



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

MATHEUS PERRENOUD RIBEIRO DA SILVA

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

NATAL-RN

2018

MATHEUS PERRENOUD RIBEIRO DA SILVA

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à banca examinadora
Do Centro de Tecnologia da
Universidade Federal do Rio
Grande do Norte, como requisito
parcial para obtenção do título de
Bacharel(a) em Engenharia
Ambiental.

Orientador: Professor Dr.
Marciano Furukava.

NATAL-RN

RESUMO

Este trabalho possui como finalidade buscar saídas sustentáveis para os resíduos gerados pela construção civil e demolições, mostrando possibilidades viáveis logisticamente e economicamente, dando prioridade ao reaproveitamento e reciclagem, respectivamente, quando estas não são possíveis, a destinação final adequada, de modo que sempre obedeça às normas e diretrizes vigentes, e, se possível, apresentar meios de geração de ganhos financeiros para os implementadores da gestão de resíduos sólidos, sendo por meio de trocas, vendas ou redução de custos.

Palavras Chave: construção civil; demolições; gestão de resíduos sólidos; sustentabilidade.

ABSTRACT

The objective of this work is to seek sustainable outflows for the waste generated by the construction and demolitions, showing logically and economically feasible possibilities, giving priority to reuse and recycling, respectively, when these are not possible, the proper final destination, so that it always obeys to the current standards and guidelines, and, if possible, to present the means to generate financial gains for the solid waste management implementers, through trade, sales or cost reduction.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	OBJTIVOS	9
2.1	OBJETIVO GERAL	9
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	9
3	JUSTIFICATIVA	10
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
4.1	Desenvolvimento Sustentável	11
4.2	Desenvolvimento Sustentável Na Indústria Da Construção	11
4.3	Gestão De Resíduos Sólidos	15
4.4	A Construção Civil E Seus Resíduos Gerados	17
4.4.1	A Construção Civil	17
4.4.2	Resíduos Da Construção E Demolição - Rcd	20
4.4.2.1	Definição e Classificação	20
4.4.2.2	Geração e Composição	21
4.4.2.3	Coleta e Transporte	25
4.4.2.4	Destinação Final	27
4.4.2.5	Reciclagem e Reutilização dos RCD	30
4.4.2.6	Principais pesquisas efetuadas sobre RCD	32
4.4.2.7	Gestão dos RCD	34
4.5	Leis E Normas Vigentes No Brasil	35
4.5.1	Resolução CONAMA N° 307/02	37
5	METODOLOGIA	41
5.1	Parâmetros para uma edificação sustentável	41
5.1.1	Redução do desperdício	41
5.1.2	Conservação e reabilitação de edifícios antigos	41
5.1.3	Reciclagem	42
5.2	Resultados do reaproveitamento na construção civil	45
5.2.1	Ambientais	45
5.2.2	Econômicos	45
5.2.3	Ações sustentáveis de resíduos sólidos na construção civil	46
5.2.3.1	Reduzir	47
5.2.3.2	Reutilizar	47
5.2.3.3	Reciclar	48

5.4	Quesitos aplicáveis para obras sustentáveis	51
5.4.1	Fase da concepção	51
5.4.2	Gestão de materiais e resíduos sólidos	51
5.4.3	Implantação do sistema de gestão da qualidade	53
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	55
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é a segunda maior fonte de renda da economia brasileira, ficando atrás apenas do setor agropecuário, com isso, pela sua importância para a economia brasileira, é chamada de “motor” econômico, movimentando a economia, gerando empregos e riquezas. Segundo a CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção, ela é responsável por cerca de 6,2% do PIB nacional em e gerou mais de 12,5 milhões de postos de trabalho, sendo empregos formais, informais e indiretos em 2018.

Entretanto, a construção civil é um dos responsáveis por maior geração de resíduos, excessivo consumo de recursos naturais e alteração da paisagem, portanto se torna uma atividade com grande capacidade degradante ao meio ambiente. De acordo com Pinto e Gonzáles (2005), em cidades de médio e grande porte do Brasil, os resíduos da construção civil correspondiam de 41 a 70% do total dos resíduos gerados nestes municípios, com análise de dados realizada no período de 1990 até 2001. Para Azevedo, Kiperstok e Moraes (2006), o principal problema dos resíduos de construção civil, do ponto de vista ambiental, é a sua disposição irregular, incentivando a criação de pontos de despejo inadequados.

Os resíduos gerados pela construção civil, se não disponibilizados em locais adequados, podem alterar paisagens, fazendo com que se tornem locais degradáveis para a população, contaminar solos e corpos hídricos, e atrair vetores que transmitem doenças para a população, ou seja, se tornando um problema ambiental e de saúde.

Os resíduos de construções civis, reformas e demolições necessitam de diversas soluções diversificadas, onde cada tipo de resíduo possui um tipo adequado de solução, não apenas destinando para aterros sanitários. Visto isso, a reciclagem e, se possível, a reutilização são métodos primordiais nessa questão

Infelizmente, a maioria dos canteiros de obra não prezam por cuidados com seus resíduos gerados, onde simplesmente encaminham para aterros, sem nenhum tipo de conduta preventiva ou tratamento. Com isso, se faz necessário mostrar os métodos adequados para a disposição destes resíduos, a importância da reciclagem e reutilização por meio não só de questões ambientais, mas também sua viabilização econômica.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que dispõe sobre a adequada gestão dos resíduos sólidos, sendo

regulamentada pelo Decreto n° 7.404, de 23 de dezembro de 2010, que estabelece normas para execução de que trata a PNRS é o principal instrumento da legislação referente aos resíduos sólidos no Brasil. Já a Resolução CONAMA N° 307, estabelece a gestão dos RCC no país, com critérios, diretrizes, procedimentos, dando responsabilidades e deveres a serem seguidos pelos municípios quanto ao gerenciamento destes resíduos. Assim, o Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil constitui-se como um instrumento para minimização dos danos ambientais advindos do setor da construção civil.

Portanto, este trabalho possui a finalidade de apresentar as principais etapas do gerenciamento de resíduos pela construção civil no âmbito da legislação vigente.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O dado trabalho possui como finalidade apresentar um sistema de gestão de resíduos com a finalidade de, por meios sustentáveis, de gerir os resíduos sólidos de construção civil e demolição, de modo a sempre seguir e obedecer às leis e normas vigentes, buscando criar um sistema sustentável e que, se possível, gere ganhos financeiros ao implementador do sistema.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

1 – Sustentabilidade da construção e demolição

Estabelecer normas e regras a serem seguidas para gerir cada classe dos resíduos gerados pela construção civil e demolição, cumprindo sempre as leis e normas vigentes.

2 – Resíduos de construção e demolição e seus possíveis ganhos econômicos

Por meio de uma boa gestão de todos os resíduos gerados pela construção civil e demolição, utilizar-se do reaproveitamento e reciclagem de resíduos gerados, com a finalidade de redução de gastos ou até mesmo de lucro com a venda dos materiais que seriam apenas destinados à aterros.

3 JUSTIFICATIVA

Este trabalho de conclusão de curso possui a finalidade mostrar a importância do gerenciamento dos resíduos sólidos dos resíduos gerados pela construção civil.

Por meio de tabelas e dados, mostrar a viabilidade da reutilização e reciclagem como prioridades no canteiro de obra. Deste modo, diminuindo o desperdício de resíduos e conseqüentemente evitando uma possível destinação inadequada e/ou poluição.

Por fim, serão apresentadas ideias e possibilidades com o intuito de seduzir as construtoras para a implementação de um sistema de gerenciamento de resíduos sólidos, apresentando possibilidades de geração de ganhos financeiros e/ou redução de custos nas etapas da construção. Desta forma, sendo um atrativo importante para os empresários do ramo da construção civil.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Desenvolvimento Sustentável

O desenvolvimento sustentável, conceito definido pela Comissão de Brundtland em 1987, porém consolidado pela Agenda 21 em 1992, pode ser definido como o desenvolvimento da humanidade em harmonia com as limitações ecológicas do planeta, de forma a preservar às gerações futuras, condições para que as mesmas tenham a chance de existir e viver bem, de acordo com suas necessidades. A Agenda 21 consolida a ideia de que o desenvolvimento e a conservação do meio ambiente são dois elementos-chave que devem caminhar juntos, alterando assim o padrão tradicional de crescimento econômico, sem prejudicar o desenvolvimento e o meio ambiente (ASSEMBLÉIA GERAL DAS NAÇÕES UNIDAS, 1992; DEGANI, 2003; SOUZA et al., 2004).

A partir da Agenda 21, em 1992, todos os países que participaram do acordo assumiram o compromisso de elaborar e implementar sua própria Agenda Nacional. Desta forma, a Agenda 21 brasileira foi elaborada pelo Ministério do Meio Ambiente, pela Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e pela Agenda 21 Nacional (CPDS), sendo que o processo de construção ocorreu entre os anos de 1996 e 2002. Esta agenda propõe a aplicação progressiva dos conhecimentos científicos e tecnológicos disponíveis a todos os agentes dos diferentes setores econômicos, em favor do desenvolvimento sustentável (MMA, 2000; DEGANI, 2003).

Na Agenda 21 Global o setor de construção civil é citado em 13 dos 48 capítulos que a compõem. De acordo com COSTA (2003), essa abordagem revela que, para o desenvolvimento sustentável ser alcançado pela sociedade, existe a necessidade que esse setor contribua com uma grande participação no processo.

4.2 Desenvolvimento Sustentável Na Indústria Da Construção

Tendo em vista a importância do setor da construção civil para o processo do desenvolvimento sustentável, foi criada pelo CIB (International Council for Research and Innovation in Building and Construction) a Agenda 21 específica para o setor, denominada “Agenda 21 on Sustainable Construction”. Esta agenda aborda conceitos, aspectos, práticas, programas e dificuldades para alcançar o desenvolvimento sustentável na indústria da construção (JOHN et al., 2001; COSTA, 2003; DEGANI, 2003).

O principal objetivo da Agenda 21 desenvolvida pelo CIB foi proporcionar às indústrias a comparação de visões e percepções de desenvolvimento sustentável e permitir a avaliação do futuro do setor de construção civil (CIB, 1999; COSTA, 2003).

De acordo com os principais aspectos apontados pela Agenda do CIB, para se obter a construção sustentável, seria necessário: (1) reduzir o consumo energético e a extração de recursos naturais, (2) conservar as áreas naturais e a biodiversidade e (3) manter a qualidade do ambiente construído e gerenciar a salubridade do ar interior (CIB, 1999; DEGANI, 2003).

KIBERT3 citado por COSTA (2003, p.22), define construção sustentável como: “a criação e manutenção responsável de um ambiente construído saudável, baseado na eficiência de recursos e princípios ecológicos”. Para ARRUDA (2002), a construção sustentável deve enfatizar aspectos ambientais, sociais, econômicos e políticos.

Um resumo dos principais problemas apontados pelo CIB, assim como os desafios para se atingir a construção sustentável estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Ações e desafios para se obter uma construção sustentável

Ações e desafios para o setor de construção	Conteúdo
Gerenciamento e organização	<ul style="list-style-type: none"> • Melhorar o projeto de processos; • Melhorar os padrões ambientais da indústria da construção; • Promover a reengenharia do processo produtivo; • Incentivar a penetração de novas tecnologias que definirão um novo conceito de edificação; • Melhorar o desempenho de todos os participantes do processo, uso de ferramentas de qualidade, tecnologia da informação; • Promover o treinamento em multi-tarefas; • Incorporar a sustentabilidade no processo de tomada de decisões; • Garantir a completa aceitação do público do conceito de sustentabilidade via projetos demonstrativos; • Promover o uso de selos ambientais, certificação e padrões ambientais.
Aspectos de edifícios e produtos de construção	<ul style="list-style-type: none"> • Analisar o desempenho ambiental das edificações; • Reduzir a quantidade de materiais e energia durante a fabricação dos produtos; • Reutilizar e reciclar; • Uso da ferramenta avaliação do ciclo de vida do produto; • Padronização dos métodos para avaliar a qualidade ambiental das edificações; • Utilizar materiais reciclados ou fabricados com recursos renováveis.
Consumo de recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir a demanda de energia nos processos e durante a vida da edificação; • Utilizar novas tecnologias para reduzir energia em novos edifícios e no estoque atual; • Utilizar recursos renováveis e materiais reciclados; • Selecionar materiais na fase de construção; • Promover o uso eficiente da terra; • Projetar para longa vida de serviço; • Adaptar/conservar os edifícios existentes.
Impactos da construção sobre o desenvolvimento sustentável urbano	<ul style="list-style-type: none"> • Melhorar a qualidade do ambiente: reduzir os problemas de poluição sonora e do ar; • Gerenciar os recursos como água, terra, energia e matérias-primas; • Gerenciar os riscos; • Fixar o crescimento urbano (uso do conceito de cidades compactas); • Utilizar os recursos e gerenciar os resíduos.

Fonte: COSTA (2003)

Segundo JOHN *et al.* (2001), a *Agenda 21 on Sustainable Construction*, publicada em 1999, é aplicada essencialmente para os países desenvolvidos, isto porque as maiores contribuições para esta publicação vieram desses países. De acordo com o autor, as diferenças entre os países desenvolvidos e os países em desenvolvimento estão além dos aspectos econômicos, elas se apresentam com grande intensidade nos impactos ambientais gerados por ambas sociedades.

Um exemplo disso é o fato dos países desenvolvidos serem responsáveis por 70% da produção dos três gases estufas, o dióxido de carbono (CO₂), o clorofluorcarbono (CFC) e o gás metano (CH₄), causadores do aquecimento global, além de consumirem 70% da energia mundial, 75% dos metais, 85% das madeiras e 70% dos alimentos (ARAUJO, 2002).

De forma a adequar as questões brasileiras em relação à publicação da *Agenda 21 on Sustainable Construction*, JOHN *et al.* (2001) propuseram uma agenda para a construção civil brasileira, mantendo a estrutura da Agenda 21 criada pelo CIB, mas considerando as particularidades e necessidades ambientais, sociais e funcionais do Brasil (DEGANI, 2003).

A *Agenda 21* para a construção brasileira considera as seguintes ações como essenciais para a obtenção da construção sustentável:

- melhoria da qualidade do ar interno;
- avaliação ambiental de edifícios e de produtos para construção com base em seu ciclo de vida;
- seleção de materiais ambientalmente saudáveis;
- redução de desperdício e gestão de resíduos;
- reciclagem de resíduos da construção civil (RCC) e aumento no uso de reciclados como materiais de construção;
- uso racional da água;
- uso racional de energia e aumento da eficiência energética do setor; demanda por tecnologias de conservação de energia;
- aumento da durabilidade e planejamento da manutenção;
- melhoria da qualidade da construção.

Ainda a respeito da *Agenda 21* para a construção brasileira, JOHN *et al.* (2001) afirmam que o mercado brasileiro conta com produtos que contribuem com a proteção ao meio ambiente, sejam eles para reduzir o consumo de recursos naturais, promover o uso racional da água e da energia ou melhorar a sua durabilidade.

Para alcançar a sustentabilidade do setor da construção civil, COSTA (2003) afirma que é necessário reduzir o desperdício e aplicar uma gestão adequada aos resíduos que são produzidos, somente desta forma, é possível atingir a sustentabilidade.

4.3 Gestão De Resíduos Sólidos

Os resíduos podem ser definidos de diversas formas através de fontes de conhecimento distintas, como normas, conceitos acadêmicos, leis e assim em diante. Porém, independente da fonte de conceituação, todas tem como base o princípio de que os resíduos são o resultado da utilização incompleta de recursos naturais. Trata-se de uma concepção recente, já que os resíduos são gerados a partir das atividades exclusivamente humanas, intensificados a partir da Revolução Industrial iniciada no século XVIII.

Os sistemas naturais são sistemas fechados de produção e decomposição, sustentando-se num equilíbrio dinâmico baseado em ciclos e flutuações (Odum, 1971; Capra, 2006).

O homem, por sua vez, criou um sistema oposto, aberto, onde os recursos naturais utilizados de forma incompleta são perdidos, pois não retornam ao ciclo de produção, transformando-se em material perdido.

A visão cartesiana do universo separou o ser humano de seu habitat original, a biosfera. Essa visão transformou o conceito de natureza em um sistema mecânico, que pode ser manipulado e explorado infinitamente (Capra, 2006), e o homem assumiu o papel de dominador da natureza, acreditando que para sua exploração não há limites nem meios sustentáveis de fazê-la. A geração de resíduos, num contexto global, é uma das formas de demonstração dessa despreocupação humana, pois além de estar intimamente relacionada ao crescimento populacional e ao desenvolvimento econômico das sociedades, está conseqüentemente vinculada aos hábitos de consumo.

Diante da problemática que é a geração em massa de resíduos, sendo este um dos maiores e mais significativos impactos ambientais causados pelo homem, especialistas se

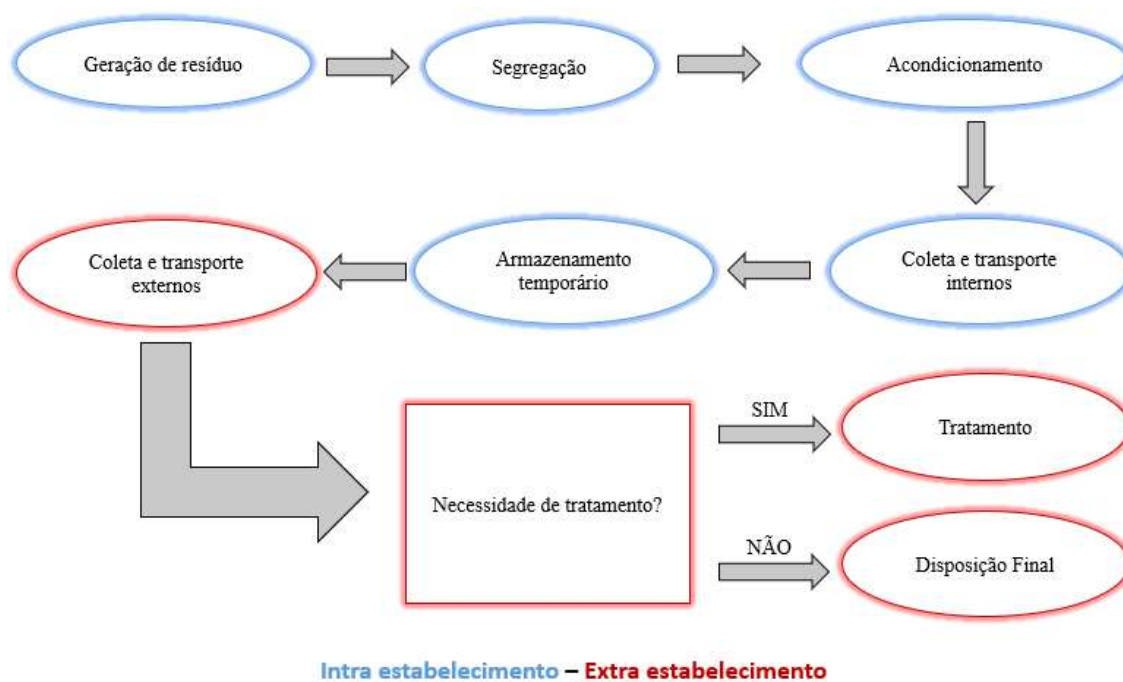
empenham em desenvolver métodos de gestão específicos, com o objetivo de minimizar e controlar este grave problema.

Para que se possa alcançar um resultado positivo, o primeiro passo é conhecer o resíduo gerado, ou seja, sua classificação e quantificação. Essas informações somadas às políticas públicas relacionadas, são essenciais para que as etapas vinculadas ao manejo sejam delineadas. Isto significa dizer que modelos de gerenciamento, através de informações básicas sobre a composição e quantificação de resíduos e conhecimento dos requisitos legais aplicáveis, devem integrar harmonicamente as etapas de geração, acondicionamento, sistema de coleta e de disposição final.

Para definir a composição dos resíduos gerados, estes devem seguir a classificação quanto à sua natureza física (líquido, sólido, gasoso), quanto a sua origem (doméstico, industrial, hospitalar, etc), quanto sua composição química (orgânico ou inorgânico) e quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente (perigosos, inertes ou não inertes). Como dito anteriormente, a classificação auxiliará a definição das etapas a serem percorridas pelos resíduos desde sua geração até a destinação final.

O manejo de resíduos deve assegurar as ações necessárias ao gerenciamento de resíduos em seus aspectos intra e extra estabelecimento, desde sua geração até a disposição final. As etapas de segregação, acondicionamento, coleta interna e armazenamento temporário correspondem àquelas que ocorrem intra estabelecimento, ou seja, no espaço físico interno da instituição geradora. Enquanto que a coleta externa (transporte), tratamento e destinação final ocorrem extra estabelecimento, isto é, no espaço físico externo ao local gerador. A Esquema 1 demonstra o diagrama simplificado das etapas de manejo de resíduos.

Esquema 1 - Diagrama simplificado das etapas de manejo de resíduos



Fonte: Próprio autor

A gestão de resíduos se enquadra nas atividades de saneamento básico, por existir a conexão entre este, a saúde e o meio ambiente. Em sua concepção fundamental, o gerenciamento de resíduos deve constituir um conjunto de procedimentos de gestão com os princípios básicos, em ordem de prioridade, da não geração de resíduos, da minimização da produção dos resíduos inevitáveis e da garantia de um encaminhamento seguro, de forma eficiente aos resíduos produzidos, visando a proteção dos trabalhadores, a preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente.

4.4 A Construção Civil E Seus Resíduos Gerados

4.4.1 A Construção Civil

Segundo Paulo Safady Simão (2012) Presidente da câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC),

“A construção brasileira retomou, nos anos recentes o seu importante papel na receita do desenvolvimento. Após décadas de baixo investimento em infraestrutura e em habitação, o país reencontrou sua rota de progresso (...)”

Nessa nova fase da construção civil no país, busca-se a maior produtividade do setor, com o objetivo de produzir mais e melhor com a menor quantidade possível de recursos. Para isso é preciso que se invista em máquinas, processos produtivos mais elaborados e qualificação da mão de obra.

O setor da construção civil, segundo a Pesquisa Anual da Indústria da Construção (2010) realizada pelo IBGE, teve uma forte expansão influenciada pelo aumento das obras para o setor público, que em 2010 totalizaram R\$ 258,8 bilhões, representando um aumento de 23,3% em relação a 2009, destes 42,8% foram obras contratadas por entidades públicas. O segmento de obras residenciais, nesta mesma pesquisa, representa 20,6% do total das incorporações, obras e/ou serviços da construção em 2010, isso se deve ao fomento na construção de edifícios residenciais motivado pelos financiamentos imobiliários.

De acordo com a fonte mencionada acima, o setor empregou, no referido ano, 2,5 milhões de pessoas, um aumento de 500 mil pessoas em relação ao ano anterior. O valor médio pago ao trabalhador desta área é na faixa de 2,6 salários mínimos mensais.

Em 2010, a economia do país foi influenciada por um contexto mundial mais favorável, sobretudo pelo crescimento da demanda interna, com aumento da renda familiar e incentivo ao crédito, que elevou o Produto Interno Bruto – PIB brasileiro, chegando a uma representatividade de 5,7%.

Essa Indústria é muito ampla e composta por uma complexa cadeia de atividades denominadas de Macrossetor da construção civil, essas atividades podem ser consideradas como fornecedoras de insumos industriais ou prestadoras de serviços.

Uma preocupante característica desta atividade é a baixa produtividade devido às técnicas empregadas e ao baixo nível de industrialização do processo. Essa baixa produtividade pode ser confirmada com o percentual de desperdícios que fica na faixa de 20% a 30%, valor que expressa a quantidade de material sobre utilizado em relação às especificações técnicas ou de projeto, podendo este estar incorporado ao serviço ou transformar-se em resíduo (Pinto, 1999).

O consumo atual de recursos naturais vem aumentando com o desenvolvimento econômico e o crescimento populacional, e pode chegar a 80 t/hab. por ano em países

desenvolvidos (MATTHEWS *et al.*, 2000). Os EUA estimam que 70% dos materiais consumidos vão para a construção (MATOS & WAGNER, 1998). Outros impactos são característicos do setor como o excessivo consumo de energia e água e a poluição atmosférica.

Um grande obstáculo ao progresso da construção sustentável no país é a falta de capacitação técnica. Segundo o professor e pesquisador Vanderley John, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP).

“De uma forma geral, a capacidade técnica dos engenheiros e arquitetos brasileiros não inclui conhecimento e ferramentas mais avançadas na área de construção sustentável. Não adianta discutir o assunto sem conseguir fazer com que engenheiros e arquitetos que estão no mercado atualizem seu conhecimento”

Nessa tentativa de minimizar os impactos gerados pela construção civil, promover o uso racional de recursos naturais e conscientizar os empreendedores e compradores sobre as vantagens das construções sustentáveis é que a Caixa Econômica Federal lançou o Selo Casa Azul CAIXA. O Selo é um instrumento de classificação socioambiental de projetos de empreendimentos habitacionais, e é utilizado pela CAIXA para ceder benefícios (linhas de créditos) aos empreendedores e compradores que tiverem ou optarem por habitações com a certificação.

Na Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, Rio + 20, o setor da construção civil com o aporte de diversos conselhos e federações do ramo, apresentou um documento afirmando o compromisso com a construção de soluções inovadoras para um futuro melhor e diferente. É de fundamental importância que os atores envolvidos neste ramo superem a visão nostálgica de que a “construção sustentável” representa um gasto e não um investimento, formando um consenso de que esta visão tornará o setor mais formal, com melhores empregos, reduzindo os riscos das empresas e aumentando o bem-estar da população. (JOHN, 2001) comenta:

“Nenhuma sociedade poderá atingir o desenvolvimento sustentável sem que a construção civil, que lhe dá suporte, passe por profundas transformações. A cadeia produtiva da construção civil apresenta importantes impactos ambientais em todas as etapas de seu processo: extração de matérias primas, produção de materiais, construção, uso e demolição. Qualquer sociedade seriamente preocupada com esta questão deve colocar o aperfeiçoamento da construção civil como prioridade”.

4.4.2 Resíduos Da Construção E Demolição - Rcd

4.4.2.1 Definição e Classificação

Segundo a Resolução Conama 307/02 (Conselho Nacional de Meio ambiente) (Brasil, 2002) a definição para Resíduos da construção civil é a seguinte:

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

De acordo com a classificação da NBR 10004/04, se enquadram na classe II B – Resíduos Inertes, que são definidos assim:

“Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G”.

Para Hamassaki (2000), os resíduos de construção civil ou “entulho” é um conjunto de fragmentos ou restos de tijolos, concreto, argamassa, aço, madeira e outros provenientes do desperdício na construção, reforma ou demolição de estruturas.

Marques Neto (2005) define os RCD sendo como todo rejeito de material utilizado na execução de etapas de obras de construção civil, podendo ser provenientes de novas construções, reformas, reparos, restaurações, demolições e obras de infraestrutura.

De acordo com a resolução, Vilhena (2010) conclui que o resíduo de construção se compõe de restos e fragmentos de materiais, já os de demolições são formados apenas por fragmentos tendo assim maior potencial qualitativo quando comparado aos resíduos de construção.

4.4.2.2 Geração e Composição

Conforme (ABRELPE, 2011) o Brasil apresenta um índice de geração de RCD de 0,656 kg/habitante/dia. Embora os dados coletados para a pesquisa, não representem o total de RCD gerado pelos municípios, esta parcela é a única que possui registros confiáveis.

De acordo com Pinto (1999), a quantidade de RCD gerada nas cidades é igual ou superior à quantidade de resíduos domésticos. O autor afirma que estimativas internacionais sobre a geração de RCD's variam entre 130 kg/hab.ano e 3.000 kg/hab.ano.

Segundo Pera (1995, *apud* MARQUES NETO, 2006) a geração de RCD na Europa está entre 0,7 e 1,0 ton/hab.ano, o que representa o dobro da produção de resíduos sólidos urbanos.

Conforme John (2000), o setor da economia que mais gera resíduos no Brasil é a construção civil. Segundo o autor em algumas cidades o percentual é de cerca de 40% do total dos resíduos gerados. Outros autores trabalham com a estimativa de 50%.

Em alguns municípios brasileiros, mais de 75% dos resíduos de construção civil são oriundos de construções não licenciadas - obras informais - enquanto 15% a 30% são gerados em obras licenciadas pelos órgãos competentes (PINTO, 2005).

Praticamente todas as atividades do setor da construção civil são geradoras de resíduos. Segundo Pinto (1999), o percentual de perdas no setor é, em média, 50% dos insumos que entram na obra.

Segundo Pinto e Gonzales (2005), a taxa média de geração em novos empreendimentos é na faixa de 150 kg/m². Pinto (1999) estimou também que o RCD gerado em atividades de manutenção e reformas e, provavelmente demolição, varia de 42 a 80% do total gerado. Naturalmente esta proporção vai depender das características de cada localidade.

Dadas as reais dimensões sobre a geração de RCD, Pinto (1999), *apud* Marques Neto (2006), afirma que a geração de RCD nas cidades de médio e grande porte é tão grande que se fossem realizadas a reciclagem e o reuso de todos os materiais utilizados seriam supridas todas as demandas necessárias para a construção de casas e pavimentação de ruas e novas vias.

A composição dos resíduos gerados na construção civil está relacionada com fatores que englobam o estado de desenvolvimento econômico e tecnológico da região, as técnicas empregadas nas demolições, a estação do ano e as matérias-primas utilizadas, segundo Sinduscon/CE.

Sobre a composição dos RCD, Karpinski (2009, p. 28) afirma que:

“O resíduo de construção e demolição (RCD) possui bastante peculiaridade por ser produzido num setor onde há uma gama muito grande de diferentes técnicas e metodologias de produção e cujo controle da qualidade do processo produtivo é recente, quando existe. Características como composição e qualidade produzida dependem diretamente do estágio de desenvolvimento da indústria local de construção, como qualidade da mão de obra, técnicas construtivas empregadas e adoção de programas de qualidade.”

Global (2005 apud Karpinski et al 2009) apresenta que a Madeira se sobressai na construção americana e japonesa, não sendo tão relevante nas construções europeia e brasileira; o gesso, porém, já é amplamente empregado nas construções americana e europeia, sendo usado, em grande escala, recentemente no Brasil.

Geralmente, existem componentes inorgânicos e minerais, como concretos, argamassas e cerâmicas, e componentes orgânicos, plásticos, materiais betuminosos, etc (ÂNGULO; JOHN, 2002).

A tabela abaixo apresenta os resíduos sólidos gerados durante as etapas de uma construção.

Tabela 2 – Geração de resíduos por etapa de uma obra

FASES DA OBRA	TIPOS DE RESÍDUOS POSSIVELMENTE GERADOS
LIMPEZA DO TERRENO	SOLOS
	ROCHAS, VEGETAÇÃO, GALHOS
MONTAGEM DO CANTEIRO	BLOCOS CERÂMICOS, CONCRETO (AREIA; BRITA)
	MADEIRAS
FUNDAÇÕES	SOLOS
	ROCHAS
SUPERESTRUTURA	CONCRETO (AREIA; BRITA)
	MADEIRA
	SUCATA DE FERRO, FÓRMAS PLÁSTICAS
ALVENARIA	BLOCOS CERÂMICOS, BLOCOS DE CONCRETO, ARGAMASSA
	PAPEL, PLÁSTICO
INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS	BLOCOS CERÂMICOS
	PVC
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	BLOCOS CERÂMICOS
	CONDUITES, MANGUEIRA, FIO DE COBRE
REBOCO INTERNO/EXTERNO	ARGAMASSA
REVESTIMENTOS	PISOS E AZULEJOS CERÂMICOS
	PISO LÂMINADO DE MADEIRA, PAPEL, PAPELÃO, PLÁSTICO
FORRO DE GESSO	PLACAS DE GESSO ACARTONADO
PINTURAS	TINTAS, SELADORAS, VERNIZES, TEXTURAS
COBERTURAS	MADEIRAS
	CACOS DE TELHAS DE FIBROCIMENTO

Fonte: Valotto, 2007.

A tabela abaixo mostra a composição dos RCD em algumas cidades brasileiras. Os percentuais de argamassa, concreto e material cerâmico, enquadrados na Classe representam mais de 60% do total gerado em todos os municípios estudados. O que nos leva a um grande potencial de materiais passíveis de serem beneficiados e reciclados, conforme podemos ver na Tabela 3.

Tabela 3 – Análise gravimétrica dos RCD em alguns municípios.

Município	%					
	Argamassa	Concreto	Mat. Cerâmico	Cer. Polida	Rochas e solos	Outros
São Paulo/SP (a)	25,5	8,2	29,6	n.d.	32	5
Porto Alegre/RS (b)	44,2	18,3	35,6	0,1	1,8	n.d.
Ribeirão Preto/SP (c)	37,4	21,1	20,8	2,5	17,7	0,5
Salvador/BA (d)	53		9	5	27	6
Campina Grande/PB (d)	28	10	34	1	9	18
Maceió/AL (e)	27,82	18,65	48,15	3,06	n.d.	2,32
a) BRITO FILHO (1999)	d) QUADROS; OLIVEIRA (2001)					
b) LOVATO (2007)	e) NÓBREGA (2002)					
c) ZORDAN (1997)	f) VIEIRA (2003)					
n.d. - não disponível						

Fonte: Manual sobre os Resíduos da Construção Civil – Sinduscon/CE.

4.4.2.3 Coleta e Transporte

A Resolução 307 do CONAMA considera os transportadores como as pessoas, físicas ou jurídicas, encarregados da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação. Conforme essa mesma resolução a coleta e o transporte do RCD são de responsabilidade do gerador, que na maioria dos casos contrata empresas terceirizadas para realizar a coleta e o transporte dos resíduos, essas empresas devem ser licenciadas pelo órgão ambiental responsável.

Os resíduos provenientes dos pequenos geradores são de responsabilidade das prefeituras, que devem propiciar áreas de recepção de pequenos volumes e/ou serviço de coleta, a fim de que esse material não seja descartado em áreas irregulares. Segundo Marques Neto (2005) os pequenos geradores normalmente, em função dos custos de coleta e transporte, depositam de forma errônea os resíduos provenientes das construções, demolições e reformas de pequeno porte.

O equipamento mais utilizado pelas cidades de médio e grande porte na coleta e transporte destes materiais são os caminhões poliguindastes providos de caçambas metálicas estacionárias (Figura 1). Já pelo setor público é comum a utilização dos caminhões caçamba (Figura 2).

Figura 1 - Caminhão poliguindaste



Fonte: < <http://www.renovpneus.com.br/brasil/produtos/poliguindastes.html> >

Figura 2 - Caminhão caçamba



Fonte: < <https://fccarneiro.com.br/caminhoes-cacamba/> >

Em municípios de menor porte temos uma grande participação, no serviço de coleta de RCD, de veículos de tração animal (carroças) e camionetes, que recolhem, segundo Pinto (1999) uma fração considerável destes resíduos que não devem ser desprezados no levantamento de dados para a concepção do Plano de Gerenciamento de RCD no município.

4.4.2.4 Destinação Final

Quanto à disposição dos RCD, a Resolução nº 307 do CONAMA diz que:

“Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de “bota-foras”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei, obedecidos os prazos definidos [...] (CONAMA, 2002).”

Ainda de acordo com a Resolução, após a triagem dos materiais estes devem ser destinados das seguintes formas, segundo suas classes:

- Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos Classe A para a reservação do material para usos futuros;
- 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;

Os resíduos como papel, papelão, plástico, vidro e metal, podem ser destinados aos programas de coleta seletiva, bem como à associações de catadores e usinas de reciclagem. Já a madeira, pode ser usada por olarias, como fonte de energia para os fornos.

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

Estes devem ser armazenados em locais cobertos, secos e isolados, uma vez que ainda não foram desenvolvidas soluções economicamente aplicáveis para a sua reciclagem. É essencial que se inclua o fabricante na responsabilidade compartilhada, fazendo com que esses resíduos voltem para o fabricante, para que este dê o destino correto.

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

Os resíduos da classe D (restos de tinta, etc.) devem ser encaminhados a um aterro industrial devidamente licenciado.

Embora a política exista, é normal encontrarmos nos municípios brasileiros a deposição dos RCD em margens de rios, terrenos baldios ou outros locais inapropriados. A disposição irregular desses resíduos pode gerar problemas de ordem estética, ambiental e de saúde pública. O entulho acumulado é vetor de doenças como a dengue, febre amarela e chamariz de insetos e roedores.

Descartado indiscriminadamente em rios, córregos e represas, eleva o seu leito (assoreamento) culminando com enchentes e conseqüentemente com o desabamento de residências localizadas em áreas de risco. De outro lado, constitui um problema que se apresenta aos gestores públicos, sobrecarregando os sistemas de limpeza pública.

De acordo com Pinto (1999), os principais impactos relacionados aos RCD são associados às deposições irregulares. Nestes locais é possível encontrar uma série de irregularidades que degradam o local, comprometendo a paisagem, o fluxo do trânsito, a drenagem urbana, atraindo resíduos não inertes e a proliferação de micro e macro vetores.

Em sua pesquisa, Araujo (2000), observou a presença de material orgânico, produtos perigosos e de embalagens vazias que podem reter água e outros líquidos, favorecendo a multiplicação de vetores.

Segundo Ângulo (2000), os RCD brasileiros apresentam poucos riscos ambientais em razão de suas características químicas e minerais serem semelhantes aos agregados naturais e solos. Porém o autor ressalta que estes resíduos podem abrigar outros tipos de elementos contaminantes como óleos utilizados na construção, tintas e derivados do amianto como telhas e caixas d'água.

Vilhena (2010) comenta que os municípios geralmente não coletam os resíduos de construção civil, sendo comum o despejo clandestino em vias públicas, terrenos baldios, margens de rios e bota-foras irregulares, que muitas vezes se transformam em grandes lixões.

Uma vez dispostos irregularmente, esses resíduos continuam atraindo uma diversidade de outras disposições de resíduos. Segundo Schneider (2003), estes locais

tornam-se nicho ecológico de muitas espécies de vetores patológicos, como moscas, ratos, baratas, vermes, bactérias, fungos e vírus.

Scremin (2007) relata que, nas localidades onde a resolução 307 do CONAMA já é bem conhecida e empregada, criaram-se pontos de entrega voluntária (PEV) de RCD, que recebem os volumes dos pequenos geradores. Esta medida visa incentivar a correta disposição dos resíduos, sendo que esses pontos devem ser de fácil acesso e próximo das áreas onde se concentra os casos de deposição irregular. Os volumes armazenados nos PEV's são posteriormente encaminhados para as áreas de transbordo e triagem, que também recebem os volumes dos grandes geradores, para reciclagem e/ou beneficiamento.

Tabela 4 – Alternativas de destinação para os diversos tipos de RCC

TIPOS DE RESÍDUO	CUIDADOS REQUERIDOS	DESTINAÇÃO
Blocos de concreto, blocos cerâmicos, argamassas, outros componentes cerâmicos, concreto, tijolos e assemelhados	Privilegiar soluções de destinação que envolvam a reciclagem dos resíduos, de modo a permitir seu aproveitamento como agregado.	Áreas de Transbordo e Triagem, Áreas para Reciclagem ou Aterros de resíduos da construção civil licenciadas pelos órgãos competentes; os resíduos classificados como classe A (blocos, telhas, argamassa e concreto em geral) podem ser reciclados para uso em pavimentos e concretos sem função estrutural.
Madeira	Para uso em caldeira, garantir separação da serragem dos demais resíduos de madeira.	Atividades econômicas que possibilitem a reciclagem destes resíduos, a reutilização de peças ou o uso como combustível em fornos ou caldeiras.
Plásticos (embalagens, aparas de tubulações etc.)	Máximo aproveitamento dos materiais contidos e a limpeza da embalagem.	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos.
Papelão (sacos e caixas de embalagens) e papéis (escritório)	Proteger de intempéries.	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos.
Metal (ferro, aço, fiação revestida, arames etc.)	Não há.	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos.
Serragem	Ensacar e proteger de intempéries.	Reutilização dos resíduos em superfícies impregnadas com óleo para absorção e secagem, produção de briquetes (geração de energia) ou outros usos.
Gesso em placas cartonadas	Proteger de intempéries.	É possível a reciclagem pelo fabricante ou empresas de reciclagem.
Gesso de revestimento e artefatos	Proteger de intempéries.	É possível o aproveitamento pela indústria gesseira e empresas de reciclagem.
Solo	Examinar a caracterização prévia dos solos para definir destinação.	Desde que não estejam contaminados, destinar a pequenas áreas de aterramento ou em aterros de resíduos da construção civil, ambos devidamente licenciados pelos órgãos competentes.
Telas de fachada e de proteção	Não há.	Possível reaproveitamento para a confecção de <i>bags</i> e sacos ou até mesmo por recicladores de plásticos.
EPS (poliestireno expandido – exemplo: isopor)	Confinar, evitando dispersão.	Possível destinação para empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam, reciclam ou aproveitam para enchimentos.
Materiais, instrumentos e embalagens contaminados por resíduos perigosos (exemplos: embalagens plásticas e de metal, instrumentos de aplicação como broxas, pincéis, trinchas e outros materiais auxiliares como panos, trapos, estopas etc.)	Maximizar a utilização dos materiais para a redução dos resíduos a descartar.	Encaminhar para aterros licenciados para recepção de resíduos perigosos.

Fonte: Sinduscon-SP, 2005

4.4.2.5 Reciclagem e Reutilização dos RCD

A reciclagem deste tipo de resíduos apresenta vantagens econômicas, sociais e ambientais, como: economia nos gastos públicos em decorrência da diminuição do volume de resíduos a ser coletado e depositado em locais adequados; para o construtor, que pode executar obras a menores custos utilizando materiais reciclados; minimização de áreas para aterro sanitário; redução dos custos dos materiais de construção oriundos da reciclagem e preservação do meio ambiente natural (Freitas, 2009).

De acordo com dados da Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição - ABRECON, o mercado da reciclagem de resíduos da construção e demolição no Brasil é ainda novo, mas se apresenta muito promissor. A reciclagem deste resíduo é um mercado desenvolvido em muitos países da Europa, em

grande parte pela escassez de recursos naturais desses países, que veem em seus resíduos uma enorme fonte de matéria prima.

A ABRECON considera que o maior entrosamento com as questões ambientais e a adoção de uma abordagem preservacionista da atividade será uma característica vital para que a reciclagem de resíduos sólidos no país se desenvolva. Ser sustentável garante ao segmento um desenvolvimento acima do esperado e ainda facilita as articulações com órgãos públicos, iniciativa privada e com potenciais parceiros.

A reciclagem apresenta vantagens econômicas se comparada com as deposições irregulares de RCD, os custos da limpeza urbana para as administrações municipais são muito elevados, a correção da deposição irregular, com aterramento e controle de doenças, custa em média 25% mais do que os programas de reciclagem (CARNEIRO et al., 2001).

Uma vez beneficiado, o entulho, pode voltar à cadeia produtiva na forma de diversos tipos de agregados, segundo a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON), tais como.

- Areia: Material com dimensão máxima característica inferior a 4,8 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto, este material pode ser usado em argamassas de assentamento de alvenaria de vedação, contrapisos, solo cimento, blocos e tijolos de vedação.
- Pedrisco: Material com dimensão máxima característica de 6,3 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto, tem seu uso recomendado na fabricação de artefatos de concreto, como blocos de vedação, pisos intertravados, manilhas de esgoto, entre outros.
- Brita: Material com dimensão máxima característica inferior a 39 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto usa-se para fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagens.
- Bica corrida: Material proveniente da reciclagem de resíduos da construção civil, livre de impurezas, com dimensão máxima característica de 63 mm (ou a critério do cliente), utiliza-se 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.

- Rachão: Material com dimensão máxima característica inferior a 150 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto, sendo aproveitado em obras de pavimentação, drenagens e terraplenagem.

A reciclagem de RCD foi consolidada na Europa Ocidental, Japão e nos EUA. De acordo com Pinto (1999), em praticamente todos os países membro da Comunidade Europeia existem usinas de reciclagem de RCD, com normas e políticas específicas para cada tipo de resíduo. O autor também comenta que nos países desenvolvidos, podem ser distinguidos dois tipos de instalações de reciclagem: as que produzem agregados para todo tipo de aplicação e as que produzem agregados para uso específico em concreto, o que as faz possuir um maior controle de qualidade.

4.4.2.6 Principais pesquisas efetuadas sobre RCD

Diversas pesquisas já foram realizadas com os resíduos da construção e demolição com o intuito de aproveitá-los na própria construção civil. Segue algumas destas pesquisas realizadas, bem como seus resultados mais relevantes.

Pinto (1986 apud Lima, 2005) analisou a utilização do entulho para a produção de argamassa. Ele coletou 33 amostras distribuídas pelos depósitos de resíduos da cidade de São Carlos, estado de São Paulo. Os resíduos foram segregados conforme suas características granulométricas, em 5 classificações. Analisou-se o comportamento dos materiais como agregado na confecção de argamassas, comparando-o ao uso da areia convencional. A pesquisa revelou bons resultados na resistência a compressão das amostras de argamassa com traços de cal, este fato foi atribuído a dois fatores: à reação pozolânica dos finos reativos dos resíduos, em presença da cal e a maior velocidade de carbonatação.

A utilização do agregado reciclado na confecção de concreto foi pesquisada por Zordan (1997). Produziu-se, com o agregado reciclado, concreto com variados traços e fatores água/cimento, que foram ensaiados à compressão simples, à abrasão e a permeabilidade, em diferentes estágios de cura. Os resultados obtidos indicaram que o

agregado reciclado pode ser incorporado na obtenção de concreto não estrutural utilizado na infraestrutura urbana.

A pesquisa de Leite (2001) analisou o desempenho de concreto produzido com diferentes proporções de agregado graúdo e miúdo de resíduos da construção civil, analisando ainda algumas propriedades físicas dos agregados reciclados. Considerou-se a influência de diferentes doses de substituição dos agregados graúdo e miúdo naturais por reciclados e diferentes fatores água/cimento sobre as propriedades do concreto no estado fresco e endurecido. Os resíduos utilizados continham grande quantidade de rochas natural (29,84%) seguido por argamassas (28,26%) e material cerâmico (26,33%). Conforme o autor mediante aos resultados apresentados concluiu-se que o uso de agregado é perfeitamente viável para a produção de concreto considerando as propriedades mecânicas avaliadas, resistência a compressão, resistência a tração, resistência à tração na flexão e módulo de deformação.

Ângulo (2005) estudou a viabilidade da utilização dos agregados de resíduos de construção e demolição reciclados em concretos. A porosidade dos agregados analisados e o comportamento mecânico dos concretos foram relacionados com a soma dos teores de aglomerantes e de cerâmicas vermelhas, por serem os materiais mais porosos presentes nesses agregados. Os agregados inseridos no intervalo de densidade $d > 2,2$ possuem teores elevados de rocha e teores baixos de cerâmica vermelha, resultando em concretos com comportamento mecânico semelhante aos agregados naturais analisados.

Silva (2007) relata os resultados obtidos com a aplicação das orientações da Resolução CONAMA n° 307 em obras de pequeno porte em Belo Horizonte – MG. Foram escolhidas três novas construções, residencial, comercial e industrial e uma obra de reforma.

Os estudos revelaram uma geração de 684 kg/m² na obra de reforma, e nas demais obras a média foi de 97,75 kg/m². A correta segregação do material no momento da geração facilitou o seu reaproveitamento na própria obra e sua correta disposição final. Salientando-se também o baixo custo do seu gerenciamento (média de 0,22% do valor da obra).

A combinação de RCD com materiais sintéticos alternativos também tem sido pesquisada, tais como e borracha de pneus usados e garrafas PET. Esses materiais podem ser utilizados em substituição a materiais granulares naturais em sistemas drenantes. A

presença de um geotêxtil envolvendo o material drenante alternativo pode servir como um elemento de filtro para o sistema. A utilização desses materiais alternativos, além de dar uma destinação ambientalmente amigável para tais resíduos, pode representar economias substanciais em regiões onde materiais drenantes convencionais sejam escassos ou caros (PALMEIRA, 2010) apud (SCREMIN et al, 2012).

4.4.2.7 Gestão dos RCD

A resolução 307 do CONAMA (2002) define gestão integrada de resíduos sólidos como sendo:

“o conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.”

A Resolução CONAMA 307, alterada pela Resolução 348/2004, determinou que o gerador fosse o responsável pelo gerenciamento desses resíduos. Essa medida representou um importante marco legal, determinando responsabilidades e estipulando a segregação dos resíduos em diferentes classes e destinação para reciclagem e disposição final correta. Além disso, as áreas destinadas para essas finalidades deverão passar pelo processo de licenciamento ambiental e serão fiscalizadas pelos órgãos ambientais competentes. Diante da relevância desse problema, os RCD estão sujeitos a legislação referente aos resíduos sólidos, bem como à legislação específica de âmbito federal, estadual e municipal.

Os municípios devem, necessariamente, incorporar:

- Programa Municipal de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil, com as diretrizes, técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores e transportadores, e
- Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil que orientem, disciplinem e expressem o compromisso de ação correta por parte dos grandes geradores de resíduos, tanto públicos quanto privados.

Ao desenvolver o Plano de Gerenciamento o município deve seguir um conjunto de ações que visam:

- Destinação adequada dos grandes volumes;
- Preservação e controle das opções de aterro;
- Disposição facilitada de pequenos volumes;
- Melhoria da limpeza e da paisagem urbana;
- Preservação ambiental;
- Incentivo às parcerias;
- Incentivo à presença de novos agentes de limpeza;
- Incentivo à redução de resíduos na fonte;
- Redução dos custos municipais.

O dimensionamento dessas ações deve ser feito de acordo com a realidade de cada município, onde o diagnóstico da situação atual é fundamental para o sucesso do Plano.

O gerenciamento dos resíduos gerados na construção e demolição não deve ser de caráter corretivo, mas sim de caráter educativo, criando alternativas para que os atores envolvidos na cadeia produtiva possam cumprir suas responsabilidades sem provocar impactos negativos na sociedade (Schneider, 2000).

4.5 Leis E Normas Vigentes No Brasil

A primeira norma a definir uma classificação específica para os resíduos sólidos no Brasil foi a NBR 10.004, publicada em 1987. Para efeitos desta norma, os resíduos eram enquadrados em três classes: a) Classe I – perigosos, b) Classe II – não-inertes e c) Classe III – inertes. Em 2004, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) editou uma nova versão da NBR 10.004, alterando a classificação dos resíduos sólidos. Pela nova classificação, os resíduos são divididos em apenas duas classes: a) Classe I – perigosos e b) Classe II – não-perigosos, sendo a Classe II subdividida em outras duas classes, II A – não-inertes e II B – inertes.

Segundo COSTA (2003), os resíduos da construção e demolição (RCD) pela classificação NBR 10.004 eram enquadrados, em sua grande maioria, como inertes⁴, o que os tornava inofensivos à sociedade, desviando a atenção em relação aos problemas que sua geração ocasionava. De acordo com DEGANI (2003), mesmo considerando a possibilidade dos RCD serem considerados inertes, somente entraria nesta classificação

o entulho composto por argamassas, tijolos, cerâmica, concretos e solos de escavação. No entanto, o fato das caçambas estacionárias no Brasil receberem todo o material não coletado pelo serviço de coleta regular de resíduos domiciliares, faz com que todos os resíduos gerados na obra sejam dispostos na caçamba, impossibilitando a classificação dos mesmos como inertes.

Com o objetivo de facilitar a classificação dos RCD, LIMA (1999) propôs uma classificação específica, na qual os resíduos foram divididos em seis classes:

- Classe 1 – Resíduo de concreto sem impurezas, composto predominantemente por concreto estrutural, simples ou armado, com teores limitados de alvenaria, argamassa e impurezas como gesso, terra, vegetação, vidro, papel, entre outros;

- Classe 2 – Resíduo de alvenaria sem impurezas, composto predominantemente por argamassas, alvenaria e concreto, com presença de outros materiais inertes, como areia e pedra britada, com teores limitados de impurezas;

- Classe 3 – Resíduo de alvenaria sem materiais cerâmicos e sem impurezas, composto predominantemente por argamassa, concreto e alvenaria de componentes de concreto, com presença de outros materiais inertes, como areia, pedra britada, fibrocimento, com teores limitados de impurezas;

- Classe 4 – Resíduo de alvenaria com presença de terra e vegetação, composto predominantemente pelos mesmos materiais do resíduo da Classe 2, mas admitindo a presença de terra ou vegetação até uma certa porcentagem, em volume. Um teor de impurezas superior ao das classes acima é tolerado;

- Classe 5 – Resíduo composto por terra e vegetação, com teores acima do admitido no resíduo da Classe 4. Essa categoria de resíduos admite presença de argamassa, alvenarias e concretos, e de outros materiais inertes, como areia, pedra britada e fibrocimento. Os teores de impurezas são relativos aos das demais classes;

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

Esta classificação não foi adotada oficialmente e, somente em 2002, foi homologada uma resolução de âmbito nacional que trata de maneira específica os RCD.

4.5.1 Resolução CONAMA N° 307/02

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) N° 307, de 5 de julho de 2002, estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos de construção e demolição, para que sejam disciplinadas as ações necessárias, de forma a minimizar os impactos ambientais. Esta Resolução estabeleceu prazos para o enquadramento de municípios e de geradores de RCD (CONAMA, 2002).

De acordo com esta Resolução podem ser classificados como RCD os resíduos oriundos da construção, reformas e demolição de edifícios ou obras de infra-estrutura. Desta forma, os entulhos podem ser constituídos por telhas, forros, tijolos e blocos cerâmicos, concreto em geral, madeira, argamassa, gesso, tubulações, vidros, entre outros.

A Resolução CONAMA N° 307/02 classifica os resíduos oriundos da indústria da construção civil como:

Tabela 5 – Classificação dos RCC segundo a Resolução 307/2002 – CONAMA

Tipo de RCC	Definição	Exemplos	Destinações
Classe A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados	- resíduos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; - resíduos de componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; - resíduos oriundos de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.	Reutilização ou reciclagem na forma de agregados, ou encaminhados às áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
Classe B	São os resíduos recicláveis para outras destinações	- Plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;	Reutilização/reciclagem ou encaminhamento às áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
Classe C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação	- produtos oriundos do gesso	Armazenamento, transporte e destinação final conforme normas técnicas específicas.
Classe D	São os resíduos perigosos oriundos do processo de construção	- tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.	Armazenamento, transporte, reutilização e destinação final conforme normas técnicas específicas.

Fonte: Resolução 307/2002 CONAMA

O fato de a Resolução CONAMA N° 307/02 não incluir os resíduos de amianto na Classe D trouxe como consequência a publicação de um aditivo, constituído pela Resolução CONAMA N° 348, de 16 de agosto de 2004, que inclui o amianto na Classe D. Essa mudança foi embasada na Resolução CONAMA N° 235, de 7 de janeiro de 1998, que trata da classificação de resíduos para o gerenciamento de importações, e classifica o amianto em pó (asbesto) e outros desperdícios de amianto como resíduos perigosos Classe 1, de importação proibida (CONAMA, 2004).

Entre as medidas dispostas na Resolução CONAMA N° 307/02 pode-se destacar aquela que considera como responsabilidade do gerador a coleta, o transporte e a disposição final adequada dos RCD. De acordo com COSTA (2003), em algumas cidades os serviços da prefeitura responsabilizam-se pela coleta de até 50 kg, é o caso de Curitiba, onde a Prefeitura Municipal responsabiliza-se pela coleta dos resíduos dos pequenos geradores⁵ (CURITIBA, 2004).

Ainda segundo a Resolução, os resíduos de construção e demolição não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de “bota fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos ou em áreas protegidas por lei.

Em relação aos aterros sanitários comuns, a proibição do encaminhamento dos RCD deve contribuir para o não esgotamento destas áreas de maneira acelerada, pois este tipo de resíduo representa uma grande parcela dos resíduos sólidos urbanos (RSU), o que acarreta num acréscimo de volume significativo ao volume total (ANGULO et al., 2003b; LEE, 2005). Já a proibição quanto à disposição em áreas de “bota fora”, encostas e corpos d’água está relacionada aos impactos ambientais que esse tipo de deposição irregular pode acarretar a sociedade em geral (PINTO, 1999; JOHN, 2000).

As diretrizes especificadas pela Resolução CONAMA N° 307/02, que torna obrigatória a elaboração de um Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PIGRCC) para todos os Municípios e o Distrito Federal, estimularam o surgimento de Leis e Decretos Municipais, para que todas as exigências contidas na Resolução fossem cumpridas. Dessa forma, algumas cidades já estão se adequando de modo a atender as regulamentações impostas pelas legislações nacionais.

Normas Técnicas sobre Resíduos da Construção e Demolição

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) editou, em 2004, uma série de normas relativas aos resíduos da construção civil. O conteúdo referente a estas normas vem de encontro à atual filosofia do setor da construção civil e, também, às diretrizes propostas pela Resolução CONAMA N° 307/02. De maneira geral, estas normas tratam da disposição dos RCD em áreas de transbordo, aterros, áreas de reciclagem e o seu uso como agregados reciclados na construção civil.

As normas referidas acima são:

- NBR 15.112/2004 – Resíduos da Construção Civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação (ABNT, 2004a);

- NBR 15.113/2004 – Resíduos Sólidos da Construção Civil e Resíduos Inertes – Aterros – Diretrizes para projetos, implantação e operação (ABNT, 2004b);

- NBR 15.114/2004 – Resíduos Sólidos da Construção Civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação (ABNT, 2004c);

- NBR 15.115/2004 – Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos (ABNT, 2004d); e

- NBR 15.116/2004 – Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos (ABNT, 2004e).

A criação e a implantação de programas que estimulem a qualificação das empresas brasileiras também devem contribuir para a melhoria do setor da construção civil e para a diminuição dos impactos ambientais. Neste sentido, a Secretaria de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República instituiu o PBQP-H, Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat. Este programa tem como objetivo promover a qualidade e a produtividade do setor da construção civil (AMBROZEWICZ, 2001; BRASIL, 2006).

Com a implementação deste programa, as construtoras têm a oportunidade de aumentar a sua competitividade através da redução de desperdícios, melhorar a formação de profissionais, materiais e utilizar componentes de melhor qualidade, além de se adequar às Normas Técnicas (BRASIL, 2006).

5 METODOLOGIA

A metodologia abordada será de forma geral, apresentando ações e processos que possibilitam a realização de um construção sustentável.

Inicialmente serão apresentados parâmetros importantes para a gestão adequada de resíduos sólidos de construções. Desde a etapa de concepção, onde, sim, é possível reduzir os impactos causados por um empreendimento da construção civil. Serão apresentados também quesitos que são importantes para uma construção sustentável, visando sempre a questão dos resíduos sólidos, buscando a possibilidade de ganhos econômicos, redução de resíduos gerados, reaproveitamento.

Por fim, será apresentado um modelo básico a ser seguido para que se obtenha uma gestão de resíduos sólidos de construção civil e demolições.

5.1 Parâmetros para uma edificação sustentável

5.1.1 Redução do desperdício

Um estudo publicado pela Universidade Politécnica de Hong Kong – A Guide for Minimizing Construction and Demolition Waste at the Design Stage – apresenta uma série de recomendações e mudanças de atitude em relação ao tratamento dado às novas construções, trazendo princípios de redução de desperdícios que começam antes mesmo de entrar no canteiro de obras. A concepção do projeto deve objetivar o aumento da vida útil do edifício, especificando materiais adequados e minimizando desperdícios de insumos advindos da obra, que muitas vezes ocorrem por deficiências de projeto. O método construtivo adequado também contribui na busca da redução do desperdício. Redução de desperdício implica na redução no consumo de energia (que foi gasta na produção de insumos e materiais), contribuindo para uma construção civil mais sustentável.

5.1.2 Conservação e reabilitação de edifícios antigos

A necessidade da demolição de edifícios existentes devido ao comprometimento de sua segurança estrutural ou obsolescência funcional pode ser evitada caso seja possível dar continuidade à ocupação da edificação. A melhor maneira de reduzir desperdícios advindos de uma demolição é exatamente evitar que ela ocorra, ao perpetuar o uso do edifício. A manutenção predial prolonga sua vida útil, proporciona a conservação e boa

aparência da construção, mantém as condições de segurança estrutural e da construção como um todo. Um imóvel que se encontra vazio ou abandonado devido a sua não adequação espacial ao uso anterior pode ser reocupado, recebendo uma nova destinação funcional. Ainda que sejam necessárias alterações no desenho interno ou pequenas reformas, seus custos serão sempre menores que sua derrubada para a construção de um novo edifício.

5.1.3 Reciclagem

A reciclagem de resíduos da construção civil é um tema muito amplo e relacionasse diretamente ao tema deste trabalho. A reciclagem visa à redução do uso de recursos naturais e permanência da matéria-prima no processo de produção.

Segundo a Resolução 307 do CONAMA, resíduos da construção civil são aqueles provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil e os resultantes da preparação e escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solo, rocha, madeira, forro, argamassa, gesso, telha, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc., comumente chamados de entulho de obra, calça ou metralha.

Uma proposta de gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos deve priorizar sempre a redução da geração de resíduos na fonte. No entanto, quando existir a geração dos resíduos, deve-se buscar a reutilização ou a reciclagem. Somente quando não existir possibilidade de reciclá-los é que os resíduos devem ser incinerados (com recuperação de energia) ou aterrados. Um processo de reciclagem de qualidade requer um resíduo de qualidade, o que implica segregar os resíduos junto à fonte geradora, ou seja, nos próprios canteiros de obra. Para que o ciclo da reciclagem se estabeleça, é fundamental que o construtor/gerador tenha consciência da importância do seu papel neste processo.

Primeiro, com relação à adoção de uma postura racional e criativa, que facilite a evolução das técnicas construtivas e de gestão de recursos humanos, viabilizando assim a redução de diferentes formas de desperdício.

Segundo, com relação à segregação dos resíduos nos canteiros de obra, o que permite assegurar uma maior qualidade dos resíduos e reduzir custos de beneficiamento, fortalecendo o processo de produção de materiais reciclados.

A viabilização da coleta seletiva envolve o desenvolvimento de um Plano de Gerenciamento de Resíduos em cada obra, incluindo a conscientização e sensibilização da mão-de-obra e a introdução de rotinas de segregação/armazenamento dos resíduos e a organização dos seus fluxos.

A reciclagem de resíduos industriais, ou coprocessamento, é o segundo método mais utilizado na destinação final de resíduos industriais no Brasil, atrás apenas do aterro industrial (ver Resolução CONAMA N°. 264). Coprocessar significa substituir combustível e/ou matéria prima por resíduos industriais na produção do clínquer, precursor do cimento, ou seja, é a destruição térmica dos resíduos, perigosos ou não.

Duas grandes empresas brasileiras do setor cimenteiro possuem segmento especial para lidar com o coprocessamento. Os tipos de resíduos que podem ser coprocessados são, em sua maioria, oriundos das indústrias petroquímicas, automobilística, alimentícia e mineração.

Um site experimental, a Bolsa de recicláveis, criado em outubro de 2006 pela Fiemg administra uma rede de empresas geradoras de resíduos, cadastrando interessados em comprar e vender material reciclado ou passível de coprocessamento.

Figura 3 – Site Bolsa de Recicláveis

The screenshot shows the website interface for 'Bolsa de Recicláveis'. At the top, there is a navigation menu with options like 'O que é?', 'Anúncios', 'Cadastro', 'Documentos', 'Agenda', 'Tecnologia', 'Links', and 'Fale Conosco'. Below the menu, there is a section for 'Oferta - Lama de Catalisador' with a list of categories including 'Bens inservíveis', 'Borracha', 'Construção e Demolição', 'Couro', 'Disposição Final', 'Diversos', 'Lâmpadas', 'Lodos de ETE', 'Metais', 'Mineração', 'Óleos', 'Papéis', 'Pilhas e baterias', 'Plásticos', 'Químicos', 'Resíduos Orgânicos', 'Têxteis', and 'Vidros'. The main content area is titled 'Anúncios • Construção e Demolição' and contains a table of offers.

DATA	TÍTULO	INTENÇÃO	DESCRIÇÃO
15/09/11	Doação - SOLO NÃO-INERTE Caiçaras/RS	DOACAO PURUS Soluções Ambientais	Ver Detalhes Negociar
30/05/11	Doação - Particulados de plástico para utilização como carga Cachoeirinha/RS	DOACAO FRANKENBERG & CIA LTDA	material particulado e também na forma de pó compactado em bricks, material inerte... Ver Detalhes Negociar
20/10/10	Doação - CONCRETO PURO DE ENSAIO DE CORPO DE PROVA Porto Alegre/RS	DOACAO ENGE MAT	o frete (por conta do interessado) em média R\$100,00/ caçamba Ver Detalhes Negociar
27/01/10	Doação - MADEIRA Porto Alegre/RS	DOACAO Bolognesi Empreendimentos Ltda	doação de madeira disponibilizamos transporte para grande porto alegre Ver Detalhes Negociar
09/11/09	Doação - ATERRO Porto Alegre/RS	DOACAO Terraplanagem Transaviá	temos aterro e calça. transporte. negociável. Ver Detalhes Negociar
08/10/08	Procura - RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL Porto Alegre/RS	TROCA Central de Resíduos da Construção Civil	recebemos resíduos da construção civil, classes "a", "b" e "c", conforme resolução conama nº 307/02... Ver Detalhes Negociar

At the bottom of the page, there is a section for 'Patrocinador'.

Fonte: Bolsa de Recicláveis. Acesso:

<<http://www.bolsadereciclaveis.org.br/Anuncios/13/Construcao-e-Demolicao>>

A bolsa analisa e caracteriza o material, o insere no site e acompanha a negociação entre as partes. A bolsa permite a criação de grupos geradores próximos geograficamente, diminuindo os custos de transporte de resíduos até o local de reciclagem.

Dentre os problemas que dificultam as práticas de reciclagem o maior obstáculo a ser vencido talvez seja a falta da cultura da reciclagem. Para torná-la viável todos os envolvidos deveriam cumprir seus papéis, os clientes, que devem avaliar a real necessidade de construir, diante da possibilidade de adequar um edifício existente às suas necessidades; empresas construtoras, que devem buscar reduzir as perdas e a geração de resíduos por meio da adoção de métodos construtivos mais racionais e governo local, fiscalizando geradores e transportadores, visando coibir as disposições irregulares dos resíduos em áreas públicas e/ou privadas que não tenham licença ambiental e estimulando o uso de materiais reciclados nas obras públicas, em especial as de habitações populares.

5.2 Resultados do reaproveitamento na construção civil

5.2.1 Ambientais

Os principais resultados produzidos pela reciclagem do entulho são os benefícios ambientais. A equação da qualidade de vida e da utilização não predatória dos recursos naturais é mais importante que a equação econômica. Os benefícios são conseguidos não só por se diminuir a deposição em locais impróprios como também por minimizar a necessidade de extração de matéria-prima em jazidas, o que nem sempre é adequadamente fiscalizado. Reduz-se, ainda, a necessidade de destinação de áreas públicas para a deposição dos resíduos.

5.2.2 Econômicos

Experiências indicam que é vantajoso também economicamente substituir a deposição irregular do entulho pela sua reciclagem. O custo para a administração municipal é aproximadamente US\$ 10 por metro cúbico de entulho clandestinamente depositado, incluindo a correção da deposição e o controle de doenças. Estima-se que o custo de reciclagem, por exemplo, fique perto de 25% desses custos, ou seja, aproximadamente US\$ 2,50. /m³.

A produção de agregados com base no entulho pode gerar economias de mais de 80% em relação aos preços dos agregados convencionais. A partir deste material é

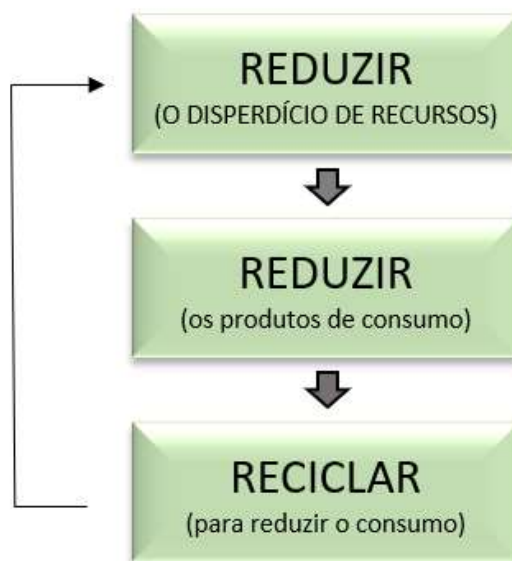
possível fabricar componentes com uma economia de até 70% em relação a similares com matéria-prima não reciclada. Na grande maioria dos casos, reciclagem de entulho possibilita o barateamento das atividades de construção.

5.2.3 Ações sustentáveis de resíduos sólidos na construção civil

Definitivamente a minimização de resíduos é uma das principais maneiras de se reduzir o impacto ambiental. Envolve processos durante todo o ciclo de vida de uma construção, desde a racionalização do processo construtivo, componentes reusados e/ou renováveis, até o fim do seu ciclo de vida.

O desenvolvimento desse processo objetiva ampliar os benefícios ambientais conseguidos com cada um dos critérios a seguir:

Esquema 2 – Os 3 “Rs” da sustentabilidade.



Fonte: Próprio autor.

Essa sequência foi elaborada para que haja reconhecimento de prioridades na hora de decidir o que deve ser feito com o entulho. O reuso (reutilizar) foi colocado como segunda opção porque apresenta benefícios como menor gasto de energia, menores taxas de emissão de poluentes (gases) e menor uso de água que a reciclagem.

5.2.3.1 Reduzir

Quando não é possível recusar um produto ou material, há a possibilidade de reduzir o consumo do mesmo. A melhor forma de resolver um problema constante, como é o caso dos resíduos, é a de evitar o seu aparecimento.

Reduzindo sua quantidade, reduz também o lixo gerado por ele, seja pelas embalagens ou pelo descarte em si. Na construção civil pode-se, por exemplo, reduzir a quebra de tijolos solicitando ao fornecedor de blocos cerâmicos o envio de blocos previamente cortados (meio bloco).

5.2.3.2 Reutilizar

Consiste no aproveitamento de produtos sem que estes sofram quaisquer tipos de alterações ou processamento complexos. Antes de um produto ser jogado fora, ele ainda tem muitos usos sem ter que passar por um processo de restauração ou reciclagem. Muitas vezes é preciso ser criativo, inovador, usar um produto de várias maneiras.

O reuso dos materiais na construção civil é normalmente muito simples, trata-se da execução de um desmonte. Para isso seria necessário um programa para organizar a demolição seletiva ou desconstrução para que os materiais não sejam danificados e que não sejam misturados a ponto de não poderem ser separados.

Os elementos estruturais, caixilhos, porta, piso, painéis, etc., podem ser reutilizados simplesmente retirando-os e recolocando-os. Se o material estiver em bom estado, basta removê-lo com cuidado para não o danificar e reinstalá-lo em seu novo lugar de uso. Os caixilhos de madeira ou PVC são bons exemplos disso, pois é possível retirá-los por inteiro, junto com o vidro.

Entretanto, seria ideal que o projeto para o qual a peça se destina seja previamente desenhado para recebê-la sem que haja a necessidade de corte, ou seja, é preciso que haja uma ideia prévia sobre o reuso. No entanto, é recomendado o corte para a adequação da peça ao novo uso quando não houver alternativa ou quando parte da peça se encontra danificada.

No caso de construções que utilizam a madeira e o aço em elementos estruturais estas já deveriam ser pensadas para o desmonte desde sua concepção no projeto, utilizando peças que encaixam entre si ao invés de utilizar colas (no caso da madeira),

soldas (no caso do aço) ou qualquer outro tipo de junta que possam ser tóxicas ou impossibilitarem a separação.

A tabela 6 apresenta as possibilidades de reutilização de cada tipo de resíduo sólido gerado na construção civil tanto no próprio canteiro de obra quanto externo a ele.

Tabela 6 – Identificação dos resíduos por etapas da obra e possível reaproveitamento

FASES DA OBRA	TIPOS DE RESÍDUOS POSSIVELMENTE GERADOS	POSSÍVEL REUTILIZAÇÃO NO CANTEIRO	POSSÍVEL REUTILIZAÇÃO FORA DO CANTEIRO
LIMPEZA DO TERRENO	SOLOS	REATERROS	ATERROS
	ROCHAS, VEGETAÇÃO, GALHOS	-	-
MONTAGEM DO CANTEIRO	BLOCOS CERÂMICOS, CONCRETO (AREIA; BRITA).	BASE DE PISO, ENCHIMENTOS	FABRICAÇÃO DE AGREGADOS
	MADEIRAS	FORMAS/ESCORAS/ TRAVAMENTOS (GRAVATAS)	LENHA
FUNDAÇÕES	SOLOS	REATERROS	ATERROS
	ROCHAS	JARDINAGEM, MUROS DE ARRIMO	-
SUPERESTRUTURA	CONCRETO (AREIA; BRITA)	BASE DE PISO, ENCHIMENTOS	FABRICAÇÃO DE AGREGADOS
	MADEIRA	CERCAS; PORTÕES	LENHA
	SUCATA DE FERRO, FÓRMAS PLÁSTICAS	REFORÇO PARA CONTRAPISOS	RECICLAGEM
ALVENARIA	BLOCOS CERÂMICOS, BLOCOS DE CONCRETO, ARGAMASSA	BASE DE PISO, ENCHIMENTOS, ARGAMASSAS	FABRICAÇÃO DE AGREGADOS
	PAPEL, PLÁSTICO	-	RECICLAGEM
INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS	BLOCOS CERÂMICOS	BASE DE PISO, ENCHIMENTOS	FABRICAÇÃO DE AGREGADOS
	PVC; PPR	-	RECICLAGEM
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	BLOCOS CERÂMICOS	BASE DE PISO, ENCHIMENTOS	FABRICAÇÃO DE AGREGADOS
	CONDUITES, MANGUEIRA, FIO DE COBRE	-	RECICLAGEM
REBOCO INTERNO/EXTERNO	ARGAMASSA	ARGAMASSA	FABRICAÇÃO DE AGREGADOS
REVESTIMENTOS	PISOS E AZULEJOS CERÂMICOS	-	FABRICAÇÃO DE AGREGADOS
	PISO LAMINADO DE MADEIRA, PAPEL, PAPELÃO, PLÁSTICO	-	RECICLAGEM
FORRO DE GESSO	PLACAS DE GESSO ACARTONADO	READEQUAÇÃO EM ÁREAS COMUNS	-
PINTURAS	TINTAS, SELADORAS, VERNIZES, TEXTURA	-	RECICLAGEM
COBERTURAS	MADEIRAS	-	LENHA
	CACOS DE TELHAS DE FIBROCIMENTO	-	-

Fonte: Valotto, 2007, adaptado Lima (2009).

5.2.3.3 Reciclar

A reciclagem consiste na reintrodução, no processo produtivo, dos resíduos, quer esses sejam sólidos, líquidos ou gasosos para que possam ser reelaborados, dentro de um processo produtivo que envolva gasto de energia, gerando assim um novo produto idêntico ou não ao que lhe deu origem. Por ser um processo que consome energia e até

gera resíduos, a reciclagem é considerada o último recurso no reaproveitamento de materiais.

Na construção civil, o aço tem boa reciclabilidade, no entanto seu processo é feito somente em escala industrial resultando num inevitável consumo de energia e impacto no meio ambiente, sem contar com o transporte e lugar para armazenamento. Por isso não é costume reciclá-lo e sim reutilizá-lo. Da mesma forma, o vidro é também reciclado em escala industrial, embora não demande tanta energia em comparação àquela que foi usada na sua fabricação.

Além disso, o vidro pode ser reciclado quantas vezes forem necessárias sem perder suas propriedades. O único fator que pode dificultar e até mesmo impedir sua reciclagem é a adição de filmes e películas. Depois de aplicadas elas precisam ser retiradas através de processos químicos tóxicos que são obviamente prejudiciais, e, muitas vezes, não é possível removê-las. A madeira, por sua vez, pode ser reciclada para virar compensado. Esta é moída ou convertida a lascas e prensada de volta a um formato que é denominado compensado. Ele pode ser usado como painéis, fechamentos e móveis.

O aspecto mais importante da reciclagem na construção civil, no entanto, não consiste em nenhuma das práticas citadas acima. Em todos os casos, é muito mais comum e recomendável o reuso antes de qualquer processo, pois estes se revelam custosos e consumidores de energia. Além disso, o resíduo mais comum na construção são restos de alvenaria e revestimento, pois estes são utilizados na esmagadora maioria das construções: trata-se de entulho. O entulho é geralmente constituído por: areia, cimento, concreto, aço, blocos e tijolos.

A reciclagem é necessária em duas ocasiões: quando há uma demolição ou na própria construção. No primeiro caso, quando uma construção está para ser demolida é necessário criar um planejamento do processo de demolição como foi dito anteriormente. A demolição seletiva consiste na diferenciação integral dos resíduos sólidos para a alteração da destinação adotada na reciclagem a fim de evitar a mistura dos materiais entre si e de contaminantes.

De modo geral o processo de reciclagem segue a etapas de limpeza e seleção prévia como foi descrito acima; homogeneização; extração de contaminantes e materiais metálicos através de um eletroímã; e, por fim, a britagem. O processo de britagem nada

mais é que o fracionamento do entulho até um determinado diâmetro para resultar no produto final chamado de agregado reciclado. Para isso, é utilizado um britador, que pode ser de mandíbula ou de impacto. O primeiro é ideal para a produção do agregado reciclado se tiverem ajuda de outro para a britagem secundária, mas é muito frágil se encontrar contaminantes como ferro e aço. O de impacto oferece capacidade de redução de partículas muito superior ao primeiro e não se danifica no contato com contaminantes.

Devidamente reciclado, o entulho apresenta propriedades físicas tão boas quanto à dos materiais originais e apropriadas para seu emprego como matéria prima na produção de material de construção. No entanto, é importante ressaltar que o entulho possui características bastante peculiares. Há uma grande quantidade de matérias-primas, técnicas e metodologias empregadas na construção civil que afetam significativamente as características do agregado quanto à composição e quantidade. É preciso atentar para que o uso seja compatível com as características do agregado para que haja segurança e bom desempenho do material. Por exemplo, se um agregado for utilizado na fabricação de concreto estrutural, seu processo de reciclagem deve ser mais rigoroso do que se ele fosse destinado à fabricação de cerâmica de revestimentos.

Há estudos comprovados que mostram um diferencial expressivo entre os valores anunciados para os materiais convencionais e o agregado reciclado, possibilitando a compreensão de que existe viabilidade econômica para a consideração da implantação da reciclagem.

O agregado reciclado pode substituir diversos tipos de matérias primas. A destinação final vai depender da finura e da composição do agregado. Os agregados que vem de telhas e blocos serão novamente utilizados para a produção dos mesmos e terão que ser moídos até um diâmetro bem fino; o processo de fabricação a partir do agregado é o mesmo que seria para a matéria prima convencional. Já o agregado utilizado para concretos, além de passar por uma rigorosa avaliação, apresenta diâmetro bem maior, para substituir a brita.

O agregado pode, de maneira geral, servir para a fabricação da maioria dos materiais de construção, desde concreto estrutural até argamassa, basta atentar para seu diâmetro e sua composição.

5.4 Quesitos aplicáveis para obras sustentáveis

5.4.1 Fase da concepção

A fase de concepção envolve todos os estudos preliminares, que incluem o estudo de viabilidade econômica, estudo de legislações, estudo das condições naturais e entorno. É nessa fase que é montado o Programa de Necessidades, que define o padrão da edificação a ser construída.

Essa etapa é de extrema relevância para a sustentabilidade do empreendimento, por permitir total liberdade ao empreendedor e profissionais envolvidos na concepção do projeto, para que busquem aumentar seu desempenho socioambiental minimizando os custos e por influenciar todas as fases seguintes do projeto.

Mais uma vez, é importante salientar que o empreendimento sustentável deve:

- atender as necessidades dos usuários;
- Ser economicamente viável para seus investidores;
- Ser produzido com técnicas que reduzam o trabalho degradante e inseguro feito pelo homem (CEOTTO, 2006).

5.4.2 Gestão de materiais e resíduos sólidos

Sob a perspectiva da sustentabilidade, materiais e resíduos devem ser tratados conjuntamente, uma vez que a correta seleção e utilização de materiais reduzem a geração de resíduos e os impactos por ela ocasionados.

Existem vários benefícios da especificação correta do sistema construtivo. Dentre eles está a redução dos custos com a gestão dos resíduos, que consiste na redução do desperdício e dos custos decorrentes da aquisição de novos materiais, redução de reclamações por parte dos clientes, devido a patologias no empreendimento no período de garantia. Isso aumenta a satisfação de clientes e pode melhorar a imagem da empresa. Além disso, existem benefícios indiretos tanto para o empreendedor, quanto para os clientes, devido ao aumento da durabilidade do empreendimento e manutenção de seu desempenho, por exemplo. Existem ganhos até mesmo para a sociedade, com a redução da poluição causada pelo transporte, estímulo à economia local e aumento da vida útil de aterros sanitários, entre outros.

O empreendedor e sua equipe devem avaliar os sistemas construtivos a serem utilizados no empreendimento sob os seguintes aspectos:

- **Custos:** o primeiro aspecto a ser tratado é o levantamento dos custos de cada sistema construtivo. Sugere-se que sejam observados os custos não apenas durante a construção, mas também na fase de uso e operação.
- **Durabilidade:** Conceber empreendimento com vida útil mínima de 50 anos, atendendo às normas técnicas e principalmente as de desempenho, especificando produtos e sistemas com vida útil semelhante e com flexibilidade para atender a diferentes necessidades de futuros usuários e facilitar sua requalificação.
- **Qualidade e proximidade dos fornecedores:** Devem-se buscar fornecedores formais, que cumpram as diferentes legislações vigentes (ex: ambientais, trabalhistas), e que ofertem produtos de qualidade, isto é, em conformidade às normas técnicas, de desempenho ou programas setoriais de qualidade – PSQ/PBQP-H. Deve-se também mapear a proximidade dos fornecedores, para que a economia local seja estimulada e as emissões dos veículos transportadores minimizada.
- **Quantidade e periculosidade dos resíduos gerados:** A análise e quantificação dos resíduos são realizadas para que cálculos de perda de material, de custos com transporte e de disposição em aterro comum e especial de resíduos. Para um cálculo acertado, o empreendedor deve observar a legislação local e solicitar um mapeamento dos locais onde os resíduos devem ser depositados. Baixa geração de resíduos implica em redução de custos e baixo impacto ambiental.
- **Modularidade:** É importante não apenas que os materiais adequados sejam selecionados, mas também que sua utilização seja planejada de modo a evitar desperdícios, com coordenação modular. Isso inclui, entre outros aspectos, dimensionar corretamente ambientes, compatibilizar previamente os projetos, componentes e sistemas construtivos.

5.4.3 Implantação do sistema de gestão da qualidade

Prever e induzir a implantação do Sistema de Gestão da Qualidade para o empreendimento, com o qual todas as empresas envolvidas devem estar em sintonia. O objetivo principal do sistema deverá visar, antes de tudo, a qualidade do produto final com foco na satisfação dos clientes, assim como nas necessidades de todas as partes interessadas no que diz respeito ao atendimento de suas expectativas.

Seguindo os princípios de gestão da qualidade das normas da série NBRs ISSO 9000/2000, a abordagem do sistema de gestão da qualidade incentiva às organizações a analisar os requisitos do cliente, definir os processos que contribuem para a obtenção de um produto que é aceitável para o cliente e manter esses processos sob controle. Um Sistema de Gestão de Qualidade pode fornecer a estrutura para melhoria contínua, com o objetivo de aumentar a probabilidade de ampliar a satisfação do cliente e de outras partes interessadas.

Ele fornece confiança à organização e a seus clientes de que é capaz de fornecer produtos que atendam aos requisitos de forma consistente.

Uma abordagem para desenvolver e implementar um Sistema de Gestão da Qualidade, segundo a série de normas NBR's ISO 9000:2000, consiste em várias etapas, apresentadas a seguir:

- determinação das necessidades e expectativas dos clientes e das outras partes interessadas;
- estabelecimento da política da qualidade e dos objetivos da qualidade da organização;
- determinação dos processos e responsabilidades necessários para atingir os objetivos da qualidade;
- determinação e fornecimento dos recursos necessários para atingir os objetivos da qualidade;
- estabelecimento de métodos para medir a eficácia e a eficiência de cada processo;
- aplicação dessas medidas para determinar a eficácia e a eficiência de cada processo;
- determinação dos meios para prevenir não-conformidades e eliminar suas causas;

- estabelecimento e aplicação de um processo para melhoria contínua do sistema de gestão da qualidade.

Esta abordagem é também aplicável à manutenção e melhoria de um Sistema de Gestão da Qualidade existente.

Com foco nas empresas de implantação do empreendimento, no caso o construtor, poderá ser utilizada como ferramenta o Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras (SiAC) do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat –PBQP-H. O programa, através do SiAC, direciona como um dos pontos marcantes da abordagem de processo a implementação do ciclo de Deming ou da metodologia conhecida como PDCA (do inglês Plan, Do, Check e Act):

- **Planejar:** prever as atividades (processos) necessárias para o atendimento das necessidades dos clientes e que transformam elementos de entrada em elementos de saída.
- **Executar:** executar as atividades (processos) planejadas.
- **Controlar:** medir e controlar os processos e seus resultados quanto ao atendimento às exigências feitas pelos clientes e analisar os resultados.
- **Agir:** levar adiante as ações que permitam uma melhoria permanente do desempenho dos processos (PBQP-H).

O Sistema de Gestão de Qualidade deverá também prever a melhoria contínua do desempenho, coordenação, produtividade e manutenção do patamar de competitividade alcançado.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este trabalho de conclusão de curso teve como objetivo mostrar que não é apenas necessário se preocupar com a destinação final dos resíduos de construção e demolições. Pois a maioria dos resíduos gerados pela construção civil pode ser reaproveitado ou reutilizado.

Um fator importante para gerar o apelo necessário para que se recicle e reutilize na obra é a possibilidade de gerar lucros ou redução de custos para as construtoras, pois infelizmente as questões ambientais nem sempre são levadas com prioridade, perdendo espaço para questão econômica quase que unanimemente.

Dessa forma, apresentou-se algumas possibilidades de reciclagem e reutilização dos resíduos sólidos tanto dentro quanto fora do âmbito da construção civil. Da mesma forma, mostrou-se possíveis destinações de cada resíduo gerado, pois cada classe necessita de soluções específicas.

Por fim, será apresentado um roteiro básico para se implementar um sistema de gestão de resíduos sólidos em um canteiro de obra, de forma geral, com o intuito de gerenciar os resíduos gerados pela construção civil.

1 - Informações Gerais dos responsáveis técnicos

- Identificação do empreendedor
- Responsável técnico pela obra
- Responsável técnico pela elaboração do projeto de RCC
- Equipe técnica responsável pela elaboração do projeto

2 - Caracterização do empreendimento

- Localização: endereço completo (croquis de localização);
- Caracterização do sistema construtivo;
- Apresentação de planta arquitetônica de implantação da obra, incluindo o canteiro de obras, área total do terreno, área de projeção da construção e área total construída;
- Números totais de trabalhadores, incluindo os terceirizados;
- Cronograma de execução da obra.

- No caso de demolições, apresentar licença de demolição, se for o caso.

3 - Etapas do Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

a) Caracterização e quantificação dos resíduos sólidos

Classificar os tipos de resíduos sólidos produzidos pelo empreendimento, adotando a classificação das Resoluções CONAMA 307/02 e 348/04, inclusive os resíduos de característica doméstica. Estimar a geração média de resíduos sólidos de acordo com o cronograma de execução de obra (em kg ou m³).

b) Minimização dos resíduos

Descrever os procedimentos que serão adotados para minimização da geração dos resíduos sólidos, por classe.

c) Triagem/segregação dos resíduos

Priorizar a segregação na origem, neste caso, descrever os procedimentos a serem adotados para segregação dos resíduos sólidos por classe e tipo. Caso a obra não possuir espaço para segregação dos resíduos, esta poderá ocorrer em Áreas de Triagem e Transbordo – ATT, devidamente licenciadas, com identificação da área e do responsável técnico.

d) Acondicionamento/armazenamento

Descrever os procedimentos a serem adotados para acondicionamento dos resíduos sólidos, por classe/tipo, de forma a garantir a integridade dos materiais. Identificar, na planta do canteiro de obras, os locais destinados à armazenagem de cada tipo de resíduo. Informar o sistema de armazenamento dos resíduos identificando as características construtivas dos equipamentos/abrigos (dimensões, capacidade volumétrica, material construtivo etc.).

e) Transporte interno

Descrever os procedimentos com relação ao transporte interno, vertical e horizontal dos RCC.

f) Reutilização e reciclagem

Descrever os procedimentos que serão adotados para reutilização e reciclagem dos RCC.

g) Transporte externo

O transporte dos RCC não poderá ser realizado sem o Controle de Transporte de Resíduos CTR. Este documento contém a identificação do gerador, do(s) responsável(is) pela execução da coleta e do transporte dos resíduos gerados no empreendimento, bem como da unidade de destinação final. Identificar a empresa licenciada para a realização do transporte dos RCC, os tipos de veículos e equipamentos a serem utilizados, bem como os horários de coleta, frequência e itinerário.

h) Transbordo de Resíduos

Localização: endereço completo (croquis de localização)

i) Destinação dos resíduos

Descrever os procedimentos que deverão ser adotados com relação à destinação dos RCC por classe de acordo com a Resolução CONAMA. Apresentar carta de viabilidade de recebimento/destinação de empresa licenciada para destinação ou de Área de Triagem e Transbordo – ATT da classe/tipo de resíduo.

4 - Comunicação e educação socioambiental

Descrever ações de sensibilização, mobilização e educação socioambiental para os trabalhadores da construção, visando atingir as metas de minimização, reutilização e segregação dos resíduos sólidos na origem, bem como seus corretos acondicionamentos, armazenamento e transporte.

5 - Cronograma de implantação do projeto de gerenciamento de RCC

Apresentar o cronograma de implantação do projeto para todo o período da obra.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conceito de sustentabilidade tem sido amplamente discutido ao longo das últimas quatro décadas; isto pode ser percebido pela grande quantidade de documentos de compromissos produzidos por diversas instituições governamentais, ONG's e congressos espalhados pelo Brasil e no mundo. No entanto não é possível ainda perceber com clareza a aplicabilidade de tais ações pactuadas, na busca pelo desenvolvimento de uma construção civil sustentável.

Existem obviamente esforços por meio de certos setores produtivos propondo ações que buscam criar alternativas sustentáveis para solucionar os problemas urbanos, no caso deste trabalho, os programas de reciclagem de resíduos de demolição. Estes programas seriam mais eficientes se o material a ser reciclado primasse pela qualidade; e isto implica em uma prévia separação dos resíduos no canteiro de obras, o que normalmente não acontece. A eficiência de todo o processo foi comprometida por uma falha na base do sistema. A falha é essencialmente um problema cultural, o agente (no canteiro de obras) que não visualiza todo o processo de reciclagem, nem imagina que pode contaminar uma caçamba inteira ao despejar nela lixo orgânico.

Percebe-se, portanto que os processos de engenharia de obras para se alcançar a sustentabilidade não devem ser isolados. Os processos devem envolver vários setores da sociedade, promovendo ações de educação ambiental, permitindo que todos os envolvidos tenham conhecimento da importância e abrangência de suas ações na busca pela sustentabilidade como um todo.

Por outro lado, devemos sempre nos atentar para o fato de que a tecnologia, tanto de materiais como de conhecimento, estão se alterando em uma velocidade vertiginosa e para tanto devemos nos convencer de que a tecnologia hoje bastante sustentável pode ser amanhã mesmo obsoleta ou não atender os quesitos de uma construção civil sustentável.

Desta maneira, uma forma para buscar a sustentabilidade seria se identificar com o Relatório Brundtland em sua definição geral: "suprir as necessidades da geração presente sem afetar a habilidade das gerações futuras de suprir as suas".

Com esse olhar, o objetivo é o de se obter edificações cada vez mais sustentáveis de acordo com as questões ambientais locais e temporais, analisando questões simples

como a trilogia dos 3 R's (Reuso, Reutilizar, Reciclar). E, por outro lado, buscar sempre o desenvolvimento tecnológico no intuito de se alcançar uma edificação sustentável que venha a atender as necessidades primordiais dos seres humanos visando a preservação dos recursos naturais renováveis e de baixo custo: construtivo e de manutenção pós ocupação.

E assim todas as questões que afetam a cidade, sejam de meio ambiente e/ou edificações pouco ou não sustentáveis, teriam gradativamente corrigido suas distorções, para se alcançar o equilíbrio ecológico e sustentável.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). NBR 15112. Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes: Áreas de Transbordo e Triagem de RCD. Junho 2004a.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). NBR 15113. Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes: Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Junho 2004b.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). NBR 15114. Resíduos sólidos da construção civil: Área de Reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Junho 2004c.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). NBR 15115. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil: Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Junho 2004d.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). NBR 15116. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil: Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural. Junho 2004e. BRASIL.

AGENDA 21. Conferência das Nações Unidas para o meio ambiente e desenvolvimento. Rio de Janeiro, 1992

ÂNGULO, S. C.; ZORDAN, S. E.; JOHN, V. M. Desenvolvimento sustentável e a Reciclagem de resíduos na construção civil. IV Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na construção civil - materiais reciclados e suas aplicações. Anais. IBRACON. São Paulo - SP. 2002.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº. 348, de 16 de agosto de 2004. Brasília DF, n. 158, 17 de agosto de 2004.

AGUILAR, TERESA PAULINO DE. Notas de aula de Sustentabilidade das Construções, UFMG, 2º semestre de 2008.

BARROSO-KRAUSE, CLÁUDIA e outros. Cadernos MCidades Parcerias Eficiência Energética em Habitações de Interesse Social. Brasília: Ministério das Cidades, 2005.

BOOKCHING, MURRAY. O Municipalismo Libertário. O Bairro, a Comuna, A Cidade... Espaços Libertários. São Paulo, 2003.

BRAGA, BENEDITO, e outros. Introdução à Engenharia Ambiental. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Guia de Sustentabilidade na Construção. Belo Horizonte: FIEMG, 2008.

CAPRA, FRITJOF. A Teia da Vida. Newton Roberval Eichenberg. 8. ed. São Paulo: Editora Cultrix, 2003.

CAPRA F. O Ponto de Mutação. 26ª edição. São Paulo: Cultrix, 2006.

CEOTTO, Luiz Henrique; SALVATORE, Amedeo; JHON, Vanderley. Palestras de alto nível marcam evento sobre tecnologia drywall. 2007.

COSTA, N. A. A. da. A reciclagem do resíduo de construção e demolição: uma aplicação da Análise Multivariada. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, 2003.

CUNHA JÚNIOR, Nelson Boechat (coord.). Cartilha de gerenciamento de resíduos sólidos para a construção civil. Sinduscon-MG, 2005.

ESPINELLI, U. A gestão do consumo de materiais como instrumento para a redução da geração de resíduos nos canteiros de obras. In: Seminário de Gestão e Reciclagem de Resíduos da Construção e Demolição – Avanços e Desafios. São Paulo. PCC USP, 2005.

FÉLIX, UBIRATAN. Cidades sustentáveis e a Engenharia Urbano-Industrial. 61ª SOEAA Semana Oficial da Engenharia, Arquitetura e da Agronomia. São Luís, Nov. / Dez. 2004.

FERREIRA, DANIELE GOMES. Notas de aula de Sustentabilidade das Construções, UFMG, 2º semestre de 2008.

KARPINSKI, Luisete Andreis et al. Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental. Porto Alegre: Edipucrs, 2009.

MATTHEWS, Emily; AMANN, Christof; BRINGEZU, Stefan; FISCHER-KOWALSKI, Marina; HÜTTLER, Walter; KLEIJN, René; MORIGUCHI, Yuichi; OTTKE, Christian; RODENBURG, Eric; ROGICH, Don; SCHANDL, Heinz; SCHÜTZ, Helmut; VAN DER VOET, Ester & WEISZ, Helga. The weight of nations: material outflows from industrial economies. Washington, DC: World Resources Institute, 2000.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº. 3 07, de 05 de julho de 2002. Brasília DF, 17 de julho de 2002.

MOTTA, SILVIO ROMERO FONSECA. Notas de aula de Sustentabilidade das Construções, UFMG, 2º semestre de 2008.

NETO, J. C. M. Gestão dos Resíduos de Construção Civil no Brasil. São Carlos: Rima, 2005.

PALMEIRA, E. M. Soluções de Baixo Custo Envolvendo Geossintéticos e Materiais Alternativos em Obras Geotécnicas e de Proteção Ambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA, 16., Gramado, 2010. Anais... Gramado, 2010.

PERA, J. State of the art report – use of waste materials in construction in western Europe. In: Seminário sobre reciclagem e reutilização de resíduos como materiais de construção. São Paulo, 1995.

PINTO, T. P.; GONZÁLES, J. L. R. Manejo e Gestão de Resíduos da Construção Civil. Como implantar um Sistema de Manejo e Gestão dos Resíduos da Construção Civil nos Municípios. Brasília: Caixa Econômica Federal; Ministério das Cidades, Ministério do Meio Ambiente, 2005.

SANTOS, IARA GONÇALVES DOS. Notas de aula de Sustentabilidade das Construções, UFMG, 2º semestre de 2008.

SANTOS, LILIAN LUCCHESI DOS. Proposta para um Conjunto Residencial Popular Sustentável, UFMG, 2007.

SCHNEIDER, D. M. Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo. 2003. 129 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – USP, São Paulo.

SCREMIN, L. B. Desenvolvimento de um sistema de apoio ao gerenciamento de resíduos da construção e demolição para municípios de pequeno porte. Florianópolis, 2007.

SINDUSCON-SP. Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil. São Paulo, 2005.

VALOTTO, Daniel Vitorelli. Busca de informação: gerenciamento de resíduos da construção civil em canteiro de obras. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Londrina, 2007.

VILHENA, André. Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. 3ª Ed. São Paulo: IPT: CEMPRE, 2010

ZORDAN, S. E. A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto. 1997. 140 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.