

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ROGÉRIO FELIPE BATISTA DE SOUSA

**CONSTRUÇÃO CIVIL SUSTENTÁVEL
ANALISE DO POTENCIAL DE ABSORÇÃO DE RCD NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

ANÁPOLIS / GO

2015

ROGÉRIO FELIPE BATISTA DE SOUSA

**CONSTRUÇÃO CIVIL SUSTENTÁVEL
ANALISE DO POTENCIAL DE ABSORÇÃO DE RCD NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

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

ORIENTADOR: RHOGERIO CORREIA DE SOUZA ARAÚJO

ANÁPOLIS / GO: 2015

FICHA CATALOGRÁFICA

SOUSA, ROGÉRIO FELIPE BATISTA DE.

Construção Civil Sustentável [Goiás] 2015

61P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2015).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

1. Sustentabilidade2. Reciclagem

3. Construção Civil4. Viável

I. ENC/UNIII. Título (Série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOUSA, R. F. B. Construção Civil Sustentável. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 61p. 2015.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Rogério Felipe Batista de Sousa

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:

Construção Civil Sustentável

GRAU: Bacharel em Engenharia CivilANO: 2015

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.

ROGÉRIO FELIPE BATISTA DE SOUSA

**CONSTRUÇÃO CIVIL SUSTENTÁVEL
ANÁLISE DO POTENCIAL DE ABSORÇÃO DE RCD NA
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:

**RHOGERIO CORREIA DE SOUZA ARAÚJO, mestre (UniEvangélica)
(ORIENTADOR)**

**JULLIANA SIMAS RIBEIRO, mestra (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**AGNALDO ANTONIO MOREIRA T. DA SILVA, especialista (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: ANÁPOLIS/GO, 27 de NOVEMBRO de 2015.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho para quem um dia dedique seu tempo para lê-lo. Espero que o leitor encontre aqui o conteúdo desejado e que esse de alguma forma seja de util e benéfico ao leitor e sociedade.

AGRADECIMENTOS

Para Iraides Divino de Sousa, meu pai, que nunca permitiu que nada me faltasse, qualquer coisa boa vinda de mim garanto que foi ou será grassas a sua influencia;

Para Kelles Aparecida Batista de Sousa, minha mãe, que sempre cuidou para que eu não deixasse de lado a busca por crescimento pessoal;

Para Elaine Maria Nascimento, minha namorada, que com seu companheirismo vibra comigo cada momento do meu crescimento, me auxília e principalmente cuidada de mim;

Para Jessica Karolliny Batista de Sousa, minha irmã, que sempre me estende a mão quando realmente preciso;

Para Geralda Ferreira de Sousa, minha avó que por muitos anos me acolheu em sua casa e cuidou de mim para que eu pudesse seguir meus estudos;

Para Prof. Mestre Rhogério Correia de Souza Araújo, por ter aceito me orientar neste trabalho, pela dedicação, seriedade, tranquilidade, compreensão e pela competente orientação, também não posso deixar de agradece-lo pelos ensinamentos passados nos primeiros anos de curso, esses são de grande valia como suplemento do desenvolvimento de qualquer trabalho;

Para o engenheiro Vinícius Marques Moreira Rosa, grande amigo de infancia, que me deu valiosas dicas durante esses anos, que inclusive me influenciou na escolha do tema para esse trabalho;

Para Tayssa Cordeiro de Oliveira e Steven Roger, amigos sinceros, sempre fazendo o bem para os proximos sem nem ao menos se importarem se serão retribuidos, nunca tiveram egoismo em dividir seu conhecimento, são pessoas realmente boas;

Para Daniella Louza Sanches e Victor Matias Romão, amigos que tive muito prazer em conhecer, eles fizeram com que esses anos de faculdade fossem mais cheios de alegria;

Para Ana Lucia Corrijo Adorno e Juliana Simas Ribeiro que vejo como exemplos de ótimas professoras, durante o tempo que fui aluno delas percebi que elas realmente se importam muito com o aprendizado dos alunos, estão sempre dispostas para ajudar, me sinto muito afortunado por ter aprendido com professoras de tão alto nível;

Para Nelson Siqueira Neto e Victor Roriz Rizzo Louza, proprietários da RNV Resíduos, por terem aberto as portas de sua empresa para que eu pudesse aprender ainda mais sobre o tema do trabalho;

Para Saulo de Paiva, gerente da RNV Resíduos, por ter disposto de seu tempo e explicado passientemente cada passo do beneficiamento dos resíduos de construção e sanado todas as minhas dúvidas.

Para Jonathan Barbosa, representante comercial da Ciplan, por dispor de seu tempo e mostrar tanta força de vontade para ajudar um desconhecido.

A todos que de alguma forma contribuíram durante essa caminhada, meus sinceros agradecimentos,

Rogério Felipe Batista de Sousa.

RESUMO

A construção civil cria com esplendor e faz o inimaginável ser possível, se desenvolve com muita agilidade, sempre criando novas tecnologias, tem forte importância econômica e grande responsabilidade ambiental, mesmo assim é considerada uma das maiores produtoras de resíduos sólidos no mundo, fazendo uso frequente de matérias primas não renováveis e gerando quantidades alarmantes de resíduos. Os resíduos de construção civil se descartados de forma irregular trazem vários transtornos para o meio ambiente e sociedade, podendo causar enchentes, destruindo a flora e propiciando a proliferação de animais peçonhentos. A reciclagem dos resíduos de construção de demolição consegue fazer o beneficiamento desses criando materiais baratos e de muita boa qualidade com potencial para serem utilizados na confecção de blocos de concreto para fins não estruturais, tijolos de solos-cimento, contra piso, entre outro. Esse trabalho faz análises e discute sobre resíduos de construção e demolição reciclados e utilizados na própria construção civil, verificando os cuidados necessários para cada tipo de situação, como também os benefícios que esses métodos proporcionam, tanto em fatores ecológicos, sociais e financeiros.

Palavras-chave: Construção Civil. Resíduos de Construção e Demolição. Sustentável.

ABSTRACT

The construction create with splendor and make the unthinkable possible, develops with great agility, always creating new technologies, has strong economic importance and great environmental responsibility, it is still considered one of the largest producers of solid waste in the world, making frequent use of non-renewable raw materials and producing alarming amounts of waste. The construction waste is disposed irregularly bring various disorders for the environment and society, may cause floods, destroying the flora and promoting the proliferation of poisonous animals. The recycling of demolition construction waste can make the processing of such cheap materials and creating a lot of good quality with potential for use in the manufacture of concrete blocks for non-structural purposes in soil cement bricks, floor against, among others. This work is analyzes and discusses recycled construction and demolition waste and used in own construction by checking the care needed for each type of situation, as well as the benefits that these methods provide both in ecological, social and financial factors.

Keywords: Construction. Construction and Demolition Waste. Sustainable.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Resíduos da Construção Civil.....	9
Figura 2 - Peneira para RCD.....	12
Figura 3 - Aterro para disposição de resíduos em geral em Silvânia-Go.....	13
Figura 4 – Resíduo de Construção e Demolição após britagem.....	13
Figura 5 – Denominação dos agregados naturais e reciclados.....	14
Figura 6 – Denominação do material finamente pulverizado.....	14
Figura 7 - Tijolo de RCD.....	15
Figura 8 - Prensa para moldagem dos tijolos – Fábrica TijoleKo.....	22
Figura 9 - Figura 9 – Blocos de concreto fabricados pela Blocoforte em Vianópolis.....	24
Figura 10 – Tijolos Solo-cimento fabricados pela Tijoleko em Anápolis-Go.....	30
Figura 11 – Descarte irregular de RCD em Leopoldo de Bulhões.....	32
Figura 12 - Descarga de RCD para futuro tratamento.....	32
Figura 13 - Material como costuma ser recebido no centro de reciclagem.....	33
Figura 14 – Início do processo de beneficiamento.....	33
Figura 15 - Máquina realizando processamento e separação de areia, brita e rachão.....	34
Figura 16 – Máquina de britagem.....	34
Figura 17 - Material já separado e pronto para venda.....	35
Figura 18 – Valores.....	36
Figura 19 – Agregados reciclados de diferentes granulometrias.....	37
Figura 20 - Umidecendo camada de aterro em Aparecida Shopping.....	37
Figura 21 - Aplicação de RCD.....	38
Figura 22 – Produtos feitos a partir de RCD.....	38
Figura 23 – Camadas de aterro utilizando material reciclado.....	39
Figura 24 – RCD uso em sistema de drenagem.....	39
Figura 25 – Madeira separada do material recebido.....	40
Figura 26 – Contaminantes retirados do material.....	41
Figura 27 – Metais retirados do material recebido.....	42
Figura 28 – Empresa de beneficiamento de gesso.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resistência dos corpos de prova aos 7 dias – amostra 1.....	21
Tabela 1 - Resistência dos corpos de prova aos 7 dias – amostra 2.....	21

LISTA DE ABREVIÇÕES, SIGLAS E SIMBOLOS

RCD	Resíduos de Construção e Demolição
NBR	Norma Brasileira
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
ATT	Área de Transbordo e Triagem de Resíduos da Construção Civil
PNRS	Política Nacional dos Resíduos Sólidos
RCC	Resíduo de Construção Civil
CO2	Dióxido de Carbono
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
CAP	Cimento Asfáltico de Petróleo
WPPPC	Working Party Pollution Prevention and Control
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
ABRELPE	Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA	13
1.2 OBJETIVOS GERAIS	14
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2 CONSTRUÇÃO CIVIL SUSTENTÁVEL	15
3 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO – RCD	18
3.1 CLASSIFICAÇÕES	20
3.2 CUIDADOS	21
3.3 PROCESSAMENTOS	22
3.4 DESTINOS DE RECICLAGEM	25
3.3.1 Pavimentação Asfáltica e Camadas de Aterro	26
3.3.2 Blocos de Concreto	29
3.4 QUESTÕES POLITICAS E SOCIAIS	33
3.4.1 Termos Politicos e Legais	33
3.4.2 Importância para a Poluição	36
3.4.3 Entrevista	39
4 ANALISE	42
4.1 EMPRESA ANALISADA	42
4.2 HISTÓRIA	42
4.3 SERVIÇOS	42
4.4 EXIGENCIAS PARA RECEBIMENTO MATERIAL	43
4.5 BRITAGEM E SEPARAÇÃO DE AGREGADOS RECICLADOS	44
4.6 QUALIDADE FINAL	45
4.7 VALORES DE RECEBIMENTO E VENDA	46
4.8 MATERIAIS PRODUZIDOS	46
4.9 UTILIZAÇÕES DOS AGREGADOS RECICLADOS	48
4.10 O QUE A EMPRESA NÃO UTILIZA	50
4.11 RESULTADOS	53
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

A partir de estudos e análises simples é possível garantir que a construção civil possui potencial para deixar a posição de antagonista na preservação do meio ambiente e pode assumir o título de exemplo no consumo de materiais reciclados.

A necessidade de preservação ambiental e a tendência de escassez dos recursos naturais fazem com que a construção civil adquira novos conceitos e soluções técnicas visando à sustentabilidade de suas atividades (SOUZA *et al*, 2007).

A Indústria da Construção Civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, mas por outro lado, comporta-se ainda como grande geradora de impactos ambientais (PINTO, 2005).

Segundo Bianchini *et al.* (2005 *apud.* BRASILEIRO, 2013) as atividades de construção demandam uma notável quantidade de materiais inertes, tais como areia e cascalho, que usualmente são fornecidos por meio da extração de sedimentos aluviais. A extração desses sedimentos modifica o perfil dos rios e o seu equilíbrio, além de introduzir problemas ambientais como modificação em sua estrutura hidrológica e hidrogeologia. A extração de material inerte de formações rochosas em área acidentadas e montanhosas também é uma danosa atividade ao meio-ambiente, uma vez que altera a paisagem e provoca problemas de instabilidade.

Desde os períodos pré-históricos o homem tem transformado matérias-primas (pedras, barro, peles, lã, trigo, etc.) em produtos úteis à sua sobrevivência. Esse antigo método de transformação é denominado como artesanato, na qual através de instrumentos transformava a matéria-prima até chegar ao produto final.

Segundo Boldrin *et al.* (2006; LINTZ *et al.*, 2012), a construção civil é uma das atividades mais antigas que se tem conhecimento e, desde os primórdios da humanidade, até hoje, ainda é executada de forma artesanal, gerando como subproduto grande quantidade de resíduos de diversas naturezas, sendo também, responsável pelo consumo excessivo de recursos naturais provenientes de fontes não-renováveis.

Segundo Chen e Chambers (1999), os impactos ecológicos não eram considerados nas sociedades primitivas, pois a produção de resíduos era pequena e a assimilação ambiental era grande. Somente após o desenvolvimento tecnológico da revolução industrial no mundo, é que esta preocupação veio à tona. A partir desta constatação, começam a surgir as primeiras preocupações e questionamentos relativos ao efeito estufa e conseqüentemente o aumento do

consumo de energia, a destruição da camada de ozônio, a poluição do ar e as chuvas ácidas, o consumo desmedido de matérias-primas não renováveis, a geração de resíduos, dentre outros. E é justamente a partir daí que surge o termo desenvolvimento sustentável. Desta forma, desenvolvimento sustentável pode ser definido como aquele que “permite atender às necessidades básicas de toda a população e garantir a todos a oportunidade de satisfazer suas aspirações para uma vida melhor sem, no entanto, comprometer a habilidade das gerações futuras atenderem suas próprias necessidades.”

Para Rosa (2013), a geração de resíduos está ligada diretamente ao desenvolvimento de atividades referentes a construção civil, em grande parte essa produção é agravada devido a falha do planejamento de uma obra, a tecnologia empregada, a mão-de-obra sem especialização, assim como, vários outros fatores.

Segundo Cabral *et al.* (2009), como em todo processo industrial, o uso dos insumos da indústria da construção civil gera resíduos em grande escala, que necessitam ser gerenciados.

O setor da construção civil tem fundamental importância e responsabilidade para a realização do desenvolvimento sustentável. A construção civil é o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos ambientais. É estimado que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados por todas as atividades humanas sejam provenientes da construção.

Segundo Abramovay *et al.*, (2013) aumenta ano a ano a geração de lixo pela sociedade brasileira, tanto em termos absolutos como per capita. Embora a quantidade de aterros sanitários tenha crescido de forma expressiva desde o início do século 21, 40% do volume total dos resíduos produzidos é despejado em lixões ou em sua versão apenas um pouco menos nociva, os aterros controlados, sendo essa proporção muito mais alta nas Regiões Nordeste e Norte (Abrelpe, 2013:33; Abrelpe, 2012). Os aterros sanitários são o destino do lixo em apenas 27% dos municípios brasileiros. E onde eles predominam, como em São Paulo, os resíduos são transportados a longas distâncias, o que encarece o conjunto do sistema e amplia as emissões por ele geradas (Jacobi e Besen, 2011).

1.1 JUSTIFICATIVA

Independente de cultura ou época a construção civil faz parte do ser humano, pois isso não é luxo, é necessidade, o problema em questão é que atualmente os recursos naturais, em grande parte não renováveis são utilizados em grande escala, esse trabalho tem com preocupação a busca de subsídios alternativos e redução de resíduos desse setor.

Devidamente reciclado, o resíduo apresenta propriedades físicas e químicas apropriadas para seu emprego como material de construção (FAGURY, 2007).

Esse trabalho tem como razão salientar a importância do estudo e demonstrar a possibilidade da utilização de materiais alternativos para a construção civil, em específico os reciclados, tendo foco em especial para os Resíduos de Construção e Demolição. Isso afim de proporcionar uma melhor condição de vida para a população e cuidados para a preservação do planeta.

Pinto (1999) afirma que os processos de gestão de resíduos em canteiros de obra, por meio da sofisticação dos procedimentos de demolição e de especialização no tratamento e reutilização de RCD, podem conformar um novo ramo da engenharia civil.

1.2 OBJETIVOS GERAIS

Demonstrar que a construção civil, em especial a Brasileira, tem capacidade de reduzir sua enorme geração de resíduos para quantidades realmente mínimas.

No intuito de amenizar os prejuízos causados pela falta de gerenciamento do RCD (Resíduo de Construção e Demolição) a pesquisa que gerou o presente trabalho visa demonstrar quais são os destinos dos resíduos que podem ser utilizados na construção civil e analisar os reaproveitamentos mais adequados para cada um desses, também fomentar as boas práticas de promover a conscientização na preservação do meio ambiente com responsabilidade.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Buscar matérias de construção de origem reciclada que além de serem favoráveis para a manutenção de um meio ambiente saudável também sejam baratos, duradouros e com boa trabalhabilidade, sendo assim interessantes para a utilização em novas construções ou reformas. Os materiais buscados na pesquisa também deverão produzir construções agradáveis e que permitam mudanças para que sejam evitados demolições, desperdícios e entulhos.

O trabalho vai descrever as características dos principais reciclados que podem ser utilizados na construção civil, como reagem em uso, quais as limitações, cuidados para utilização e vantagens desses.

Além disso aqui será feita a análise dos termos políticos e legais que pode induzir um maior uso de agregados reciclados na construção civil.

2 CONSTRUÇÃO CIVIL SUSTENTÁVEL

O setor da construção civil possui agilidade em seu desenvolvimento tecnológico, tendo frequentes melhoras que beneficiam em redução de custos, maior produtividade e qualidade, por outro lado esse setor também é responsável por impactos consideráveis ao meio ambiente em um nível global. Tais impactos ocorrem na fase de construção e na demolição. A construção civil é responsável por um elevado consumo de energia elétrica, emissões de dióxido de carbono (CO₂) oriundas da queima de combustíveis fósseis, a produção de resíduos sólidos e o consumo de recursos naturais não renováveis.

Qualquer processo produtivo acaba por gerar algum tipo de resíduo, contudo é importante buscar uma finalidade para esses, desde que um resíduo seja utilizado para um novo propósito esse não mais irá se tornar um amontoado de problemas para a natureza e sociedade e provavelmente ainda reduzirá o consumo de alguma matéria prima.

Empresas, em especial as de construção civil geram grandes quantidades de resíduos que poderiam ser reaproveitados, reciclados ou reutilizados. O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Obras de Construção Civil visa minimizar tais resíduos, assim como reduzir gastos com seus tratamentos e disposição final, beneficiando-o e assim economizando e melhorando a produção para as empresas.

A reciclagem de resíduos pela indústria da construção civil vem se consolidando como uma prática importante para a sustentabilidade, seja atenuando o impacto ambiental gerado pelo setor ou reduzindo os custos (ANGULO *et al.*, 2001).

Além de ser uma opção em relação às demais, a reciclagem de resíduos apresenta várias vantagens potenciais do ponto de vista da sustentabilidade. No entanto, a vantagem ambiental de um processo de reciclagem, somente pode ser dada como certa, após análise específica através de ferramentas como a da análise do ciclo de vida (JOHN, 2000).

De acordo com Pinto (1999 *apud.*, John, 2002), nas grandes cidades brasileiras as atividades de canteiro de obras são responsáveis por aproximadamente 50 % dos resíduos de construção e demolição, enquanto que a atividade de demolição e manutenção são responsáveis pela outra metade.

De acordo com Brasileiro (2013) para que o processo de reciclagem seja feito alguns cuidados são exigidos, os resíduos geralmente apresentam grande heterogeneidade além da possibilidade de possuir contaminantes. 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.

Segundo relatório do World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) o setor de construção responde por 40% do consumo mundial de energia sendo que também é responsável pela geração de emissões de carbono maiores que o setor de transportes. A WBCSD recomenda que os governos, as empresas e os cidadãos comecem a reduzir seu consumo de energia nas novas e antigas construções a fim de reduzir em 77%, ou 48 gigatoneladas, o impacto ambiental relacionado à energia.

A reciclagem é uma alternativa que proporciona a construção civil uma solução para diminuir os impactos gerados pela a sua produção de resíduos, que de forma desenfreada pode provocar danos gravíssimos ao meio ambiente. (ROSA, 2015)

Desta forma, de acordo com Angulo *et al.* (2002), reciclagem na construção civil pode gerar inúmeros benefícios citados abaixo:

- a) redução no consumo de recursos naturais não-renováveis, quando substituídos por resíduos reciclados (ANGULO, 2002 *apud* JOHN, 2000).
- b) redução de áreas necessárias para aterro, pela minimização de volume de resíduos pela reciclagem. Destaca-se aqui a necessidade da própria reciclagem dos resíduos de construção e demolição, que representam mais de 50% da massa dos resíduos sólidos urbanos (ANGULO, 2002 *apud* PINTO, 1999).
- c) redução do consumo de energia durante o processo de produção. Destaca-se a indústria do cimento, que usa resíduos de bom poder calorífico para a obtenção de sua matéria-prima (co-incineração) ou utilizando a escória de alto-forno, resíduo com composição semelhante ao cimento (ANGULO, 2002 *apud* JOHN, 2000).
- d) redução da poluição; por exemplo para a indústria de cimento, que reduz a emissão de gás carbônico utilizando escória de alto forno em substituição ao cimento Portland (ANGULO, 2002 *apud* JOHN, 1999).

Para Jhon (2000) e Pinto (1999) *apud* Menezes (2011), a reciclagem na construção civil pode gerar vários benefícios como redução no consumo de matérias-primas e insumos energéticos, redução de áreas necessárias para aterro e aumento da vida útil dos que estão em operação.

Angulo *et al.* (2011) diz que as empresas privadas de construção, que são grandes geradoras do resíduo Classe A, devem desenvolver projetos de gerenciamento específicos, por exemplo, triagem em canteiros de obras, incluindo o uso de transportadores cadastrados e área licenciadas para manejo e reciclagem. O poder público deve oferecer uma rede de coleta e

destinação ambientalmente correta para os pequenos geradores, responsáveis por reformas e autoconstruções e incapazes de implementar a autogestão.

Cabral *et al.* (2011), dá algumas sugestões para a destinação final de componentes de obras:

- a) o entulho de concreto pode ser utilizado na construção de estradas, como agregado para produção de concreto asfáltico, de sub-bases de rodovias, artefatos de concreto, como meio-fio, blocos de vedação, briquetes, etc.;
- b) a madeira pode ser reutilizada na obra ou ser triturada e usada na fabricação de papel e papelão;
- c) o papel, papelão e plástico de embalagens, bem como o metal podem ser doados para cooperativas de catadores;
- d) o vidro pode ser reciclado em novo vidro;
- e) o resíduo de alvenaria, incluindo tijolos, cerâmicas e pedras, pode ser utilizado na produção de concretos;
- f) os sacos de cimento devem retornar à fábrica para utilização como combustível na produção do cimento;
- g) o gesso pode ser reutilizado para produzir o pó de gesso novamente ou pode ser usado como corretivo de solo;
- h) resíduos perigosos devem ser incinerados ou aterrados com procedimentos específicos.

3 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO – RCD

De acordo com o CONAMA (2002) os resíduos da construção civil são provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, esses são 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., geralmente chamados de entulhos de obras.

Segundo Brasileiro (2013), uma solução, que a cada dia ganha força entre os pesquisadores, é a reciclagem de RCD e sua reutilização na própria construção civil como matéria-prima alternativa. Além de redução da superexploração de jazidas minerais, para extração de recursos naturais não renováveis, há também, a carência de locais para a deposição desses resíduos, fazendo com que as distâncias entre os locais de demolição e as áreas de disposição sejam cada vez maiores, onerando os custos de transporte.

De acordo com Oliveira (2008), durante o processo de construção são utilizados uma grande variedade de materiais, e muitos destes materiais geram resíduos, as vezes devido às quebras, as sobras, dentre outros, tornando-se não mais necessários a construção, assim ocorre também quando se realiza a demolição de um edifício, são gerados uma significativa gama de resíduos. Praticamente todas as atividades desenvolvidas no setor da construção civil são geradoras de resíduos, sendo o alto índice de perdas no processo construtivo a principal causa da geração de RCD.

A reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCDs) é uma oportunidade de transformar despesas numa fonte de faturamento ou, pelo menos, de reduzir as despesas com deposição e volume de extração de matérias-primas, o que contribui para preservar recursos naturais limitados. (FAGURY, 2007)

A reciclagem do RCD para a produção de agregados reciclados tem se tornado uma prática cada vez mais comum, particularmente em cidades onde há uma inacessibilidade ou escassez de agregados naturais, proporcionando altos custos para adquiri-los. (CABRAL et al., 2009)

Um dos problemas inerentes ao uso de agregados reciclados é a possibilidade de existirem contaminantes (LOVATO, 2007).

De acordo com Angulo *et al.* (2001), é preciso que a escolha da reciclagem de um resíduo seja criteriosa e pondere todas as alternativas possíveis com relação ao consumo de energia e matéria-prima pelo processo de reciclagem escolhido.

Resíduos produzidos por manutenção de obras de pavimentação, naturalmente, vão apresentar composição compatível com os materiais empregados, revelando especialmente asfaltos (JOHN *et al.*, 2000).

Para Lovato (2007), a situação ideal para o reaproveitamento dos resíduos de construção e demolição seria que não fosse necessário nenhum tipo de beneficiamento. No entanto, como estes materiais normalmente vêm em grandes dimensões, torna-se imprescindível realizar algumas operações de beneficiamento.

Angulo *et al.* (2003) afirma que a reciclagem de RCD é uma forma de aproximar o setor da sustentabilidade através da redução dos impactos negativos dos seus resíduos nas cidades e da geração de matéria-prima que pode ser substituída pela natural, não-renovável.

Agregado reciclado é o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infraestrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia (CONAMA, 2008).

De acordo com Brum (2000 *apud* Patto, 2006), ao ser reciclado, o entulho apresenta propriedades físicas, mecânicas, químicas e ambientais apropriadas para a produção de materiais de construção, como agregado. Este resíduo é caracterizado como material inerte e apresenta um grande potencial para reutilização e reciclagem.

Figura 1 – Resíduos da Construção Civil



Fonte: Rosa, 2013

3.1 CLASSIFICAÇÕES

Souza *et al.* (2008), descrevem que os resíduos de construção e demolição são constituídos de restos de argamassa e concreto, materiais cerâmicos, metais, plásticos, madeiras, papéis e vidros.

Conforme John (2000), os resíduos de construção são constituídos de uma ampla variedade de produtos, que podem ser classificados em:

- a) Solos;
- b) Materiais “cerâmicos”: rochas naturais; concreto; argamassas a base de cimento e cal; resíduos de cerâmica vermelha, como tijolos e telhas; cerâmica branca, especialmente a de revestimento; cimento-amianto; gesso – pasta e placa; vidro
- c) Materiais metálicos, como aço para concreto armado, latão, chapas de aço galvanizado, etc.;
- d) Materiais orgânicos: como madeira natural ou industrializada; plásticos diversos; materiais betuminosos; tintas e adesivos; papel de embalagem; restos de vegetais e outros produtos de limpeza de terrenos.

O CONAMA (2008) estabelece que os resíduos da construção civil deverão ser classificados da seguinte forma:

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

- a) 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, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

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

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

IV - Classe D: são 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.

A classificação de resíduos sólidos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e características, e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. NBR 10004 (ABNT, 2004)

A granulometria dos agregados reciclados varia de acordo com o tipo de resíduo processado, os equipamentos utilizados no beneficiamento e a granulometria do resíduo antes de ser processado, logo cada tipo particular de resíduo reciclado terá a sua curva granulométrica (LIMA, 1999 *apud* LOVATO, 2007).

Para Patto (2006) o processo de reciclagem do entulho para obtenção de agregados basicamente envolve a seleção dos materiais recicláveis do entulho e a trituração em equipamentos apropriados, seguindo uma sequência de trabalho que vai da escolha dos materiais recicláveis do entulho, passando pela trituração e peneiramento, indo formar o agregado reciclado.

Na maioria dos casos, os agregados reciclados apresentam a massa específica e a massa unitária menores que os agregados naturais. Isto pode ser explicado pelo fato que os resíduos de construção e demolição são compostos de materiais porosos (LIMA, 1999 *apud*. LOVATO, 2007).

3.2 CUIDADOS

O risco de contaminação ambiental por este tipo de reciclagem pode ser considerado baixo, embora um controle mínimo seja desejável especialmente quando se trata de RCD oriundos de instalações industriais (JOHN, 2000).

NBR 15.115 (ABNT, 2004), o agregado reciclado deve ser transportado para o local de aplicação, devidamente protegido contra intemperismo ou contaminação.

A reciclagem dos RCD contaminados com materiais não-inertes produz reciclados de pouca qualidade. Então, é fundamental a separação dos diversos tipos de resíduos produzidos, onde a fase inerte é a que possui maior potencial de reciclagem para produção de reciclados de boa qualidade a serem reaproveitados na própria construção civil (CABRAL, 2011).

Segundo Lima (1999 *apud*. Lovato 2007), uma vez que os agregados reciclados são compostos por materiais porosos, como argamassas e alvenaria, eles apresentam taxas de

absorção muito altas. Portanto, é muito importante considerar essa característica para não influenciar na durabilidade nem dificultar a produção de argamassas e concreto.

Na maioria dos casos os materiais que serão reciclados para a construção civil necessitarão de algum tipo de beneficiamento pois esses por mais bem cuidados que tenham sido ainda podem possuir algum tipo de impureza, além do mais geralmente não se encontram com as qualidades exigidas para a aplicação que serão destinados.

3.3 PROCESSAMENTOS

Segundo o CONAMA (2008), o beneficiamento é o ato de submeter um resíduo à operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria-prima ou produto.

Segundo Pinto (1999 apud. LOVATO, 2007), o material reciclado pode ser peneirado, visando obter curvas granulométricas similares às da areia e brita convencionais.

De acordo com a NBR 15.112/04, a norma define ATT como “área destinada ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente”.

Segundo o CONAMA (2008), aterro de resíduos da construção civil é a área onde serão empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil Classe “A” no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro e/ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente;

Figura 2 - Peneira para RCD



Fonte: Próprio Autor, 2015

Figura 3 - Aterro para disposição de resíduos em geral em Silvânia-Go



Fonte: Próprio Autor, 2015

Processo de britagem: nesse processo os materiais são depositados dentro de um britador de mandíbula para que seja triturado, no caso ele vem com um sistema de peneiramento onde separa agregado miúdo do agregado graúdo. (COSTA, 2013)

Ainda de acordo com Costa (2013), o processo de moagem é necessária somente para reaproveitar mais ainda os materiais, pois devido ao traço escolhido algumas granulometrias do agregado graúdo não são utilizadas então o aproveitamos a partir da sua moagem em um equipamento de Abrasão Los Angeles onde é moído para se transformar em agregado miúdo.

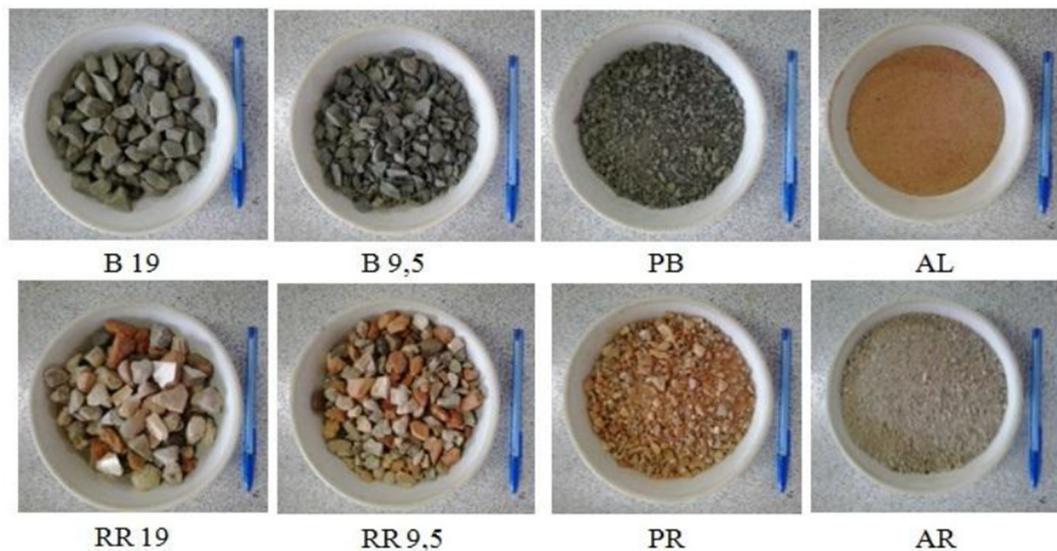
Figura 4 – Resíduo de Construção e Demolição após britagem



Fonte: Próprio Autor, 2015

Brasileiro (2013) demonstrou os agregados naturais como Brita 19 (B 19) (maior percentual pass. # 19,1mm e ret. # 12,7mm), Brita 9,5 (B 9,5) (maior percentual pass. # 9,5mm e ret. # 4,76mm), Pó de Brita (PB) (granulometria corrida, maior percentual pass. # 4,76mm) e Areia Lavada (AL) (maior percentual pass. # 0,42mm e ret. # 0,18mm). De forma análoga, o agregado reciclado proveniente de RCD foi denominado de Resíduo Reciclado 19 (RR 19), Resíduo Reciclado 9,5 (RR 9,5), Pó de Resíduo (PR) e Areia de Resíduo (AR), conforme mostrado na Figura 6.

Figura 5 – Denominação dos agregados naturais e reciclados.



Fonte: Brasileiro, 2013

Ainda segundo Brasileiro (2013) o material finamente pulverizado foi denominado de Cimento Portland (CP) e Fíler de Resíduo (FR) (Figura 3.2), cuja granulometria de ambos, mais de 95% passa na peneira de nº 200 (0,075mm).

Figura 6 – Denominação do material finamente pulverizado.



Fonte: Brasileiro, 2013

3.4 DESTINOS DE RECICLAGEM

Brasileiro, (2013) diz que o RCD serve de matéria-prima para agregados de ótima qualidade, podendo ser utilizados num leque de variedades de processos construtivos: confecção de tijolos, blocos pré-moldados, meio-fio, calçadas, argamassa de revestimento e assentamento, camadas de base e sub-base, pavimentos, entre outros.

Figura 7 - Tijolo de RCD



Fonte: Rosa, 2013

De acordo com Brasileiro *et al.*, (2013) dentre as várias possibilidades, a reciclagem de RCD pode ser aplicada para diversos fins, tais como: camadas de base e sub-base para pavimentação, coberturas primárias de vias, fabricação de argamassas de assentamento e revestimento, fabricação de concretos, fabricação de pré-moldados (blocos, meio-fio, dentre outros), camadas drenantes e etc.

O RCD, se bem manejado, pode constituir-se em um produto com valor agregado com possibilidade de uso em diversas áreas como na construção civil, na fabricação de pré-moldados (blocos, bloquetes, meio-fio e outros) ou utilizados na pavimentação ou contenção de encostas (LASSO, 2011).

O Art. 10. da Resolução 307 do CONAMA de 2002 diz que os resíduos da construção civil deverão ser destinados das seguintes formas:

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

3.3.1 Pavimentação Asfáltica e Camadas de Aterro

Na maioria dos países, emprega-se largamente o revestimento asfáltico como camada de pavimentos rodoviários e urbanos. No Brasil, mais de 95% das estradas pavimentadas são de revestimento asfáltico, além de ser também utilizado em grande parte das vias urbanas (BERNUCCI *et al.*, 2008).

Existem algumas exigências e esclarecimentos quanto ao tipo de material a ser utilizado e granulometria desses para uso em camadas de pavimentação, regulamentadas e especificadas descritas NBR 15115 (ABNT, 2004):

- a) agregado reciclado é o material granular, obtido por britagem ou beneficiamento mecânico, de resíduos da construção civil classificados como resíduo de construção classe “A”, que apresenta as características técnicas para aproveitamento em obras de pavimentação.
- b) agregados reciclados devem ser classificados quanto ao tipo de emprego possível na execução de camadas de pavimentos, segundo parâmetros de Índice de Suporte Califórnia (CBR), obtidos por meio do ensaio da ABNT NBR 9895, conforme abaixo discriminado:
 - 1) material para execução de reforço de subleito: $CBR \geq 12\%$, expansão $\leq 1,0\%$ (energia de compactação normal, conforme ABNT NBR 7182 e ABNT NBR 6457);
 - 2) material para execução de sub-base: $CBR \geq 20\%$, expansão $\leq 1,0\%$ (energia de compactação intermediária, conforme ABNT NBR 7182 e ABNT NBR 6457);

- 3) material para execução de base de pavimento: $CBR \geq 60\%$, expansão $\leq 0,5\%$ (energia de compactação intermediária, conforme ABNT NBR 7182 e ABNT NBR 6457); é permitido o uso como material de base somente para vias de tráfego com $N \leq 106$ repetições do eixo-padrão de 80 kN no período de projeto;
- c) no caso de materiais que não atendam às exigências da alínea anterior, estes podem ser estabilizados granulometricamente, conforme a ABNT NBR 11804, ou com adição de cimento e/ou cal hidratada, e neste caso ser submetidos ao ensaio de resistência à compressão simples, após 7 dias de cura, devendo apresentar resistência de no mínimo 2,1 MPa, em corpos-de-prova moldados na energia de compactação especificada;
 - d) a camada de reforço do subleito, sub-base e base de agregado reciclado deve ser executada com materiais que não são nocivos ao meio ambiente ou à saúde do trabalhador.
 - e) a distribuição do material deve considerar:
 - 1) a distribuição do material solto deve ter uma espessura suficiente para que após a compactação atinja a espessura de projeto;
 - 2) a distribuição do material sobre a camada subjacente deve ser realizada com distribuidor de agregados, capaz de distribuir o agregado reciclado em espessura uniforme, sem produzir segregação;
 - 3) excepcionalmente, a distribuição do agregado reciclado pode ser procedida pela ação de moto niveladora, devendo, neste caso, ser adotado um critério de trabalho que assegure a qualidade do serviço;
 - 4) a espessura de cada camada individual acabada deve se situar no intervalo de 10 cm, no mínimo, a 20 cm, no máximo;
 - 5) é vedada a complementação da espessura da camada, após sua compactação, para obtenção da espessura de projeto. Neste caso, a camada deve ser refeita.
 - f) quanto à compactação dos materiais, devem ser observados os seguintes aspectos:
 - 1) tendo em vista a importância das condições de compactação da camada de agregado reciclado, recomenda-se a execução de trechos experimentais, com a finalidade de definir os tipos de equipamentos de compactação e a sequência executiva mais apropriada, objetivando alcançar, de forma mais eficaz, a espessura e o grau de compactação especificados para a camada;

- 2) a energia de compactação a ser adotada na execução da camada de agregado reciclado deve ser no mínimo de: — camada de reforço do subleito – energia normal;
 - 3) as manobras do equipamento de compactação que impliquem variações direcionais prejudiciais à qualidade dos serviços devem ocorrer fora da área de compactação;
 - 4) o grau de compactação mínimo exigido para a camada acabada deve ser de 100% em relação à massa específica aparente seca máxima obtida em laboratório, na energia especificada. O número de passadas do compactador deve ser definido em função dos trechos experimentais executados;
 - 5) em lugares inacessíveis aos equipamentos de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida deve ser feita por meio de compactadores portáteis manuais ou mecânicos.
- g) a execução das camadas de pavimento compreende as operações de mistura e pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais, realizadas na pista ou em central de mistura, bem como o espalhamento, compactação e acabamento na pista devidamente preparada na largura desejada, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.

Não é recomendável que a camada de reforço do subleito, sub-base ou base de agregado reciclado seja submetida à ação direta do tráfego. Em caráter excepcional, pode ser autorizada a liberação ao tráfego, por curto espaço de tempo, desde que tal fato não altere as características especificadas para o serviço.

O agregado que é utilizado nas misturas asfálticas é obtido da exploração de jazidas e provém da britagem de rochas como o basalto, granito, gnaisse, calcário, entre outros tipos, os quais são transformados em pedra britada com vários tamanhos e de graduação específica (ZHU, WU E WANG, 2012).

A construção e a manutenção dos pavimentos asfálticos requerem grandes quantidades de agregados, os quais normalmente são responsáveis por mais de 90%, em peso, das misturas asfálticas (HUANG, BIRD E HEIDRICH, 2007).

Brasileiro (2013) faz algumas observações sobre o uso de agregados reciclados para pavimentação:

- a) nas misturas asfálticas as partículas de agregados devem ser mais cúbicas que planas;

- b) os agregados podem sofrer processos de desintegração química quando expostos às condições ambientais como umedecimento e secagem com variações de temperatura no pavimento;
- c) podemos observar que as densidades real e aparente dos agregados reciclados são inferiores às do agregado pétreo natural, com exceção da areia de resíduo;
- d) pela caracterização dos agregados demonstrou-se que os agregados reciclados apresentam algumas características inferiores e outras superiores ao agregado convencional;
- e) as misturas asfálticas contendo agregados de RCD são extremamente viáveis do ponto de vista ambiental, pois além de reduzir a aquisição e consequentemente, exploração do agregado natural das jazidas.

Apesar de relativamente altos os valores de absorção e porosidade, quando comparados aos agregados pétreos naturais, estes resultados são coerentes e se encontram dentro da média observada em outras pesquisas (Silva *et al.*, 2009).

De acordo com John *et al.* (2003 *apud* Angulo *et al.*, 2002), o uso de agregados para atividades de pavimentação não é suficiente para permitir a reciclagem completa dos resíduos, sendo necessário à utilização em outras aplicações, em função da grande demanda.

3.3.2 Blocos de Concreto

A NBR 15116 (2004) estabelece requisitos para o emprego de agregados reciclados de resíduos de construção civil e sugere que seja feita uma pré-molhagem nos agregados reciclados com um teor de água de 80% da absorção deste agregado.

Cabral *et al.* (2009) diz que a substituição do agregado miúdo natural pelo miúdo reciclado resulta em um acréscimo da resistência à compressão dos concretos produzidos e para a substituição do agregado graúdo natural pelo graúdo reciclado, um decréscimo. Para as demais propriedades do concreto, a utilização dos agregados reciclados, tanto graúdo quanto miúdo, influi negativamente no comportamento do concreto, sendo que o agregado do tipo graúdo reciclado exerceu em todas as propriedades, uma maior influência.

Cabral *et al.* (2009) ainda afirma que outra justificativa para o melhor desempenho dos concretos com agregados miúdos reciclados é devido à aspereza da superfície destes agregados, a qual propicia uma melhor ligação entre a matriz de cimento e os agregados reciclados. Por sua vez, uma possível causa para a redução da resistência à compressão dos concretos com agregados graúdos reciclados de cerâmica vermelha é a forma do agregado graúdo reciclado, o

agregado graúdo reciclado de cerâmica vermelha geralmente é mais angular que o agregado graúdo natural, não propiciando uma eficiente mistura, produzindo assim concretos com uma maior quantidade de vazios, mesmo tendo a mesma distribuição granulométrica dos demais. Além disso, este tipo de agregado normalmente tem uma resistência mecânica inferior à do agregado natural, o que contribui para que a resistência dos concretos produzidos com estes agregados reciclados seja menor que a resistência dos concretos convencionais.

É demonstrado na Figura 8 uma prensa hidráulica de fácil utilização para produção dos blocos feitos a partir de RCD, após isso passam por um período de cura que dura sete dias, sendo umidecidos diariamente, terminado esse processo já estão prontos para utilização.

Figura 1 - Prensa para moldagem dos tijolos – Fábrica TijoleKo



Fonte: Rosa, 2013

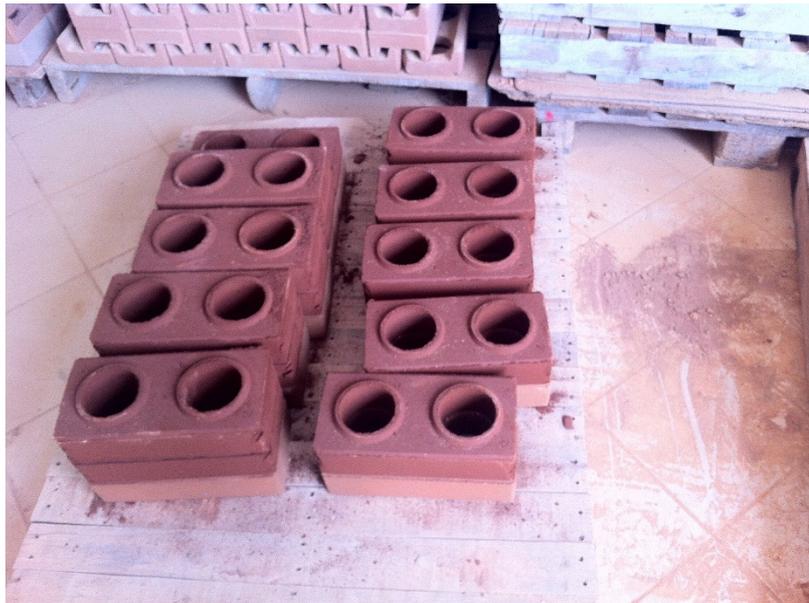
De acordo com Cabral *et al.* (2009), o modelo da retração por secagem dos agregados apresentou um coeficiente de determinação insatisfatório. Entretanto, todos os demais modelos propostos para as outras propriedades (resistência à compressão, módulo de deformação e volume de poros permeáveis) obtiveram excelentes coeficientes de determinação. Simulações realizadas utilizando-se os modelos propostos apontam que a substituição do agregado miúdo natural pelo miúdo reciclado resulta em um acréscimo da resistência à compressão dos concretos produzidos e para a substituição do agregado graúdo natural pelo graúdo reciclado, um decréscimo.

Figura 9 – Blocos de concreto fabricados pela Blocoforte em Vianópolis-Go



Fonte: Próprio Autor,

Figura 10 – Tijolos Solo-cimento fabricados pela Tijoleko em Anápolis-Go



Fonte: Rosa, 2013

Tabela 1 - Resistência dos corpos de prova aos 7 dias – amostra 1

<i>AMOSTRA 1 (SOLO)</i>	<i>CARGA DE RUPTURA</i>	<i>DIMENSÕES MÉDIAS (mm)</i>		<i>SEÇÃO</i>	<i>RESISTÊNCIA</i>
		LARGURA	COMPRIMENTO		
CORPOS DE PROVA	Kgf			mm ²	MPa
CP1		150	300	45000	
CP2		150	300	45000	
CP3		150	300	45000	
MEDIA DAS RESISTÊNCIAS	-	-	-	-	

Fonte: Rosa, 2013

Tabela 2 - Resistência dos corpos de prova aos 7 dias – amostra 2

<i>AMOSTRA 1 (SOLO)</i>	<i>CARGA DE RUPTURA</i>	<i>DIMENSÕES MÉDIAS (mm)</i>		<i>SEÇÃO</i>	<i>RESISTÊNCIA</i>
		LARGURA	COMPRIMENTO		
CORPOS DE PROVA	Kgf			mm ²	Mpa
CP1		150	300	45000	
CP2		150	300	45000	
CP3		150	300	45000	
MEDIA DAS RESISTÊNCIAS	-	-	-	-	

Fonte: Rosa, 2013

Conforme a NBR 10834 (1994) o bloco vazado de solo-cimento é um componente para alvenaria de seção transversal útil entre 40% e 80% da seção transversal total, constituído por uma mistura homogênea, compactada e endurecida de solo, cimento Portland, água e eventualmente aditivos, em proporções que permitam atender às exigências desta norma.

Segundo a NBR 10834 (1994) o solo não deve conter teores de matéria orgânica que prejudiquem as características exigidas por esta norma.

Segundo a NBR 10834 (1994) o cimento Portland deve atender, conforme o tipo empregado, às NBR 5732, NBR 5733, NBR 5735, NBR 5736 ou NBR 11578.

De acordo com a NBR 10834 (1994) o bloco deve ter arestas vivas ou chanfradas e não deve apresentar fissuras, fraturas ou outros defeitos que possam prejudicar o assentamento, a resistência e a durabilidade da alvenaria.

3.4 QUESTÕES POLITICAS E SOCIAIS

3.4.1 Termos Políticos e Legais

Segundo Angulo (2005, apud. MENEZES et al., 2011), no Brasil gera-se cerca de 68,5 milhões de toneladas por ano.

Para Santos (2007), tendo em vista que a geração de RCD é inevitável, seja devido aos desastres naturais ou à necessidade de modificação do ambiente, a definição de bases políticas e legais, capazes de proporcionar subsídios tecnológicos e econômicos para reverter o atual quadro de degradação ambiental e exploração descontrolada dos recursos naturais, são fatores essenciais para alcançar o desenvolvimento sustentável.

Segundo Brasileiro (2013), o Brasil, quando comparado a alguns países desenvolvidos, apresenta grandes índices de geração de RCD e baixíssimos índices de reciclagem ou reutilização. Com a chegada da Política Nacional de Resíduos Sólidos, estados e municípios terão que implantar seus planos de gerenciamento de resíduos, e resíduos passíveis de reciclagem, devem retornar à cadeia produtiva do mercado.

Ainda segundo Brasileiro (2013), vale ressaltar que o primeiro passo rumo à sustentabilidade já foi dado com a implantação de leis e resoluções que demonstram uma efetiva preocupação com a gestão dos resíduos, e hoje grande parte dos envolvidos na cadeia produtiva já estão conscientes de que mudanças são necessárias para que o objetivo de uma indústria da construção sustentável seja alcançado.

A maioria das ferramentas usadas nas políticas públicas de minimização de RCD pode ser implantada em vários estágios do processo de construção, projeto, demolição e manejo de resíduos.

Murakami *et al.* (2002, *apud* Scheneider e Philippi, 2004) citam alguns dos 40 melhores exemplos de políticas vigentes no mundo, segundo pesquisa realizada em 1999, pelo WPPPC (Working Party Pollution Prevention and Control) of the Environment Policy Committee of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD):

- a) Alemanha, Japão e Coreia incentivam o uso de materiais reciclados e recicláveis;
- b) em muitos países europeus o custo de aterros é muito elevado e em alguns países ainda o descarte de alguns tipos de RCD e outros materiais recicláveis é proibido;
- c) em muitos países a triagem dos resíduos é obrigatória;
- d) em alguns países europeus como a Suécia é preciso apresentar um projeto que mostra qual será a destinação do RCD antes que seja realizada uma demolição, esse projeto deve ser aprovado pelas autoridades.

Segundo Brasileiro (2013, *apud* Marques Neto 2009) dentre as dificuldades apontadas para a implantação dos planos de gerenciamento de RCD, destaca a falta de recursos financeiros e a inexistência de corpo técnico qualificado nos quadros profissionais dos órgãos públicos responsáveis capazes de diagnosticar fontes geradoras e implementar ações, como a fiscalização.

De acordo com Brasileiro (2013), apesar dos mais diferentes dados quanto ao percentual de reaproveitamento do RCD nos mais diferentes países do mundo, pesquisadores, políticos, governos e a própria sociedade estão se voltando cada vez mais para esta realidade, buscando a redução da sua geração e o seu reaproveitamento através de legislações e das mais diversas aplicabilidades, principalmente, na indústria da construção civil, na forma de agregados reciclados, a fim de promover o seu retorno à cadeia da construção.

Fagury (2007), diz que a gestão adequada de RCD, em caráter público, pode acarretar:

- a) redução de custos da limpeza urbana e recuperação de áreas degradadas;
- b) preservação de sistemas de aterro;
- c) redução dos impactos provenientes de exploração de jazidas naturais de agregados para a construção;
- d) preservação de paisagens urbanas;
- e) incentivo a parcerias para a captação, reciclagem e reutilização de RCD;
- f) geração de emprego e renda;
- g) incentivo à redução da geração nas atividades construtivas.

Os geradores devem ter como objetivo prioritário a não gerar resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final.

Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de “bota fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei (CONAMA, 2008).

O CONAMA (2008) estabelece que é instrumento para a implementação da gestão dos resíduos da construção civil o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, a ser elaborado pelos Municípios e pelo Distrito Federal, o qual deverá incorporar:

- I. programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil; e
- II. projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

Segundo o CONAMA deverão constar do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil:

- I. as diretrizes técnicas e procedimentos para o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e para os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil a serem elaborados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores;
- II. o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento;
- III. o estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e de disposição final de resíduos;
- IV. a proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;
- V. o incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;
- VI. a definição de critérios para o cadastramento de transportadores;
- VII. as ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;
- VIII. as ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação.

Ainda segundo o CONAMA (2008), o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil será elaborado, implementado e coordenado pelos municípios e pelo Distrito Federal, e deverá estabelecer diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local.

De acordo com o CONAMA (2008), os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverão contemplar as seguintes etapas:

- I. caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;
- II. triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos;
- III. acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem;
- IV. transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;
- V. destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido nesta Resolução.

3.4.2 Importância para a Poluição

De acordo com Brasileiro (2013), os agregados reciclados, além de apresentarem custo de produção inferior ao dos agregados naturais, ainda promovem um “ganho ambiental”, uma vez que deixa-se de extrair matéria-prima natural e dá-se um destino final a este tipo de resíduo que tem uma elevada participação no RSU. Porém, o grande empecilho para sua reutilização, é cultural, uma vez que há desconfiança de construtores e clientes quanto ao bom desempenho dos produtos gerados pelo mesmo, e também normativo, uma vez que não há normas que assegurem a sua aceitação no mercado, devido à sua grande heterogeneidade.

Segundo Duran *et al.* (2006 *apud.* Brasileiro, 2013), geralmente, a maioria dos resíduos gerados nos canteiros de obras e de demolição é composta por restos de argamassas, tijolos, concretos, cerâmicas, gesso, madeira, metais e etc. que são descartados em aterros sanitários, devido à ausência de mercados para suas formas reciclada.

Segundo John *et al.* (2000), na fase de demolição de um edifício a redução dos resíduos depende:

- a) Do prolongamento da vida útil dos edifícios e seus componentes, que depende tanto de tecnologia de projeto quanto de materiais;
- b) Da existência de incentivos para que os proprietários realizem modernização e não demolições;
- c) De tecnologia de projeto e demolição ou desmontagem que permita a reutilização dos componentes.

Para Patto (2006), depositados de maneira errônea os resíduos que poderiam ser reaproveitados ou reciclados acabam sendo contaminados por outros. Outro fator devido a sua má instalação são os transtornos ocasionados aos arredores do ambiente onde foi depositado, gerando desconforto a população, atraindo animais peçonhentos, cobras, aranhas, dentre outros, além de gerar poluição, estragos ao meio ambiente, assim como inúmeros fatores que pode vim a advir devido a geração desse entulho. Do ponto de vista ambiental, o principal problema acontece com a disposição irregular dos resíduos, devido também às grandes quantidades produzidas, em função dos desperdícios de obras que ainda insistem em utilizar métodos tradicionais e ultrapassados de construção.

Ainda segundo Patto (2006), devido ao crescimento urbano incessante, o resíduo gerado pelas atividades de construção e demolição vem aumentando ano a ano. A reciclagem e utilização do entulho como material alternativo aparece como uma opção cada vez mais viável para minimizar os problemas causados pelo descarte do mesmo.

De acordo com Brasileiro (2013), os problemas ambientais resultantes da disposição do RCD são motivos de preocupação por causa dos impactos que locais de disposição ilegais (que ocorrem rotineiramente) têm sobre as cidades e seu ambiente, além de aumentar rapidamente áreas de aterro sanitário público em municípios em que o mesmo não possui nenhuma aplicabilidade ou áreas de disposição (aterros) de RCD. Esta questão tem sido amplamente debatida e tem estimulado o interesse por soluções ambientalmente sustentáveis. Neste contexto, a legislação ambiental tornou-se mais rigorosa, com uma tendência a fazer, geradores de resíduos, responsáveis pela destinação do seu resíduo, levando à adoção de técnicas de minimização do desperdício e políticas de reciclagem.

John (2001) afirmou: “Nenhuma sociedade poderá atingir o desenvolvimento sustentável sem que a construção civil, que lhe dá suporte, passe por profundas transformações”.

O RCD, disposto de forma inadequada, causa alto impacto tanto ambiental quanto social, pois suas consequências geram a degradação da qualidade de vida urbana em vários aspectos, como transportes, enchentes, poluição visual e proliferação de vetores de doenças. (FAGURY, 2007)

De acordo com Angulo *et al.* (2001), a reciclagem tem surgido como uma forma de amenizar a ação nociva dos resíduos no ambiente urbano, gerando ainda novos produtos comercializáveis. Desta forma, os agregados reciclados de RCD podem ser utilizados em diversos novos produtos, como argamassas, concretos e blocos de construção. A reciclagem dos resíduos de construção e demolição é viável do ponto de vista técnico e ambiental.

A remoção dos entulhos dispostos irregularmente, os transtornos sociais causados pelas enchentes e os danos ao meio ambiente, representam custos elevados para o poder público e para a sociedade, apontando para a necessidade do estabelecimento de novos métodos para a gestão dos Resíduos de Construção Civil (RCC) e o RCD (PINTO, 1999 *apud.* MENEZES *et al.*, 2011).

Dados divulgados ontem pela Abrelpe (Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais) revelaram que em 11 anos (de 2003 a 2014) o volume de lixo cresceu em ritmo muito mais acelerado do que o crescimento da população. A pesquisa também aponta que 1559 municípios ainda destina os resíduos para os lixões, locais inadequados e que oferecem riscos ao meio ambiente e à saúde. Isso equivale a 41% do total de resíduos sólidos gerados no ano de 2014.

Reciclar é dar novamente vida ao que não tinha mais utilidade para a sociedade.

Figura 11 – Descarte irregular de RCD em Leopoldo de Bulhões



Fonte: Próprio Autor, 2015

Segundo o Art. 225 da Constituição da República Federativa do Brasil (1988) todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

3.4.3 Entrevista

Essa entrevista foi realizada com o Secretário Municipal de Meio Ambiente do município de Vianópolis-GO, Hugo Antonio Borghi no dia 03 de dezembro de 2015 tendo a finalidade de verificar e entender quais as situações atuais da destinação dos resíduos sólidos de construção civil.

Entrevistado: Antes de responder ao questionário é preciso esclarecer que estamos em fase final de aprovação do Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. No bojo do mesmo constam várias questões que atualmente, por falta de legislação municipal, ficamos incapacitados de solucioná-las.

Autor: A seleção e separação dos resíduos potencialmente recicláveis pode reduzir áreas de aterro e diminuir o consumo de algumas matérias primas. É exigido aos geradores que façam alguma triagem dos seus resíduos?

Entrevistado: Não existe exigência quanto a pré-seleção dos resíduos de construção civil. Somos cientes de que a pré-seleção e reaproveitamento diminuiria o volume destinado ao aterro.

Autor: A prefeitura faz alguma outra exigência aos geradores de resíduos de construção e demolição?

Entrevistado: Através da fiscalização de posturas, com base no Código de Posturas do Município, a exigência é de que os geradores arquem com o transporte dos resíduos até o Aterro.

Autor: Atualmente como funciona o descarte dos resíduos de construção e demolição? Por quem é feito o transporte, para onde vão e quais os custos disso?

Entrevistado: Os resíduos de construção são destinados ao aterro sanitário e servem de pós cobertura das valas já encerradas.

O transporte é efetuado por firma particular que aluga caçambas e, esporadicamente, pela própria prefeitura.

Autor: Qual a destinação final dos resíduos do município?

Entrevistado: São direcionados ao Aterro Sanitário Municipal.

Autor: Existem multas para quem deposita resíduos em locais irregulares? É comum acontecer depósito irregular de resíduos?

Entrevistado: O Código de Posturas estabelece multas para o depósito irregular de resíduos de construção. Esporadicamente acontece depósito irregular.

Autor: Quais as quantidades anuais de resíduos domésticos e de metralha produzidos pelo município?

Entrevistado: Resíduos Domésticos – 10/12 ton/dia.

Resíduos Construção - 3,0/3,2 ton/dia

Autor: Os resíduos chegam a causar problemas para a saúde ou conforto da população? Já causaram algum acidente ambiental como enchentes ou proliferação de vetores de doenças no município?

Entrevistado: Até o presente momento esses resíduos não causaram problemas para a população e nem acidente ambiental.

Autor: Existe alguma cobrança por parte da população em relação aos resíduos sólidos?

Entrevistado: Que tenhamos conhecimento, não.

Autor: Quais atitudes a prefeitura já toma para a destinação dos resíduos sólidos e quais ela pretende tomar?

Entrevistado: Tanto os resíduos sólidos domiciliares, os de limpeza urbana e da construção civil são destinados ao Aterro. Os resíduos sólidos de saúde têm seu recolhimento terceirizado e destinado a incineração. Como citado no início, com a aprovação do PMGIRS o Município terá que buscar área para implantação de um novo aterro nos moldes exigidos.

Autor: Existem recursos financeiros e qualificação de pessoal para a fiscalização das fontes geradoras?

Entrevistado: A fiscalização, por enquanto, é feita pelo do Departamento de Fiscalização e Posturas. Com o advento do PMGIRS a situação tende a melhorar.

Autor: O município possui áreas licenciadas para beneficiamento ou reciclagem de resíduos?

Entrevistado: Não. A reciclagem, de maneira geral é feita por “catadores” independentes. Várias vezes tentamos agrupá-los em cooperativas ou associações oferecendo suporte logístico para a formação dessas entidades. No entendimento deles, errôneo, é de que individualmente o ganho é maior.

Autor: Existem ações educativas visando reduzir a geração de resíduos?

Entrevistado: Sim. Foram elaborados cartazes (autorizados pelo CEMPRE – Compromisso Empresarial pela Reciclagem – entidade mantida por grandes empresas – São Paulo - SP) e distribuídos nas Escolas e Comércio em geral. A Secretaria Municipal de Meio Ambiente promove palestras nas Escolas Estaduais e Municipais sobre os resíduos, reciclagem, aterro sanitário e diminuição de consumo (principalmente de supérfluos).

Autor: O que falta para um melhor controle dos resíduos e maior reciclagem desses?

Entrevistado: Faltava o PMGIRS. A partir de sua implantação as ações terão que ser cumpridas.

Autor: Mais alguma observação?

Entrevistado: O Município executa de quatro a cinco vezes ao ano o “Manejo Ambiental” em todos os bairros. Participam as Secretarias Municipais de Saúde, Meio Ambiente e Transporte e Obras. O manejo engloba limpeza de terrenos baldios e resíduos de limpeza de quintais que os moradores, a partir de aviso prévio, colocam no passeio.

4 ANALISE

4.1 EMPRESA ANALISADA

A RNV Mineração Sustentável é a primeira usina focada na reciclagem de resíduos de construção e demolição do Estado de Goiás. Localizada na região metropolitana de Goiânia, a RNV está licenciada a receber resíduos e produzir agregados reciclados, como: Areia, Pedrisco, Brita 1 e Rachão, que podem ser reutilizados na construção civil, em funções não-estruturais.

4.2 HISTÓRIA

A RNV Resíduos está localizada no Polo de Reciclagem de Aparecida de Goiânia e é a mais completa usina de reciclagem de construção civil do centro-oeste brasileiro, estando totalmente alinhada com as novas regras e estratégias da Política Nacional de Resíduos Sólidos, trabalha nesse ramo desde 2010, destinando de forma inteligente e buscando destinação nobre para os resíduos gerados por indústrias, construção civil, mineradoras e outros grandes geradores.

4.3 SERVIÇOS

A RNV RESÍDUOS presta consultoria na elaboração de planos de gestão de resíduos, bem como na implantação do gerenciamento, garantindo assim a qualidade do produto a ser reciclado, ela está licenciada para receber, tratar e reciclar resíduos da construção civil e demolições, possui uma frota licenciada e dedicada para transporte de resíduos perigosos e não-perigosos.

Segundo o CONAMA o gerenciamento de resíduos é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos.

4.4 EXIGENCIAS PARA RECEBIMENTO MATERIAL

As caçambas destinadas aos resíduos da construção civil devem abrigar somente os materiais do quadro em verde, com a finalidade de garantir a qualidade final do produto, todos os outros devem ter outras destinações, como mostrado na Figura 12 e Figura 13.

Figura 12 - Descarga de RCD para futuro tratamento



Fonte: RNV Resíduos

Figura 13 - Material como costuma ser recebido no centro de reciclagem



Fonte: Proprio Autor, 2015

4.5 BRITAGEM E SEPARAÇÃO DE AGREGADOS RECICLADOS

O material para processamento é colocado na máquina de britagem com auxílio de uma pá mecânica, a máquina faz logo no início a separação do material terroso, que interferiria na qualidade do produto reciclado, em seguida é feita a moagem e separação granulométrica.

Na Figura 14 é mostrado no chão em frente ao equipamento se encontra material terroso separado pela própria máquina.

Figura 14 – Início do processo de beneficiamento



Fonte: Proprio Autor, 2015

Figura 15 - Máquina realizando processamento e separação de areia, brita e rachão



Fonte: Proprio Autor, 2015

4.6 QUALIDADE FINAL

O aspecto final dos agregados realmente me surpreenderam, apesar de toda a pesquisa que fiz anteriormente por artigos e informações da internet, não esperava por uma qualidade aparente tão boa quanto a notada na visita.

Figura 16 – Máquina de britagem



Fonte: Proprio Autor, 2015

Figura 17 - Material já separado e pronto para venda.



Fonte: Proprio Autor, 2015

4.7 VALORES DE RECEBIMENTO E VENDA

Um fator que me surpreendeu foi que para ser recebido o RCD também é cobrado, ou seja, uma vantagem para quem processa o produto, mas esse preço possui uma justificativa, esses resíduos apresentam uma dificuldade quanto ao local de descarte, sendo nocivos ao meio ambiente não podem ser descartados em qualquer lugar e sua deposição em aterros sanitários também é proibida. Alertando ainda que o descarte irregular pode e deve gerar multa para quem faça.

Os valores de venda foram comparados com o valor de algumas empresas que vendiam o produto natural na região, as informações sobre os valores dos produtos naturais foram obtidas a partir da LG Transportes, especializada em transportes de materiais de construção, para ambos os valores não foram incluídos frete para se fazer a análise, o resultado foi que os produtos reciclados chegam a ser até 60% mais baratos, que os naturais pesquisados, como foi o caso da areia.

Figura 18 - Produtos ficam em média 30% mais baratos que os equivalentes naturais

VALORES	
RECEBIMENTO DE RESÍDUOS	
▪ RECEBIMENTO DE ENTULHO LIMPO	R\$ 7,00 m ³
▪ RECEBIMENTO DE ENTULHO MISTURADO (ATÉ 15% DE CLASSE B)....	R\$ 15,00 m ³
AGREGADOS RECICLADOS	
▪ AREIA RECICLADA	R\$ 28,00 m ³
▪ BRITA 0 RECICLADA	R\$ 32,00 m ³
▪ BRITA 1 RECICLADA	R\$ 32,00 m ³
▪ RACHÃO RECICLADO	R\$ 32,00 m ³
▪ BRITA GRADUADA SIMPLES (BGS)	R\$ 32,00 m ³
NÃO RECEBEMOS RESÍDUOS PERIGOSOS, GESSO E TERRA	

Fonte: RNV Resíduos

4.8 MATERIAIS PRODUZIDOS

O beneficiamento do RCD cria produtos isentos de impurezas, demonstrados na Figura, e são esses:

- a) Areia Reciclada (A), com dimensão máxima característica inferior a 4,8 mm, seu uso é recomendado em argamassa de assentamento de alvenaria de vedação; contrapiso; solo cimento; fabricação de blocos sem fins estruturais e assentamento de piso intertravado;
- b) Pedrisco (B), com dimensão máxima característica de 6,3 mm, seu uso é recomendado em fabricação de artefatos de concreto; manilhas; calçadas; meio fio; cobertura de estacionamentos e pátios; concretos não-estruturais;
- c) Brita (C), com dimensão máxima característica de 39 mm, seu uso é recomendado em fabricação de artefatos de concreto; manilhas; calçadas; meio fio; cobertura de estacionamentos e pátios; concretos não-estruturais.
- d) Bica corrida, com dimensão máxima característica de 63 mm (ou a critério do cliente), seu uso é recomendado em obras de base e sub-base de pavimentos, reforço e subleito de pavimentos, além de regularização de vias não pavimentadas, aterros e acerto topográfico de terrenos;
- e) Rachão (D), com dimensão máxima característica inferior a 150 mm, seu uso é recomendado em obras de pavimentação; drenagem e terraplanagem; cobertura de estacionamentos e pátios.

Figura 19 – Agregados reciclados de diferentes granulometrias



Fonte: RNV Resíduos

4.9 UTILIZAÇÕES DOS AGREGADOS RECICLADOS

Figura 20 - Umidecendo camada de aterro em Aparecida Shopping



Fonte: RNV Resíduos

A figura 21 mostra a aplicação dos produtos reciclados pela RNV como base da obra do novo Aeroporto de Goiânia, que está sendo construído pela Construtora Odebrecht

Figura 21 - Aplicação de RCD



Fonte: RNV Resíduos

A figura 22 mostra a utilização de agregados reciclados RNV tampas de bueiros meio fio blocos e aplicação de paver.

Figura 22 – Produtos feitos a partir de RCD



Fonte: RNV Resíduos

A figura 23 mostra o uso de agregado reciclado rnvresiduos com finalidade de aterro na obra do novo Aparecida Shopping.

Figura 23 – Camadas de aterro utilizando material reciclado



Fonte: RNV Resíduos

A figura 24 mostra a aplicação do agregado reciclado RNV em obra, em sistema de drenagem em Abadia de Goiás.

Figura 24 – RCD uso em sistema de drenagem



Fonte: RNV Resíduos

4.10 O QUE A EMPRESA NÃO UTILIZA

A figura 26 mostra pedaços de madeira amontoados, esse acabam vindo misturados aos resíduos que serão reciclados pela empresa, essa madeira será destinada para empresas que usam dela como combustível para caldeiras.

Figura 25 – Madeira separada do material recebido



Fonte: Proprio Autor, 2015

Uma parte dos resíduos não pode ser processada pela RNV Resíduos, na verdade essa parte são impurezas como plásticos, madeiras, metais, mas esses são separados para terem destinações corretas, no zoom A da figura são mostrados materiais que não possuem possibilidade nenhuma de reciclagem, esse são colocados em caçambas e enviados ao aterro sanitário, no zoom B da figura estão sendo demonstrados bags que estão cheios de materiais com possibilidade de reciclagem, em geral plásticos, que são separados de acordo com suas qualidade, esses são enviados para empresas proximas especializadas na reciclagem desse tipo de material.

Figura 26 – Contaminantes retirados do material



Fonte: Proprio Autor, 2015

Metais que são separados e posteriormente enviados para empresas de reciclagem especializadas.

Figura 27 – Metais retirados do material recebido



Fonte: Proprio Autor, 2015

Empresas vizinhas como a Eco Sólidos e a MK Gesso entra muitas outras na região fazem reciclagem de varios tipos de resíduos, inclusive gesso como é o caso da MK Gesso, que tritura e peneira o material, realizando assim seu beneficiamento e propiciando que esse possa ser reutilizado para fins alternativos como artesanatos, tampas ou outras finalidades.

Figura 28 – Empresa de beneficiamento de gesso



Fonte: Prorio Autor, 2015

4.11 RESULTADOS

A qualidade do material produzido é muito boa desde que não seja utilizada para funções estruturais, isso porque o material pode causar instabilidade ao concreto devido a sua heterogeneidade.

A utilização do RCD como agregado reciclado é de fundamental importância para a preservação do meio ambiente por vários fatores, reutilizando-o a exploração de jazidas de agregados naturais terá um redução significativa, não menos importante haverá a preservação de outros ecossistemas por não se fazer o descarte dos resíduos.

Mais outro fator que faz interessante a reciclagem do resíduos de construção civil é a redução de custos para a produção de novos materiais de construção.

Infelizmente é evidente que ainda grande parte dos resíduos de construção e demolição são depositos de forma irregular, devido a falta de empresas preparadas para o processamento e beneficiamento dos mesmos.

O incentivo por parte do governo é de fundamental importância para que esse indispensável passo para a saúde pública e ambiental seja dado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pesquisas envolvendo o uso de agregados reciclados nas mais variadas áreas da construção civil com a finalidade de impulsionar o seu retorno à cadeia do setor sempre será de muita importância por ser um freio à crescente exploração de jazidas para extração de agregados naturais juntamente com a redução de áreas destinadas a aterros e à ampliação de técnicas de reciclagem de resíduos sólidos.

Por muitas vezes vemos a responsabilidade ambiental como algo que não é de nossa obrigação, pensamos que é tarefa apenas do governo, e esse infelizmente é desinteressado nesse assunto, em maior parte por ser algo que não “dá votos”, pois bem, precisamos agir mais, cobrar das autoridades mesmo quando o problema não se encontra no portão de nossas casas, porque problemas que não são tratados crescem e podem se tornar irreversíveis.

A construção civil cria com grande frequência, faz com que a vida seja a cada vez mais confortável e segura. A construção civil é algo que pode se desenvolver infinitamente, desde que tenha matéria prima para seu trabalho, e um dia, cedo ou tarde terá que se adaptar ao uso dos materiais reciclados porque boa parte das matérias primas ao contrário da capacidade de criação desse setor é finita.

A reciclagem dos resíduos de construção e demolição já possui testemunhas de sua capacidade em criar materiais seguros que proporcionam um ambiente confortável, já provou ser financeiramente viável, traz a possibilidade de preservação tanto de matérias primas não renováveis como dos locais que seriam usados como depósitos de entulhos e a reciclagem de RCD com mais estudos e análises pode ser ainda mais útil para a sociedade e mercado.

Visivelmente o maior entrave para o desenvolvimento de uma construção civil mais saudável no Brasil é a falta de seriedade no cumprimento e criação das leis, uma verdadeira irresponsabilidade e incompetência das autoridades. E isso não se aplica apenas no ramo construtor, mas a tudo mais, enquanto houver descaso, a sociedade e o planeta seguirão um caminho de degradação.

A escolha dos materiais colabora muito para que a construção seja mais saudável para o ambiente local, é recomendada a utilização de materiais disponíveis no local com o mínimo de processamento possível, não tóxicos, potencialmente recicláveis, que sejam de fácil manuseio e com conteúdo reciclado. Também, deve-se evitar sempre o uso de materiais químicos prejudiciais à saúde humana ou ao meio ambiente. Quanto aos resíduos da construção

civil, deve-se atentar para a sua redução e disposição adequada, promovendo-se a reciclagem e reuso dos materiais.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 53** - Agregado graúdo - Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 10004** - RESÍDUOS SÓLIDOS - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15112** - Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15113** – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15114** – Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15115** - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15116** - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.

ANGULO, Sérgio Cirelli; TEIXEIRA, Cláudia Echevengúá; CASTRO, Alessandra Lorenzetti; NOGUEIRA, Thais Passos. **Resíduos de Construção e Demolição: Avaliação de Métodos de Quantificação**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2011. Quantificação. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v16n3/v16n3a13.pdf>. Acesso em: 11/10/2015

ANGULO, Sérgio Cirelli; ZORDAN, Sérgio Eduardo; JHON, Vanderley Moacyr. **Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem de Resíduos na Construção Civil**. Departamento Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica – PCC. São Paulo, 2001. Disponível em: http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/artigo%20IV_CT206_2001.pdf. Acesso em 02/08/2015

ANGULO, S. C., TEIXEIRA, C. E., CASTRO, A. L. de, NOGUEIRA, T. P. **Resíduos de construção e demolição: avaliação de métodos de quantificação**. Engenharia Sanitária e Ambiental, 16, 299-306. 2011.

Art. 225 da Constituição Federal de 88 – (1988) Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/topicos/10645661/artigo-225-da-constituicao-federal-de-1988> . Acesso em: 01/11/2015

BIANCHINI G., MARROCCHINO E., TASSINARI R., VACCARO C. (2005). **Recycling of construction and demolition waste materials: a chemical-mineralogical appraisal**. Waste Management, 25, 149.

BOLDRIN, A. J., MACHADO, R. L., CAMPOS, M. A., LINTZ, R. C. C. (2006). **Estudo das Propriedades Mecânicas do Concreto com Resíduos de Construção e Demolição Empregados na Produção de Blocos de Concreto**. In: Congresso Brasileiro do Concreto, 48º, Rio de Janeiro, Anais, 48CBC0237.

BRASILEIRO, Luzana Leite, **Utilização de Agregados Reciclados Provenientes de RCD em Substituição ao Agregado Natural do Concreto Asfáltico**, 2013, Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Materiais, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2013.

CABRAL, Antônio Eduardo Bezerra; MOREIRA, Kelvya Maria de Vasconcelos. **Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Fortaleza, CE: SINDUSCON, 2011. Disponível em: <http://www.sinduscon-ce.org/ce/downloads/pqvc/Manual-de-Gestao-de-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 01/09/2015

CABRAL, A. E. B., SCHALCH V., DAL MOLIN D. C. C., Ribeiro J. L. D., RAVINDRARAJAH R. S.. **Desempenho de concretos com agregados reciclados de cerâmica vermelha**. P. 448-460. 2009.

CHEN, J. J., CHAMBERS, D. **Sustainability and the impact of Chinese policy initiatives up on construction**. J. Construction Management and Economics, 17, 679-687. 1999.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resoluções do Conama**: resoluções vigentes publicadas entre julho de 1984 e novembro de 2008 – 2. ed. / Conselho Nacional do Meio Ambiente. – Brasília: Conama, 2008.928 p.

COSTA, Juzelia Santos Prof.^a Doutor.^a do IFMT. **Blocos De Concreto Produzidos Com Agregados De Resíduos De Construção E Demolição – Rcd: Processo De Produção**. Cuiabá. 2013. P.1-8

DURAN, X., Lenihan H., O'Regan B. (2006). **A model for assessing the economic viability of construction and demolition waste recycling - the case of Ireland**. Resources, Conservation and Recycling, 46, 302-320.

FAGURY, Samir Costa. **Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) – aspectos gerais da gestão pública de São Carlos/SP**. São Carlos. 2007. P. 1-12

FROTA, C. A. da, Menta, C. de O., Nunes, R. F. G. (2003). Utilização de entulho reciclado em misturas asfálticas para a região de Manaus – AM. In: Reunião de Pavimentação Urbana, 12, Aracaju. Anais: CD-ROM.

FUCALE, Profa. Stela. **NORMAS TÉCNICAS DE RCD** **NORMAS TÉCNICAS DE RCD. Mestrado em Engenharia Civil Mestrado em Engenharia Civil. Pernambuco. P.1 – 44. 2004 ou posterior**

HUANG, Y., BIRD, R. N., HEIDRICH, O. (2007). A review of the use of recycled solid waste materials in asphalt pavements. *Resources, Conservation and Recycling*, 52, 58-73.

JHON, Vanderley M.; AGOPYAN, Vahan. **Reciclagem de resíduos da construção. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Escola Politécnica da USP(PCC-USP), 2000. Disponível em: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/CETESB.pdf>. Acesso em: 14/ 08/ 2015**

JHON, Vanderley M. **Reciclagens de Resíduos na Construção Civil: Contribuição à Metodologia de pesquisa e desenvolvimento. Departamento de Engenharia da Construção Civil. Escola Politécnica da universidade de São Paulo. PCC-USP. São Paulo, 2000). Disponível em: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/livre%20doc%C3%Aancia%20vmjohn.pdf>. Acesso em: 14/08/2015**

JOHN, V. M. **Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção. In: Carneiro, A. P., Brum, I. A. S., Cassa, J. C.S. (ORG). Reciclagem de resíduo para a produção de materiais de construção. Projeto resíduo bom. Salvador: Caixa Econômica Federal. 2001.**

LASSO, Paulo Renato Orlandi. **Avaliação da Utilização de Resíduos de Construção e Demolição reciclados (RCD-R) como corretivos de acidez e condicionadores de solo. Tese (Doutor em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2011. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/64/64134/tde-01022012-151224/pt-br.php> Acesso em: 23/09/2015**

LEAL, A. L. S. Uma Ferramenta na Busca pela Construção Sustentável. Monografia de Pós-graduação da Escola de Engenharia de Minas Gerais, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2008.

LOVATO, Patrícia Silveira. **Verificação dos Parâmetros de Controle de Agregados Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição para utilização em concreto. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/10609/000598258.pdf?sequence=1> Acesso em: 23/09/2015**

MENEZES, Mayko de Sousa; PONTES, Fernanda Veronesi Marinho; AFONSO, Júlio Carlos. **Panorama dos Resíduos de Construção e Demolição. Departamento de Química Analítica, Instituto de Química – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011. Artigo Científico, p. 17-**

21. Disponível em: <http://www.abq.org.br/rqi/2011/733/RQI-733-pagina17-Panorama-dos-Residuos-de-Construcao-e-Demolicao.pdf> Acesso em: 25/07/2015

OLIVEIRA, Daniele Meneghetti. **Desenvolvimento de ferramentas para apoio à gestão de resíduos de construção e demolição com uso de geoprocessamento: Caso Bauru-SP.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2008. Disponível: http://www.btdt.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1985 . Acesso em: 23/09/2015

PATTO, André Luiz Duque Brunini. **Minimização de Impactos Ambientais com a Utilização de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) como Agregados na Fabricação de Blocos de Concreto.** 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Universidade de Taubaté, São Paulo, 2006. Disponível em: http://www.btdt.unitau.br/tedesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=95 Acesso em: 23/09/2013

PINTO, T. P. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: A experiência do SINDUSCON-SP.** (1ª Ed.). São Paulo: SINDUSCON-SP, (Capítulo 1).2005.

PORTAL BRASIL, 2013. Disponível em: http://www.portalbrasil.net/historiageral_revolucao_industrial.htm acesso em 02 de Janeiro de 2013.

SANTOS, Eder Carlos Guedes dos. **Aplicação de resíduos de construção e demolição reciclados (RCD-R) em estrutura de solo reforçado.** Dissertação (Mestre em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2007. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18132/tde-10042007-110106/pt-br.php>. Acesso em: 23/09/2015

SOUZA, M. I. B.; SEGANTINI, A. A.; PREIRA, J. A. Tijolos prensados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** São Paulo. 2ed. São Paulo, v.12, n.2, p.205-212, 2008. Disponível em : < <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v12n2/v12n02a14.pdf>>. Acesso em: 11/04/2015.

ZHU, J., WU, S., WANG, J. Z. D. **Investigation of asphalt mixture containing demolition waste obtained from earthquake-damaged buildings.** Construction and Building Materials, 29, 466-475. 2012.