

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

BÁRBARA OLIVEIRA COTTA

IZABEL SANTOS RODRIGUES DA SILVA

GESTÃO DE RESÍDUOS DA COSTRUÇÃO CIVIL

ANÁPOLIS / GO

2017

BÁRBARA OLIVEIRA COTTA
IZABEL SANTOS RODRIGUES DA SILVA

GESTÃO DE RESÍDUOS DA COSTRUÇÃO CIVIL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA

ORIENTADOR: RODOLFO RODRIGUES DE SOUSA
BORGES

ANÁPOLIS / GO

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

COTTA, BÁRBARA OLIVEIRA / SILVA, IZABEL SANTOS RODRIGUES DA

Gestão de resíduos da construção civil.

57P (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2017).

TCC – UniEvangélica.

Curso de Engenharia Civil.

1. Resíduos	2. Construção
3. Reciclagem	4. Sustentabilidade
I. ENC/UNI	II. Título (Série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

COTTA, Bárbara Oliveira; SILVA, Izabel Santos Rodrigues da. Gestão de resíduos da construção civil. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO/ 2017.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Bárbara Oliveira Cotta

Izabel Santos Rodrigues da Silva

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Gestão de resíduos da construção civil.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2017

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Bárbara Oliveira Cotta

E-mail: bacotta@outlook.com



Izabel Santos Rodrigues da Silva

E-mail: izabel_santos01@hotmail.com

**BÁRBARA OLIVEIRA COTTA
IZABEL SANTOS RODRIGUES DA SILVA**

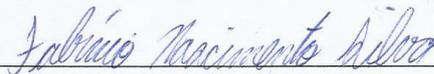
GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL

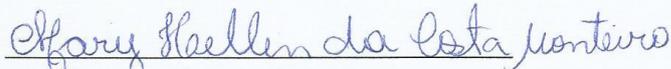
APROVADO POR:



RODOLFO RODRIGUES DE SOUSA BORGES, Especialista (UniEvangélica)
(ORIENTADOR)



FABRÍCIO NASCIMENTO SILVA, Mestre (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)



MARY HELLEN DA COSTA MONTEIRO, Mestra (UniEvangélica)
(EXAMINADORA INTERNO)

DATA: ANÁPOLIS/GO, 01 de Dezembro de 2017.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado força e coragem para superar as dificuldades e me abençoar nos momentos de cansaço e desânimo. Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional. Ao professor Rodolfo pela oportunidade e ajuda na elaboração deste trabalho. A todos que me desejaram boas vibrações durante esse período árduo de estudos.

Bárbara Oliveira Cotta

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, e não somente nestes anos como universitária, mas em todos os momentos da minha vida.

Agradeço a minha mãe Suzana Cândida, que me deu apoio e incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

Ao meu pai Claudio Rodrigues, que apesar de todas as dificuldades me fortaleceu e que para mim foi muito importante.

Obrigada meus irmãos Thaysa Rodrigues, Claudiane Silva e João Vitor Cardoso, que nos momentos de minha ausência, dedicados ao estudo superior, sempre fizeram entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente.

Aos amigos, que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

À Instituição UniEvangelica, pelo ambiente criativo e amigável que proporciona.

Ao meu orientador Rodolfo Rodrigues pela orientação, apoio e confiança.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

Izabel Santos Rodrigues da Silva

RESUMO

Os impactos gerados pela construção civil ao meio ambiente são enormes, tanto no consumo de recursos naturais (não renováveis), quanto na geração de resíduos (entulhos). E a possível proibição destes resíduos serem enviados para o aterro sanitário, contribuiu para uma série de estudos na reutilização destes resíduos, oriundos da construção civil. A busca de soluções para o gerenciamento adequado dos mesmos, tem se tornado um desafio, tanto para o setor público e privado, na compreensão, do mecanismo da biodegradação da massa de rejeito e sua influência, quanto na poluição de recursos hídricos. Os estudos abordam os benefícios e os impactos que a reciclagem pode gerar. Descobriram que esses entulhos podem ser transformados em produtos comerciais, podendo ser novamente utilizados. Com isso criaram oportunidades que se traduzem em sustentabilidade social e ambiental. As vantagens do reaproveitamento estão em reduzir as matérias primas base da área da construção civil, abater a quantidade de lixo nos aterros sanitários e, conseqüentemente, a diminuição da poluição. Os resíduos de construção e demolição (RCD) podem ser usados na produção de argamassa para a utilização no revestimento de alvenaria e muitas outras alternativas ainda em estudo. Dentre as possíveis alternativas de uso dos agregados reciclados de RCD na atualidade, encontra-se a sua utilização em pavimentação, agregado para concreto, agregado para confecção de argamassas, cascalhamento de estradas, preenchimento de vazios em construção, reforços de aterro (talude), entre outros. No presente estudo verifica-se a existência de um plano de gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (RCC) no município de Anápolis, analisando-se a disposição destes resíduos no aterro sanitário. Foi verificado que ele encontra-se de acordo com as normas vigentes, e para isso foi consultado o Plano de Resíduos Sólidos. Identificando a necessidade da implantação de uma usina, devido a elevada quantidade de RCC no aterro.

PALAVRAS-CHAVE:

Gestão. Agregados. Sustentabilidade. Reciclagem. Aterro Sanitário.

ABSTRACT

The impacts generated by the construction industry on the environment are enormous, both in the consumption of natural resources (non-renewable) and in the generation of waste (debris). And the possible prohibition of these wastes sent to the landfill, contributed to a series of studies on the reuse of this waste, from civil construction. The search for solutions to the proper management of the same, has become a challenge, both for the public and private sector, in the understanding, the mechanism of the biodegradation of the reject mass and its influence, as well as in the pollution of water resources. The studies address the benefits and impacts that recycling can generate. They discovered that these debris can be transformed into commercial products and can be reused. This has created opportunities that translate into social and environmental sustainability. The advantages of reuse are in reducing the raw materials base of the construction area, cutting down the amount of garbage in landfills and consequently reducing pollution. Construction and demolition waste (RCD) can be used in the production of mortar for use in masonry and many other alternatives still under study. Among the possible alternatives for the use of RCD recycled aggregates today are, in paving, aggregate for concrete, aggregate for making mortars, graveling of roads, filling of voids under construction, reinforcement of embankment, among others. In the present study, there is a management plan for the Construction Waste (RCC) in the municipality of Anápolis, analyzing the disposal of these wastes in the landfill. It was verified that it is in accordance with the current regulations, and for this the Solid Waste Plan was consulted. Identifying the need to deploy a plant, due to the high amount of RCC in the landfill.

KEYWORDS:

Management. Aggregates. Sustainability. Recycling. Sanitary Landfill.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Origem dos RCC em alguns municípios brasileiros (% da massa total)	21
Figura 2 - Percentagem em massa dos Resíduos Sólidos Urbanos	24
Figura 3 - Procedimento do RCD a partir da chegada na Usina.....	31
Figura 4 - Proporção aproximada entre agregados graúdos e miúdos de RCD reciclados.....	32
Figura 5 - Entrada do aterro com balança para a quantificação de resíduos	44
Figura 6 – Trincheiras abertas para a disposição de resíduos.....	47
Figura 7 – Taludes para a estabilidade e sustentabilidade do maciço de resíduos	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Quantidades de resíduos da construção civil encaminhadas ao aterro sanitário de Anápolis.....	45
Quadro 2 - Empresas que alugam contêineres para acondicionamento de resíduos da construção civil em Anápolis/GO	45

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Provável geração total de RCD de alguns municípios brasileiros e a geração <i>per capita</i> de entulho	23
Tabela 2 – Geração de resíduos em alguns países da União Europeia.....	39

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

ABRECON	Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CBR	Californian Bearing Ration
CRT	Controle de Transporte de Resíduos
CTRS	Central de Tratamento de Resíduos Sólidos
ERE	Estação de Reciclagem de Entulho
EUA	Estados Unidos da América
RCC	Resíduos da Construção Civil
RCD	Resíduos da Construção e Demolição
RSD	Resíduos Sólidos Domiciliares
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
PBH	Prefeitura de Belo Horizonte
PIB	Produto Interno Bruto
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
SLU	Superintendência de Limpeza Urbana
URPV	Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes
USP	Universidade de São Paulo
WAMBUCO	Waste Manual for Building Constructions

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 JUSTIFICATIVA	14
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 Objetivo Geral	14
1.2.2 Objetivos Específicos	14
1.3 METODOLOGIA.....	15
2 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO.....	16
2.1 A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL	16
2.2 IMPACTOS CAUSADOS PELA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL	17
2.3 OS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	18
2.3.1 Conceitos e Classificação	18
2.3.2 Origem	20
2.3.3 Composição	21
2.4 A GERAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	23
2.5 COLETA E TRANSPORTE	25
2.6 DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS	25
2.7 REDUZIR, RECICLAR E REUTILIZAR	26
2.7.1 Desperdício de Materiais	28
2.7.2 Reciclagem dos Resíduos da Construção Civil	29
2.7.3 Resíduos Não Recicláveis	29
2.8 LEGISLAÇÃO E NORMAS REFERENTES AO RCD.....	30
2.9 USINAS DE RECICLAGEM DE RCD NO BRASIL.....	30
2.9.1 Gestão de Resíduos em Belo Horizonte	32
2.10 MEDIDAS INOVADORAS	33
2.10.1 Modelo Espanhol para a Quantificação e a Gestão de Resíduos de Construção..	35
2.11 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	36
2.12 GESTÕES DO RCD.....	37
2.13 UTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL E SUA VIABILIDADE...	
.....	40
2.13.1 Pavimentação	40

2.13.2 Agregados para o Concreto	41
2.13.3 Agregados para a Confeção de Argamassa	42
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
3.1 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE ANÁPOLIS	43
3.1.1 Coleta e Transporte	43
3.1.2 Identificação e Disposição	46
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

A começar do princípio da humanidade a construção é uma das atividades mais antigas que se tem conhecimento, executando métodos de construção artesanais, gerando uma imensa quantidade de entulho mineral. Desde a época das grandes edificações romanas os construtores perceberam o desperdício de materiais que poderiam ser reciclados e reutilizados em novas obras.

Apesar de existir relatos de reutilização dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) desde a antiguidade, as primeiras pesquisas desenvolvidas de forma sistemática foram realizadas apenas a partir de 1928. E ainda assim, a prática de reciclagem só ganhou força após a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), com o desenvolvimento tecnológico, as edificações bombardeadas e uma grande quantidade de entulho. Os escombros foram britados e utilizados na reconstrução das cidades europeias visando suprir a demanda por agregados naturais.

Na Europa a reciclagem é uma técnica amplamente desenvolvida, devido à escassez de recursos naturais. Já no Brasil o segmento de reciclagem de materiais oriundos da construção civil ainda não é uma técnica difundida, mesmo com grandes avanços tecnológicos.

A indústria da construção civil tem papel de destaque na economia brasileira, sendo responsável pela geração de um grande número de empregos, pela viabilização de moradias, renda e infraestrutura. Mas isso vem acompanhado de impactos ambientais, sociais e econômicos consideráveis.

O ramo da construção civil vem se modernizando cada vez mais, mas ainda assim mantém as formas artesanais no processo construtivo, contribuindo para geração de resíduos em grande escala e com uma grande diversidade de poluente. O setor destaca-se por seu alto consumo de recursos naturais, por isso há uma grande necessidade de desenvolvermos o hábito do reaproveitamento e da reciclagem do RCD. Como resultado de tal prática teremos uma demanda menor por recursos naturais.

As vantagens do reaproveitamento estão em reduzir as matérias primas base da área da construção civil, abater a quantidade de lixo nos aterros sanitários e, conseqüentemente, a diminuição da poluição. Os resíduos de construção e demolição podem ser usados na produção de pavimentação, agregado para concreto, agregado para confecção de argamassas,

casalhamento de estradas, preenchimento de vazios em construção, reforços de aterro (talude), entre outros.

1.1 JUSTIFICATIVA

Atualmente, o aumento da produção de resíduos e o seu acúmulo inadequado tem gerado inúmeras consequências negativas. A gestão correta desses resíduos solucionaria questões de ordem ambiental, social e econômica. A utilização de materiais reciclados é uma das alternativas mais benéficas para a construção civil, tendo em vista que mesmo o RCD sendo disposto de forma adequada em locais permitidos, acaba se tornando fator determinante para o esgotamento de aterros sanitários.

Com todos esses problemas fica claro a necessidade de adoção de práticas e políticas de gerenciamento dos RCD visando minimizar impactos ambientais, buscando possíveis maneiras de redução ou reutilização e reciclagem. Além disso, a substituição de materiais convencionais por RCD apresenta significativamente redução de custos.

No Brasil vem sendo realizadas experiências, pesquisas e estudos com monitoramento de aplicação dos RCD como material reciclado. Essa medida além de proporcionar redução dos custos nos materiais de construção em relação ao material convencional, reduz também os gastos públicos com aterros sanitários.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a viabilidade sustentável da utilização dos resíduos de construção e demolição (RCD) na substituição dos agregados convencionais.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Apontar a importância da reciclagem dos resíduos provenientes da construção civil;
- Descrever as etapas de separação dos resíduos;
- Referir os impactos desses resíduos ao meio ambiente;
- Determinar a necessidade de uma usina no município de Anápolis.

1.3 METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho foi feito através de uma visita no aterro sanitário do município de Anápolis, e dividido em duas pesquisas. A primeira sendo a pesquisa bibliográfica, onde se buscou saber mais sobre os agregados recicláveis, tendo como fontes de pesquisa publicações científicas: monografias acadêmicas, dissertações de mestrado, artigos e congressos que abordam o tema em questão. E a segunda pesquisa foi a exploratória, que através da revisão bibliográfica procurou-se verificar a viabilidade da utilização do RCD.

2 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

2.1 A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A atividade da construção é um dos mais importantes indicativos de expansão e o grande desafio é conciliar uma atividade tão produtiva com o desenvolvimento sustentável.

Para Pinto (2005), a construção civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, mas, por outro lado, apresenta-se como grande geradora de impactos ambientais, quer pelo consumo de recursos naturais, quer pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos. O setor tem o desafio de conciliar uma atividade produtiva dessa magnitude com condições que conduzam a um desenvolvimento sustentável consciente e menos agressivo ao meio ambiente.

O crescente aumento populacional tem levado a uma pressão degradadora sobre os recursos naturais. A quantidade de processo de intervenção do homem no meio ambiente é expressiva e produz volumes considerados de resíduos sólidos. Com isso a destinação final tornou-se uma das maiores preocupações da sociedade (CABRAL, 2007).

Com relação ao desenvolvimento sustentável, a implicação mais imediata é a necessidade de se produzir a maior quantidade de bens com a menor quantidade de recursos naturais e a menor poluição, ou seja, o desenvolvimento econômico deverá ser desvinculado da geração de impactos ambientais.

Atualmente, a indústria da construção enfrenta-se não apenas com um aumento dos custos dos materiais, de recolha e tratamento de resíduos, mas também com exigências cada vez mais apertadas em termos de proteção ambiental. Apenas as empresas de construção com políticas de baixos volumes e custos de tratamentos de resíduos vão se tornar competitivas no mercado de amanhã, é por isso que se torna necessário aumentar a conscientização para os processos de construção ambientalmente favoráveis e sustentáveis (PROJECTO WAMBUCO, 2002).

John afirmou: “Nenhuma sociedade poderá atingir o desenvolvimento sustentável sem que a construção civil, que lhe dá suporte, passe por profundas transformações”.

A indústria da construção civil é a atividade humana com maior impacto sobre o meio ambiente. Estima-se que 50% dos recursos naturais extraídos estão relacionados à atividade de construção. É ainda, a responsável por aproximadamente 15% do produto interno bruto (PIB) brasileiro, com investimentos que ultrapassam R\$ 90 milhões por ano, geração de 62 empregos indiretos para cada 100 empregos diretos, contribuindo para a redução do déficit

habitacional e da infraestrutura, indispensável ao progresso. É natural que, tendo um papel tão representativo na economia nacional, a construção civil seja também um dos grandes vilões ambientais. (KARPINSKI, 2009).

2.2 IMPACTOS CAUSADOS PELA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A cadeia produtiva da construção civil é responsável por uma quantidade considerável de RCD, depositado em encostas de rios, vias e logradouros públicos criando locais de deposições irregulares nos municípios. Esses resíduos comprometem a paisagem urbana, invadem pistas, dificultam o tráfego e a drenagem urbana, além de propiciar a atração de resíduos não inertes, como multiplicação de vetores de doença e degradação de áreas o que afeta a qualidade de vida como um todo.” (KARPINSKI, 2009).

O RCD disposto inadequadamente polui o solo, deteriora a paisagem urbana, compromete o tráfego de pedestres e de veículos, danifica a drenagem urbana e constitui uma séria ameaça saúde pública. Além disso, o acúmulo de RCD em local inadequado ou a sua disposição desprotegida atrai resíduos não inertes, oferecendo, simultaneamente, água, alimento e abrigo para muitas espécies de vetores de patogênicos, tais como: ratos, baratas, moscas, vermes, bactérias, fungos e vírus (SCHNEIDER, 2003).

Para Assis (2002), o cumprimento das legislações ambientais estabelecidas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente é uma questão a ser resolvida pelas municipalidades. Por meio de suas resoluções, os municípios têm sofrido pressão no sentido de estabelecer conduta responsável no tocante ao gerenciamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos.

Segundo Marques Neto (2005), para os municípios de pequeno porte a simples coleta regular com posterior aterramento seria a solução para o RSU, no entanto, estas práticas não estão em consonância com as metas de desenvolvimento sustentável das cidades, pelo fato de muitos desses resíduos serem passíveis de reaproveitamento, reutilização e reciclagem. Para o autor a simples disposição final e aterramento, tendem a diminuir a vida útil dos aterros sanitários.

Um ponto a ser observado é o rápido esgotamento dos aterros utilizados para disposição de RCD ocasionando assim a procura por novas áreas, tornando um processo incessante, com isso poucos aterros resistem a longos prazos. E com o processo de

adensamento urbano acelerado, fez com que as áreas mais próximas se esgotassem, transferindo para áreas periféricas.

Entre os principais impactos devido a deposição irregular do RCD, a drenagem urbana é o principal, além da obstrução de córregos, gerando grandes transtornos devido a enchentes. A enchente é um dos principais problemas em municípios de pequeno e grande porte devido a escassez de áreas permeáveis e a obstrução de bueiros. Outro problema é a proliferação de vetores de doenças que são prejudiciais às condições de saneamento.

Segundo a Sinduscon-SP (2005), aproximadamente 75% dos resíduos gerados pela construção civil no Brasil são de origem de obras informais, ou seja, obras de construção, reformas e reparos geralmente realizadas pelos proprietários dos imóveis. Esse quadro é bastante preocupante, tendo em vista que os resíduos gerados dessa atividade informal é disposto irregularmente em locais inapropriados, provocando diretamente impactos ambientais em grande escala.

Para reduzir os impactos ambientais, sociais e econômicos, devido o descarte incorreto dos RCD, e cumprir as legislações vigentes, a solução mais viável seria a gestão integrada.

Gerenciamento integrado é aquele sistema que engloba todo o fluxo de resíduos, os métodos de coleta, de transporte, tratamento e destinação final, com o objetivo de alcançar benefícios ambientais, otimização econômica e inclusão social. Quando esses objetivos são alcançados, o sistema de gerenciamento assim constituído irá contribuir com o desenvolvimento sustentável das cidades (BAASCH, 1995).

2.3 OS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

2.3.1 Conceitos e Classificação

Segundo o Art. 2º do CONAMA (307/02, p.95-96), para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

I - Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da reparação 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, calça ou metralha.

De acordo com Art. 3º do CONAMA (307/02, p.95-96), os resíduos da construção civil deverão ser classificados, para efeito desta Resolução, da seguinte forma:

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

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de 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-fio, 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 N° 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 n° 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 bens como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. (Redação Dada Pela Resolução N° 348/04).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT 2004, p. 1), através da Norma Brasileira (NBR) 10.004, define resíduo sólido, quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente. Esta norma brasileira define resíduos sólidos como sendo:

“Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes do sistema 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.”

A seguir apresenta-se a classificação dos resíduos adotada pela NBR 10004 (ABNT, 2004):

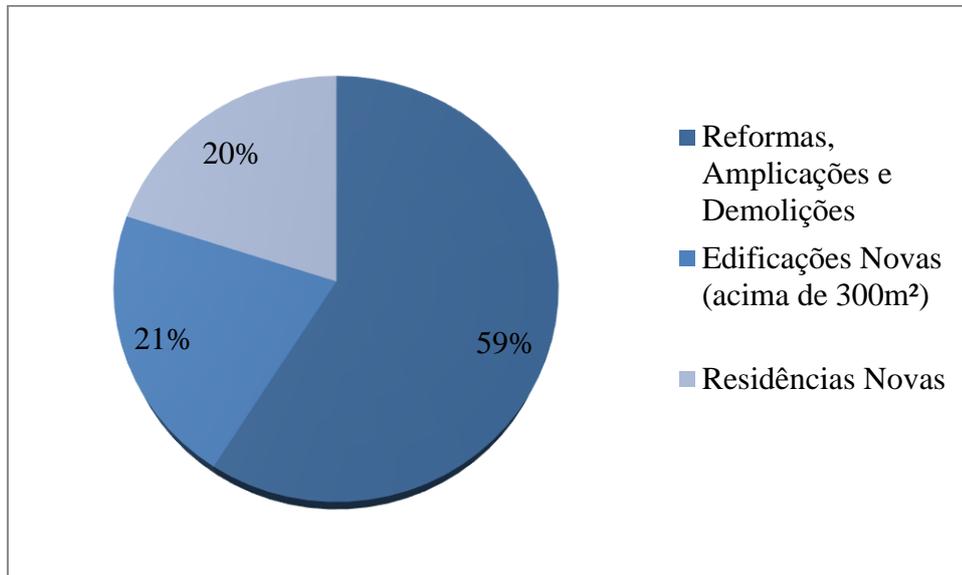
- a) Resíduos classe I – Perigosos: São classificados segundo suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade;
- b) Resíduos classe II – Não perigosos: que podem ser
 - resíduo classe II A – Não inertes;
 - resíduo classe II B – Inertes: possuem propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

2.3.2 Origem

Segundo John (2000), citado por Santos, a geração de RCD é anterior ao início de qualquer obra ou serviço, se observarmos que a produção de insumos para a construção civil, além de consumir recursos naturais também produz resíduos.

Os Resíduos de Construção Civil são gerados durante a construção, demolição, manutenção civil de edifícios, estradas e pontes e são compostos por concreto, madeira, gesso, asfalto, metais, vidro, plástico, tijolos, solos e vegetação (EPA, 2006). Para Levy (1997), as catástrofes naturais e artificiais (incêndios, desabamentos, bombardeios, entre outros), as deficiências inerentes ao processo construtivo empregado nos dias de hoje e à baixa qualificação da mão de obra podem também ser considerados como fontes de geração de RCD.

Figura 1 - Origem dos RCC em alguns municípios brasileiros (% da massa total).



Fonte: Adaptado de Piovezan Júnior (2007).

2.3.3 Composição

Para Carneiro (2001), os RCD normalmente são compostos por:

- Concretos e argamassas;
- Material cerâmico como blocos, tijolos e lajotas;
- Solos, areia e argila;
- Asfalto;
- Metais;
- Madeira;
- Outros materiais como papel, plástico e borracha.

Esses materiais encontram-se em diferentes proporções de acordo com a origem do RCC. Tomando como exemplo um aterro sanitário no município de Salvador-BA (PIOVEZAN JÚNIOR, 2007) encontrou que, dentre os 2.044 m³/dia de resíduos, 94% possuíam alto potencial de reciclagem. Dentre essa porcentagem, 53% são compostos por resto de concreto e argamassa, 14% de material cerâmico, 5% de rocha e 22% de solo e areia.

De acordo com Penido (2001) e Lima (1999) Em termos de estruturação, os resíduos da construção civil são um conjunto de materiais inertes, tais como concreto, argamassa, madeira, plásticos, papelão, vidros, metais, cerâmica e terra. Por causa de seu alto peso específico aparente, o entulho de obras é acondicionado, normalmente, em contêineres metálicos estacionários de 4 ou 5 m³, similares aos utilizados no acondicionamento do lixo público. O grande problema do entulho está relacionado ao seu acondicionamento, pois os contêineres metálicos utilizados obstruem a passagem de pedestres e/ou o trânsito, bem como o estacionamento de veículos.

Em seu trabalho, Lima (1999) sugeriu uma classificação dos RCC de modo que fossem aproveitados ao máximo em serviços de diversas naturezas. O autor elaborou uma lista com seis classes, que foram:

Classe 1 – Resíduos de concreto sem impurezas: Composto predominantemente de concreto estrutural (simples ou armado), com teores limitados de argamassa e alvenaria, e teores limitados de impurezas como gesso, terra, vegetação, vidro, papel, madeira, metal, plástico e outros;

Classe 2 – Resíduo de alvenaria sem impurezas: Resíduos de construção composto predominantemente de argamassas, alvenaria e concreto, com presença de outros materiais minerais inertes como areia, pedra britada, com teores limitados de impurezas como gesso, terra, vegetação, papel, madeira, plástico e outros;

Classe 3 – Resíduo de alvenaria sem materiais cerâmicos e sem impurezas: composto predominantemente de argamassas, concretos e alvenaria de componentes de concreto, com baixa presença de materiais cerâmicos. Pode conter outros materiais minerais inertes como areia, pedra britada, fibrocimento. Os teores de impurezas devem ser limitados (terra, vegetação, gesso, madeira, plástico e outros);

Classe 4 – Resíduo de alvenaria com presença de terra e vegetação: composto predominantemente pelos mesmos materiais do resíduo de classe 2, mas em que se admite a presença de terra ou terra misturada à vegetação até determinada porcentagem em volume. O teor de impurezas tolerado é maior que nas outras classes acima;

Classe 5 – Resíduo composto por terra e vegetação: composto predominantemente de terra e vegetação (teores acima dos admitidos nos resíduos de classe 4) com presença tolerada de argamassas, alvenaria e concreto e outros materiais minerais inertes como areia, pedra britada, fibrocimento. Admite-se teores de impurezas maiores que nas demais classes;

Classe 6 – Resíduo com predominância de material asfáltico com limitações para outras impurezas como argamassas e restos de alvenaria, terra, vegetação, gesso, vidros e outros.

2.4 A GERAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Os RCD são produzidos desde a fase inicial da obra até a conclusão da mesma, estando presente em todas as etapas, por isso é necessário um planejamento prévio. Devido à preocupação com uma gestão eficaz foi desenvolvido um software denominado de WAMBUCALC, que permite a quantidade de resíduos gerada durante a construção de edifício levando em consideração os elementos construtivos, através dessa ferramenta é possível calcular e estimar a quantidade de resíduos durante a fase de planejamento da obra.

As informações sobre a geração e a destinação de RCD no Brasil são escassas, mas a participação no Produto Interno Bruto do setor de atividade da qual se originam, é significativa, aliás, como em outras partes do mundo: no Brasil, em 2002, correspondeu a cerca de 8% do PIB (CBIC 2003).

Tabela 1 - Provável geração total de RCD de alguns municípios brasileiros e a geração *per capita* de entulho.

Municípios	População	Ano de Pesquisa	Provável Geração de RCD (t/dia)	Geração Per Capita de RCD (kg/hab.dia)
Santo André - SP	265.564	1997	1.013	1,61
São José dos Campos - SP	486.467	1995	733	1,51
Jundiaí - SP	293.373	1997	712	2,43
Vitória da Consiquisa - BA	242.155	1998	310	1,28
Campinas - SP	850.000	1993	1.258	1,48
Florianópolis - SC	285.281	2000	636	2,23

Fonte: Xavier & Rocha (2001).

O interesse em conhecer a quantidade de resíduos gerados pela indústria da construção civil já não é novidade, mas muitas vezes o assunto está inserido na discussão sobre a redução de desperdícios. A primeira referência nacional em relação ao mencionado, que suscitou uma discussão mais ampla sobre o assunto, foi a pesquisa concluída em 1986,

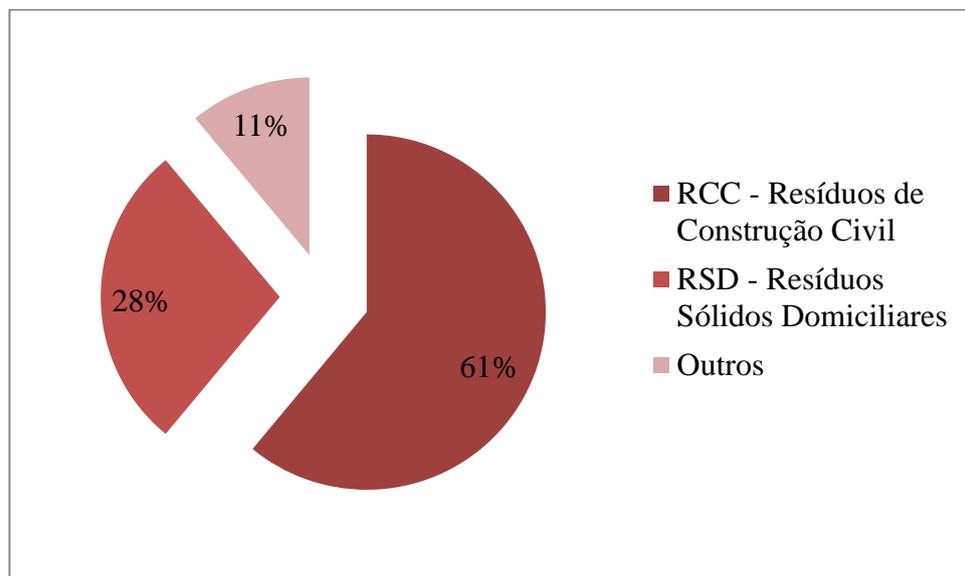
pelo arquiteto Tarcísio de Paula Pinto, o qual se preocupou em estudar o uso do material reciclado para produção de argamassas (SOUZA, 2004).

Segundo Pinto (1999), no Brasil, o desperdício da construção situa-se na faixa de 20 a 30%, sendo que parte se transforma em resíduos e o restante fica incorporado na própria obra. A geração de RCD no Brasil atinge uma taxa média de 500 kg/hab.ano, para município de médio e grande porte.

A indústria da construção civil atualmente é a maior consumidora de recursos naturais do planeta, sendo esse alto consumo ligado às altas taxas de geração de RCD (TEIXEIRA, 2001).

Em estudo realizado em 11 municípios brasileiros, Pinto (2005) menciona que a quantidade de materiais perdidos nas obras que refletem na geração dos RCC corresponde, em massa, a valores iguais ou até mesmo superiores que a massa de resíduos sólidos domiciliares (RSD), conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Percentagem em massa dos Resíduos Sólidos Urbanos.



Fonte: adaptado Piovezan Júnior (2007)

De acordo com o projeto WAMBUCO, projeto europeu lançado em 2002, perante a falta de conhecimento acerca das quantidades e tipologia de resíduos específicos gerados e de outros parâmetros relacionados com os resíduos e também perante a carência de documentos de planejamento prontos a usar, torna-se difícil a implementação à nível das obras.

2.5 COLETA E TRANSPORTE

De acordo com a resolução do CONAMA 307/ 2002 os transportadores “são as pessoas, físicas e jurídicas, públicas ou privadas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradora e as áreas de destinação”.

A NBR 13221 (ABNT 2003) determina que os equipamentos de transporte, os veículos e as caçambas estacionárias devem estar em bom estado, de forma que não permita o derrame de resíduos.

Segundo Araújo (2000 apud SCREMIN, 2007), alguns aspectos relacionados à remoção dos RCC em caçambas metálicas podem causar riscos à saúde ambiental e pública, como:

- A inexistência de cobertura de proteção nas caçambas;
- Lançamento de outros tipos de resíduos, como os resíduos perigosos e orgânicos;
- Mau estado de conservação das caçambas, falta de sinalização refletora de segurança e visibilidade do equipamento nas vias públicas.
- Presença de recipientes ociosos e vazios que permitem o acúmulo de água possibilitando o desenvolvimento de vetores.

2.6 DISPOSIÇÃO FINAL

Segundo a Resolução 307 do CONAMA os geradores são responsáveis pela destinação final dos resíduos quando o reuso e a reciclagem na mesma obra não seja viável. Sendo assim, as obras são responsáveis pela retirada dos resíduos sendo passível de multa, em caso de destinação incorreta.

Em municípios de pequeno porte, onde não há fiscalização, os resíduos acabam sendo dispostos irregularmente em vias urbanas, comprometendo a paisagem, o tráfego de veículos e pedestres, a drenagem urbana, entre outras. Pinto (1999), analisou a disposição irregular em várias cidades brasileiras e apontou que em cidades de pequeno porte não existe um lugar onde concentre toda a destinação final dos resíduos. O que acontece é que o entulho é disposto em terrenos baldios ou até mesmo nas vias urbanas.

Em municípios de médio e grande porte, a maior parte do entulho gerado é disposto em aterros inertes, conhecido como “bota fora”. Bota fora são áreas de pequeno e grande

porte, público ou privado, designados para a recepção de RCD e outros resíduos não inertes, constituído basicamente em conjunto com aterro sanitário ou controlado.

Um ponto a ser observado é o rápido esgotamento dos aterros utilizados para disposição de RCD ocasionando assim a procura por novas áreas, tornando um processo incessante, com isso poucos aterros resistem a longos prazos. E com o processo de adensamento urbano acelerado, fez com que as áreas mais próximas se esgotassem, transferindo para áreas periféricas.

2.7 REDUZIR, RECICILAR E REUTILIZAR

Segundo Penido (2001) a construção civil é o serviço que mais explora recursos naturais e também a indústria que mais gera resíduos. No Brasil, a tecnologia construtiva normalmente aplicada favorece o desperdício na execução das novas edificações. Em países desenvolvidos a média de resíduos proveniente de novas edificações encontra-se abaixo de 100 kg/m², no Brasil este índice gira em torno de 300kg/m² edificado. Dentro da concepção de desenvolvimento sustentável estabelecida pela Agenda 21, reduzir e utilizar os resíduos e subprodutos aparecem como tarefas fundamentais à sociedade atual.

No caso do entulho de obra, os maiores desafios seriam reduzir o volume de entulho gerado, evitando a utilização dos escassos locais para sua disposição e beneficiar a quantidade de entulho gerado, reutilizando-o no ciclo produtivo, diminuindo o consumo de energia e de recursos naturais.

Ainda de acordo com Penido (2001) a forma de tratamento dos resíduos da construção civil mais difundida é a segregação (ou "limpeza"), seguida de trituração e reutilização na própria indústria da construção civil. O entulho reciclado pode ser usado como base e sub-base de rodovias, agregado graúdo na execução de estruturas de edifícios, em obras de arte de concreto armado e em peças pré-moldadas. No Brasil, existem em operação cerca de nove unidades de beneficiamento de resíduos de construção, implantadas a partir de 1991, sendo a experiência mais significativa a da Prefeitura de Belo Horizonte, que dispõe de duas usinas de reciclagem de entulho com capacidade para processar até 400 toneladas diárias.

A reciclagem dos resíduos da construção civil apresenta as seguintes vantagens:

- Redução de volume de extração de matérias-primas;
- Conservação de matérias-primas não renováveis;

- Correção dos problemas ambientais urbanos gerados pela deposição indiscriminada de resíduos de construção na malha urbana;
- Colocação no mercado de materiais de construção de custo mais baixo;
- Criação de novos postos de trabalho para mão-de-obra com baixa qualificação.

Por essas razões, a implantação de novas usinas de reciclagem para esses materiais deve ser incentivada, mesmo que sua viabilidade econômica seja alcançada através da cobrança de taxas específicas. Três fatores devem ser considerados quando se está avaliando a implantação de um processo de reciclagem de entulho em uma determinada região. Em ordem de importância, os três fatores são:

- Densidade populacional: é necessária uma alta densidade populacional de forma a assegurar um constante suprimento de resíduos que servirão de matéria-prima para a indústria de reciclagem;
- Obtenção de agregados naturais: escassez ou dificuldade de acesso a jazidas naturais favorecem a reciclagem de entulho, desde que um alto nível de tecnologia seja empregado. Abundância e fácil acesso a jazidas não inviabilizam a reciclagem do entulho de obra por si só, mas, por razões econômicas, normalmente induzem à aplicação de baixos níveis de tecnologia ao processo;
- Nível de industrialização: afeta diretamente a necessidade e a conscientização de uma sociedade em reciclar o entulho. Em áreas densamente povoadas, razões de ordem social e sanitária estimulam a redução do volume de resíduos que devam ser levados aos aterros.

Para John (2000), a reciclagem de resíduos se torna uma das principais vantagens da sustentabilidade. A primeira vantagem é a preservação dos recursos naturais, outra é a diminuição do consumo de energia, por exemplo, na fabricação de um bem com a diminuição dos desperdícios. O autor ressalta também que a reciclagem gera empregos e aumenta a competitividade econômica.

No entanto, pode-se avaliar através desta pesquisa que o grande problema é a disposição inadequada do RCD (resíduos de construção e demolição), muitas vezes depositado em locais públicos e terrenos baldios. Assim sendo, essa prática poderá incentivar o surgimento de pontos de “lixão”, o que traz impactos ambientais negativos e custos adicionais às administrações municipais, que acabam se responsabilizando por esses transtornos (AZEVEDO, 2006).

Quando não se aplica um programa de gestão do RCD, os administradores públicos ficam obrigados a tomar ações imediatas, apenas corretivas. Ou seja, a remoção dos resíduos

sólidos despejados em locais inadequados com a utilização de recursos públicos. Na gestão corretiva ocorrem ações temporárias, a fim de resolver problemas locais e imediatos, enquanto em programas aplicados na gestão do RCD poderá inventariar os principais pontos de despejos indevidos e controlá-los, além de planejar pontos estratégicos de coleta e ainda ações voltadas para o reaproveitamento desses resíduos. Nessa perspectiva, pode-se apontar que a gestão corretiva contempla atividades não preventivas e repetitivas, que ainda não trazem resultados adequados em longo prazo. Enquanto uma gestão diferenciada do RCD estará pautada na prevenção e redução, na facilitação de entrega dos resíduos sólidos, no uso de materiais recicláveis ou reutilizáveis e na coleta e disposição adequada (PINTO, 1999).

O mesmo autor define que a gestão diferenciada de RCD pode contribuir para a minimização dos custos das prefeituras municipais tanto para a limpeza pública quanto para o aproveitamento desses resíduos sólidos na construção, reforma e manutenção de vias e de locais públicos e em blocos de concreto sem função estrutural. Assim, para que ocorra um avanço na adoção dessas práticas sustentáveis é importante o envolvimento dos agentes sociais, sobretudo os empresários da construção civil, além dos administradores públicos que promovam aplicação de leis pertinentes (JOHN, 2000).

2.7.1 Desperdício de Materiais

Segundo a pesquisa "Desperdício de Materiais nos Canteiros de Obras" (VAHAN; SOUZA; PALIARI; COELHO) - trabalho coordenado pelo Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP - o desperdício médio está entre 7% e 8%, o que não é algo tão absurdo. Há construtoras que conseguem índices mais baixos e outras que estão bem acima disso. Esse número reflete as perdas de materiais que se tornaram entulho ou que ficaram incorporados na obra. Mas não leva em conta a despesa de mão-de-obra que essa perda implica, além da despesa para retirar esse entulho.

O RCC é normalmente gerado em grandes volumes. Quando se chega a uma obra em andamento, é comum ter uma caçamba na porta da mesma, e isso é algo que já vem de muito tempo na construção. O profissional responsável pela obra, muitas vezes, encontra dificuldades para a interpretação de um projeto, o que acaba gerando pequenos ou grandes erros de execução, tais como: perda de tempo, perda de matérias e até mesmo mão de obra desqualificada. Esses "erros" podem ser corrigidos com alterações no projeto, mas sempre que um projeto é corrigido, é gerado um número maior de resíduos, devido a uma

obrigatoriedade de refazer parte da construção. A obra sem acompanhamento de um engenheiro tende a ter mais desperdício de material, também como a forma de armazenagem dos materiais no canteiro é responsável por boa parte das perdas.

2.7.2 Reciclagem dos Resíduos da Construção Civil

Quando o material excessivo e/ou fruto de desperdício na obra vira entulho podemos direcioná-lo a reciclagem, esse processo consiste em separação em suas devidas classes (ABNT NBR15113: 2004) para suas determinações de utilização em fins específicos.

Usualmente a caracterização da composição dos RCD é realizada pela triagem a fonte, seguido de um processo simplificado de catação visual das partículas. Porém, apesar do método ser barato e simples, este processo apresenta alguns problemas, tais como:

- a) a dificuldade de reprodução da técnica;
- b) a complexidade para diferenciação entre partículas cimentícias de argamassa e de concretos;
- c) a variabilidade de propriedades físicas de determinada espécie minerais;
- d) a impossibilidade de se caracterizar agregados miúdos (ANGULO et al., 2004).

São medidas simples provenientes de atitudes de um responsável pela obra para o processo acontecer, essas iniciativas além de beneficiar o bolso, cuida do meio ambiente e da saúde pública inclusive, que fica vulnerável a graves contaminações quando esse entulho é descartado em terrenos baldios, leitos de rios e córregos e aterros clandestinos.

Para prevenção de todos esses problemas é de fundamental importância o Engenheiro responsável pela obra estar sempre atualizado sobre as inovações e soluções que o mercado nos oferece para que junto ao seu produto possa oferecer um leque de opções ao seu cliente de modo a não poluir o meio ambiente e reduzir seus gastos.

2.7.3 Resíduos Não Recicláveis

Os resíduos não recicláveis têm que ser direcionados para aterros próprios, esses locais possuem o solo devidamente preparado e impermeabilizado por geomembranas, são locais isolados da população e com acesso restrito para que o risco de contaminação seja totalmente descartado. Embalagens de produtos tóxicos, soluções e baterias devem ser devolvidas aos fabricantes ou direcionadas aos devidos locais. Todo e qualquer entulho que

não é reciclado ou reutilizado no canteiro de obras deve passar pelo Controle de transporte de resíduos - CRT (NBR 15113:2004 © ABNT 2004) que consiste em meios necessários para o encaminhamento desse material até o aterro.

2.8 LEGISLAÇÃO E NORMAS REFERENTES AO RCD

Essas legislações foram criadas para manter um padrão de reciclagem e correta destinação desses produtos. Exemplos:

- Resolução CONAMA n° 307 de 2002 (diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil);
- Resolução CONAMA n° 431 de 2011 (altera o art. 3° da Resolução n° 307 no que tange a classificação do gesso);
- NBR 15112 – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15113 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros: Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15114 – Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projetos, implantação e operação;
- NBR 15115 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos;
- NBR 15116 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.

2.9 USINAS DE RECICLAGEM DE RCD NO BRASIL

Em novembro de 1991, foi inaugurada a primeira usina de reciclagem de entulho do Hemisfério Sul, localizada no bairro de Santo Amaro, zona sul de São Paulo: a Usina de Reciclagem de Entulho de Itatinga (ZORDAN, 1997).

Erros de planejamento fizeram com que as primeiras usinas implantadas no Brasil, como a de Itatinga, na cidade de São Paulo, e a de Londrina, no Paraná, não tivessem os efeitos esperados, tornando-se ociosas em determinados momentos. Porém existem exemplos de sucesso, como o da cidade de Belo Horizonte, em Minas Gerais, que, partindo de um planejamento minucioso, iniciou um programa de reciclagem de RCD, incluindo a instalação

de 4 usinas de reciclagem e mais de 17 pontos de recepção, sempre próximos dos depósitos clandestinos (ZORDAN, 1997).

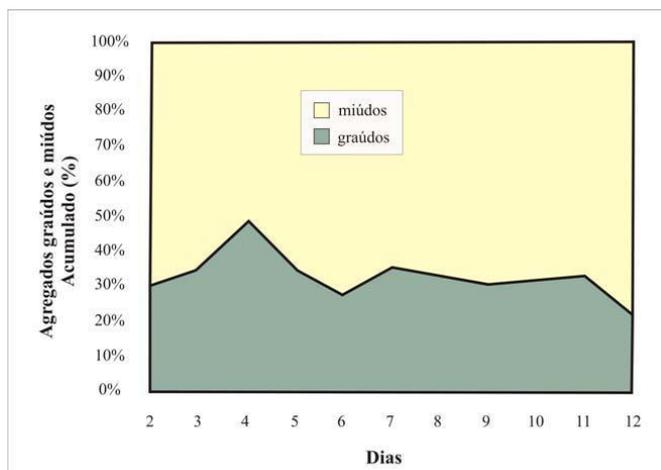
No Brasil, atualmente, existem em torno de 12 instalações de reciclagem de RCD classe “A” públicas e algumas privadas com escala de produção pequena (menor que 100 toneladas de RCD processado/dia). Não há reciclagem massiva no Brasil. O produto principal desta reciclagem é o agregado reciclado, destinado para usos como taludes, concretos magros de fundações, atividades de pavimentação entre outros (ANGULO et al., 2004).

Figura 3 - Procedimento do RCD a partir da chegada na Usina.



Fonte: Angulo & John (2004).

Em um estudo realizado por Angulo e John (2004), com amostras coletadas de uma central de reciclagem piloto da cidade de Santo André/SP, durante 12 dias, espaçados dentro de um período de um mês, verificou-se que a geração de agregado miúdo chegou a ser duas a três vezes maior que a geração de agregados graúdos e apresentou valores variáveis ao longo dos dias, conforme apresenta a Figura 4. Segundo os autores, estes elevados teores de agregados miúdos podem estar relacionados com a natureza de resíduo (de demolição) e regulagem e tipo do equipamento de britagem utilizado no beneficiamento.



Fonte: Angulo & John (2004).

2.9.1 Gestão de Resíduos em Belo Horizonte

Numa ação pioneira no país, a Prefeitura de Belo Horizonte, por meio da Superintendência de Limpeza Urbana (SLU), implementou o Programa de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil, no início dos anos 90. O trabalho inclui alternativas para o recolhimento e a disposição adequados do entulho com a opção de reaproveitamento.

No começo, essa rede era composta por três unidades instaladas nas regionais Oeste, Noroeste e Pampulha. As estações Estoril e Pampulha foram implantadas em 1995 e 1996, respectivamente. Em conjunto, as duas estações beneficiaram em 2004 96.420 toneladas/ano de entulho, perfazendo uma média de 365 toneladas/dia. (SINDUSCON-MG; SENAI-MG, 2008). Em junho de 2006, foi inaugurada a nova unidade, localizada dentro da Central de Tratamento de Resíduos Sólidos da BR-040.

A prefeitura de Belo Horizonte tem utilizado o material reciclado em obras de manutenção de instalações de apoio à limpeza urbana, em obras de vias públicas e também em obras de infraestrutura em vilas e favelas. Além disso, aproximadamente 1/3 (um terço) dos RCC destinados dos equipamentos de limpeza urbana, URPV, ERE e CTRS, é reciclado. A Prefeitura iniciou a instalação da rede de Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes - URPVs - para atender os pequenos geradores (até 2m³) em parceria com os carroceiros, o que tem contribuído expressivamente para a preservação ambiental da cidade. Elas funcionam como instalação auxiliar na captação de resíduos de construção provenientes de pequenas obras e reformas evitando-se, assim, a disposição irregular desses resíduos e viabilizando o encaminhamento da parcela de recicláveis para as estações de beneficiamento.

Visando obter, além dos benefícios ambientais, urbanísticos e para saúde humana, o baixo custo do transporte de resíduos para as estações de reciclagem e para o aterro sanitário, o descarte de entulho deve ser feito exclusivamente em locais designados pela PBH. Para depositar os resíduos ou o lixo no aterro sanitário em Belo Horizonte, além dos custos com transportes, é necessário o pagamento de impostos. Podemos observar na cidade um grande volume de depósitos de materiais em áreas irregulares, em bota-fora ou locais clandestinos. Uma das causas é justamente essa existência de tarifas para a correta destinação do resíduo da construção civil (PREFEITURA DE BELO HORIZONTE).

A experiência de Belo Horizonte na gestão dos resíduos de construção e demolição foi utilizada como referência para a elaboração da Resolução Conama nº 307, de 5 de julho de 2002, que estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil em todo o território nacional.

2.10 MEDIDAS INOVADORAS

Do ponto de vista ambiental, o problema principal com este tipo de resíduo está relacionado à sua deposição irregular e aos grandes volumes produzidos. A deposição irregular do resíduo é muito comum em todo o mundo. No Brasil, os números estimados por Pinto (1999) para cinco cidades médias variam entre 10 e 47% do total gerado. Estes resíduos depositados irregularmente causam enchentes, proliferação de vetores nocivos à saúde, interdição parcial de vias e degradação do ambiente urbano.

Os empreendimentos da construção civil são atualmente um dos maiores causadores de impactos ao meio ambiente. As atividades relacionadas à construção, operação e demolição de edifícios promovem a degradação ambiental através do consumo excessivo de recursos naturais e da geração de resíduos. Para a construção de edifícios tal fato ocorre principalmente pelo grande volume e diversidade de materiais nela empregados. A necessidade de minimização dos impactos ambientais gerados pelas edificações e a difusão dos conceitos de desenvolvimento sustentável levaram o setor a buscar construções com melhor desempenho ambiental (NASCIMENTO, 2006).

Construção sustentável significa que os princípios do desenvolvimento sustentável são aplicados ao ciclo de vida dos empreendimentos que fazem parte do ambiente construído, desde a extração e beneficiamento da matéria prima, passando pelo planejamento, projeto e

construção das edificações e obras de infraestrutura, até a sua demolição e gerenciamento dos entulhos, em intensidades que variam segundo suas especificidades (NASCIMENTO, 2006).

Por exigência da sociedade, as empresas foram obrigadas a perceber que, da mesma forma que trabalham com a gestão da qualidade para melhorar seus processos e obter melhores resultados com os clientes, devem usar a mesma lógica para melhorar sua relação com o meio ambiente (NASCIMENTO, 2006).

De acordo com Spadotto (2001) a organização da obra evita o desperdício de materiais e conseqüentemente beneficia o meio ambiente. Também propicia um ambiente mais limpo, agradável e também ajuda no desenvolvimento da construção.

Conforme Donat (2008) o governo brasileiro criou uma série de medidas como uma tentativa de amenizar a situação decorrente dos grandes volumes de entulhos. Como instrumento legal, em janeiro de 2002 foi criado pelo CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente, a Resolução nº 307, estabelecendo assim, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos provenientes da construção civil.

De acordo com a resolução CONAMA Nº 307 de Julho de 2002 que dispõe sobre a gestão dos resíduos da construção civil ao considerar a necessidade de implementação de diretrizes para efetiva redução dos impactos ambientais gerados, trata no artigo 4º desta resolução sobre a responsabilidade dos geradores a não geração, redução, reutilização, reciclagem e a destinação final, sucessivamente. E neste mesmo artigo § 1º - os resíduos não poderão ser dispostos em aterros sanitários domiciliares, áreas de “bota-fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e áreas protegidas por leis etc.

A referida resolução também trata dos instrumentos para a implementação da gestão dos resíduos da construção civil como o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, a ser elaborado pelos municípios e pelo Distrito Federal, o qual incorpora o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção civil.

Tendo em mente a grandiosidade da cadeia produtiva da indústria da construção civil, fica claro que não é possível alcançar o desenvolvimento sustentável sem que a indústria da construção também se torne sustentável.

Para minimizar os impactos ambientais da indústria da construção, Kilbert propôs os seguintes princípios:

- Minimizar o consumo de recursos: gastar mais tempo na fase de planejamento e projetos para otimizar a utilização de materiais e minimizar a produção de resíduos;

- Maximizar a reutilização de recursos: reutilizar componentes que ainda possam desempenhar a função para a qual foram produzidos, ou mesmo serem utilizados em outra função;
- Usar recursos renováveis e recicláveis: optar por materiais recicláveis ou cujas fontes de matéria-prima sejam renováveis;
- Proteger o meio-ambiente: evitar o uso de materiais cuja extração de matéria-prima cause danos ambientais, aproveitar os recursos naturais para iluminação e ventilação, reusar águas servidas, etc;
- Criar um ambiente saudável e não tóxico: evitar utilização de materiais que podem causar danos tanto ao meio ambiente quanto aos usuários;
- Buscar a qualidade na criação do ambiente construído: projetar utilizando técnicas que permitam uma construção mais econômica, menos poluente e que impacte menos agressivamente no meio-ambiente.

2.10.1 Modelo Espanhol para a Quantificação e a Gestão de Resíduos de Construção

Na Espanha, de acordo com o Real Decreto 105/2008, de 1 de fevereiro de 2008, o arquiteto é obrigado a incluir um estudo sobre a gestão de RCD na fase de projeto e o construtor é, também, obrigado a desenvolver um plano de gestão de RCD para a obra. Tanto o estudo como o plano são necessários para a obtenção da licença de construção e devem conter dois aspectos importantes: as quantidades de resíduos e o custo do tratamento deles (SÓLIS-GUZMÁN *et al.*, 2009). O decreto impõe também a obrigação de separação dos RCD na origem, a partir de certos limites, e proíbe a deposição de RCD sem tratamento prévio. Sendo este decreto inspirado em um modelo de gestão de resíduos implantado na comunidade Los Alcores (Sevilha, Espanha) que atingiu ótimos resultados, ficando conhecido como modelo Alcores.

O modelo Alcores é um modelo que estima o volume de resíduos que deverá ser gerado no canteiro de obras. A quantificação do volume de resíduos de construção e demolição, desde a fase de projeto, é essencial para os construtores planejarem e controlarem a disposição dos resíduos. Este modelo de quantificação foi desenvolvido através do estudo de 100 projetos de habitação, especialmente sua lista de quantidades e a definição de três coeficientes para estimar o volume demolido, o volume de destroços e o volume de embalagens. (SÓLIS-GUZMÁN, 2009)

O modelo é baseado no princípio descrito no Plano Nacional de Construção e Demolição 2001-2006 (Governo Espanhol - Ministério do Meio Ambiente, 2001) que estabelece que qualquer parte que produz resíduos é responsável pela sua correta disposição. O plano recomenda que um depósito monetário seja feito para garantir que os geradores lidem com os seus resíduos de construção e demolição da maneira mais apropriada. Conseqüentemente, o modelo de Alcores exige um depósito a ser pago pelo desenvolvedor do novo projeto de construção ou trabalho de demolição, antes da licença para construção e demolição ser concedida pela prefeitura. A quantidade do depósito depende do tipo de trabalho envolvido. (SÓLIS-GUZMÁN, 2009)

Entendendo que, de acordo com o modelo, ao finalizar o projeto temos a estimativa da quantidade de resíduos de construção e demolição, fica fácil destinar esses resíduos para uma área de disposição adequada.

Podemos resumir o modelo de gestão da seguinte maneira: pedido de licença de construção, relatório de avaliação dos resíduos de demolição e construção, correta gestão dos resíduos de demolição e construção e reciclagem, emissão de certificado de gestão correta e, finalmente, o retorno do depósito.

2.11 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A geração de resíduos na sociedade é um problema explícito que atinge o ecossistema de uma forma agressiva e descontrolada, quando analisado seus impactos é impossível não refletir como o ser humano é capaz de destruir seu *habitat* de forma tão ignorante e inconsequente.

Observando-se a destinação final dos resíduos, os vazadouros a céu aberto (lixões) constituíram o destino final dos resíduos sólidos em 50,8% dos municípios brasileiros, conforme revelou a PNSB 2008, sendo assim pode-se afirmar que esse número ainda é alto, e mostra que a maior parte dos responsáveis pelas entidades de manejo de resíduos sólidos no país é o poder público.

O estudo tange sobre um dos tipos de resíduos mais comuns e volumosos no Brasil, eles têm origem na construção civil e são toneladas de concreto, tijolos, telhas, argamassas, restos de armaduras de aço, plásticos, embalagens diversas, baterias, lixo tóxico entre outros produzidos diariamente em todas as partes do país, que parte das vezes são descartados de qualquer forma e/ou em qualquer lugar.

2.12 GESTÕES DO RCD

Segundo a resolução do CONAMA (2002), os geradores de resíduos da construção civil (pessoas físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem resíduos) devem ser responsáveis pelos resíduos das atividades da construção, reformas, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos.

Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, não podendo ser dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos, em áreas de “bota fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei (CONAMA, 2002).

A publicação da resolução do CONAMA Nº 307 motivou alguns municípios a implantarem planos de gerenciamento. Contudo, de acordo com estudos realizados por Pinto, dos 5.565 municípios existentes no país, apenas 50 implantaram planos de gerenciamento. Um levantamento sobre usinas brasileiras de reciclagem de RCD mostrou que essas usinas, operando nas capacidades máximas, conseguiriam reciclar apenas cerca de 4,5% dos RCD gerados.

Com a necessidade de uma implementação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos da construção civil, foi implantado o Plano de Gestão de Resíduos da Construção Civil que devem ser elaborados pelos municípios e pelo Distrito Federal, segundo a Art. 5º do CONAMA:

I. As diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local e para os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil a serem elaboradas pelos grandes geradores, possibilitando o exercício da responsabilidade de todos os geradores;

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

III. O estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e reservação e resíduos e de disposição final de rejeitos;

IV. A proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;

- V. O incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;
- VI. A definição de critérios para o cadastramento de transportadores;
- VII. As ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;
- VIII. As ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação.

Dentre as dificuldades apontadas para a implantação dos planos de gerenciamento de RCD, Marques Neto destaca a falta de recursos financeiros e a inexistência de corpo técnico qualificado nos quadros profissionais capazes de diagnosticar fontes geradoras e implementar ações, como a fiscalização.

No Brasil a política de reciclagem dos resíduos da construção e demolição ainda é recente, e vem ganhando cada vez mais espaço, com isso as empresas vem cada vez mais se modernizando. Já nos EUA desde a década de 1960 possui uma política para resíduos.

Um ponto que demonstra a relevância dos resíduos de construção e demolição é a sua crescente participação no total dos Resíduos Sólidos Urbanos. Na Malásia, esses resíduos correspondem, juntamente aos resíduos industriais, a 28% do total dos RSU, enquanto que o resíduo doméstico totaliza 37% do total. Na Austrália, em 2004, os resíduos da indústria da construção civil correspondiam a aproximadamente 37% do total de resíduos sólidos produzidos no país. Em Hong Kong, no Kuwait e no Reino Unido, esse tipo de resíduo corresponde a 38, 58 e 60%, respectivamente, de todo o resíduo sólido produzido, enquanto que, nos Estados Unidos, estima-se que os RCD correspondem de 10 a 30% do total de resíduos gerados no país. Para ter uma ideia de grandeza da geração desses resíduos, no Reino Unido este setor produz em torno de 109 milhões de toneladas por ano, sendo que esta quantidade equivale a 66% dos 165 milhões de toneladas de agregados naturais consumidos anualmente na construção civil. Estima-se também, que, aproximadamente, 200 milhões de toneladas de resíduos de concreto são atualmente produzidos anualmente no continente da China. Enquanto que em Taiwan, cerca de 14 milhões de toneladas de RCD é gerada a cada ano. Em Hong Kong, de acordo com dados do Departamento de Proteção Ambiental a partir de 2009, a cidade passou a produzir mais de 15 milhões de toneladas de RCD por ano.

Tabela 2 - Geração de resíduos em alguns países da União Europeia.

País	Ano	População em 1997 (x10⁶ Habitantes)	Geração de RCD (x10⁶ Toneladas)
Alemanha	1994-96	82	300
Reino Unido	1996	58,9	67
Holanda	1996	15,6	20,2
Bélgica	1990-92	10,2	34,6
Áustria	1997	8,1	26,4
Dinamarca	1996	5,3	10,7
Suécia	1996	8,8	5,9
Finlândia	1997	5,1	9,4
Irlanda	1995-97	3,7	1,9

Fonte: (EC, 1999)

Quando reutilizamos ou reciclamos esse entulho há uma significativa redução no consumo de recursos naturais não renováveis quando substituído por resíduos recicláveis (JOHN, 2000), há também uma redução de áreas necessárias para aterro, pela minimização de volume de resíduos de construção e demolição e devido às altas taxas que compreendem em mais de 50% da massa dos resíduos sólidos urbanos. (PINTO, 1999)

De acordo com Souza (1990) o consumo excessivo de materiais pode ocorrer em diferentes fases do empreendimento: concepção, execução ou utilização, cada uma delas gerando um tipo de material, que pode ou não ser aproveitado como agregado, por meio de reciclagem ou reutilização.

Não existem estudos sistemáticos sobre a origem dos resíduos no Brasil, estimou que o RCD gerado em atividades de manutenção, reforma e demolição varia 42 a 80% do total gerado. Naturalmente esta proporção vai depender das características de cada cidade. (PINTO, 1999)

Para Pinto (1999), a implantação e operação do sistema de gestão do RCD são compensados pela redução da necessidade de coleta e deposição do resíduo depositado ilegalmente e pela substituição de agregados naturais adquiridos de terceiros para consumo nas obras da municipalidade do agregado reciclado. Naturalmente, o sistema será tão mais interessante quanto maior o custo do agregado natural e do sistema de coleta da deposição ilegal.

O ramo da construção está tecnologicamente atrasado, principalmente no que diz respeito à inconstância dos processos construtivos, profissionais pouco qualificados, pouca utilização de novas tecnologias e alto grau de desperdício de materiais. É necessário que haja um desenvolvimento tecnológico voltado para o setor, a fim de apontar as respostas para tais dúvidas e exemplificar o processo como sendo um processo que além de trazer rentabilidade traga também benefício ao meio ambiente e assim, com uma normalização, seja aberta comercialização destes novos materiais (MARQUES NETO, 2005).

O entulho deve ser visto como uma oportunidade de reduzir custos e gerar lucro.

2.13 UTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL E SUA VIABILIDADE

2.13.1 Pavimentação

A pavimentação é uma das áreas mais simples de reciclagem, permitindo a utilização de diversos tipos de materiais reciclados, podendo ser aplicados na forma de brita corrida ou em mistura do resíduo com o solo. Os agregados reciclados podem ser utilizados como componente de revestimento primário, de base, reforço de subleito e sub-base proporcionando bons resultados no produto final.

Estudos mostram que a utilização do agregado reciclado na pavimentação não afeta a resistência e a durabilidade do pavimento, além de apresentar benefícios do ponto de vista financeiro.

A primeira experiência com acompanhamento tecnológico foi realizada pela prefeitura de São Paulo, onde foram aplicadas camadas de RCD como base e sub-base em pavimentos asfálticos em vias com baixo volume de tráfego, e o desempenho foi considerado bom (BRITO FILHO,1995).

Além de ser pioneiro, o município de São Paulo conta com um decreto (Decreto nº 48.075 de 28/12/2016) que dispõe a obrigatoriedade da utilização de agregados reciclados, oriundos de resíduo sólido da construção civil, em obras e serviços de pavimentação das vias públicas do município de São Paulo.

Entre suas vantagens estão:

- Permite a utilização de todos os componentes minerais do entulho (tijolos, argamassas, materiais cerâmicos, areia, pedras, etc.), sem a necessidade de separação de nenhum deles;

- Utilização do material reciclado tanto na fração miúda quanto na graúda;
- Economia de energia no processo de moagem do entulho (em relação à sua utilização em argamassas), uma vez que, usando-o no concreto, parte do material permanece em granulométricas graúdas;
- É a forma de reciclagem que exige menor utilização de tecnologia, o que implica no menor custo do processo;
- Possibilidade de utilização de uma maior parcela do entulho produzido, como o proveniente de demolições e de pequenas obras que não suportam o investimento em equipamentos de moagem/ trituração;
- Maior eficiência do resíduo quando adicionado aos solos saprolíticos em relação à mesma adição feita com brita. Enquanto a adição de 20% de entulho reciclado ao solo saprolítico gera um aumento de 100% do CBR, nas adições de brita natural o aumento do CBR só é perceptível com dosagens a partir de 40;

2.13.2 Agregados para o Concreto

Segundo Vieira (2004) a utilização do entulho como agregado para o concreto não estrutural, em proporções devidamente controladas, não afeta a resistência e muito menos a durabilidade do concreto em relação da corrosão das armaduras. Além disso, foi possível notar melhoras em algumas propriedades.

Suas vantagens podem ser definidas como:

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

2.13.3 Agregados para a Confeção de Argamassa

Após o entulho ser processado por equipamentos denominados “argamasseiras”, que moem o entulho, na própria obra, em granulometrias semelhantes as da areia, ele pode ser utilizado como agregado para argamassas de assentamento e revestimento.

Tem como vantagens:

- O resíduo encontra-se no local gerador, o que elimina custos com transporte;
- Efeito pozolânico apresentado pelo entulho moído;
- Redução no consumo do cimento e da cal;
- Ganho na resistência a compressão das argamassas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE ANÁPOLIS

Apontadas como uma possível solução para o problema de resíduos em excesso encontrados na cidade, quando não direcionados para o aterro, várias usinas foram implantadas no Brasil, mas não se encontram em operação, por vários motivos, sendo um deles a falta de mercado. Ainda existe uma resistência quanto a qualidade do material reciclado, onde muitos julgam o RCD como uma matéria prima de baixa qualidade. Mas muitas vezes o material apresenta características superiores ao material convencional.

No município de Anápolis não se encontra uma usina de reciclagem para os resíduos de construção civil, com isso foi feita uma visita até o aterro sanitário para ver se este está comportando de maneira correta os RCD e se existe superlotação.

3.1.1 Coleta e Transporte

O aterro de Anápolis é um aterro municipal, mas a sua operação é terceirizada, sendo as normas e critérios definidos pela prefeitura, de acordo com a legislação ambiental. Tanto a coleta quanto o transporte são de responsabilidade do gerador, cada caminhão é pesado na entrada do aterro, de acordo com a figura 5, sendo este responsável apenas pela disposição final.

Figura 5 - Entrada do aterro com balança para a quantificação de resíduos.



Fonte: Autoras (2017).

Os transportadores são as pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação (Resolução CONAMA 307/2002). Ainda nessa resolução está estabelecido a responsabilidade dos geradores dos RCC, criando uma rede de corresponsabilidade entre o gerador até o gestor da unidade de tratamento ou de disposição final. Quando os geradores não conseguem fazer o transporte, as empresas coletoras e transportadoras de entulhos se tornam responsáveis por esse serviço.

A coleta dos resíduos de construção civil do município de Anápolis é feita por dois transportadores principais: os disks caçamba, que são de responsabilidade do contratante da obra, e a prefeitura, que realiza a limpeza de locais de “bota fora” (locais irregulares de descarte de resíduo), sendo essa, atualmente, de menor quantidade.

Quadro 1 - Quantidades de resíduos da construção civil encaminhadas ao aterro sanitário de Anápolis.

Tipo de Resíduo	Quantidades (t)				
	2010	2011	2012	2013	2014
RCC gerados por particulares	84.413,02	94.123,41	97.279,81	113.262,70	131.140,45
RCC provenientes de bota foras	132.995,57	128.511,15	82.108,70	74.497,83	86.191,23
Total	217.408,59	222.634,56	179.388,51	187.760,53	217.331,68

Fonte: Contrato n.º 465/2009, Contrato n.º 165/2012 e Contrato n.º 264/2014 e aditivos (fev 2010 a dez de 2014).

A responsabilidade quanto ao manejo dos resíduos cabe ao gerador dos mesmos. Em Anápolis, existem atualmente 10 empresas que alugam contêineres à população anapolina para o acondicionamento e transporte dos RCC ao local de destinação final – Quadro 2.

Quadro 2 - Empresas que alugam contêineres para acondicionamento de resíduos da construção civil em Anápolis/GO.

Nome Fantasia	Razão Social
A Jato	M.A DA FONSECA TRANSPORTES - ME
Bronclaever	BRONSLINS CARVALHO-BRONCLAEVER ME
Caçamba Águia	LIMPA FOSSA E CAÇAMBA AGUIA LTDA
Caçamba Anápolis	LIMPA FOSSA ANÁPOLIS LTDA
Caramba Caçamba	CARAMBA CAÇAMBA E RECICLAGEM EIRELI - ME
Disk Caçamba	AMARAL E MACHADO LTDA
Disk Limp Entulho	NILSON TEODORO ARRUDA DA SILVA
Ki Caçamba	C. TAVARES DE SOUZA SILVA-KI CAÇAMBA ME
Lógica Locação	LÓGICA LOCAÇÃO DE EQUIPAMENTOS LTDA
Marrula	MILA CONSTRUTORA E LIMPEZA LTDA

Fonte: SEMMA/Anápolis, 2015.

Embora a responsabilidade do gerador esteja bem definida na Resolução nº 307 (CONAMA, 2002), de acordo com o Plano de Resíduos Sólidos no município de Anápolis, a destinação dos RCC gerados por particulares muitas vezes não corre da forma adequada devido, principalmente, aos custos envolvidos com o aluguel dos contêineres. Em abril de 2013, foram cadastradas 14 áreas de disposição irregular de RCC em Anápolis. Esses locais são limpos regularmente. Porém o serviço não é eficaz visto que, pouco tempo depois, os terrenos voltam a receber resíduos. O cercamento das áreas inibiu o descarte de resíduos em alguns casos, mas em outros as cercas foram destruídas ou houve a transferência do descarte, irregular para uma área próxima.

3.1.2 Identificação e Disposição

Nem todo entulho é encaminhado para o aterro, a disposição final depende do gerador, ele determina para onde o entulho será enviado. O aterro não tem controle quanto a composição dos resíduos da construção, a identificação é feita apenas visualmente. Na entrada no aterro existe a balança, onde é feita uma quantificação e qualificação para verificar se o resíduo pode ser recebido ou não. Devido o aterro ser classificado como classe II - como já foi especificado, segundo a NBR 10004 (ABNT, 2004), são aqueles não perigosos, que podem ser inertes e não inertes - alguns tipos de materiais não podem ser recebidos pelo aterro como pneus, lata de tinta, produtos químicos, tiner, mas ainda assim alguns geradores não cumprem com essa determinação. Quando esses materiais são identificados, à priori, são enviados de volta.

O aterro do município de Anápolis recebe o material e logo depois é feito o espalhamento e a compactação. Por ser um resíduo inerte, não há movimentação, pois não há nada se decompondo. É feito uma regularização do local visando o aumento da vida útil do aterro.

Primeiramente é feito a escavação do terreno, onde é aberta uma trincheira, figura 6, sendo feita nela a disposição. Após o resíduo ser despejado nas trincheiras, o trator começa com o espalhamento e a compactação, formando taludes a fim de dar estabilidade, figura 7. O talude tem a função de sustentar o maciço de entulho que será disposto sobre ele posteriormente, de tal forma que possibilite a operação de máquinas sem nenhum acidente.

Figura 6 – Trincheiras abertas para a disposição de resíduos.



Fonte: Autoras (2017).

Figura 7 – Taludes para a estabilidade e sustentabilidade do maciço de resíduos.



Fonte: Autoras (2017).

No aterro, o entulho limpo (material com mais pedaços de concreto, granulometria menor) é utilizado para o melhoramento das vias de acesso (recuperação de vias), principalmente no período chuvoso. Porém essa aplicação usa apenas uma pequena parcela de entulho recebido. Sendo esse recebimento feito e operado diariamente.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos os participantes envolvidos em um processo de construção, seja em qualquer fase da obra, têm responsabilidades equivalentes de prevenir e reduzir a geração de resíduos evitando assim futuros problemas ambientais. Em vista disso, obter a minimização na geração dos resíduos sólidos na construção civil é um caminho longo, mas essencial a ser trilhado.

No assunto gerenciamento de resíduos na construção civil, o Brasil tem se evoluído bastante, mas em termos mundiais se encontra atrasado em relação a outros países como a Espanha.

Tendo em vista que a quantidade de resíduos de construção civil é de uma grandeza que não pode ser desconsiderada e levando em conta a otimização do aterro sanitário, a melhor solução seria a implantação de uma usina.

A solução é visível, mas é necessária coragem para ser implementada, mesmo que esta tenha de se contrapor a interesses econômicos poderosos, assim como padrões de comportamento e consumo, difíceis de serem alterados, mas que, de uma forma ou de outra, terão de ser revisados.

Incentivos por parte dos empresários e governo são fundamentais para esse processo de evolução, sem isso, obter melhores resultados no campo de gestão de resíduos na construção civil será impossível, campo este que se revela muito interessante, importante ao meio ambiente e com boas possibilidades de desenvolvimento.

Tal medida proporcionaria benefícios sociais e econômicos, além de minimizar os impactos ambientais, que cresce devido o descarte incorreto de resíduos. Ocasionalmente assim uma menor demanda por agregado natural, reduzindo custos e aumentando a vida útil dos aterros sanitários.

Porém, tal medida seria vista como viável se o município trabalhasse em conjunto com cidades próximas e tornasse a usina, em um tipo de usina concessionária, onde recebesse, também, resíduos de outras cidades.

A conclusão desse trabalho se dá, então, de acordo com o intuito de conscientizar as pessoas da necessidade de cuidar do descarte dos resíduos, visando a proteção do meio ambiente, diminuindo assim a poluição. Além de gerar uma economia para a área da construção civil.

5 REFERÊNCIAS

ABNTNBR 10004:2004, 71 pág. Disponível em: www.abnt.org.br. Acesso em: 10/03/2017.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2010**. Abrelpe, 2011.

Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – **Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos -ABNT NBR 15115**. Disponível em: <http://www.portofeliz.sp.gov.br/cmsBusiness/upload/translin/afdd81dfbc71065e63b52b810f5b2aed.pdf>.

Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - **Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - ABNT NBR 15116**. Disponível em: <http://www.portofeliz.sp.gov.br/cmsBusiness/upload/translin/4c8a10f4a2709f403fded9d9b33f4000.pdf>.

ALMEIDA FILHO, N. e M. Z. ROUQUAYROL; **Introdução à Epidemiologia Moderna; Apce Produtos do Conhecimento e ABRASCO**, Salvador - Rio de Janeiro; edição, 1990.

ANGULO, S.C. **Metodologia de caracterização de resíduos de construção e demolição**. VI Seminário de Desenvolvimento Sustentável e Reciclagem na Construção Civil. IBRACON CT-206. São Paulo, 2004.

Áreas de Reciclagem – **NBR15114**. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/46_10112008103231.pdf. Pág 35.

Áreas de Transbordo de Triagem e Pontos de Entrega de Pequenos Volumes - **NBR 15112**. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/46_10112008103231.pdf. Pág. 20.

AZEVEDO, G. O. D.; KIPERSTOK, A.; MORAES, L. R. S; **Resíduos Da Construção Civil Em Salvador: Os Caminhos Para Uma Gestão Sustentável**. In: Revista De Engenharia Sanitária E Ambiental. Jan/Mar De 2006; Rio De Janeiro, 2006.

BAASCH, S. S. N. **Um sistema de suporte multicritério aplicado na gestão dos resíduos sólidos nos municípios catarinenses**. 1995. 120. p. Tese (Doutorado. Engenharia da Universidade Federal de Santa Catarina) – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 1995.

BODI, J.; BRITO FILHO, J. A; ALMEIDA, S **Utilização de Entulho de Construção Civil Reciclado na Pavimentação Urbana**. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 29. Cuiabá, 1995. **Anais**. Rio de Janeiro: ABPv, 1995.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002**. (2002). Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília: Diário Oficial da União.

BRITO FILHO, J. A. **Cidades versus entulhos**. In: SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2., São Paulo, 1999. **Anais**. São Paulo, 1999.

CABRAL, A.E.B. **Modelagem de propriedades mecânicas e de durabilidade de concretos produzidos com agregados reciclados, considerando-se a variabilidade da composição do RCD**. 2007. 254 p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **A construção em números**. Disponível em: <http://www.cbic.org.br/servicos/bd_cbic/tabelas/atual/Tabela2.xls> . Acesso em: 02 jun. 2017.

CARNEIRO, A. P.; Burgos, P. C; Alberte, E. P. V. (2001) **Uso do agregado reciclado em camadas de base e sub-base de pavimentos. Projeto Entulho Bom**. Salvador: EDUFBA / Caixa Econômica Federal.

COELHO, P.E.; CHAVES A.P; **Reciclagem De Entulho - Uma Opção De Negócio Potencialmente Lucrativa e Ambientalmente Simpática**; Areia e Brita, São Paulo; V. 2; N. 5; p. 31-35; 1998.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Brasília. 2002. **Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>>. Acesso em: 07 abr. 2017.

DONAT, L.M.; BECK, M.H.; **Diagnóstico De Resíduos De Construção E Demolição Do Município De Foz Do Iguaçu.** In: I Encontro Latino Americano De Universidades Sustentáveis (Elaus), Passo Fundo, 2008. Anais... Passo Fundo, 2008, 10 p.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY: EPA. **Characterization of building: Related construction and demolition debris in the United States.** 2006. Disponível em: <<http://www.epa.gov/waste/conservation/imr/cdm/index.htm>>. Acesso em: 07 abr. 2017.

IBGE: **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/0000000105.pdf>>. Acesso em: 11/05/2017.

JOHN, V. M; **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**; Tese (Doutorado em Livre Docência) - Universidade de São Paulo, 2000. **Mercado.** Disponível em: <<http://www.abrecon.org.br/mercado/>>.

KARPINSKI, A. L; PANDOLFO, A; REINEHR. R; KUREK. J. U; PANDOLFO. L; GUIMARÃES. J. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: Uma Abordagem Ambiental.** Porto Alegre: Edipurcs, 2009. 163p.

LEVY, S. M. **Reciclagem do Entulho de Construção Civil para Utilização como Agregado de Argamassas e Concretos.** São Paulo, 1997. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

LIMA, J. A. R. **Proposição de diretrizes para a produção e normalização de resíduo de construção reciclado e de suas aplicações em argamassas e concreto.** P. 204. Dissertação (Mestrado) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

MÁLIA, M.; BRITO, J. de; BRAVO, M.; **Indicadores de resíduos de construção e demolição para construções residenciais novas; Artigo - Departamento de Engenharia Civil, Arquitectura e Georrecursos Universidade Técnica de Lisboa Avenida, 2011.**

MARQUES NETO, José da Costa. **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil.** São Carlos: RiMa, 2005. 142p.

MORAIS; H. M. do C.; **Diagnóstico dos Resíduos da Construção Civil Coletados por Empresas Privadas no Município de Goiânia;** Trabalho de Conclusão de Curso - Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás (UFG), 2010.

NASCIMENTO, E.P; **Impactos Ambientais Gerados Na Construção De Edifícios: Contraste Entre a Norma e a Prática;** p. 2-4.

PENIDO, José et al; **Manual De Gerenciamento Integrado De Resíduos Sólidos;** Rio De Janeiro: IBAM, 2001; 193 p.

PINTO, T. P. **Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil:** a experiência do SINDUSCON-SP. São Paulo, 2005. 48p.

PINTO, T. de P; **Metodologia para Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana;** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), São Paulo - SP 1999; 189 p. Tese Doutorado

PIOVEZAN JUNIOR, G. T. A. **Avaliação dos resíduos da construção civil (RCC) gerados no município de Santa Maria.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2007.

Programa de Reciclagem dos Resíduos da Construção Civil. Disponível em: <http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=slu&lang=pt_br&pg=5600&tax=34905>. Acesso em: 28 ago. 2017.

Reaproveitamento de resíduos da construção civil. Disponível em: <<http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&app=slu&tax=34906&pg=5600&taxp=0&>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – **Diretrizes para projeto, implantação e operação – ABNT NBR 15113**. Disponível em: <<http://www.portofeliz.sp.gov.br/cmsBusiness/upload/translin/d14960a320b8433ebaf8a27bce9d4903.pdf>>.

Resolução CONAMA Nº 307/2002 - "**Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**". - Data da legislação: 05/07/2002 - Publicação DOU nº 136, de 17/07/2002, págs. 95-96 - Alterada pelas Resoluções 348, de 2004, nº 431, de 2011, e nº 448/2012.

SCHNEIDER, D. M. **Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo**. 2003. 130p. Teses (Mestrado) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

SINDUSCON-MG; SENAI-MG. **Gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil**, 2ª. ed. rev. e aum. Belo Horizonte: Sinduscon-MG, 2005. 68p.

SINDUSCON-SP. **Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil**: a experiência do SINDUSCON-SP. São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.sindusconsp.com.br>>. Acesso em: 07 abr. 2017

SOUZA, U.E.L. **Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva**. Ambiente Construído.

SPADOTTO, A.; NOLDAIR, A.B et al; **Impactos Ambientais Causados Pela Construção Civil**; Unoesc & Ciência – ACSA; Joaçaba; V.2; N.2; P.173-180; 2011).

TEIXEIRA, B. A. do N. **Gestão dos Resíduos Sólidos: desafio para as cidades**. Laboratório de Planejamento Municipal- DEPLAN, 2001 UNESP, Rio Claro/SP.

WAMBUCO, Projeto. Manual Europeu de Resíduos da Construção de Edifícios. V1 e V3. União Europeia. Acesso em: 02 jun. 2017.

XAVIER, L. L., ROCHA, J. C. **Diagnóstico do Resíduo da Construção Civil – Início do caminho para o uso do potencial do entulho**. IV Seminário Desenvolvimento Sustentabilidade e a Reciclagem na Construção Civil – materiais Reciclados e suas aplicações. 2001. Disponível em: [http:// www.reciclagem.pcc.usp.br/artigos.htm](http://www.reciclagem.pcc.usp.br/artigos.htm). Acesso em: 02 jun. 2017.

ZORDAN, S. E. **A Utilização do Entulho como Agregado na Confeção do Concreto**. Campinas, 1997. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.