restaurantes, etc.

- Público: proveniente dos serviços de limpeza urbana, incluindo todos os resíduos de varrição das vias públicas, limpeza de praias, córregos, galerias, restos de podas de plantas, limpeza de feiras livres.

- Saúde: qualquer resíduo proveniente de atividade de natureza médico-assistencial humana ou animal - clínicas odontológicas, veterinárias, farmácias, centros de pesquisa - farmacologia e saúde, medicamentos vencidos, necrotérios, funerárias, medicina legal e barreiras sanitárias. Em função de suas características, possivelmente infectocontagiosa, merece um cuidado especial em seu acondicionamento, manipulação e disposição final;

- Portos, Aeroportos, Terminais Rodoviários e Ferroviários: resíduos gerados em terminais de transporte, resíduos sépticos, ou seja, que contém ou potencialmente podem conter germes patogênicos. Originam-se basicamente de material de higiene pessoal e restos de alimentos, que podem acomodar doenças provenientes de outras cidades, estados e países.

- Industrial: originado nas atividades de indústrias metalúrgica, elétrica, química, de papel e celulose, têxtil etc. Mais fácil de ser tratado que o domiciliar e o comercial, pois se sabe exatamente o que o compõe. Nesta categoria, inclui-se grande quantidade de

lixo tóxico. Lixo desse tipo carece de tratamento especial pelo seu potencial de envenenamento.

- Radioativo: resíduos provenientes da atividade nuclear (resíduos de atividades com urânio, céσιο, tório, radônio, cobalto), - serviços de saúde, instituições de pesquisa, laboratórios e usinas nucleares - que devem ser manuseados apenas com equipamentos e técnicos adequados;

- Agrícola: resíduos sólidos gerados nas atividades agrícola e pecuária, como embalagens de adubos, defensivos agrícolas, ração, restos de colheita, etc.

- Resíduos da construção civil: originado de construções, reformas, reparos, demolições e escavações. O entulho é geralmente um material inerte, passível de reaproveitamento. Porém tintas, solventes, amianto e alguns óleos são classificados como perigosos.

iii. Quanto às características físicas:

- Composição gravimétrica: relaciona o percentual de cada componente em relação ao peso total do lixo;

- Peso específico: é o peso dos resíduos em função do volume por eles ocupado, expresso em kg/m^3 ;

- Teor de umidade: esta característica tem influência decisiva, principalmente nos processos de tratamento e destinação do lixo. Varia muito em função das estações do ano e da incidência de chuvas, influencia no peso específico;

- Compressividade: também conhecida como grau de compactação, indica a redução de volume que uma massa de lixo pode sofrer, quando submetida a uma pressão determinada. A compressividade do lixo situa-se entre 1:3 e 1:4 para uma pressão equivalente a 4 kg/cm^2 . Tais valores são utilizados para dimensionamento de equipamentos compactadores;

- Chorume: substância líquida decorrente da decomposição de material orgânico presente no resíduo.

iv. Quanto às características biológicas:

Segundo Lima (2001, apud COSTA, CAVALCANTI, 2009), resíduos sólidos apresentam agentes patogênicos e microorganismos prejudiciais à saúde humana. A tabela 2.2 apresenta o tempo de sobrevivência (em dias) de microorganismos patogênicos presentes nos resíduos sólidos.

Tabela 2.2: Tempo de Sobrevivência de Microorganismo Patogênicos nos Resíduos Sólidos (em dias)

Microorganismos	Doenças	R.S. (dias)
Bactérias	-	-
<i>Salmonella typhi</i>	Febre Tifóide	29-70
<i>Salmonella paratyphi</i>	Febre Paratífóide	29-70
<i>Salmonella sp</i>	Samoneloses	29-70
<i>Shigella</i>	Desinteira Bacilar	02-07
<i>Coliformes fecais</i>	Gastroenterites	35
<i>Leptospira</i>	Leptospirose	15-43
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Tuberculose	150-180
<i>Vibrio chelerae</i>	Cólera	1-13
Vírus	-	-
<i>Enterovírus</i>	Poliomelite (Polivírus)	20-70
Helmintos	-	-
<i>Ascaris lumbricóides</i>	Ascaridíase	2000 – 2500
<i>Trichuris trichiura</i>	Trichiuríase	1800**
<i>Larvar de ancilóstomos</i>	Ancilostomose	35**
<i>Outras larvas de vermes</i>	-	25-40
Protozoários	-	-
<i>Entamoeba histolytica</i>	Amebíase	08-12

Fonte: Lima (2001 p.34)

A Tabela 2.3 apresenta a forma de transmissão de enfermidades transmitidas por Macro Vetores e Reservatório relacionados com os resíduos sólidos.

Tabela 2.3: Enfermidades relacionadas com os Resíduos Sólidos, Transmitidas por Macro Vetores e Reservatórios.

Vetores	Forma de Transmissão	Enfermidades
Rato e Pulga	Mordida, urina, fezes e picada.	Leptospirose Peste Bubônica Tifo Murino
Mosca	Asas, patas, corpo, fezes e saliva.	Febre Tifóide Cólera Amebíese Desintéria Giardiase Ascariíase
Mosquito	Picada	Malária Febre Amarela Dengue Lechimaniose Febre Tifóide Cólera
Barata	Asas, patas, corpo e fezes	Giardiase
Gado e Porco	Ingestão de carne contaminada.	Teníase Cisticercose
Cão e Gato	Urina e fezes	Toxoplasmose

Fonte: Lima (2001 p.34)

3. RESÍDUOS GERADOS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional de Meio Ambiente, é um marco na gestão dos resíduos de construção civil, pois estabelece suas diretrizes, critérios e procedimentos de forma a minimizar os impactos ambientais causados pelo mesmo.

A resolução define como resíduo da construção civil:

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. (CONAMA 307/2002, Art. 2º)

A cadeia produtiva da construção civil consome em média entre 14 e 50% de recursos naturais extraídos do planeta. O Japão consome cerca de 50% dos materiais circulantes na economia. Já nos Estados Unidos, o consumo é na faixa de 75% dos materiais que circulam (JOHN, 2000).

Os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) apresentam a maior parte de sua composição de natureza mineral (como por exemplo: concretos, argamassas, rochas, solos e cerâmicas). Por ocuparem grandes áreas, eles são responsáveis pelo esgotamento de aterros sanitários em cidades de médio e grande porte uma vez que eles correspondem aproximadamente 60% dos resíduos sólidos urbanos. Além disso, os mesmos geram grandes impactos e custos ambientais e sócio-econômicos em virtude de deposições irregulares (ÂNGULO et al., 2005). Esta grande massa de resíduos, quando mal gerenciada, sobrecarrega os serviços de limpeza pública além de degradar a qualidade de vida urbana.

De acordo com Ambiente Brasil (2009), o Brasil no ano de 2002 passou a destacar-se, estabeleceu políticas públicas, normas, especificações técnicas e instrumentos econômicos, voltados à minimização dos problemas resultantes de manejo inadequado dos resíduos da construção civil. Este conjunto de políticas, normas e instrumentos econômicos colocam o país em evidência diante dos outros países situados no Hemisfério Sul. Isto possibilita que todos os envolvidos na cadeia de resíduos desenvolvam iniciativas do processo de gestão.

Atualmente, existe um grande número de construtoras que utilizam sistemas de gerenciamento em seus canteiros de obra muita das vezes em parceria com o governo. Há também um interesse expressivo de empreendedores privados para a abertura de novos e rentáveis negócios nas atividades de triagem, reciclagem e destinação final adequada desses resíduos.

3.1 Classificação

O setor da construção civil destaca-se como maior consumidor de recursos naturais e gerador de resíduos sólidos (entulhos). Em geral, a destinação final destes resíduos é feita de maneira incorreta, gerando problemas sociais e ambientais.

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 e as classes C e D não 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. 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, não houve modificação na classificação dos resíduos. A seguir, 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 controle do processo produtivo de entulho é algo recente, posto que o mesmo possui características bastante peculiares por ser produzido por um setor onde existem distintas técnicas e metodologias de produção. Existem vários aspectos que interferem na sua quantidade, composição e características, dentre as quais destacam-se (LIMA, 2013; SILVA, 2007):

- i. O nível de desenvolvimento da indústria da construção local;
- ii. Qualidade e treinamento da mão de obra disponível;
- iii. Técnicas de construção e demolição empregadas;

- iv. Adoção de programas de qualidade e redução de perdas;
- v. Adoção de processos de reciclagem e reutilização no canteiro;
- vi. Os tipos de materiais predominantes e/ou disponíveis na região;
- vii. O desenvolvimento de obras especiais na região (metrô, esgotamento sanitário, restauração de centros históricos, entre outros);
- viii. Desenvolvimento econômico da região;
- ix. A demanda por novas construções.

Em relação à sua composição química, o resíduo está vinculado 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 manifestar-se tanto em dimensões e geometrias já conhecidas dos materiais de construção como em formatos e dimensões irregulares e é basicamente composto por:

- a) Concretos: todo material composto pela mistura de areia, cimento e pedra cuja identificação é possível. Apresentam alto potencial de reciclagem;
- b) 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;
- c) 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;
- d) 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;
- e) Cerâmica esmaltada: materiais cerâmicos de acabamento com pelo menos uma das faces polidas, como azulejos, pisos cerâmicos vitrificados, ladrilhos, manilhas e outros;

- f) Solos, areia e argila: podem ser facilmente separados dos outros materiais por peneiramento;
- g) Asfalto: material com alto potencial de reciclagem em obras viárias;
- h) Metais ferrosos: recicláveis pelo setor de metalurgia;
- i) 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;
- j) Outros materiais (plástico, borracha, papel, papelão etc.) passíveis de reciclagem: esse processo nem sempre apresenta vantagens que possam ser suportadas pelo atual estágio de desenvolvimento tecnológico.

A destinação final dos resíduos da construção civil também é prevista na resolução:

I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura; II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura; III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas; IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas. (CONAMA, 2002)

3.2 IMPACTOS AMBIENTAIS DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Considera-se como impacto ambiental, segundo a resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986, 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.

Todas as etapas da indústria da construção, desde extração de matéria-prima à utilização e demolição, afetam tanto diretamente quanto indiretamente os aspectos acima citados. É visível que o meio ambiente sofre alterações devido à exploração minerária ao longo da cadeia da produção civil. Os impactos ambientais associados à produção e destinação final de RCC devem ser incorporados como oportunidades ao empreendedor já que são numerosos.

Os impactos ambientais causados pela gestão indevida de RCC são originados da destinação final dos resíduos em locais não autorizados. Estes fatos associados a um gerenciamento ambiental não eficaz resultam em um grande número de áreas degradadas, denominadas de bota-foras clandestinos ou de deposições irregulares conforme Pinto e Gonzáles (apud COSTA, CAVALCANTI, 2009).

Essas áreas são localizadas, na maioria das vezes, nas periferias, onde se encontra a população mais carente que é mais afetada pelos problemas resultantes da disposição incorreta. Além de causar transtorno à população, demanda investimentos financeiros que coloca a cadeia construtiva no centro de discussões em busca de um desenvolvimento sustentável. Somado a isso, a disposição inadequado desperdiça material que poderia ser reciclado ou reutilizado. O reaproveitamento é uma alternativa vantajosa no quesito econômico.

Deve-se utilizar um modelo cíclico ou de ciclo fechado que é um sistema mais eficiente no aproveitamento dos recursos, pois utiliza de forma otimizada todos os recursos investidos. Neste modelo, os produtos apresentam um desempenho ambiental adequado ao longo da vida útil e são projetados com maior durabilidade a fim de não sobrecarregar os aterros ao se tornarem rejeitos. Também deverão ser projetados facilitando o desmonte, reforma e operação. Apenas após inviabilizar a operação, serão destinados a reciclagem. (NUNES; apud FERREIRA, MOREIRA, 2013)

As perdas do processo são inevitáveis, por este motivo, o ciclo não será fechado por completo. Os desperdícios e perdas de materiais durante a construção aumentam o impacto ambiental. Em função da degradação, o número de vezes que o material pode ser reciclado é limitado. Os RCC podem ser reciclados, reutilizados ou encaminhados para o descarte em áreas licenciadas por algum órgão ambiental competente, entretanto, parte é descartada de forma ilegal.

A falta de efetividade ou inexistência de políticas públicas que ordenem a destinação de RCC nas cidades, associada ao descompromisso dos geradores podem provocar os seguintes impactos ambientais, segundo Nunes (2010):

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

Os impactos da indústria da construção civil podem ser subdivididos em quatro grandes grupos em sua cadeia:

Consumo de recursos naturais:

Para John, (apud FERREIRA, MOREIRA, 2013), 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.

Consumo de energia:

A produção de materiais consome uma quantidade considerável de energia. A energia por unidade de massa não constituiu um indicador de impacto ambiental, para uma mesma função, existe diferença de eficiência entre os materiais. O consumo de energia pode ser compensado pela durabilidade elevada (JOHN, 2000, p.20 e 21).

Na Tabela 3.1 é exemplificado o consumo de energia estimado para a produção de diferentes materiais de construção.

Tabela 3.1: consumo de energia estimado para a produção de diferentes materiais de construção (MJ/t)

Produto	Minímo	Máximo
Cimento via seca ¹	1,2	2
Cimento via úmida ¹	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

¹Os 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 (Adaptado)

Geração de resíduos e perdas/desperdícios:

Os fatores que mais influenciam a geração de resíduos são: falta de detalhamento nos projetos, qualidade inferior dos materiais de construção e mão de obra não qualificada.

Para evitar o desperdício e perda em uma construção, propõe-se o modelo de demolição seletiva, que prevê a retirada dos materiais presentes no edifício antes da demolição. A separação dos materiais é feita de acordo com as características do mesmo. Isso diminui os ruídos, poeira, vibrações, contaminações e possibilita o reuso (LIMA, 2013).

Poluição Ambiental:

A fabricação de alguns elementos da construção civil, como cimento Portland ou cal, emite grandes quantidades de CO₂ para atmosfera, poluindo o entorno da indústria e agravando o efeito estufa.

Estudos que avaliem todo o ciclo de vida do resíduo são importantes para analisar todos os impactos pontuais e sistêmicos de toda cadeia construtiva. O foco é a redução dos materiais necessários, reutilização do que pode ser aproveitável e reciclagem.

3.3 ALTERNATIVAS PARA REDUÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL

Os profissionais da construção civil buscam implementar processos, desenvolver pesquisas e devem ser capacitados para que possam divulgar mudanças e derrubar as regras existentes na cadeia da construção civil brasileira.

Foi publicado pelo International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB) uma Agenda 21 para o setor da construção civil, denominada de Agenda 21 on Sustainable Construction, em 1999, segundo John (et al., apud COSTA, CAVALCANTI, 2009). Como base para a sustentabilidade na indústria da construção civil, tem-se os seguintes critérios:

- a) Redução do consumo energético e da extração dos recursos minerais;
- b) Conservação das áreas naturais e de biodiversidade;
- c) Manutenção da qualidade do ambiente construído.

Baseados nas ideias de John (et. al., 2000), foi proposta uma Agenda 21 para indústria da construção civil do Brasil. Segundo o MMA (2014, [online]), a Agenda 21 Brasileira é um processo e instrumento de planejamento participativo para o

desenvolvimento sustentável e que tem como eixo central a sustentabilidade, compatibilizando a conservação ambiental, a justiça social e o crescimento econômico.

Esta Agenda foi implementada em 2003 e baseia-se nas seguintes propostas:

- i. Redução das perdas de materiais com o melhoramento dos processos construtivos;
- ii. Reciclagem dos resíduos da indústria da construção civil, para que estes sejam empregados como materiais de construção;
- iii. Durabilidade e manutenção de edificações.

A indústria da construção civil, para ser sustentável, deve investir na redução da geração de resíduos, na utilização de materiais recicláveis, reutilizáveis ou secundários, no desenvolvimento tecnologias limpas e na coleta e deposição de materiais inertes, segundo Vásquez (apud COSTA, CAVALCANTI, 2009).

A Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº. 307/2002 representou o início da participação do setor da construção civil em discussões a respeito da responsabilidade pela destinação final de seus resíduos sólidos.

Observa-se, atualmente, que as empresas que atuam no setor construtivo apresentam uma conduta ambiental mais responsável e procuram obter a certificação da Organização Internacional para Padronização - ISO 14001 que define o que deve ser feito para estabelecer um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) efetivo.

4. ASPECTOS LEGAIS

4.1 LEGISLAÇÕES APLICÁVEIS A CONSTRUÇÃO CIVIL

É vasta a legislação aplicável à construção civil. Há leis federais, estaduais e municipais, algumas legislações municipais podem ser mais rigorosas que as federais, por exemplo. Desta forma, empresas que atuem em um estado da federação, mas cujo produto envolva outro estado, seja por extração de matéria prima ou mesmo transporte pelas estradas do outro estado, podem ter que atender a legislação com exigências diferentes.

Além da CONAMA 307/2002, são aplicáveis a Construção Civil outras legislações referentes a resíduos que podem ser vistas a seguir:

- a) Resolução CONAMA 257:1999 – Considera os impactos negativos causados ao meio ambiente pelo descarte inadequado de pilhas e baterias usadas;
- b) Resolução CONAMA 258:1999 – Determina que as empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos ficam obrigadas a coletar e dar destinação final ambientalmente adequadas aos pneus inservíveis;
- c) Resolução CONAMA 275:2001 – Estabelece código de cores para diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva;
- d) Resolução CONAMA 001-A:86 – Dispõe sobre transporte de produtos perigosos em território nacional;
- e) Resolução ANTT nº 420: de 12 de fevereiro de 2004 – Instruções complementares ao regulamento de transporte terrestre de produtos perigosos;
- f) Portaria ANP nº 127, de 30 de julho de 1999 – Estabelece a necessidade de controle do descarte para o óleo lubrificante usado ou contaminado;
- g) ANVISA RDC 342, de 13 de dezembro de 2002 – Institui e aprova o Termo de Referência para elaboração dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos a serem apresentados à ANVISA;
- h) Lei Federal nº 9.605/1998 – Lei de Crimes Ambientais

Art. 54 – Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora:

Pena - reclusão, de um a quatro anos, e multa.

4.2 NORMAS APLICÁVEIS A CONSTRUÇÃO CIVIL

Embora nem todas as normas sejam compulsórias, elas somente o são quando citadas em uma resolução, decreto ou lei, além da NBR 10.004:2004, que classifica os resíduos sólidos, outras normas também são aplicáveis a Construção Civil:

- a) NBR 7503:2013 – Ficha de emergência e envelope para o transporte terrestre de produtos perigosos;
- b) NBR 13.221:2010 – Transporte terrestre de resíduos;
- c) NBR 11.174:1990 – Armazenamento de Resíduos classe II (não inertes) e classe III (inertes) – Procedimento;
- d) NBR ISO 14.001:2004 - Sistemas de gestão ambiental - Especificação e diretrizes para uso;
- e) NBR 15112:2004 - Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- f) NBR 15113:2004 - Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- g) NBR 15114:2004 - Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem- Diretrizes para projeto, implantação e operação
- h) NBR 15115:2004 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação;
- i) NBR 15116:2004 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos;

4.2.1 NBR ISO 14.001:2004 – SISTEMAS DE GESTÃO AMBIENTAL

A tecnologia gerou inúmeros benefícios na sociedade, porém acelerou a degradação do meio ambiente. Este fato tem pressionado as empresas a desenvolverem um mecanismo de produção sustentável. A Norma NBR ISO 14.001:2004 é uma ferramenta que aborda um Sistema de Gestão Ambiental efetivo. Com a finalidade de minimizar os impactos ambientais causados pela destinação final inadequada de resíduos, ela é devidamente aplicável para melhorar a gestão de resíduos.

De todos os requisitos desta norma, destacam-se para melhoria da gestão de resíduos o item 4.4.6, referente ao controle operação e o item 4.5.1 referente ao monitoramento e medição.

O primeiro diz que a organização deve identificar e planejar aquelas operações que estejam associadas aos aspectos ambientais significativos identificados de acordo com sua política, objetivos e metas ambientais. No caso de uma gestão de resíduos, deve-se garantir uma geração, transporte e destinação final que minimizem os impactos ambientais.

O segundo diz a organização deve estabelecer, implementar e manter procedimento (s) para monitorar e medir regularmente as características principais de suas operações que possam ter um impacto ambiental significativo sempre com a finalidade de minimizá-lo.

4.3 ASPECTOS LEGAIS PARA A GESTÃO DE RCC NO MUNICÍPIO DO RJ

A Lei Municipal 3.273/2001 foi um marco regulatório sobre resíduos no município do Rio de Janeiro e normatiza as atividades de gestão do sistema de Limpeza Urbana. Esta Lei 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.

Dispõe também 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). As execuções de limpeza urbana é designada à COMLURB (Companhia Municipal de Limpeza Urbana).

Define-se Gestão do Sistema de Limpeza Urbana como o conjunto das ações técnicas, operacionais, regularizadoras, normativas, administrativas e financeiras necessárias ao planejamento, execução e fiscalização das atividades de limpeza urbana, nesta última incluídas aquelas pertinentes à autuação por descumprimento desta Lei. (Lei Municipal 3.273, de 6 de setembro de 2001, Art. 2º)

A COMLURB é a maior organização de limpeza pública na América Latina, é uma sociedade de economia mista, criada pelo Decreto-Lei nº 102, de 15 de maio de 1975, sendo responsável pela limpeza urbana do município do Rio de Janeiro.

A coleta domiciliar dos resíduos é custeada pela Taxa de Coleta Domiciliar do Lixo que foi instituída pela Lei Municipal 2.687, de 26 de novembro de 1998. A fração não divisível dos serviços relacionadas ao lixo público é custeada por outros tributos municipais.

Percebe-se ao observar as classificações dos resíduos da Lei Municipal 3.273/2001 que os resíduos provenientes da construção civil podem ser classificados segundo os Artigos 7º e 8º desta lei, que são os Resíduos Sólidos Urbanos e Resíduos Sólidos Especiais respectivamente.

O Art. 7º que define Resíduos Sólidos Urbanos incluiu RCC em seu 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”.

De acordo com a COMLURB, cerca de 40% do lixo público é composto por RCC, por este motivo, o inciso V do Art. 7º também especifica resíduos da construção: “o lixo

público, decorrente da limpeza de logradouros, especialmente avenidas, ruas, praças e demais espaços públicos”.

O Art. 8º, referente a Resíduos Sólidos Especiais, considera RCC, pois seu inciso I diz que “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”.

A classificação de RCC é feita de duas formas de acordo com esta Lei uma vez que se admite a quantidade de resíduos gerada que é estabelecida pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMAC) e definido na norma da COMLURB. Serão considerados dois tipos de geradores de RCC, o pequeno e o grande gerador.

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. Também é responsável por elaborar normas e editar portarias que regulamentem as atividades de limpeza urbana. Inspecciona e fiscaliza a execução de toda atividade que possa afetar a eficiência da Gestão do Sistema de Limpeza Urbana do Município do Rio de Janeiro. (FERREIRA, apud FERREIRA, MOREIRA, 2013).

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 para realizar as suas atribuições.

Para cumprir a missão de conservar a cidade limpa com a manutenção de padrões de qualidade e custos otimizados, com foco na saúde, na educação e preservação ambiental, a COMLURB reconhece e valoriza o capital humano, utilizando práticas inovadoras que favoreçam o desenvolvimento de competências que aumentem a qualidade e a eficiência na execução das políticas públicas sob sua responsabilidade.

A COMLURB desenvolve diversas ações de responsabilidade socioambiental, tais como: Coleta Seletiva, Aproveitamento do Biogás e Crédito de Carbono, Central de

Tratamento de Resíduos em Seropédica e Gás Verde, Espaços Culturais, Eventos Sócio-Educativos, Recuperação Ambiental de Gericinó e Gramacho, Revitalização dos Ecopontos na Cidade, entre outros.

A estrutura da COMLURB é responsável pelo gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos do município. A fiscalização do cumprimento das Leis e aplicação das penalidades caberão ao órgão ou entidade municipal competente e aos agentes de fiscalização da limpeza urbana do Município, designados pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.

A gestão de RCC é de responsabilidade da Prefeitura, enquanto a COMLURB é responsável por gerenciar o RCC de pequenos geradores, a responsabilidade pela destinação de RCC para grandes geradores é dos próprios responsáveis pela geração.

A COMLURB publicou em 01 de dezembro de 2011, a Portaria “N” COMLURB nº 010, que estabelece as diretrizes 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.

Esta portaria define os resíduos sólidos inertes limpos como os provenientes de obras da construção civil, como telhas, tijolos, ladrilhos e concreto. Outra classificação 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 disto, a mesma portaria serve como guia para as empresas credenciadas para coleta, transporte e destinação final de RCC, pois estabelece as responsabilidades das empresas e da COMLURB, os pontos de destinação dos resíduos transportados e as penalidades.

5. RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

5.1 IMPORTÂNCIA DA RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

A reciclagem de RCC apresenta vantagens ambientais e econômicas e tem apresentado ampliação devido à implantação de usinas de reciclagem em municípios médios e grandes brasileiros. Empresários analisam a possibilidade de reciclar estes resíduos em parceria com a prefeitura ou individualmente. Há vários estudos a cerca do uso de entulho em institutos de pesquisas e universidades.

Independente da forma de utilizar o entulho, há vantagens sociais, ambientais e econômicas:

- a) Economia na aquisição de matéria-prima, com a substituição de materiais convencionais por entulho;
- b) Decréscimo da poluição gerada pelo entulho e de suas conseqüências negativas, como enchentes e assoreamento de rios e córregos;
- c) Preservação das reservas minerais não renováveis;
- d) Preservação e redução de áreas de aterros de inertes, minimizando os impactos decorrentes da deposição maciça de RCD;
- e) Criação de alternativa para as mineradoras, cada vez mais sujeitas às restrições ambientais;
- f) Redução do consumo de energia e de geração de CO₂ na produção e no transporte de materiais.

O custo com descarte irregular, correção da deposição com aterramento e controle de doenças é em torno de U\$ 10/m³ de RCD para as prefeituras, para reciclar, o custo é aproximadamente 25% desse valor, segundo Carneiro (apud DIAS, 2007).

As vantagens sociais da reciclagem de RCD traduzem-se no emprego dos materiais reciclados em programas de habitação popular e de infra-estrutura urbanos, com a criação de empregos diretos e indiretos (CARNEIRO, apud DIAS, 2007).

5.2 PANORAMA GERAL DA RECICLAGEM DE RCC NO BRASIL

Informações sobre geração e RCC no Brasil são deficientes, mas a participação da indústria da construção civil no Produto Interno Bruto é significativa. A massa de RCC em relação aos resíduos sólidos urbanos varia na faixa de 40 a 70% (PINTO T. d., apud FERREIRA, MOREIRA, 2013).

Para o gerenciamento de qualquer tipo de resíduo, normalmente, a opção escolhida deve diminuir o impacto ambiental em todas suas fases, desde a geração até a disposição final. Os impactos causados por RCC são expressivos e seu processamento é significativo para atenuar os efeitos adversos.

A reciclagem de resíduos da construção civil no Brasil pode ser dividida em três fases. Antes de 2002, anterior a homologação da Resolução CONAMA 307/02, entre a sua publicação e a promulgação da PNRS (Política Nacional de Resíduos Sólidos) e após a regulamentação da mesma.

Na década de 80, observava-se para reciclagem a utilização de moinhos em obras de edificação. A reutilização de RCC era apenas para economizar os gastos com matéria-prima no canteiro de obras. Em meados desta década, iniciaram-se pesquisas científicas para o uso de agregados reciclados no país.

Além destas iniciativas de empresas privadas, houve tentativa de alguns municípios em estimular a reciclagem. Em 1991, a prefeitura de Itatinga, em São Paulo, foi a primeira a montar uma central de reciclagem. Entretanto, sua operação foi inviabilizada devido à falta de gestão sustentável de RCC, pois não foi considerada a 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. A única cidade que conseguiu, inicialmente, implantar aos poucos gestão sustentável de RCC foi Belo Horizonte.

Até 2002, havia 16 usinas no país. A partir da homologação da Resolução CONAMA 307/02, nota-se grande incentivo à reciclagem. Nesta época, grandes geradores passaram a ter que desenvolver e implantar gestão de RCC. Além disso, esta resolução agregou valor aos resíduos de classe A e B, acondicionando que estes deveriam ser reciclados e guardados em aterros específicos para utilização posterior. Estes aspectos fortaleceram a reciclagem e a média de usinas instaladas por ano triplicou.

Inicialmente, partiu da iniciativa pública o interesse pela reciclagem. Todavia, as usinas públicas tiveram dificuldades em sua administração. Em vista disso, grande parte das usinas foi desativada. Miranda (apud FERREIRA, MOREIRA, 2013) apresentou que, em 2008, aproximadamente 45% das usinas nacionais eram natural da iniciativa privada.

Segundo Miranda (apud FERREIRA, MOREIRA, 2013), a capacidade potencial de produção de agregados reciclados é muito abaixo da geração de RCC, apenas 3,6% é reciclado. O fator que contribuiu para este baixo percentual é a falta de separação de entulho na fonte.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos foi discutida por quase vinte anos para que pudesse ser promulgada em 2010. Este foi o marco para a gestão de resíduos sólidos no país. Essa lei duplicou as usinas contabilizadas em dois anos.

A Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON) foi criada no início de 2011, em São Paulo, motivada pelo PNRS. A ideia era introduzir a questão da reciclagem de RCC e RDC no debate público e criar unidades de empresas recicladoras no país.

As empresas privadas foram desenvolvendo este setor e consolidando os investimentos em usinas de reciclagem devido às experiências a partir da década de 90, os marcos regulatórios de RCC e o aumento do custo de descarte para resíduos da construção civil.

Atualmente, o cenário da reciclagem do Brasil vem se consolidando. 69% das usinas de reciclagem do país concentra-se na região sudeste. Somente no estado de São Paulo estão concentradas 55% das 209 usinas de reciclagem encontradas no país. Este percentual alto é justificado através do processo que iniciou-se com o esgotamento das jazidas de agregados naturais.

À medida que se esgotarem as reservas naturais de agregado e o preço aumentar devido a escassez, os agregados naturais se tornarão tão caros que viabilizará a inserção dos agregados reciclados no mercado. Somado a isso, os gastos para remoção e descarte de resíduos estão cada vez mais altos, por falta de locais para disposição e pelo aumento das distâncias percorridas.

A partir de então, as prefeituras forneciam os insumos para as recicladoras para manter contínua sua operação. Com a consolidação, elas passaram a não mais utilizar os resíduos provenientes das prefeituras que eram muito heterogêneos e contaminados.

Essas empresas passaram a cobrar valores menores para recebimento de RCC, compensando as despesas do entulheiro com transporte e destinação final. Isto garantiu o recebimento de entulhos com maior fração mineral.

Lima (apud FERREIRA, MOREIRA, 2013) concluiu que apesar dos altos investimentos iniciais, a reciclagem do RCC apresentou mais benefícios do que custos em Macaé, São Paulo e Maceió. Em 20 anos, a região de São Paulo apresentou a melhor relação custo-benefício, Macaé e Maceió também apresentaram relações positivas. Isto é um indicador de que a reciclagem deve ser recomendada e incentivada.

5.3 FASES NO PROCESSO DE RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Para obter materiais derivados da reciclagem de RCD, as usinas devem efetuar algumas atividades. Após a chegada dos resíduos, deve-se avaliar e separar manualmente os materiais não recicláveis do entulho de construção, materiais como plásticos, metais, papel, papelão, trapos, entre outros. Após a separação, o material é

limpo para abastecer os moinhos de trituração. Após triturado, o resíduo é utilizado de acordo com sua finalidade.

5.4 PRINCIPAIS APLICAÇÕES DE RCD RECICLADOS

5.4.1 USO EM PAVIMENTAÇÃO

A forma mais simples de reciclagem de entulhos é em pavimentação. Como brita corrida ou misturado com solo em bases, sub-bases e revestimentos primários de pavimentação. Algumas vantagens dessa aplicação são:

- a) Menor utilização de tecnologia e com menor custo operacional;
- b) Utilização de todos os componentes minerais do entulho, sem necessidade de separação;
- c) Economia de energia na moagem do entulho, por manter a granulometria graúda;
- d) Maior utilização de resíduos oriundos de pequenas obras e demolições que não reciclam seus resíduos no próprio canteiro;
- e) Maior eficiência dos RCD em relação às britas na da adição com solos saprolíticos.

5.4.2 UTILIZAÇÃO COMO AGREGADO PARA CONCRETO

RCD reciclados podem substituir agregados convencionais que compõem o concreto, o que possibilita a melhoria do desempenho do mesmo pelo baixo consumo de cimento. Porém, muita das vezes, RCD reciclados são impedidos de serem utilizados sem função estrutural por conterem teores de argamassas, de contaminantes e de materiais pulverulentos, de acordo com estudos feitos na usina de Reciclagem de Santo André.

A substituição de 20% de agregados de concreto e ou alvenaria por reciclados, desde que livres de contaminantes e impurezas, não interfere na durabilidade e resistência mecânica do concreto. (LEVY, apud DIAS, 2007).

5.4.3 UTILIZAÇÃO COMO AGREGADO PARA ARGAMASSA

Os reciclados podem ser utilizados em argamassas de assentamento de tijolos e blocos ou revestimentos. As vantagens da utilização de agregados provenientes da reciclagem de RCD podem ser observadas no próprio canteiro de obras, são elas: redução dos custos de transporte, do consumo de cimento e cal e ganho na resistência à compressão do material reciclado em relação às argamassas convencionais.

5.5 UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS NA CONFECÇÃO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Alguns rejeitos industriais podem ter aplicações na construção civil. Por exemplo: cinza de fundo, cinza volante, escória e resíduos combinados oriundos de incineração de rejeitos sólidos municipais, cinza volante proveniente de termoelétricas, escória de alto-forno, escória de aciaria e magnésio, escória de fosfato, resíduos de chumbo e de zinco proveniente de atividades de mineração, areia industrial é utilizada como material grosso básico e granulados e materiais betuminosos.

Alguns rejeitos podem ser utilizados como agregado para cimento com aditivos polimerizados, como cimento composto, adição em concreto, concreto com escória ativada com álcalis e materiais de construção autoclavados, pode ser aplicado em camada de armadura em engenharia hidráulica, pavimentação de estradas, dentre outras funções.

6. ESTUDO DE CASO

A empresa Terra Tec Ambiental e Saneamento foi criada no ano de 2008 inicialmente para desenvolver atividades de gestão ambiental para empresas de ramos diversos. Em 2010, licenciada pelo INEA através da LO-INO 19495, passou a exercer atividades de Transporte e Destinação de Final de Resíduos de Saúde – Hospitalares.

Atenta ao mercado da Cidade do Rio de Janeiro, as exigências e complexidades na área de gestão, licenciamento e destinação final de resíduos da construção civil – RCC, através de profissionais qualificados exerce desde 2010 estas atividades somadas a diversos serviços de engenharia na área de Saneamento.

A Terra Tec Ambiental foi contratada pelo Consórcio Transcarioca BRT, que previa um total de aproximadamente 700.000 m³ de RCC oriundo de escavações e demolições do traçado do corredor T-5, que compreende a estação Alvorada, Barra da Tijuca até o aeroporto Tom Jobim, Ilha do Governador. A firma, por contrato, fez a gestão ambiental e o descarte destes resíduos num percentual de 50% do total previsto.

O trabalho de descarte da empresa se divide em cinco itens: Documentos de origem do material a ser descartado, devidamente autorizado; Justificativa do local selecionado; Descrição e justificativa da tecnologia de disposição de resíduos a ser adotada incluindo a metodologia de operações prevista; Características dos resíduos a serem dispostos; e Descrição do sistema de coleta e transporte a ser adotado.

a) Documentos de origem do material a ser descartado, devidamente autorizado

A origem do material é sempre oriunda de escavações e demolições de obras públicas e/ou particulares devidamente licenciadas pelo INEA através da Licença de Operação ou municípios através de Licença Municipal para Aterro e Terraplanagem expedido pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente. O modelo a ser adotado para controle e fiscalização é o de Manifesto de Resíduos (exemplo em anexo – ANEXO 1), onde constará a captação (Gerador), transporte (Transportador licenciado) e destino final (Receptor), além de descrição total do material.

b) Justificativa do local selecionado

Considera a resolução CONAMA 307/2002, que prevê que toda área licenciada pelos órgãos estaduais e municipais estará apta a receber os resíduos de construção civil para elevação do greide e terraplanagem, sendo o critério de escolha do melhor local e sua proximidade a cargo dos geradores e suas obras em andamento também devidamente licenciadas.

c) Descrição e justificativa da tecnologia de disposição de resíduos a ser adotada incluindo a metodologia de operações prevista

A crescente demanda de serviços na área da construção civil, envolvendo escavações e demolições, tem levado as autoridades do poder público e empresas do ramo da iniciativa privada a constantes preocupações no acondicionamento, transporte e destinação final de RCC. Com as Resolução CONAMA 307 e NBR 10004, 10005 e 10006, foram estabelecidas diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos, responsabilizando os geradores, transportadores e receptores da área da construção.

O Aterro de RCC é a área onde se emprega técnicas de disposição de resíduos Classe A no solo, visando a reservação de materiais, segregados ou não, de forma a possibilitar o uso futuro da área, utilizando os princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e meio ambiente.

A tecnologia de disposição consiste em primeiramente, promover de forma manual a separação de qualquer material que possa vir misturado em uma demolição, por exemplo, plástico, papel, lata, cerâmicas e vergalhões. Estes serão acondicionados em caçambas coletoras próprias ou contratadas para devida destinação final que não seja o local da elevação do greide e terraplanagem.

A metodologia empregada será, após triagem, o espalhamento do material através de máquinas e tratores (escavadeiras hidráulicas e trator D-4, 5 ou 6) obedecendo o projeto de topografia aprovado e previsto para o local.

- d) Características dos resíduos a serem dispostos: origem, composição, quantidade diária e mensal

Os resíduos a serem dispostos serão, após triagem, exclusivamente oriundos de escavação de solo (terra, saibro, areia e pedras segregadas) e demolição (restos de tijolos, concreto, areias, cascalho e material segregado), classificados como Classe A - Inertes - RCC.

As quantidades diárias tem variações de 300 à 700 m³ para recebimento, podendo ter variações de acordo com as obras contratadas para tal, chegando a uma média de aproximadamente 16.000 m³ mensal.

- e) Descrição do sistema de coleta e transporte a ser adotado

A coleta do material é através de equipamentos e máquinas no local do receptor sob sua responsabilidade, assim como o transporte através de transportadores licenciados para tal, cabendo a área promover somente o recebimento, triagem, espalhamento e confinamento final.

O contrato com o Consórcio Transcarioca – BRT demandou um volume maior para recebimento dos resíduos. Na tabela 6.1 pode verificar a quantidade mensal que foi descartada pela empresa.

Tabela 6.1: Volume de Resíduos Provenientes de Escavações e Demolições do projeto do corredor T-5 executado pelo Consórcio Transcarioca

Período	Volume de Resíduo Descartado (m³)
17/12/12 à 20/01/13	26.575,80
21/01/13 à 20/02/13	29.774,38
21/02/13 à 20/03/13	31.294,29
21/03/13 à 20/04/13	23.391,81
21/04/13 à 20/05/13	33.985,58
21/05/13 à 20/06/13	33.011,85
21/06/13 à 20/07/13	45.010,64
21/07/13 à 20/08/13	24.022,84
21/08/13 à 20/09/13	41.199,36
21/09/13 à 20/10/13	46.306,90
21/10/13 à 20/11/13	30.407,76
21/11/13 à 20/12/13	NÃO HOUVE MEDIÇÃO

Fonte: Elaboração própria com os dados da Terra Tec Ambiental

Baseado nos dados acima apresentados, verifica-se que a média mensal de volume descartado pela empresa da obra em questão foi de 33.000 m³. O controle e fiscalização do descarte é dado pelo Manifesto de Resíduos que é elaborado em quatro guias, uma destinada ao gerador, outra ao transportador, a terceira ao receptor e a última guia ao INEA (Instituto Estadual do Ambiente), que tem a função de executar as políticas estaduais do meio ambiente, de recursos hídricos e de recursos florestais adotadas pelos Poderes Executivo e Legislativo do Estado.

A cada mês, a Terra Tec Ambiental emite uma nota fiscal dos serviços executados. Um exemplo pode ser visto em anexo (ANEXO 2). Na nota, o volume descartado é convertido em preço.

7. CONCLUSÃO

Em consequência da elevação do nível de vida, do crescimento demográfico e do desenvolvimento tecnológico, é cada vez maior a quantidade de resíduos sólidos gerados.

Conforme foi observado, o destino do RCC é de suma importância, pois além de representar degradação ambiental, trata-se de um volume expressivo. Sua forma de impactar o ambiente refere-se tanto na produção, exploração dos agregados, quando na destinação final, demanda por grandes áreas.

Observa-se que o mundo demanda por atividades que considerem a sustentabilidade (economia, sociedade e meio ambiente), por este motivo, economias que tendem a se desenvolver, como o Brasil, devem investir em políticas mais sustentáveis para se destacarem no mercado internacional.

O gerenciamento que mais se ajusta, no âmbito sustentável, aos resíduos produzidos pelas empresas incluiu a redução, reutilização e reciclagem. Isto torna o processo construtivo mais rentável e competitivo. A reciclagem de RCC minimiza os impactos ambientais negativos pois reduz a extração de matéria prima e impede a destinação final inadequada.

Em 2013, o Brasil atingiu o número de 209 usinas recicladoras em implantação ou em operação, 82% são do setor privado, o que justifica seu fortalecimento nos últimos anos. Uma enorme variedade de agregados reciclados pode substituir os agregados naturais o que viabilizará tanto por motivo econômico como ambientais.

Muitas construtoras optam por contratar o serviço de uma empresa especializada em destinação final de resíduos da construção civil porque há uma maior economia. Para a empresa especializada, o descarte dos resíduos da maneira mais adequada custa bem menos que para a própria construtora.

Como exemplo disso, tem-se o estudo de caso que demonstra que uma obra de grande porte, executada por um consórcio optou em contratar uma empresa terceirizada para descartar um grande volume de resíduos gerados.

Ambos os tipos de geradores de RCC, pequenos ou grandes, devem ser estimulados a segregar os resíduos da construção civil. Esta ação facilitará todos os segmentos da cadeia. As políticas públicas devem interferir neste segmento.

Verificou-se também que a reciclagem no município do Rio de Janeiro não está consolidada da mesma forma que em São Paulo. Entretanto, através da publicação do decreto municipal 33.971, que obriga a utilização de agregados reciclados em obras de engenharia, há um maior incentivo para reciclagem de RCC.

Após esta análise, o caminho para uma gestão eficiente de RCC é quantificar e segregar na fonte geradora. Criar indicadores do quantitativo, estudar o mercado de agregados reciclados, buscar incentivo do setor público para criação de novas usinas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas, International organization for standardization. **NBR ISO 14001**: Sistemas de gestão ambiental - Especificação e diretrizes para uso. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ABRECON. **Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição**. Disponível em: <http://www.abrecon.com.br>. Acesso em: 07/01/2014

AZEVEDO, Gardênia Oliveira David de; KIPERSTOK, Asher; MORAES, Luiz Roberto Santos - **A busca de uma gestão sustentável para os resíduos da construção civil em Salvador**. Disponível em: <<http://jararaca.ufsm.br/websites/ces/download/S2-1.PDF>>. Acesso em 21/10/2013.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 02 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 07/01/2014.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm>. Acesso em: 07/01/2014.

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>. Acesso em: 21/10/2013.

CBIC. **Informativo Econômico - Construção Civil: Desempenho e Perspectivas.**

Banco de Dados Brasília. DF. p. 16. 2011.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010; IBGE. Disponível em:
<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>>. Acesso em 21/10/2013

COMPANHIA MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA; COMLURB. Disponível em: <
<http://www.rio.rj.gov.br/web/comlurb>> Acesso em 15/01/2014

CONAMA – Conselho Nacional do meio Ambiente. **RESOLUÇÃO Nº. 307, de 5 de julho de 2002.** Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>>. Acesso em: 22/10/2013

COSTA, Elayne Cristina da Silva; CAVALCANTE, Marcos da Silva; 2009 - **Gerenciamento De Resíduos Sólidos: Estudo De Caso De Uma Construtora De Grande Porte.** Projeto de Graduação. Imperatriz. Unidade de Ensino Superior do Sul do Maranhão.

DIAS, Ellen Cristina Moreira; 2007 – **Gerenciamento de Resíduos na Construção Civil.** Projeto de Graduação. São Paulo. Universidade Anhembí Morumbi.

DUARTE, Marcio - **Resíduos da Construção Civil e o estado de São Paulo.** Disponível em:
<http://www.ambiente.sp.gov.br/cpla/files/2012/09/residuos_construcao_civil_sp.pdf>. Acesso em 21/10/2013.

FERREIRA, Aline Ribeiro Lessa; MOREIRA, Héllinah Cardoso; 2013 - **Análise Crítica Da Gestão De Resíduos De Construção Civil: Estudo De Caso Do Município Do**

Rio De Janeiro. Projeto de Graduação. Rio de Janeiro. Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

LEITE, Marcelo Fonseca; 2006 – **A taxa de coleta de resíduos sólidos domiciliares, uma análise crítica.**

LEITE, Mônica Batista; 2009. **Avaliação do comportamento tensão-deformação de concretos reciclados submetidos à compressão axial e tração direta. Progressão acadêmica.** Feira de Santana, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana.

MARQUES, Olivia Bazzetti; OLIVEIRA, Rafael Montanhini Soares de; PIKANÇO, Aurélio Pessoa - **Resíduos De Construção Civil: Geração E Alternativas Para Reciclagem Em Um Canteiro De Obras De Pequeno Porte.** Disponível em: <189.20.243.4/ojs/engenhariaambiental/include/getdoc.php?id=2544&article=842&mode=pdf>. Acesso em 21/10/2013.

MONTEIRO, José Henrique Penido; 2001 - **Manual De Gerenciamento Integrado De Resíduos Sólidos** / coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM

NAIME, Roberto; SARTOR, Ivone; GARCIA, Ana Cristina - **Uma abordagem sobre a Gestão De Resíduos De Serviços De Saúde.** Disponível em: <<http://www.ccs.uel.br/espacoparasaude/v5n2/artigo2.pdf>>. Acesso em 11/01/2014.

O QUE É O INEA; INEA. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/Portal/MegaDropDown/Institucional/OqueeoINEA/index.htm&lang=>>> Acesso em 22/01/2014.

PAIXÃO, Suelen Oliveira; 2013 - **Estudo Do Uso De Resíduo Cerâmico De Obras Como Agregado Miúdo Para A Fabricação De Argamassas Para Revestimento De**

Alvenarias. Projeto de Graduação. Rio de Janeiro. Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

RIO DE JANEIRO. Lei nº 2.687, de 26 de novembro de 1998. Taxa de Coleta Domiciliar do Lixo. Disponível em: < <http://cm-rio-de-janeiro.jusbrasil.com.br/legislacao/268348/lei-2687-98>>. Acesso em: 15/01/2014.

RIO DE JANEIRO. Lei nº 3.273, de 06 de setembro de 2001. Dispõe sobre a gestão do sistema de limpeza urbana no município do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://cm-rio-de-janeiro.jusbrasil.com.br/legislacao/264300/lei-3273-01>>. Acesso em: 15/01/2014.

SINDUSCON-RIO. Construção civil tem resultados positivos na geração de novos empregos. Disponível em: <<http://www.sinduscon-rio.com.br/caged.asp>> Acesso em 06/01/2014.

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.

TERRA TEC AMBIENTAL. Disponível em: <<http://www.terratecambiental.com.br/>> Acesso em 22/01/14.

ANEXO 1

Manifesto de Resíduos

MANIFESTO DE RESÍDUOS

Nº _____

① RESÍDUO > RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL			N. RESÍDUO 1	② QUANTIDADE = Toneladas / m³	
③ ESTADO FÍSICO		④ ORIGEM	Processo () ETDI () ETE () ETA () Cx. Gordura		
X Sólido	Semi-Sólido Líquido		Fora do Processo Separador de água-óleo		
⑤ ACONDICIONAMENTO		⑥ PROCEDÊNCIA		⑦ TRATAMENTO / DISPOSIÇÃO	
Tambor de 200 lts. () Sacos Plásticos		Industrial () Residencial		() Aterro Sanitário Reciclagem	
Bombona 200 (lts.) Fardos		() Restaurantes () Shopping / Mercados		() Aterro Industrial () Incorporação	
X Caçamba	Granel	Comercial () Clubes / Hotéis		() Tratamento Biol./Fis-Quí. () Incineração	
() Tanque (m³) () Big-bags		() Hospital		() Co-processamento () Estocagem	
Outros, Especificar: _____		X Outros Espec. CONSTRUÇÃO CIVIL		X Outros, especificar: ATERRO/TERRAPLAN	

⑧ Gerador	EMPRESA / RAZÃO SOCIAL			N.º INVENTÁRIO		⑪ 00/01/1900 DATA DA ENTREGA
	TRANSCARIOCA BRT-CONST. ANDRADE GUTIERREZ SA					
	ENDEREÇO:					
	RUA NACIONAL, 287 - TAQUARA					
MUNICÍPIO:	UF.	TELEFONE	N.º LICENÇA FEEMA			
Rio de Janeiro	RJ	21-3348-5700	IN003471			
RESPONSÁVEL PELA ESPEDICÃO DO RESÍDUO:			CARGO:		CARIMBO E ASSINATURA DO RESPONSÁVEL	
			COORD. MEIO AMBIENTE			

⑨ Transportador	EMPRESA / RAZÃO SOCIAL			N.º INVENTÁRIO		⑫ 00/01/1900 DATA DO RECEBIMENTO
	TRANSCARIOCA BRT-CONST. ANDRADE GUTIERREZ SA					
	ENDEREÇO:					
	RUA NACIONAL, 287 - TAQUARA					
MUNICÍPIO:	UF.	TELEFONE	N.º LICENÇA FEEMA			
Rio de Janeiro	RJ	21-3348-5700	IN003471			
RESPONSÁVEL PELA EMPRESA DE TRANSPORTE			PLACA COMPLETA		ASSINATURA DO MOTORISTA	
NOME DO MOTORISTA			VIATURA			
			CERTIFICADO DO INMETRO			

⑩ Receptor	EMPRESA / RAZÃO SOCIAL			N.º INVENTÁRIO		⑬ DATA DO RECEBIMENTO
	ASSOC. DOS CATADORES DO ATERRO METROP. DO JD					
	ENDEREÇO:					
	RUA ALMIRANTE MIDOSI, QUADRA 42 LOTE 16 JD GRAMACHO					
MUNICÍPIO:	UF.	TELEFONE	N.º LICENÇA FEEMA			
DUQUE DE CAXIAS	RJ	(21)7746-7092	AUT Nº019/2012			
RESPONSÁVEL PELO RECEBIMENTO DO RESÍDUO			CARGO:		CARIMBO E ASSINATURA DO RESPONSÁVEL	
RONAN			APONTADOR			

3ª Via - Conservar com o Receptor

ANEXO 2

Nota Fiscal Mensal dos Serviços Executados

TERRA TEC AMBIENTAL E SANEAMENTO LTDA.		NOTA FISCAL DE SERVIÇOS (Extraída em 3 Vias) 1ª Via Branca - 2ª Via Verde - 3ª Via Rosa DATA LIMITE P/ EMISSÃO 19 / 02 / 2015		
End.: Praça Prof. João Luiz do Nascimento, nº 150 Cep.26551-530 - Centro - Mesquita - RJ.		Nº 370		
Insc. Mun.: 19387-0		C.N.P.J.: 09.666.030/0001-06		
Código Fiscal: _____		Nat. dos Serviços: <u>PRESTAÇÃO</u>		
		DE SERVIÇOS		
		Data da Emissão: <u>16 / 12 / 13</u>		
USUÁRIO DOS SERVIÇOS				
Nome ou Razão Social: _____				
Endereço: _____				
Município: _____		Estado: _____ CEP: _____		
CNPJ ou CPF: _____		Inscr. Mun. e/ou Est.: _____		
Cond. de Pagamento: _____		Tel.: _____		
UNID.	QUANT.	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL R\$
		RECEBIMENTO DE RESÍDUOS		7
		CLASSE C1		
		PERÍODO DE MEDIÇÃO:		
		21/10/2013 a 20/11/2013		
		CEI DA OBRA:		
		CONTRATO Nº -		
		RETENÇÃO DE ISS (5%):		
		DADOS BANCÁRIOS:		
		CEP (104)		
		AG: C/C:		
O IMPOSTO SOBRE SERVIÇOS FOI CALCULADO PELA			Valor dos Serviços	
ALÍQUOTA DE.....% DE ACORDO COM A LEI.			I.S.S.	
			VALOR DA NOTA	

Gráficoovan 872 - Artes Gráficas Ltda. ME. Rua Emílio Guadagny, 872 - Edson Passos - Mesquita - RJ - CNPJ: 00.379.444/0001-80 - Insc. Est.: 85.489.518
Insc. Mun.: 0006100 - IRF: 35.01 - 02 Talões de Nota Fiscal de Serviços - 50x3 de 351 à 450 - Aut.: 5.077 - 02/2013