

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANEAMENTO,
MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

**PANORAMA DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL EM BELO HORIZONTE:
MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO COM BASE EM
PROJETO E PLANEJAMENTO DE OBRAS**

MARCEL FARIA FRAGA

BELO HORIZONTE
2006

**PANORAMA DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL EM BELO HORIZONTE:
MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO COM BASE EM
PROJETO E PLANEJAMENTO DE OBRAS**

MARCEL FARIA FRAGA

MARCEL FARIA FRAGA

**PANORAMA DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL EM BELO HORIZONTE:
MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO COM BASE EM
PROJETO E PLANEJAMENTO DE OBRAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Área de concentração: Meio Ambiente

Linha de pesquisa: Resíduos Sólidos Urbanos

Orientadora: Prof^a Liséte Celina Lange

Belo Horizonte
Escola de Engenharia da UFMG

2006

Página com as assinaturas dos membros da banca examinadora, fornecida pelo
Colegiado do Programa

EPÍGRAFE

"Nós não podemos solucionar problemas com a mesma linha de pensamento usada para criá-los"

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

A Ana, minha mãe, por acreditar em mim e me apoiar incondicionalmente durante toda a minha vida.

A minha avó Lalice por mostrar, de alguma forma, que as melhores oportunidades surgem nos momentos mais difíceis de nossas vidas.

A Daniel, Júnia, Nenel e Matheus pelo apoio durante os momentos de dificuldade que se sucederam ao longo desses dois anos de mestrado.

Aos amigos e colegas da Lume Estratégia Ambiental e Myssior Gestão de Projetos por me inserirem no dia-a-dia dos problemas ambientais e que, através da experiência prática com o tema, permitiram a viabilidade desta pesquisa de forma muito mais madura e objetiva.

A Prof^a Liséte Celina Lange, por acreditar neste projeto e compreender que mesmo eu não sendo um acadêmico clássico, poderia, ainda assim, desenvolver uma pesquisa de qualidade e voltada à prática da problemática dos resíduos sólidos.

A todos aqueles que, em algum momento, contribuíram para a efetivação deste trabalho através de conselhos, orientações, críticas e sugestões. Meu sincero obrigado!

RESUMO

A presente pesquisa discute acerca dos impactos ambientais decorrentes da indústria da construção civil, em especial, pela geração de resíduos sólidos. Tendo como campo de pesquisa o município de Belo Horizonte/MG, a pesquisa apresenta os principais aspectos a se observar quando da gestão do entulho gerado pelas obras de construção civil, tanto no que tange a políticas públicas de saneamento ambiental, quanto no que tange ao gerenciamento das obras, desde a concepção de projeto, até as fases de reformas e/ou ampliações das edificações.

A gestão dos resíduos da construção civil abordada diz respeito à criação da Resolução CONAMA 307/2002 que preconiza a não-geração de entulho. Assim, focando a questão da não-geração de resíduos, a pesquisa apresenta medidas de minimização, tendo como pressupostos, a qualidade nos processos de desenvolvimento de projetos, planejamento de obras e gestão de serviços e materiais.

Numa indústria como a brasileira, que ainda não possui, efetivamente, padronizações acerca da gestão das obras, as medidas apresentadas têm como fonte, além do referencial teórico, o material levantado junto a empresas do setor que, por conta da implementação da Resolução supracitada, começam a se organizar para gerir melhor o seu entulho e reduzir os impactos que suas obras provocam no meio ambiente urbano.

A pesquisa apresenta como resultados, os principais problemas e soluções existentes quanto ao assunto no município de Belo Horizonte e propõe, com base no material coletado junto às instituições públicas e privadas, algumas medidas práticas de planejamento de obras e desenvolvimento de projetos.

Busca-se, assim, fomentar a problemática dos resíduos da construção civil no âmbito do saneamento ambiental e demonstrar uma das várias linhas a ser seguidas para a mitigação dos impactos gerados – a valorização do projeto e do planejamento de obras.

ABSTRACT

The present research argues about the environmental impacts of the civil construction industry, specially, for the generation of the solid wastes. Having as research field the city of Belo Horizonte/MG, the research presents the main aspects to attend when managing the wastes generated by civil construction sites thus the public policies of environmental sanitation, thus the sites management, since the planning concepts, even renovation steps and/or construction enlargement.

Wastes management of construction sites approached in this research is related to CONAMA Resolution #307/2002, that profess the wastes no-generation. So, focus in wastes no-generation, the research presents reduction steps, having as prior, the quality in planning development processes, sites planning and management of services and materials.

In a industry, like the brazilian civil construction industry, that doesn't have, actually, sites management padronization, the methods presented have, beyond theoretic references, the material collected in civil construction firms, that, by the implementation of CONAMA Resolution, begin to arrange to manage better their wastes and reduct the environmental impacts of their business on urban environment.

The research presents as results, the main problems and existing solutions of construction wastes issue in Belo Horizonte district and put, based in the collected information in public and private institutions, some practical steps of sites planning and planning development.

The research look for, thus, to foment the problematic one of the civil construction wastes, in the scope of the environmental sanitation and demonstrate one of the some lines to be followed to reduct the generated impacts - the valuation of the project and the planning of workmanships.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	5
2.1. OBJETIVO GERAL.....	5
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	6
3.1. RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: DEFINIÇÕES.....	6
3.2. IMPACTOS AMBIENTAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	9
3.2.1. Reciclagem de Resíduos da Construção Civil.....	12
3.3. RACIONALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	14
3.4. CARACTERIZAÇÃO DA RELAÇÃO CONSTRUTORAS-PROJETISTAS.....	15
3.5. POLÍTICAS PARA RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – UMA NECESSIDADE.....	17
3.5.1. Custos da Gestão Corretiva.....	17
3.5.2. Impactos da Geração de RCC nos Ambientes Urbanos.....	19
3.6. MINIMIZAÇÃO DO ENTULHO.....	21
3.7. QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME DE RCC.....	22
3.8. PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	24
3.9. CONTROLE DA QUALIDADE DOS PROJETOS.....	28
3.9.1. Projeto: Processo e Produto.....	28
3.9.2. Ações para Controle da Qualidade.....	29
3.9.3. Compatibilização de Projetos.....	29
3.10. A EXPERIÊNCIA DE HONG KONG.....	30
3.10.1. Objetivos e Conceitos.....	30
3.10.2. Otimização do Ciclo de Vida das Edificações.....	33
3.10.3. Flexibilidade de Projetos.....	35
3.10.4. Minimização do Entulho a Partir de Soluções de Projeto.....	35
4. METODOLOGIA.....	38
4.1. O PROCESSO METODOLÓGICO.....	38
4.2. UNIVERSO DE ANÁLISE.....	39
4.2.1. Representatividade.....	40
4.3. COLETA DE DADOS.....	40
4.4. ANÁLISE DE DADOS.....	42
5. RESULTADOS E RECOMENDAÇÕES.....	43
5.1. BELO HORIZONTE E RCC.....	43
5.1.1. Situação das Usinas de Reciclagem e Deposições Irregulares de RCC.....	43
5.1.2. Situação das Unidades Receptoras de Pequenos Volumes – URPV’s.....	46
5.1.3. Ações sobre os geradores de RCC.....	48
5.2. GRANDES GERADORES.....	49

5.2.1. Educação e qualificação da mão-de-obra.....	49
5.2.2. Compatibilização de Projetos – Projetos simultâneos.....	49
5.2.3. Inclusão do Entulho como Material Construtivo.....	50
5.3. PRINCIPAIS PERDAS.....	51
5.4. MATERIAIS COMPONENTES DO ENTULHO.....	51
5.5. PROPOSTAS DE GESTÃO DE CANTEIROS DE OBRAS.....	54
5.5.1. Coleta Seletiva nos Canteiros de Obras.....	54
5.5.2. Layout do canteiro de obras.....	56
5.5.3. Segregação e armazenamento do entulho.....	56
5.5.4. Organização dos fluxos dos RCC.....	57
5.5.5. Diretrizes de Reuso dos RCC.....	58
5.5.6. Diretrizes de Minimização dos RCC.....	60
6. DISCUSSÃO.....	63
7. CONCLUSÃO.....	65
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
9. ANEXOS.....	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Exemplo de resíduo Classe A, conforme CONAMA 307/2002.....	8
Figura 3.2 - Exemplo de resíduo Classe B, conforme CONAMA 307/2002.....	8
Figura 3.3 - Exemplo de resíduo Classe C (gesso), conforme CONAMA 307/2002.....	8
Figura 3.4 - Exemplo de resíduo Classe D, conforme CONAMA 307/2002.....	9
Figura 3.5 - Deposição Irregular em Via Pública, em Belo Horizonte.....	19
Figura 3.6 - Deposição Irregular na região de Santo André/SP.....	20
Figura 3.7 - Hierarquia da Minimização de Resíduos.....	22
Figura 3.8 - Fôrmas de madeira a ser descartadas.....	37
Figura 3.9 - Recortes em peças cerâmicas decorrentes da falta de detalhamento de projetos.....	37
Figura 4.1 - Combinação de métodos qualitativos e quantitativos.....	38
Figura 5.1 – Pontos Críticos de Deposição Clandestina de Entulho.....	45
Figura 5.2 - Viagens recebidas nas URPV´s (unidades/ano).....	46
Figura 5.3 - Destinação dos RCC das URPV´s (milhares de toneladas/ano).....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Método de análise de impactos ambientais decorrentes das atividades da construção civil, com destaque para os RCC.....	11
Tabela 3.2 - Componentes do custo da gestão corretiva em Belo Horizonte.....	18
Tabela 3.3 - Perdas de materiais em processos construtivos convencionais.....	23
Tabela 5.1 - Distribuição das URPV's (por Regional).....	47
Tabela 5.2 – Composição Gravimétrica do Entulho de Obras em Alvenaria.....	52
Tabela 5.3 – Matriz de Geração de Resíduos.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CIRIA - Construction Industry Research and Information Association

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

EEA - European Environment Agency

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

RCC – Resíduos da Construção Civil

SINDUSCON/MG – Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de Minas Gerais

SLU – Superintendência de Limpeza Urbana – Prefeitura Municipal de Belo Horizonte

SMAMA – Secretaria Municipal Adjunta de Meio Ambiente – Prefeitura Municipal de Belo Horizonte

URPV – Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes

USEPA – United States Environment Protection Agency

1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história da humanidade, a visão de progresso vem se confundindo com um crescente domínio e transformação da natureza. Nesse paradigma, os recursos naturais são vistos como ilimitados. Resíduos gerados durante a produção e ao final da vida útil dos produtos são depositados em aterros, caracterizando um modelo linear de produção (CARNEIRO et al, 2001).

A concepção do chamado desenvolvimento sustentável provém da percepção sobre a ineficiência deste modelo de produção, incapaz de manter a preservação do meio ambiente e, por conseguinte, a qualidade de vida do homem.

O desenvolvimento das cidades brasileiras aumenta a demanda por novas moradias ao mesmo tempo em que surge a construção de novas indústrias, estradas e obras de infra-estrutura, o que mostra a importância do ramo da construção civil no crescimento do país e a influência das construções no meio ambiente.

De acordo com CARNEIRO et al (2001), a construção civil é o setor da economia que mais recursos naturais consome. O macro-complexo da construção civil hoje representa cerca de 14% do PIB nacional (IBGE, 2002) . Ainda, estima-se que a construção civil seja responsável pelo consumo de algo entre 20 a 50% dos recursos naturais consumidos pela sociedade (SJÖSTRÖM, 1992).

Os materiais descartados pelas obras de construção civil que são gerados nas cidades constituem-se em verdadeiras jazidas de matérias-primas que não são aproveitadas e causam grandes prejuízos à qualidade de vida de seus habitantes além de criar uma imagem negativa para as administrações públicas.

A questão dos entulhos da construção civil pode ser uma alternativa interessante para os municípios que sofrem com as transformações urbanas e que se deparam com problemas de gerenciamento dos rejeitos de construção civil (BRITO FILHO, 1999).

ZORDAN (1997) diz que “o estudo de soluções práticas que apontem para a reutilização do entulho na própria construção civil, contribui para amenizar o problema urbano dos depósitos

clandestinos deste material – proporcionando melhorias do ponto de vista ambiental – e introduz no mercado um novo material com grande potencialidade de uso”.

O macro-complexo da construção civil, na maior parte das vezes, “projeta e constrói” sem levar em consideração os impactos ambientais causados principalmente pela grande geração de entulho. Parte dos materiais descartados pelas obras é abandonada em locais inadequados, quase sempre clandestinos, o que provoca danos às áreas sadias como o seu esgotamento e poluição de aquíferos. Outra quantidade é depositada em cursos d’água o que causa colapso das margens e poluição de suas águas.

Os danos ao meio ambiente assumem proporções maiores ao se considerar a produção total de entulho originada pelas perdas previstas em projeto acrescido do desperdício ocasionado pela falta de processos construtivos racionalizados e/ou industrializados, para a execução de obras civis.

Além disso, em toda a vida útil de uma edificação são gerados resíduos seja na sua manutenção como na fase de reforma e adequação ao uso e até na fase de desocupação e demolição das construções (OLIVEIRA E ASSIS, 1998).

Por outro lado, conforme OLIVEIRA (2002), “a indústria da construção civil traz à população muitos benefícios e é capaz de recuperar os danos causados através da concepção de novos projetos e pesquisas que melhoram a qualidade do meio ambiente”.

A problemática dos Resíduos da Construção Civil (RCC) é relativamente recente no Brasil. Ao contrário de países como os EUA e o Japão, aonde já existiam políticas para a questão dos resíduos desde a segunda metade do século XX, no Brasil ainda discute-se uma legislação mais abrangente sobre os resíduos.

Especificamente em relação aos RCC, somente em 2002 foram definidas diretrizes acerca do gerenciamento destes, quando da publicação pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, da Resolução nº 307, de 05 de junho de 2002.

A partir desta publicação, a responsabilidade pela gestão dos RCC passa da administração pública para os geradores. E considerando que a própria Resolução preconiza a não geração de

resíduos como o elemento básico para a gestão dos canteiros de obras, coloca-se, a partir daí, uma nova realidade para a construção civil no Brasil.

O desperdício é uma característica marcante na construção civil brasileira, sendo caracterizado, principalmente, por desperdícios de materiais, de tempo, os relativos à mão-de-obra e o de recursos financeiros (FREITAS, 1995).

O desperdício de materiais, principal aspecto para a geração de entulho, ocorre desde a seleção de fornecedores; passando pela etapa de projeto, aonde se tem soluções inadequadas e não otimizadas; na fase de aquisição dos materiais quando do transporte, recebimento e armazenamento no canteiro de obras; na fase de execução da obra com aumento do consumo de materiais para correção das imperfeições; até à fase de pós-ocupação onde ocorre desperdício de materiais em função de reparos.

O desperdício em função da mão-de-obra ocorre em função da baixa qualificação dos operários e principalmente pela falta de uma política de recursos humanos, onde estes erros poderiam ser combatidos com medidas adequadas do gerenciamento da qualidade com base nos componentes de fator humano (formação, informação, comunicação e motivação), analisados por MESEGUER (1991) e que influenciam na qualidade e na produtividade.

O desperdício de tempo está relacionado com a falta de organização e planejamento do tempo gasto em cada etapa de execução de serviços no canteiro de obras.

Apesar de sua importância para os custos, para a qualidade e para o desenvolvimento de um empreendimento, os projetos, na maioria das vezes, são desenvolvidos por escritórios ou profissionais contratados, cujos vínculos com as construtoras são de caráter predominantemente comercial. Embora a contratação envolva frequentemente os mesmos projetistas para diferentes obras, esta “fidelidade” raramente abrange intercâmbios técnicos como acompanhamento de obras e a qualificação dos projetistas quanto às práticas produtivas da empresa.

Com isso, os projetistas têm gerado projetos voltados, preponderantemente, para o atendimento de exigências burocráticas (projetos legais) e à caracterização do produto, em geral, de forma parcial e cujo grau de detalhamento e as informações referentes ao

planejamento de sua produção estão se tornando claramente insuficientes frente às novas necessidades competitivas relacionadas às atividades de construção-incorporação de edifícios.

Sem preocupação e integração com o sistema produtivo da construtora, os projetos restringem-se, via de regra, a fornecer informações sobre o produto (forma, dimensões, etc.), sem entrar em detalhes de como e em qual seqüência produzir, ou o que controlar durante a produção. Além disso, os projetos, muitas vezes, não possuem um nível de detalhamento e integração (entre si) adequados, que esclareçam todas as características e interfaces do produto, prejudicando tanto a efetivação dos projetos como a qualidade das edificações.

A presente pesquisa busca, com base na necessidade de readequação da relação entre projeto, obra e os impactos da construção civil no meio ambiente, evidenciar os principais fatores presentes neste setor da economia e que, pela realidade evidente, necessitam de reavaliação. Esta reavaliação objetiva redirecionar o caminho traçado na relação construção civil – desenvolvimento do país e sua sustentabilidade.

Espera-se que os resultados obtidos possam servir como conceitos a ser discutidos no âmbito deste setor da economia.

A pesquisa proposta foi organizada da seguinte forma:

- Apresentação do referencial teórico que introduz conceitos sobre a construção civil brasileira. Nesse sentido são apresentados aspectos da construção civil fora do país como parâmetros para demonstrar as peculiaridades do setor no Brasil e como essas são importantes para justificar e contextualizar a metodologia proposta.
- Uma breve apresentação de normas e legislações específicas para o assunto também servindo de balisador para o desenvolvimento da dissertação e consequente proposição de recomendações.
- Apresentação da metodologia utilizada – qualitativa versus quantitativa – e como o uso dessas duas vertentes se complementam nesse tipo de pesquisa.
- Apresentação dos resultados, que compila a realidade existente no município de Belo Horizonte e o que vem sendo feito por parte da administração pública com relação à problemática do entulho. São apresentadas também as principais ações propostas pelos grandes geradores de entulho para o assunto.
- Proposição de métodos projetivos que visem à redução da geração de entulho.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é avaliar a gestão dos RCC, tendo como pressuposto, medidas de minimização da geração de resíduos, baseadas em qualidade de projeto e planejamento de obras.

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar a situação do município de Belo Horizonte em relação à infra-estrutura disponível para disposição final e reciclagem do RCC, tendo como referência os programas previstos no Plano Municipal de Saneamento 2004/2007.
- Conhecer as principais ações tomadas por grandes geradores – construtoras – no que se refere aos seus processos produtivos e como isso tem contribuído para a menor geração de entulho. Nesse sentido, conhecer como os processos produtivos têm sido adaptados para se adequar às exigências da Resolução CONAMA 307/2002.
- Identificar, com base no levantamento de dados e na literatura existente, os principais aspectos que merecem atenção quanto ao desperdício de materiais e conseqüente geração de resíduos.
- Propor procedimentos técnicos de projeto e execução de serviços de obra, objetivando minimizar a geração de entulho.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. Resíduos da Construção Civil: Definições

O entendimento da problemática a ser enfrentada em função da geração de resíduos da construção civil deve ser precedido de uma revisão de conceitos, definições, com base nas normas técnicas e legislações pertinentes ao tema. Serão apresentados a seguir as definições consideradas relevantes ao tema da pesquisa. Essas definições compreendem tanto a classificação dos resíduos sólidos urbanos quanto propriamente dos resíduos da construção civil.

De acordo com a norma brasileira NBR 10.004:2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), resíduos sólidos são:

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

Ainda segundo a NBR 10.004, os resíduos podem ser classificados quanto à periculosidade, segundo cinco critérios: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Com base nesses critérios, os resíduos podem ser classificados como:

- **Classe I – Perigosos:** quando suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas podem apresentar risco à saúde pública e ao meio ambiente;
- **Classe II-A – Não Inertes:** aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos Classe I ou de resíduos Classe II-B. São aqueles que podem ter propriedades, tais como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

- **Classe II-B – Inertes:** não apresentam, após teste de solubilização, concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, exceto os padrões de cor, turbidez, sabor e aspecto.

O Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, através da Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005, em seu anexo I, define os resíduos sólidos de acordo com a seguinte classificação:

- **GRUPO A:** Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção
- **GRUPO B:** Resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.

Enquadram-se neste grupo, dentre outros:

- a) drogas quimioterápicas e produtos por elas contaminados;
- b) resíduos farmacêuticos (medicamentos vencidos, contaminados, interditados ou não-utilizados); e,
- c) demais produtos considerados perigosos, conforme classificação da NBR 10004 da ABNT (tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos).

- **GRUPO C:** Quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear-CNEN e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista.
- **GRUPO D:** Resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.

O mesmo CONAMA, através de sua Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, enquadrou os resíduos da construção civil nas seguintes categorias:

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



Figura 3.1 - Exemplo de resíduo Classe A, conforme CONAMA 307/2002
Fonte: BARRETO, 2005

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem, conforme visto na figura 3.1;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;



Figura 3.2 - Exemplo de resíduo Classe B, conforme CONAMA 307/2002
Fonte: BARRETO, 2005

- **Classe B** - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros, conforme visto na figura 3.2;



Figura 3.3 - Exemplo de resíduo Classe C (gesso), conforme CONAMA 307/2002
Fonte: BARRETO, 2005

- **Classe C** - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso, conforme visto na figura 3.3;



Figura 3.4 - Exemplo de resíduo Classe D, conforme CONAMA 307/2002
Fonte: BARRETO, 2005

- **Classe D** - são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, como visto na figura 3.4.

3.2. Impactos Ambientais da Construção Civil

Até a década de 50, a natureza era considerada somente como um pano de fundo em qualquer discussão que abordasse a atividade humana e suas relações com o meio. Acreditava-se que a natureza existia para ser compreendida, explorada e catalogada, desde que utilizada em benefício da humanidade. Por outro lado, o avanço da tecnologia no pós-guerra, dava sinais que não existiriam problemas que não pudessem ser resolvidos.

Os movimentos sociais que tiveram início nos anos 70 representaram um marco na humanidade e em particular para a formação de uma consciência preservacionista embasada, naquele momento, nos princípios do equilíbrio cósmico e harmonia com a natureza. A palavra ecologia passa a ser um termo muito utilizado (SCHENINI et al, 2004).

A década de 80 foi um período de grande desenvolvimento econômico e técnico. O bem estar material voltou a ser relevante, independentemente dos prejuízos à natureza que sua produção pudesse provocar.

Somente no final dos anos 80, entretanto, no processo preparatório da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano, a RIO 92, foi aprofundada a questão do Desenvolvimento Sustentável, que se contrapunha à tese-chave que imperara até então de que é possível desenvolver sem destruir o meio ambiente.

O documento resultante da RIO 92, a “Agenda 21”, resultou de um despertar sobre uma consciência ambiental, sobre a importância da conservação da natureza para o bem estar e

sobrevivência das espécies, inclusive a humana. O documento propunha que a sociedade assumisse uma atitude ética entre a conservação ambiental e o desenvolvimento. Denunciava a forma perdulária com que até então eram tratados os recursos naturais e propunha uma sociedade justa e economicamente responsável, produtora e produto do desenvolvimento sustentável.

Na indústria da construção civil, até então, não havia nenhuma preocupação quanto ao esgotamento dos recursos não renováveis utilizados ao longo de toda sua cadeia de produção e, muito menos, com os custos e prejuízos causados pelo desperdício de materiais e destino dados aos rejeitos produzidos nesta atividade. No Brasil, em particular, a falta de uma consciência ecológica na indústria da construção civil resultou em estragos ambientais irreparáveis, agravados pelo maciço processo de migração havido na segunda metade do século passado, quando a relação existente de pessoas no campo e nas cidades, de 75 para 25%, foi invertida, ocasionando uma enorme demanda por novas habitações.

No conteúdo das discussões sobre a “Agenda 21”, nasceu um movimento denominado de “*Construção Sustentável*”, que visava o aumento das oportunidades ambientais para as gerações futuras e que consistia em uma estratégia ambiental com visão holística. Repensava toda a cadeia produtiva, iniciando pela extração de matérias primas. Levava em consideração os processos produtivos, com preocupações extensíveis à saúde dos trabalhadores envolvidos no processo e considerava os consumidores finais das edificações. Fundamentava-se na redução da poluição, na economia de energia e água, na minimização da liberação de materiais perigosos no ambiente, na diminuição da pressão de consumos sobre matérias-primas naturais, no aprimoramento das condições de segurança e saúde dos trabalhadores, e na qualidade e custo das construções para os usuários finais.

Como destacado por CARNEIRO et al (2001), a construção civil é considerada uma das atividades que mais geram resíduos e alteram o meio ambiente, em todas as suas fases, desde a extração de matérias-primas, até o final da vida útil da edificação. JOHN (1996) salienta que os valores internacionais para o volume do entulho da construção e demolição oscilam entre 0,7 e 1,0 toneladas por habitante/ano.

Essas alterações sobre o meio ambiente abarcam desde as etapas de construção de determinado empreendimento até os momentos de manutenção, reforma, ampliação, desocupação e demolição.

Alguns dos grandes problemas ambientais decorrentes da geração de RCC são, como bem explicita DIJKEMA et al. (2000), a saturação de espaços disponíveis nas cidades para descarte desses materiais, uma vez que eles correspondem a mais de 50% dos resíduos sólidos urbanos em cidades de médio e grande porte no Brasil. No país, estima-se que é gerado anualmente algo em torno de $68,5 \times 10^6$ toneladas de entulho. Um outro fator a se destacar é a extração desnecessária de recursos naturais que poderiam ser evitados com a reutilização e/ou reciclagem do entulho gerado.

Além disso, o entulho é responsável por altos custos sócio-econômicos e ambientais nas cidades em função das deposições irregulares. Por exemplo, na cidade de São Paulo, estes gastos são na ordem de R\$ 45 milhões/ano para coleta-transporte-deposição destes resíduos (ANGULO et al., 2002). As características dos impactos ambientais decorrentes das atividades inerentes à construção civil, desenvolvida por JASSEN et al (1984), apresentada na tabela 3.1, explicita melhor esses custos sócio-ambientais e econômicos.

Tabela 3.1 - Método de análise de impactos ambientais decorrentes das atividades da construção civil, com destaque para os RCC

Classes de atividades	Características dos Impactos Ambientais causados pelas Atividades							
	Solo e lençol freático	Água	Ar	Plantas	Animais	Paisagem	Ruído	Clima
Ocupação de terras								
Extração de matéria-prima								
Transporte								
Processo Construtivo								
Geração/ Disposição de RCC								
Edificação (produto)								

Por outro lado, o setor da construção civil é um grande consumidor de recursos naturais não-renováveis. Os agregados naturais estão entre os minerais mais consumidos no Brasil (380,6 x 10⁶ t/ano) e no mundo (RANGEL et al., 1997; WHITAKER, 2001).

Desta forma, a redução do volume de RCC e também a sua reciclagem são formas de aproximar o setor da sustentabilidade através da redução dos impactos negativos dos seus resíduos nas cidades e da geração de matéria-prima que pode ser substituída pela natural.

3.2.1. Reciclagem de Resíduos da Construção Civil

A reciclagem de RCC é, de forma simplificada, um beneficiamento mineral. O beneficiamento mineral é um conjunto de operações unitárias com o objetivo de se obter características específicas de uma matéria-prima como separação dos seus constituintes minerais, adequação de tamanho, etc. (CHAVES, 1996).

No Brasil, grande parte das instalações de reciclagem de RCC mineral é gerida pelo setor público com a finalidade de produzir agregados que são utilizados em atividades de pavimentação, porém ainda de forma incipiente.

O mercado dos agregados naturais é vasto e mesmo que todo o RCC seja utilizado como agregado, a participação no mercado total não seria superior a 20%. Entretanto, este mercado está dividido em diversas aplicações: pavimentação, argamassas, concretos de diferentes resistências, etc. O uso de agregados para atividades de pavimentação não é suficiente para permitir a reciclagem completa dos resíduos, sendo necessária a utilização em outras aplicações, em especial, argamassas e concretos, em função da grande demanda (ANGULO et al., 2002).

Os agregados são produtos de mineração de baixo valor, sendo que 2/3 dos custos são relativos às despesas de transporte. Como os RCC são gerados dentro das cidades, pode existir uma grande vantagem competitiva dos agregados reciclados com relação aos naturais. Entretanto, em ambos os casos, é necessária produção em larga escala para que a operação seja lucrativa o que torna muitas vezes a atividade incompatível com a necessidade de ocupação da malha urbana.

Este é mais um argumento a favor da exploração de outros empregos no qual o RCC potencialmente tenha maior valor agregado, como matérias-primas para cerâmica de revestimento e cimento. O uso do RCC como matéria-prima cerâmica tem sido objeto de investigação em países como Holanda, Japão e Espanha desde o final da década de 1990. Na Holanda, o mercado da reciclagem como agregados para atividades de pavimentação irá saturar nos próximos anos (MULDER et al., 2003). Potencialmente, o RCC brasileiro é mais adequado como matéria-prima para a indústria cerâmica segundo os seus quesitos químicos (ANGULO et al, 2002).

É com base nesses parâmetros que pode-se criar uma percepção de que a reciclagem do RCC é item fundamental para a consolidação do gerenciamento de entulho nas grandes cidades. Ao mesmo tempo, é importante deixar claro que esta não é a única solução para o problema, pois ainda existem problemas de viabilidade econômica e social a serem ultrapassados para que realmente possa se falar em reciclagem de RCC como forma de minimizar os impactos gerados pela geração de entulho.

Neste ínterim, tem surgido no mercado da construção civil, consoante com as necessidades de mercado e a consolidação de legislações regulamentadoras, uma outra vertente ligada ao gerenciamento de entulho, que trata a obra de determinado empreendimento como projeto, desde a fase de planejamento propriamente dita, até a fase de desocupação do canteiro de obras e inauguração do empreendimento, em analogia ao explicitado por ISATTO E FORMOSO (1998).

Essa nova concepção envolve alterações nos processos produtivos, qualificação de mão-de-obra especializada e reestruturação das fases de projeto e planejamento, visando, sobretudo, redução das perdas de materiais, ganhos econômicos e, como consequência, redução dos impactos no meio ambiente e desoneração das municipalidades com relação ao gerenciamento excessivo de material passível de reuso, mas sem viabilidade financeira frente às soluções comumente adotadas. É a chamada racionalização na construção civil.

3.3. Racionalização na Construção Civil

A racionalização envolve alguns conceitos que devem ser explicados antes de se entender a inserção da mesma na problemática do gerenciamento de entulho.

SABBATINI (1989) distingue os conceitos de racionalização construtiva e racionalização da construção. Neste último, há um caráter mais abrangente, de grande complexidade e importância. O primeiro, em um plano micro-econômico, refere-se à racionalização das técnicas construtivas.

SABBATINI (1989) ainda acredita que em nível macro-econômico, os objetivos da industrialização e da racionalização se confundem - o aperfeiçoamento da atividade construtiva buscando o desempenho ótimo - e adota a definição de Sarli: *"Racionalização da construção é o processo dinâmico que torna possível a otimização do uso dos recursos humanos, materiais, organizacionais, tecnológicos e financeiros, visando atingir objetivos fixados nos planos de desenvolvimento de cada país e de acordo com a realidade sócio-econômica própria."*

No Brasil, o conceito de racionalização tende a se tornar um meio termo entre construção tradicional e industrializada e ao mesmo tempo, uma opção estratégica para o setor (FARAH, 1992).

Atualmente, o conceito de racionalização torna-se cada vez mais sistêmico, abrangendo todos os intervenientes da cadeia produtiva da construção civil. Neste sentido, percebe-se algumas iniciativas, como a da normalização e certificação de produtos e serviços, assim como programas educacionais promovidos por instituições públicas e privadas. Tais esforços, porém, são ainda incipientes frente à realidade atual.

Em uma dimensão "micro", a racionalização se torna uma ferramenta para a industrialização, que é essencial para chegar aos seus objetivos. SABBATINI (1989) define: *"Racionalização construtiva é um processo composto pelo conjunto de ações que tenham como objetivo otimizar o uso dos recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas fases."*

MELIGHENDER (1976) observa que a racionalização dos métodos construtivos tradicionais implica em uma total revisão na estrutura organizacional das empresas.

Isso implica em alguns fatores:

- Relação de projetistas e construtoras
- Qualificação da mão-de-obra
- Compatibilização de projetos
- Industrialização de processos

A partir daí pode-se compreender melhor como a racionalização construtiva pode, efetivamente, contribuir para a redução do volume de entulho gerado.

3.4. Caracterização da Relação Construtoras-Projetistas

Os projetos de edificações no Brasil, na maioria das vezes, são desenvolvidos por escritórios ou profissionais contratados, cujos vínculos com as construtoras-incorporadoras são de caráter predominantemente comercial.

De um modo geral, embora um mesmo projetista possa ser contratado para o desenvolvimento de diferentes obras, esta aparente fidelidade dificilmente abrange um intercâmbio técnico, como o acompanhamento das obras, a proposição de soluções no próprio canteiro de obras, a participação do projetista no desenvolvimento das práticas produtivas desenvolvidas pela empresa construtora.

Na realidade brasileira, diante da não continuidade dos ciclos de produção de edificações e a predominância de empresas de pequeno e médio porte, a manutenção de equipes permanentes de projetistas representa um patamar de investimentos que a maioria das empresas não tem como sustentar.

Dessa forma, torna-se constante a contratação de projetistas autônomos ou de micro-empresas de projeto, com base na tomada de preços, não tendo-se como primeiro plano questões como a qualidade e a integração entre os diversos projetos contratados e entre estes projetos e o sistema de produção da construtora.

Outro fator a ser considerado é a da estruturação de um segmento de prestadores de serviços de projetos muito fragmentado, composto por várias micro-empresas e profissionais autônomos que, pelo seu alto número, favorecem o surgimento de uma alta competição,

segundo critérios de preços, o que limita consideravelmente a negociação dos projetistas frente às construtoras (PSQ, 1997).

Nesse panorama, os chamados escritórios de projetos e seus projetistas têm desenvolvido trabalhos voltados, preponderantemente, para o atendimento de exigências legais (aprovação de projetos em órgãos urbanos). O serviço assim desenvolvido é claramente insuficiente frente às novas necessidades competitivas relacionadas às atividades de construção-incorporação de edificações e, nesse contexto, à questão da produtividade em obra e suas relações, em especial, no que tange ao desperdício de materiais e geração de entulho.

De um modo geral, sem uma integração entre os diversos projetos e o próprio sistema de produção da construtora-incorporadora, os projetos restringem-se, via de regra, a fornecer informações básicas (formas, dimensões, etc.), sem entrar em detalhes de como e em qual seqüência produzir, ou o que avaliar durante a produção. Assim, os projetos muitas vezes não possuem detalhamento tal que possam ser integrados entre si, esclarecendo todas as características e interfaces do serviço, o que prejudica tanto a *construtibilidade* dos projetos como a qualidade das próprias edificações.

Embora o projeto possa ser considerado como custo, a realidade de mercado mostra que essa etapa corresponde a percentuais abaixo de 5% e, essa visão simplista do serviço de projeto vem sendo questionada por muitas empresas.

Nessas empresas, a importância da qualificação de projetistas começa a despontar como fator estratégico para o desempenho do processo produtivo e os projetos começam a ser percebidos como investimentos, cujos retornos se darão na maior eficiência da produção e na melhor qualidade dos produtos gerados.

Na busca por serviços de projeto de melhor qualidade, a relação e os intercâmbios entre construtoras e projetistas representa um elo crucial para a construtibilidade, para a qualidade dos produtos e a sua sustentabilidade frente aos desafios impostos pela necessidade de se gerir melhor os recursos disponíveis.

3.5. Políticas para Resíduos da Construção Civil – Uma Necessidade

O crescente processo de urbanização do Brasil nos últimos anos, aliado a um crescimento econômico relativamente estável, evidenciam o grande volume de RCC produzido nas cidades, consoante com o observado em regiões densamente povoadas de outras nações. Mostram também que as municipalidades não estão estruturadas para o correto gerenciamento de um volume tão significativo de resíduos, nem para os inúmeros impactos por ele criados.

A maioria das soluções adotadas nos municípios brasileiros são, em sua maior parte, de caráter emergencial e sempre de forma bastante coadjuvante, concretizando uma prática que pode ser denominada como Gestão Corretiva, conforme esclarecido por PINTO (1999).

A chamada Gestão Corretiva engloba uma série de atividades não preventivas, repetitivas e custosas que não alcançam resultados. Essa gestão se sustenta numa inevitabilidade de áreas com disposições irregulares que degradam o meio urbano, e se mantém enquanto houver áreas de aterramento nas proximidades dos centros geradores de resíduos.

Essa prática da adoção de áreas para aterro de materiais é claramente insustentável, uma vez que elimina, progressivamente, as poucas áreas naturais existentes nos centros urbanos (várzeas, vales e outras regiões de baixada), que são primordiais para o escoamento de grandes volumes de água concentrados no solo urbano impermeabilizado.

O crescente aumento do volume de RCC deixa para as mal planejadas municipalidades a ineficaz Gestão Corretiva, não podendo contar com um maior suporte de políticas de saneamento que ainda não incorporam adequadamente, nesse país, a questão dos resíduos sólidos urbanos.

Dessa forma, as gestões adotadas hoje, em grande parte dos municípios, são claramente insustentáveis e, sua ineficiência impõe a necessidade de um traçado específico para as atuais e futuras políticas públicas de saneamento, em especial às específicas para a problemática dos resíduos sólidos urbanos.

3.5.1. Custos da Gestão Corretiva

Os prejuízos provocados pela Gestão Corretiva são difíceis de serem apropriados, visto que envolvem valores custeados pela municipalidade e também pela iniciativa privada. Entretanto,

alguns custos podem ser acompanhados, caso das despesas com a remoção de resíduos de locais indevidos e seu posterior encaminhamento para os aterros. A tabela 3.2 revela os percentuais de custos da Gestão Corretiva, específicos para o município de Belo Horizonte.

Tabela 3.2 - Componentes do custo da gestão corretiva em Belo Horizonte

Fonte: Adaptado de PBH (2004)

Item	Percentual
Mão-de-obra para coleta	1,7
Veículos e máquinas para coleta	50,1
Manejo em aterro	25,2
Fiscalização	9,9
Combate a vetores	0,1
Custos indiretos	13,0

Uma parcela significativa dos custos da gestão corretiva dos RCC é debitada ao uso de equipamentos absolutamente inadequados, sendo prática comum aos gestores da limpeza urbana, o uso de equipamentos pesados, caminhões basculantes e pás carregadeiras para a remoção de resíduos pouco densos, por falta de outras alternativas, que revela a prejudicial miscigenação dos diversos tipos de resíduos sólidos.

A remoção dos RCC pode ser feita ainda no âmbito de contratos de prestação de serviços que têm como foco a coleta de resíduos de características domiciliares e, nesses casos, é comum o custo/tonelada atingir valores elevados, de R\$15,00 a R\$35,00, conforme a região.

A intensa geração de RCC tem levado as municipalidades a desenvolverem ações especiais como o “Disque-Carroça”, “Cata-Bagulho”, operações estas que se mostram insustentáveis, tanto pelo custo final elevado da remoção (valores de R\$15,00 a R\$70,00/m³), quanto pela necessidade de envolvimento contínuo de uma grande frota de veículos das municipalidades.

Tais valores, como já explicado, revelam apenas os custos apropriáveis, não expressando o fato de que “a deterioração causada pelos impactos ambientais não pode ficar de fora do cálculo econômico como uma externalidade, especialmente para fins de política de governo, uma vez que a perda ambiental configura um prejuízo real, físico enquanto destruição do capital da natureza” (CAVALCANTI et al., 1996).

3.5.2. Impactos da Geração de RCC nos Ambientes Urbanos

A aplicação da Gestão Corretiva pressupõe a existência de áreas específicas para a deposição irregular de pequenos volumes de entulho, conforme já explicado. Inevitáveis, também como consequência desse processo sempre emergencial, são os impactos significativos em todo o ambiente urbano.

Alguns dos impactos são plenamente visíveis, revelando um extenso comprometimento da qualidade do ambiente e da paisagem local, mas que dificilmente podem ser quantificados e ter seu custo historiado. É o caso dos prejuízos às condições de tráfego de pedestres e veículos, revelados na figura 3.5.



Figura 3.5 - Deposição Irregular em Via Pública, em Belo Horizonte
Fonte: PINTO (1999)

Já os impactos em relação à drenagem urbana são mais extensos, ocorrendo desde a drenagem superficial, até a obstrução de córregos, um dos componentes mais importantes do sistema de drenagem, como pode ser visualizado na figura 3.6.

Originam-se então impactos imediatos, como necessidade de desobstrução contínua do sistema ou perdas particulares decorrentes de enchentes que se tornam inevitáveis, e impactos de longo prazo, como o resultante da persistente ocupação das áreas naturais, várzeas e outras regiões de baixada, nos ambientes urbanos, que são o sorvedouro da contribuição ocorrente nas áreas impermeabilizadas.



Figura 3.6 - Deposição Irregular na região de Santo André/SP
Fonte: PINTO (1999)

A análise dos problemas de enchentes nos municípios de médio e grande porte permite detectar que, com poucas exceções, eles se devem à ocupação urbana das zonas de espraiamento de importantes cursos d'água, sendo muito freqüente o pré-aterramento dessas áreas com a deposição de RCC.

A irracionalidade da situação se revela mais fortemente quando se observa que os municípios que passaram por processo intenso de urbanização vêm sendo obrigados a investir em custosas obras de contenção e reservação temporária dos elevados volumes de água para suprir o papel que as áreas naturais anteriormente cumpriam.

A presença dos RCC e outros resíduos cria um ambiente propício para a proliferação de vetores prejudiciais às condições de saneamento e à saúde humana. É comum nos bota-foras e locais de deposições irregulares a presença de roedores, insetos peçonhentos (aranhas e escorpiões) e insetos transmissores de endemias perigosas (como a dengue).

É, portanto, intrínseca à Gestão Corretiva a ocorrência de fortes e descontrolados impactos no ambiente urbano, geradores de custos sociais interligados que demonstram a necessidade de intervenção que aponte para o traçado de novos métodos para a gestão pública dos RCC.

3.6. Minimização do Entulho

O próprio título da pesquisa fala da minimização como parâmetro para a gestão dos RCC nas cidades. Dessa forma, para compreender melhor o que é a minimização do entulho em uma determinada obra de construção civil, faz-se necessária a definição de alguns parâmetros, que variam de local para local e também sob qual legislação está inserida determinado sistema de gestão.

USEPA (2002) define minimização de entulho como qualquer método que reduza o volume ou toxicidade de um resíduo que requer disposição. Em termos práticos, é qualquer método que reduz a quantidade de resíduo.

Já CIRIA (1999) considera como minimização qualquer técnica, processo ou atividade que possa evitar, eliminar ou reduzir o volume de resíduo na sua origem ou permitir o reuso ou reciclagem do resíduo para outras finalidades.

EEA (1999) trabalha a definição de minimização de resíduo através dos seguintes elementos, organizados por ordem de prioridade:

- Prevenção e/ou redução da geração de resíduo na fonte;
- Melhoria da qualidade do resíduo gerado, como por exemplo, a redução da sua periculosidade;
- Incentivo ao reuso, reciclagem ou recuperação do resíduo

Resumidamente, como visto na figura 3.7, a EEA conceitua a minimização do entulho através da seguinte hierarquia:

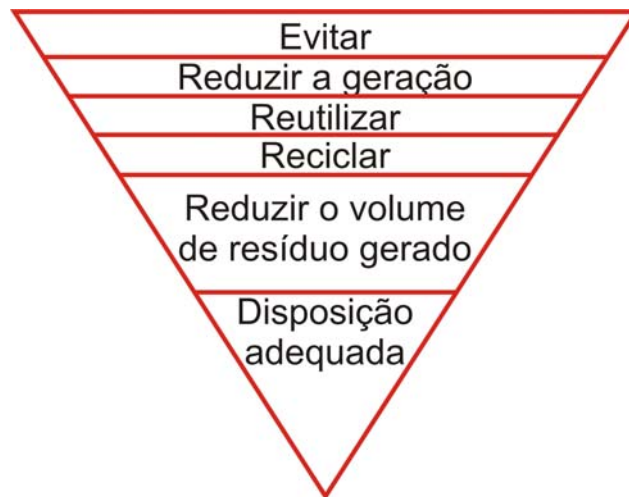


Figura 3.7- Hierarquia da Minimização de Resíduos, EEA (1999)

Os conceitos de CIRIA (1999) e EEA (1999) são os que melhor se aplicam à presente pesquisa, que busca explicitar a redução do volume de resíduos através de melhorias nos processos de projeto e planejamento.

3.7. Quantificação do volume de RCC

A quantificação do volume de resíduo esperado para uma determinada obra de construção civil é algo bastante variável, dependendo de uma série de fatores tais como o padrão de qualidade da obra, a tecnologia construtiva adotada, a qualidade da mão-de-obra utilizada, bem como a aplicação de um gerenciamento adequado sobre os serviços executados, de modo a se garantir um nível de confiabilidade nos números levantados.

PINTO (1999), com base na análise de seis municípios brasileiros estima uma massa aproximada de 1200 kg/m² para edificações executadas por processos tradicionais, sendo que, 25% dessa massa se constitui em perdas no canteiro de obras e dessa perda, cerca de 50% ou 150 kg/m² são simplesmente entulho. Ou seja, 12,5% da massa de uma determinada edificação caracteriza-se como resíduo.

Já ANDRADE et al. (1999), em pesquisa realizada em 99 canteiros de obras em diversos estados brasileiros chegou a um indicador de 49,58 kg de resíduo por metro quadrado construído, considerando para isso, uma massa de 1000 kg/m² em edificações executadas. Isso perfaz um valor de 5% de resíduo na massa de determinada edificação.

O diferencial em relação à pesquisa de PINTO (1999) é que este considerou o entulho gerado em reformas e demolições, universo não avaliado por ANDRADE et al (1999). Isso vem demonstrar quão difícil é estimar o volume de entulho a ser gerado em determinada obra e, conseqüentemente, avaliar a magnitude dos possíveis impactos decorrentes desse resíduo.

A classificação da origem dos RCC proposta pela The Solid Waste Association of North America (SWANA, 1993) é bastante útil para a quantificação de sua geração:

- material de obras viárias
- material de escavação
- demolição de edificações
- construção e renovação de edifícios
- limpeza de terrenos

A composição dos RCC originados em cada uma dessas atividades é diferente em cada país, em função da diversidade de tecnologias construtivas utilizadas.

A madeira é muito presente na construção americana e japonesa, tendo presença menos significativa na construção européia e na brasileira; o gesso é fartamente encontrado na construção americana e européia e só recentemente vem sendo utilizado de forma mais significativa nos maiores centros urbanos brasileiros.

Da mesma forma acontece com as obras de infra-estrutura viária, havendo preponderância do uso de pavimentos rígidos em concreto nas regiões de clima frio.

A tabela 3.3 a seguir apresenta a significativa variabilidade dos valores detectados para alguns dos materiais comuns à atividade construtiva, com base em pesquisas já realizadas no país.

Tabela 3.3 - Perdas de materiais em processos construtivos convencionais

Materiais	PINTO (1989)	SOIBELMAN (1993)	SOUZA ET AL (1998)
Concreto usinado	1,5%	13%	9%
Aço	26%	19%	11%
Blocos e tijolos	13%	52%	13%
Cimento	33%	83%	56%
Cal	102%	---	36%
Areia	39%	44%	44%

Essa grande variação provém, fundamentalmente, da diferença de tecnologias construtivas aplicadas, da qualidade de gestão das obras, da qualificação da mão-de-obra utilizada.

O controle sobre essas variáveis é bastante difícil, visto que uma obra nunca é igual a outra. É dessa forma, que podemos perceber como única convergência a todas essas obras, a fase de planejamento e projeto.

3.8. Perdas na Construção Civil

A grande incidência de entulho nas obras de construção civil é apontada como uma das causas dos elevados preços das edificações, uma vez que seus custos são, normalmente, repassados para os clientes.

A redução dos desperdícios de materiais deve ser encarada sob a visão ambiental e social, visto que esses desperdícios elevados contribuem na redução da disponibilidade futura de materiais e energia, como criam demandas desnecessárias ao sistema de transportes. (WYATT, 1978).

FORMOSO et al (1996) ressaltam que o conceito de perdas deve ser entendido como qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão-de-obra e capital em quantidades superiores àquelas necessárias a produção da edificação. Neste caso, as perdas englobam tanto a ocorrência de desperdícios de materiais quanto a execução de tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor. Para a melhor compreensão deste conceito, deve-se conhecer a natureza das atividades que compõem o processo de produção.

SKOYLES (1976) desenvolveu na Inglaterra dois estudos sobre perdas na construção. O primeiro foi destinado a descobrir a incidência e a natureza das perdas, e o segundo, a criar e testar um sistema que permitisse que as perdas fossem monitoradas, enquanto os trabalhos estivessem sendo executados. Dentre as principais conclusões do autor, destacam-se:

- Obras similares apresentaram índices de desperdícios muito variáveis, comprovando que muitas das perdas de materiais são evitáveis;

- O gerenciamento foi considerado como o principal fator de influência nos diferentes níveis de perdas;
- As perdas não estão relacionadas necessariamente com a empresa construtora mas com o canteiro e as pessoas envolvidas nele;
- A armazenagem e o manuseio foram responsáveis por três vezes mais perdas do que as demais causas identificadas.

PINTO (1989) pesquisou as perdas de materiais em um “Flat-Hotel” construído na cidade de São Paulo. Esta obra foi construída pelo processo tradicional, com estrutura de concreto armado, vedação executada com blocos de concreto celular autoclavado, reboco externo de massa única e interno de gesso aplicado diretamente sobre os blocos.

A pesquisa restringiu-se a estimar as perdas de materiais ocorridas nas etapas de estrutura, vedação e revestimento, através da análise de documentos fiscais da obra, da verificação de projetos e de vistorias à obra para a definição das alterações de projeto realizadas na fase de execução.

Para a definição dos índices de perdas dos materiais foram calculadas as quantidades de materiais necessárias para a realização dos serviços executados, utilizando composições de custo unitárias reduzidas dos índices de perdas normalmente considerados.

O autor conclui em seu trabalho que os dados sistematizados para uma única obra não podem ser generalizados sem critério, sendo necessário se levar em consideração, nas comparação dos resultados obtidos em cada obra, as diferenças de projeto, de insumos envolvidos, de mão-de-obra e equipamentos disponíveis, etc.

Quanto às perdas, estas podem ser classificadas quanto à sua origem, em diretas ou indiretas (SKOYLES, 1976).

A perda direta ocorre quando o material de construção é danificado, não podendo ser utilizado ou recuperado, ou quando de seu uso durante o processo construtivo.

A identificação e classificação deste material desperdiçado é fácil, pois caracteriza-se como sendo a soma do custo do próprio material mais o custo de sua remoção. De um modo geral, a perda direta pode ser provocada por problemas no gerenciamento, no transporte, no descarregamento, na estocagem ou na produção.

A perda indireta consiste na perda devido à utilização do material em excesso, ou de forma inadequada. Assim, a identificação e classificação desse material pode ser caracterizada como a diferença entre o que deveria ter sido utilizado e o custo do material efetivamente utilizado. A perda indireta, assim, pode ser subdividida:

Substituição

Utilização de um material ou componente de valor ou características de desempenho superiores ao especificado, funcionário com habilidades realizando tarefas comuns, equipamentos com maior avanço tecnológico utilizados em tarefas simples, possibilitando a ocorrência de perdas de materiais, mão de obra e equipamentos.

Superprodução

Relacionada com à produção de componentes ou processamento de materiais perecíveis, em quantidades superiores às necessárias ou antecipadamente, possibilitando a ocorrência de perdas de materiais, mão de obra e equipamentos.

Espera

Associa-se aos períodos de tempo em que os trabalhadores ou equipamentos não estão sendo utilizados produtivamente, relacionadas com a sincronização das iterações entre trabalhadores, equipamentos e materiais.

Transporte

Relacionam-se às atividades de movimentação interna de material, que geram custo e não agregam valor, associadas ao manuseio excessivo ou inadequado dos materiais e componentes

(má programação das atividades ou falta de planejamento do *layout* do canteiro), bem como à ociosidade dos equipamentos de transporte.

Processamento em si

Decorrentes das atividades no processo desnecessárias para que o produto adquira suas características básicas de qualidade, da própria natureza das atividades do processo ou da execução inadequada dos mesmos.

Estoque

Resultam da existência de estoques elevados de materiais, produtos em processo ou produtos inacabados, que podem ser originados por erros de planejamento ou programação, gerando possíveis perdas de mão de obra e equipamentos.

Movimento

Realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores durante a execução de suas atividades, devidos à falta de planejamento, equipamentos adequados ou condições satisfatórias de trabalho.

Elaboração de produtos defeituosos

Ocorrem quando são fabricados produtos que não atendem aos requisitos de qualidade especificados em projeto, resultando em re-trabalhos ou redução do desempenho do produto final, gerando perdas de materiais, mão de obra e equipamentos;

Outros

Perdas de natureza diferente das anteriores como roubos, vandalismo, acidentes, condições climáticas, problemas com equipamentos, etc.

3.9. Controle da Qualidade dos Projetos

Importante aspecto da qualidade do empreendimento e da edificação, do ponto de vista da organização do processo de produção, refere-se aos mecanismos estabelecidos para o controle e garantia da qualidade dos projetos, a partir da constatação de que o projeto completo resulta da conjugação de profissionais com formações técnicas e experiências diversas, e, por consequência, com visões diferenciadas de seu próprio papel no desenvolvimento do processo (NOVAES, 2001).

3.9.1. Projeto: Processo e Produto

Cabe a distinção entre dois conceitos para projeto. Um estático, referente a projeto como produto, constituído por elementos gráficos e descritivos, ordenados e elaborados de acordo com linguagem apropriada, destinado a atender às necessidades da etapa de produção. E outro, dinâmico, que confere ao projeto um sentido de processo, através do qual as soluções são elaboradas e necessitam ser compatibilizadas.

Assim, o projeto assume um caráter tecnológico e outro gerencial. Tecnológico, devido às soluções presentes nos detalhamentos dos vários projetos elaborados; e gerencial, pela natureza de seu processo, composto por fases diferenciadas e no qual intervêm um conjunto de participantes, com específicas responsabilidades, quanto a decisões técnicas e econômicas e quanto ao cumprimento de prazos.

No entanto, no cumprimento das funções apontadas, tanto sob o aspecto tecnológico, quanto sob o gerencial, o projeto tem deixado a desejar. A sua dissociação com a produção das edificações provoca a desconsideração de aspectos produtivos, durante o processo de elaboração, ocasionando omissões nos detalhamentos e ausência de completção na composição dos projetos resultantes, atribuindo ao pessoal no canteiro de obra, por consequência, indevida responsabilidade por decisões.

Em razão dessa visão, o enfoque da qualidade na etapa de projeto deve ser visto tanto sob a ótica de melhoria das soluções, quanto sob a ótica da melhoria da qualidade do processo, conforme explicitado por NOVAES (2001).

A participação dos profissionais de projeto, durante a etapa de produção da edificação, ao propiciar o contato com as práticas produtivas, contribui para a elaboração dos projetos as

built e para a retro-alimentação da etapa de projeto com dados e informações que permitirão a elaboração de projetos futuros com redução de incertezas, pela maior proximidade com a realidade produtiva.

3.9.2. Ações para Controle da Qualidade

Instrumentos destinados a controle da qualidade devem incluir controles de produção e controles de recebimento. Os primeiros, realizados por meio de autocontrole interno, acrescidos de controle externo independente; e os segundos, realizados por meio de controles exercidos pelo cliente-contratante, tendo por finalidade a verificação da conformidade dos resultados do processo às exigências previamente estabelecidas.

PICCHI (1993) apud NOVAES (2001) considera importantes os seguintes instrumentos da garantia e controle da qualidade de projetos de edifícios: qualificação de profissionais de projeto e de novos projetos; coordenação e análise crítica de projetos; elaboração de projetos para produção; controle da qualidade de projetos; controle de modificações durante a produção; elaboração de projetos com emprego de recursos computacionais; e parâmetros de projeto relacionados com o tempo.

Dentre os instrumentos utilizados na coordenação de projetos de edifícios, PICCHI (1993) apud NOVAES (2001) destaca: planejamento de projetos; controle de interfaces; compatibilização de projetos; controle de dados de entrada; controle de revisões; controle de pendências.

3.9.3. Compatibilização de Projetos

A eficiência alcançada na produção de elementos construtivos, assim como o seu desempenho, durante o uso, depende das condições, segundo as quais, os mesmos são projetados e executados. Assim, do ponto de vista do desempenho do edifício, durante o uso, se estes elementos construtivos não são suficientemente projetados e controlados durante a execução podem tornar-se responsáveis pelo rebaixamento da qualidade do edifício, seja pelo desconforto ambiental, seja pelo surgimento de patologias, devido a movimentações térmicas, infiltrações de umidade e outras. Produtivamente, estes elementos construtivos são também responsáveis por parcelas consideráveis das perdas verificadas nos diversos insumos empregados durante a execução das edificações.

Pelo seu caráter de elemento projetual que permite conciliar, física, geométrica, tecnológica e produtivamente, a compatibilização de projetos pode constituir-se em importante fator de melhoria da construtibilidade e de racionalização construtiva.

O detalhamento dos projetos do produto e dos projetos para produção exige o reconhecimento e a sistematização de informações, por parte da empresa construtora, referentes às particularidades do processo construtivo empregado, seja na definição do sistema construtivo, seja como resultado das racionalizações construtivas implantadas na execução das obras.

A ausência de sistematização dessas informações, ou mesmo o descompromisso com a racionalização do processo construtivo, dificulta o respeito às particularidades do mesmo, pelo conjunto dos projetos, tendo por conseqüência, restrições no detalhamento dos projetos do produto e dos projetos para produção.

3.10. A Experiência de Hong Kong

3.10.1. Objetivos e Conceitos

Ao contrário do Brasil que, embora sofrendo todos os impactos decorrentes da má gestão dos resíduos da construção civil, ainda tem um território extenso para a criação de aterros e outras áreas de deposição final, Hong Kong, com área aproximada de 1103 km², estabeleceu a partir de 1989, um plano estratégico de redução na geração de entulho e adequada disposição final dos mesmos, de modo a desonerar o seu pequeno sistema de gerenciamento de resíduos que encontrava-se esgotado e insuficiente às novas demandas da região. Três objetivos foram definidos:

- 1989 – Plano de Disposição Final de forma a aperfeiçoar a gestão de RCC existente, com duração de 10 anos.
- 1998 – Sistema de Redução de Resíduos, com o objetivo de reduzir as áreas necessárias para a disposição final de entulho, com duração de 10 anos.
- 1999 – Criação do Comitê de Redução de Resíduos, com o objetivo de fiscalizar as medidas preconizadas em 1989 e 1998 e planejar um aumento de 100% no volume do resíduo tratado e/ou reciclado até 2007.

Conforme POON e JAILLON (2002), as estratégias adotadas para reduzir a inadequada disposição de RCC em Hong Kong foram:

- Criar um número adequado de postos de deposição intermediários aonde os resíduos ficariam armazenados e segregados antes do seu encaminhamento, seja para o aterro, seja para usinas de co-processamento, seja para incineração ou reciclagem total.
- Impor cobrança sobre o volume de RCC encaminhados diretamente aos aterros.
- Exigir dos contratos de construção, sejam eles públicos ou privados, a prévia segregação do entulho, de modo a facilitar o seu encaminhamento após a saída do canteiro de obras.
- Estabelecer linhas de redução para a minimização da geração de RCC, através de melhorias na qualidade dos materiais e da mão-de-obra utilizada.
- Reciclar os RCC de forma a utilizá-los como material de menor capacidade, como argamassas e blocos.

Assim, a partir da implementação desses planos e estratégias, POON e JAILLON (2002) definem alguns conceitos que foram delineadores para a minimização do entulho em Hong Kong.

Conhecimento prévio do problema

A minimização do entulho deve ser considerada antes mesmo da sua própria geração de modo a facilitar a definição de processos a serem adotados e estimar os seus custos. A definição desses processos depende de uma prévia análise das tecnologias construtivas adotadas para determinado empreendimento e, nos casos de demolição, nas possibilidades de reutilização de partes da edificação.

Planejamento de equipes

A minimização da geração dos RCC deve ser considerada por todas as partes envolvidas no processo construtivo, ainda nas fases de desenvolvimento de projeto e análise de custos, de forma a evitar processos lineares de construção que terão como consequência a baixa

compatibilização dos diversos projetos e sua má execução no canteiro de obras. Nesse sentido, deve haver um comprometimento entre clientes, projetistas, consultores e demais contratados com o objetivo único de dirimir custos desnecessários com a gestão do entulho gerado em excesso. Assim, os seguintes aspectos merecem ser considerados:

- Tomada de decisões ainda nas fases de planejamento da obra e não após iniciada a mesma;
- Aperfeiçoamento dos projetos e compatibilização entre os mesmos antes da execução da obra;
- Aprimoramento da comunicação entre arquitetos, engenheiros, empreiteiros e clientes, evitando processos lineares de produção.
- Considerar projeto e viabilidade de construção ao mesmo tempo, buscando materiais e técnicas construtivas adequadas a cada necessidade. Nesse sentido, um aparente aumento de custos num primeiro momento pode significar economia no transporte, tratamento e disposição final dos resíduos ao final da obra e durante as fases de renovação e manutenção da edificação.

Conceito “Non-stop”

A minimização da geração do entulho deve ser considerada durante todo o processo construtivo, desde a fase de projeto, até a fase de limpeza da obra e entrega do empreendimento aos clientes. Isso inclui esforços para planejar todo o ciclo de vida da edificação através de detalhamento do reuso do entulho na própria edificação ou em outras obras, de acordo com as suas possibilidades técnicas.

É importante frisar que as experiências internacionais como a de Hong Kong podem e devem servir como parâmetros para a construção civil brasileira. Contudo, há de se ressaltar a precariedade da chamada indústria da construção civil no Brasil que ainda se caracteriza pela má qualificação de sua mão-de-obra, baixo nível de detalhamento de seus processos projetivos e falta de gestão sobre materiais e execução de serviços.

Assim, para a realidade brasileira, as experiências internacionais como forma de comparação, ainda ficam restritas a políticas públicas de gerenciamento de resíduos e a gestão de processos construtivos, envolvendo as fases de planejamento e projeto.

3.10.2. Otimização do Ciclo de Vida das Edificações

Otimizar o ciclo de vida das edificações através de conceitos de projeto e tomada de decisões é um dos principais conceitos utilizados em Hong Kong para minimizar a geração de entulho durante as obras e durante o tempo de vida da edificação, passando por reformas e/ou ampliações.

A preocupação em Hong Kong foi mais voltada para soluções de curto prazo, tendo como consequência a mudança de atitudes e pensamentos e, a partir daí, o desenvolvimento de políticas e outras medidas de longo prazo.

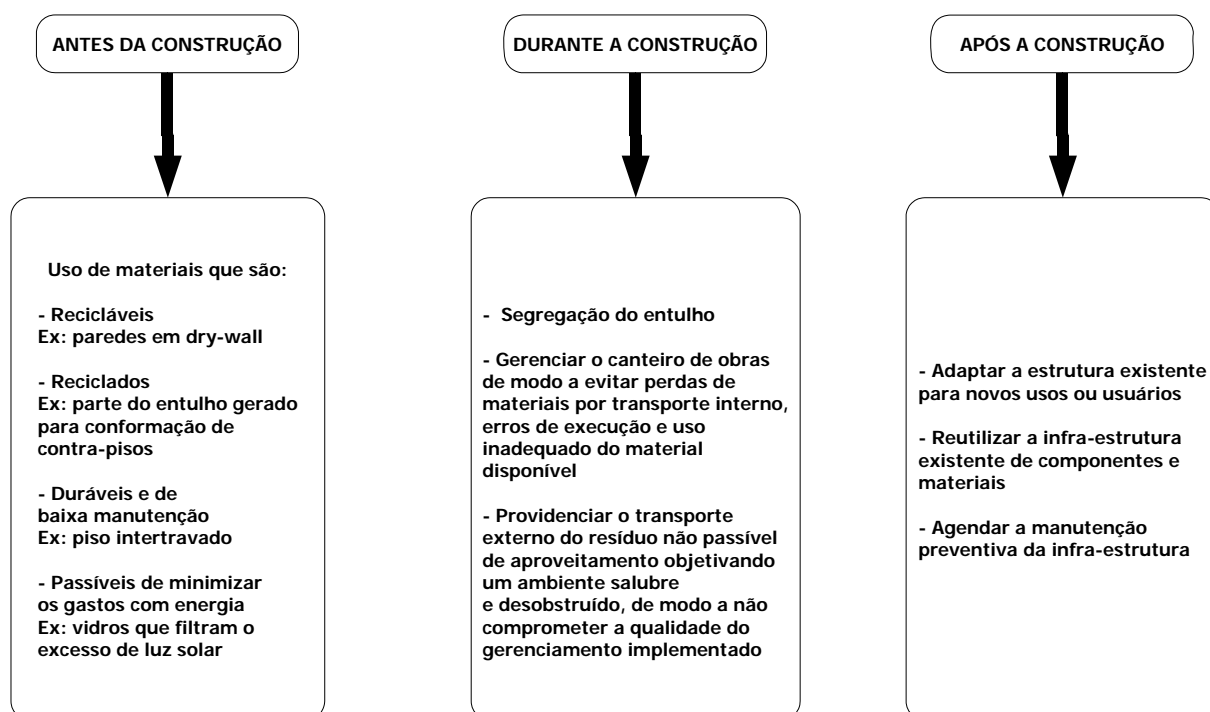
As estratégias adotadas, ainda conforme POON e JAILLON (2002) foram:

- Desenvolver projetos flexíveis, que permitam aos seus futuros ocupantes evitar serviços de demolição quando da execução de reformas, manutenção de infra-estrutura elétrica e hidráulica, ou possíveis ampliações. Um exemplo típico é o uso de divisórias em gesso acartonado em substituição às divisórias em alvenaria, que permitem ser desmontadas de acordo com as necessidades de reformas ou manutenções.
- Considerar a flexibilidade de uso para garantir possíveis mudanças e, nesse sentido, adaptar o projeto às reais necessidades de seus ocupantes. Ainda no conceito de projeto flexível, o mesmo exemplo de uso de divisórias em gesso acartonado permitiria uma alteração de layout do espaço interno de edificações comerciais ou industriais, de modo a atender as demandas de uso e/ou ampliação dos locais.
- Selecionar elementos estruturais de boa qualidade, como forma de garantir a sua durabilidade durante o ciclo de vida da edificação.
- Considerar o princípio de espaços independentes na edificação (interior, áreas externas, áreas de apoio, etc.), de modo a permitir, em caso de reformas ou

ampliações, a demolição de apenas as partes que serão modificadas, evitando assim, demolições desnecessárias de espaços, ou até mesmo a demolição de toda a edificação.

- Considerar o uso de materiais pré-fabricados nos projetos, em contraposição a materiais comumente utilizados na construção, como tijolos, argamassa e outros, otimizando assim, qualquer necessidade de readaptação dos espaços projetados.
- Considerar a seleção de materiais, incluindo aspectos como durabilidade, qualidade e fácil manutenção.
- Durante o desenvolvimento dos projetos, considerar o ciclo de vida da edificação como forma de visualizar os benefícios que a adoção de procedimentos citados possa trazer ao meio ambiente, no que se refere à geração do entulho.

O projeto de construção civil baseado no ciclo de vida da edificação pode ser resumido da seguinte forma, com base nos princípios adotados em Hong Kong, explicados por POON e JAILLON (2002):



Os principais benefícios da adoção desses princípios são assim definidos:

- Projetos baseados no ciclo de vida das edificações são, via de regra, mais onerosos que projetos desenvolvidos sem essa preocupação. Assim, são investimentos a serem feitos com base em um retorno a longo prazo.
- Diminuição da taxa de demolição de edificações e conseqüentemente, menor volume de entulho e a ser disposto em aterros ou encaminhado a usinas de reciclagem.
- Com a diminuição do volume de resíduo a ser disposto, o tempo de vida útil das áreas de disposição também tem um acréscimo.
- Redução de custos com o transporte do entulho.

3.10.3. Flexibilidade de Projetos

A flexibilidade de espaços é bastante comum em ambientes de escritórios, que usam espaços abertos, com o uso de divisórias removíveis. Porém, em construções residenciais, essa não é uma prática muito comum.

Essa flexibilidade na composição dos espaços pode ser considerada como um caminho para a redução de entulho a ser gerado pelas construções. No caso de Hong Kong, a geração de resíduos era comumente provocada pelo desejo das pessoas em mudar o layout de suas moradias, o que poderia ser feito se no projeto dessas moradias, fosse planejado o uso de divisórias reutilizáveis, desmontáveis.

A implementação de projetos flexíveis pode, a longo prazo, reduzir substancialmente o entulho gerado pelas etapas de reformas e ampliações. Trata-se, como no caso de Hong Kong, de uma mudança não apenas cultural, mas também de estratégias de marketing das empresas construtoras e incorporadoras.

3.10.4. Minimização do Entulho a Partir de Soluções de Projeto

Padronização de Dimensões

De acordo com uma pesquisa conduzida pelo Departamento de Engenharia Civil e Estrutural da Universidade Politécnica de Hong Kong, 79% dos profissionais entrevistados (em sua maioria arquitetos e engenheiros de estruturas), consideram como eficaz o detalhamento de projetos com base nas dimensões padronizadas dos materiais utilizados (cerâmicas, pedras,

tijolos, etc.) como forma de evitar cortes desnecessários nas peças que teriam como consequência, geração de grande quantidade de resíduo.

Algumas medidas avaliadas como passíveis de serem implementadas visando a adequação dos projetos às matérias-primas disponíveis no mercado são a de sistematizar as paginações de acabamentos de pisos, paredes; as paginações de alvenaria e coberturas, bem como outros espaços que demandem o assentamento e/ou aplicação de peças ou produtos de dimensões padronizadas.

Dois momentos podem ser destacados na aplicação dessas medidas:

- **Fase de Projeto:**
 - Detalhamento de projetos, prevendo mínimos recortes em peças cerâmicas e pedras, evitando assim geração desnecessária de entulho
 - Avaliação dos materiais disponíveis no mercado em comparação às dimensões propostas para determinado projeto.
 - Uso de outros materiais (em especial pré-fabricados), que possuam dimensões menos inexatas e que, dessa forma, exijam menos recortes.
 - Evitar a geração de entulho provocada por erros de assentamento de peças (em especial nesse caso, a qualificação da mão-de-obra utilizada torna-se fundamental).

- **Fase de execução da obra:**
 - Evitar o uso de formas de madeira (figura 3.8), que comumente, são elementos que se tornarão entulho posteriormente. Deve-se, nesse caso, dar preferência a formas de metal ou plástico, reutilizáveis.
 - Uso de materiais pré-fabricados em pisos e fachadas sempre que possível, evitando assim possíveis recortes e descarte de materiais (figura 3.9), como comumente é o caso de pedras e outros materiais cerâmicos.



Figura 3.8 - Fôrmas de madeira a ser descartadas



Figura 3.9 - Recortes em peças cerâmicas decorrentes da falta de detalhamento de projetos

4. METODOLOGIA

4.1. O processo metodológico

A estratégia adotada para o desenvolvimento desta dissertação segue dois caminhos que se complementam:

- **Qualitativo:** com base em levantamento de informações através de entrevistas não estruturadas, ou seja, perguntas abertas, de modo que se possa explorar mais amplamente determinada questão. Além desse levantamento, a revisão da literatura será importante para conhecer as principais deficiências encontradas no planejamento de obras.
- **Quantitativo:** com base em levantamento de dados numéricos, a partir de pesquisas junto à municipalidade e aos grandes geradores – construtoras e grandes escritórios de arquitetura e engenharia. Os dados quantitativos visam esclarecer a importância da problemática dos RCC na realidade dos município e, especificamente em relação a esta pesquisa, a realidade no município de Belo Horizonte.

JICK (1979) chama a combinação de métodos quantitativos e qualitativos de “triangulação”. Já MORSE (1991) propõe o emprego da expressão “triangulação simultânea” para o uso ao mesmo tempo de métodos quantitativos e qualitativos. Ressalta que, na fase de coleta de dados, a interação entre os dois métodos é reduzida, mas, na fase de conclusão, eles se complementam (figura 4.1).

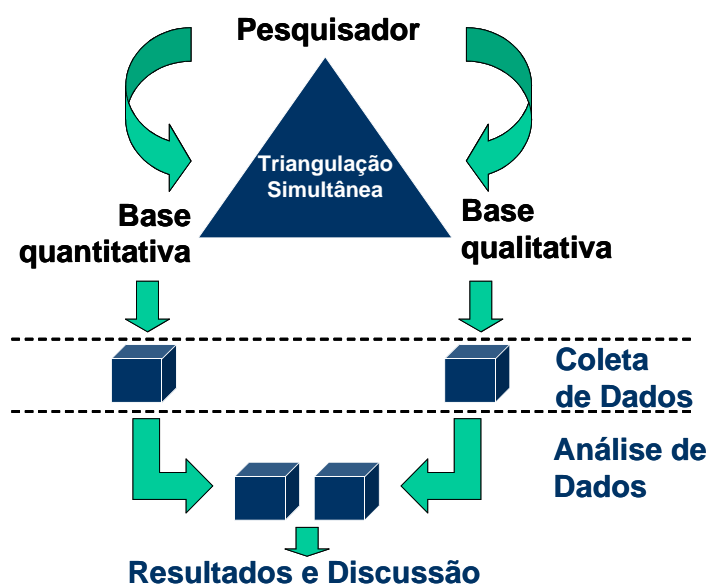


Figura 4.1 - Combinação de métodos qualitativos e quantitativos – adaptado de MORSE (1991)

DUFFY (1987) indica dentre alguns benefícios do emprego conjunto dos métodos qualitativos e quantitativos os seguintes:

- Possibilidade de enriquecer constatações obtidas sob condições controladas com dados obtidos dentro do contexto natural de sua ocorrência;
- Possibilidade de completar um conjunto de fatos e causas associadas ao emprego de metodologia quantitativa com uma visão da natureza dinâmica da realidade;
- Possibilidade de congregar controle dos vieses (pelos métodos quantitativos) com compreensão da perspectiva dos agentes envolvidos no fenômeno (pelos métodos qualitativos).

Em relação ao uso de entrevistas não-estruturadas, de acordo com MARCONI e LAKATOS (1990), a entrevista (...) “é um procedimento utilizado na investigação social, para a coleta de dados ou para ajudar no diagnóstico ou no tratamento de um problema social”.

A pesquisa é classificada como um estudo exploratório, por tratar uma questão ainda pouco discutida no âmbito da construção civil – impactos decorrentes da geração de entulhos em função da falta de planejamento – e descritivo, por compilar informações encontradas em diversas situações, acerca dos procedimentos técnicos de execução de serviços em canteiros de obras.

4.2. Universo de análise

O desenvolvimento de um estudo de pesquisa qualitativa supõe um corte temporal-espacial de determinado fenômeno por parte do pesquisador. Dessa forma, o universo de análise da pesquisa é o cenário que se coloca neste início de século para o município de Belo Horizonte.

A escolha de Belo Horizonte tem dois motivos:

- O fato de o município constituir-se em referência no que se refere a ações ambientais por parte dos órgãos competentes;
- A acessibilidade no acesso às informações, no que diz respeito à implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, preconizado pela Resolução nº 307/2002 do CONAMA, por parte dos geradores.

Ainda, esse universo se completa, compreendendo os grandes geradores de entulho no município (construtoras).

4.2.1. Representatividade

É importante frisar que a compreensão do município de Belo Horizonte como universo de análise não significa que os dados levantados, além dos possíveis resultados e conclusões obtidas, se conformem como uma regra geral.

O macro-negócio da construção civil se constitui de uma série de empreendimentos, de pequeno, médio e grande porte, cada qual com uma série de especificidades que, por si só, constituem-se em um universo extenso para se apreender no prazo da pesquisa proposta.

4.3. Coleta de dados

A coleta de dados se deu através de entrevistas junto a empresas construtoras de médio e grande porte, instaladas no município de Belo Horizonte. Sendo entrevistas não estruturadas, ou seja, sem um questionário próprio para as mesmas, foram desenvolvidas interrogações que foram consideradas como parâmetros básicos para a apreensão das informações. A elaboração destas perguntas foram relacionadas ao referencial teórico e aos indicadores existentes no que diz respeito ao assunto. Dessa forma, as interrogações nas quais as entrevistas se permearam foram as que se seguem:

- A partir de que momento a empresa começou a se preocupar com o problema do gerenciamento de entulho?
- Quais as principais medidas tomadas e em fase de implantação?
- Que destino a empresa dá ao entulho?
- Qual o contexto do projeto e do planejamento de obras no resultado final?
- Há dados estatísticos sobre a evolução do gerenciamento?

- Resolução CONAMA: O que efetivamente está sendo planejado para quando os Planos de Gerenciamento se tornarem exigência?

Paralelamente às entrevistas, foi levantada a situação do município em relação à geração de entulho, os programas propostos pela municipalidade e que evolução já pode ser percebida com relação ao assunto. Junto a isso, revisão bibliográfica de parâmetros técnicos acerca dos principais indicadores de geração de entulho em obras além de elementos técnicos que embasem a questão que despertou o desenvolvimento da pesquisa: a valorização da etapa de projeto e planejamento de obras como elemento minimizador da geração de entulho.

A coleta de dados foi feita nas seguintes entidades:

- **Superintendência de Limpeza Urbana – SLU:** foi levantada junto à SLU, toda a infra-estrutura disponível no município de Belo Horizonte para a coleta, transporte e disposições intermediária e final dos RCC. Em um primeiro momento tinha-se optado por pesquisar diretamente na Secretaria Municipal Adjunta de Meio Ambiente – SMAMA, órgão responsável pelo licenciamento de diversos empreendimentos urbanos e que comumente encabeça todas as solicitações de relatórios, planos e laudos referentes a impactos sobre a malha urbana. Apesar da SMAMA ser a solicitante dos chamados Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, a análise desses relatórios cabe exclusivamente à SLU, sendo, portanto, o órgão a ser procurado.
- **Três grandes construtoras atuantes na Região Metropolitana de Belo Horizonte:** o município de Belo Horizonte, conforme informações obtidas junto ao Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais – SINDUSCON/MG, possui cerca de 20 a 30 construtoras consideradas de grande porte, atuando nos mais diversos setores, desde a habitação popular, até edificações de alto luxo, comerciais e industriais. A entrevista com três construtoras apenas deveu-se, exclusivamente, ao acesso obtido junto às mesmas. Foram procuradas dez construtoras, porém apenas três aceitaram responder às indagações da presente pesquisa.
- **SINDUSCON/MG:** em função das dificuldades de acesso às construtoras de grande porte, optou-se por contactar o Sindicato, como forma de obter dados secundários acerca da geração de RCC e das medidas de gestão implementadas e em fase de

implementação pelas empresas associadas. Ainda, o contato com o Sindicato foi importante para obter alguns dados referentes a pequenos geradores, porém, não passíveis de se corroborar nas estatísticas, visto que a grande maioria das pequenas empresas não é associada ao Sindicato, ou não é formalizada no mercado.

Considerou-se que as empresas e órgãos abordados seriam suficientes para embasar a problemática discutida na pesquisa. Apesar de o interesse maior recair sobre as empresas construtoras, o contato com o SINDUSCON/MG foi importante em função das dificuldades de acesso às informações junto às empresas privadas.

O papel do gestor público na pesquisa, foi o de levantar a atual cobrança dos órgãos quanto ao desenvolvimento dos Planos de Gerenciamento de RCC, preconizados pela Resolução CONAMA 307/2002.

4.4. Análise de dados

Como explicado anteriormente, em uma pesquisa qualitativa, os dados levantados em campo e os dados teóricos / bibliográficos se complementam.

As evidências fornecidas serão comparadas àquelas que compõem o referencial teórico, objetivando a corroboração das conclusões e recomendações acerca do tema.

5. RESULTADOS E RECOMENDAÇÕES

Os resultados apresentados são fruto da coleta de dados realizada através das entrevistas, dos dados obtidos no contato com a municipalidade, somados ao referencial teórico selecionado através da revisão da literatura. Os resultados não têm a pretensão de ser conclusivos, mas dão bons parâmetros para o entendimento da problemática do entulho em Belo Horizonte, justificando a necessidade de se gerir as obras de forma mais eficiente e, em especial ao que tange esta pesquisa, através da qualidade do projeto e do planejamento.

É inegável que no âmbito do ramo da construção civil, diversas variáveis podem ser enfocadas e, sobretudo, a realidade dos grandes geradores tende a ser menos complicada quando se comparada com a situação dos pequenos geradores – escritórios de arquitetura e engenharia, empreiteiras e outros prestadores de serviços, muitos deles autônomos.

Acredita-se, dessa forma, que o objetivo da pesquisa foi alcançado: expor a necessidade de valorização das fases de projeto e planejamento no que tange ao assunto resíduos da construção civil.

5.1. Belo Horizonte e RCC

Segundo PBH (2004) e dados de campo, existem hoje duas Usinas de Reciclagem de Entulho, localizadas nos bairros Estoril, região Oeste e Bandeirantes, região da Pampulha., para onde parte do RCC é levado, objetivando sua segregação, moagem e reciclagem para uso como agregado para concreto, execução de blocos de pavimentação e outros usos. O município conta ainda com uma rede de Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes – URPV's, para recebimento de entulho proveniente de pequenos geradores, objetivando economia com o transporte deste para as Usinas de Reciclagem ou o aterro municipal.

5.1.1. Situação das Usinas de Reciclagem e Deposições Irregulares de RCC

De acordo com dados da SLU, é prevista a implantação de mais duas usinas de reciclagem, uma na região Leste e outra na região Noroeste do município. As usinas hoje existentes reciclam juntas cerca de 390 toneladas de entulho/dia. Porém, ainda têm uma infra-estrutura parcialmente ociosa, visto que, em função de problemas com os moradores das regiões em que se inserem, não podem operar fora do horário comercial.

Levantamentos feitos em 1999 pela mesma SLU apontam cerca de 116 pontos de deposição clandestina de entulho, a maior parte destes localizados na região Nordeste da Capital. A implementação dos Programas Especiais de Reciclagem de Entulho, previstos em PBH (2004) visam, com a participação efetiva da comunidade, diminuir os pontos de deposição clandestina, através das ações de caçambeiros e da instalação das URPV's.

A criticidade dos pontos de deposição clandestinos e o volume de material retirado desses locais pode ser melhor visualizado nos mapas a seguir (figura 5.1).

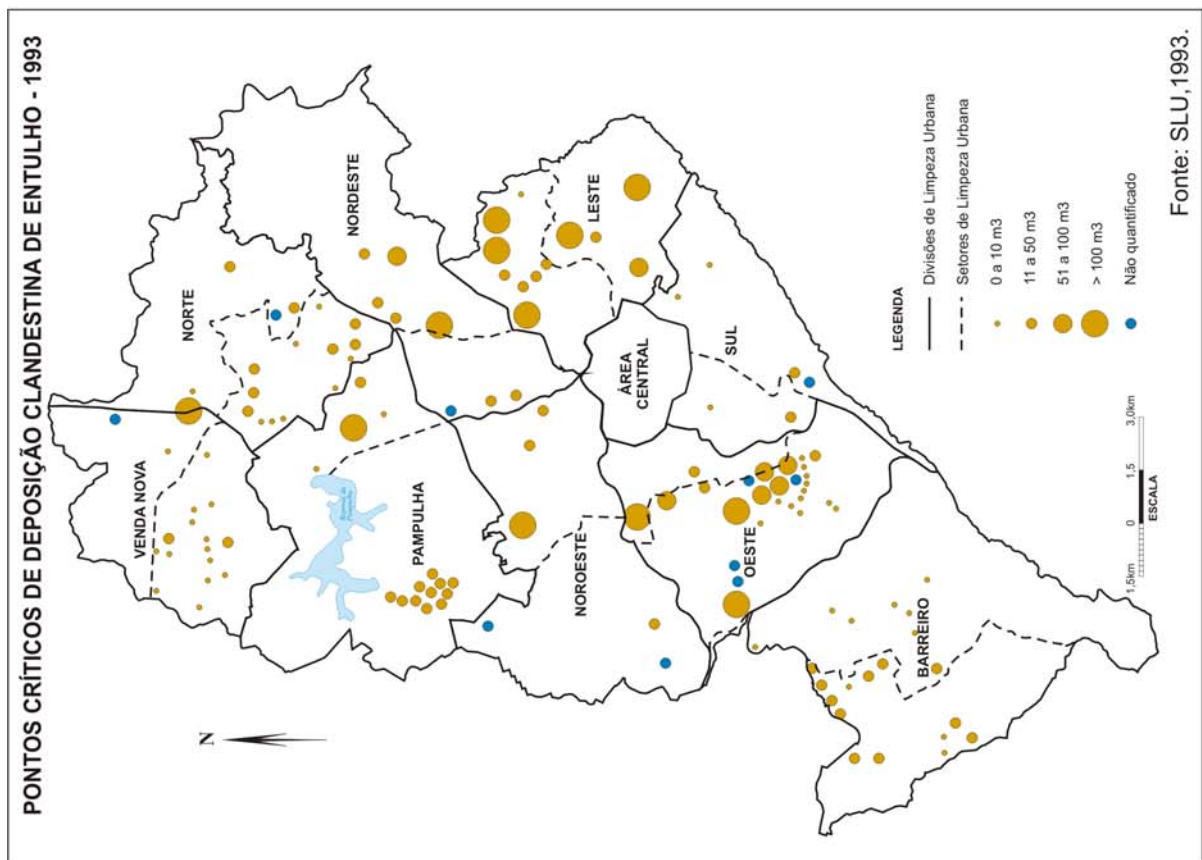
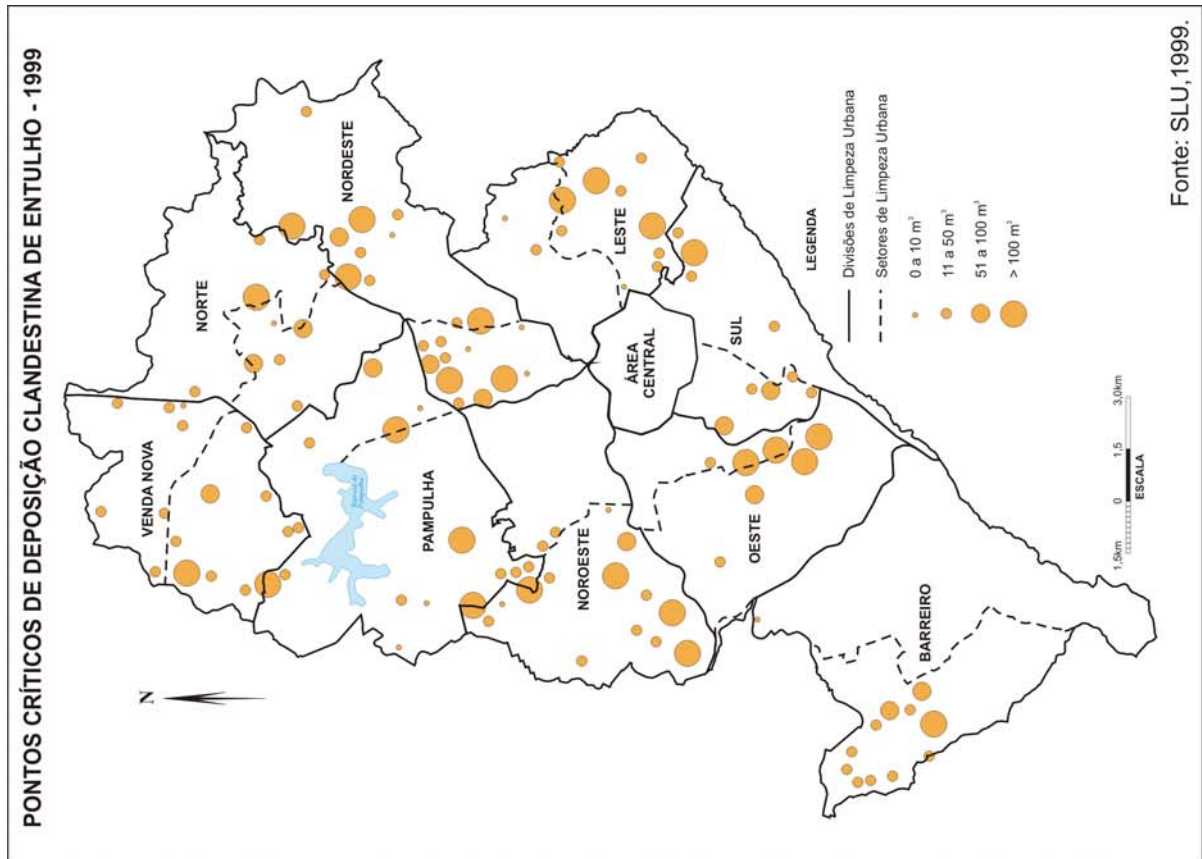


Figura 5.1 – Pontos críticos de deposição clandestina de entulho – 1993/1999

5.1.2. Situação das Unidades Receptoras de Pequenos Volumes – URPV's

Como já citado, PBH (2004) instituiu alguns programas especiais para a melhoria dos serviços de limpeza urbana prestados. Um desses programas é a reciclagem de RCC.

A infra-estrutura desse programa é composta de uma rede de Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes – URPV's e, como já explicitado anteriormente, por duas usinas de reciclagem.

O material reciclado é utilizado em obras da Prefeitura na construção de sub-bases de vias e de passeios e, uma pequena parte, na fabricação de blocos e peças de pavimentação.

Na dinâmica do programa, uma importante vertente é a aproximação da Prefeitura com os agentes transportadores desse resíduo na cidade, especialmente os carroceiros. Atividades voltadas à sua sensibilização e conscientização quanto aos problemas ambientais da disposição clandestina de entulho na cidade são desenvolvidas permanentemente com esse grupo.

Esses agentes são orientados a descartar o entulho e outros resíduos nas URPV's facilitando e barateando o transporte para o aterro sanitário e usinas de reciclagem, diminuindo a poluição e a degradação ambiental, bem como a ocorrência de vetores como ratos, escorpiões e baratas.

Os quantitativos de resíduos recebidos nas URPV's nos anos 2001 e 2002 podem ser visualizados na figura 5.2, a seguir:

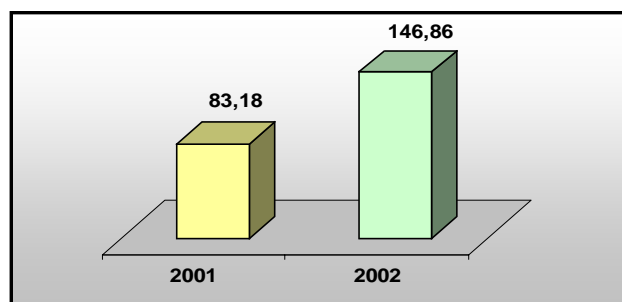


Figura 5.2 - Viagens recebidas nas URPV's (unidades/ano)

Fonte: PBH (2004)

O expressivo aumento dos resíduos recebidos nas URPV's está associado à ampliação do número dessas instalações no município que cresceu de 15 em 2001 para 21 em 2002 e, em 2005 já alcança o número de 27 unidades, divididas pelas regionais, conforme visto na tabela 5.1, a seguir.

Tabela 5.1 - Distribuição das URPV's (por Regional)

REGIONAL	URPV
Barreiro	Jatobá
	Milionários
	Lindéia
	Átila de Paiva
	Flávio de Oliveira
Centro-Sul	Santa Lúcia
Leste	Andradas I
	Andradas II
Norte	Saramenha
	Bacuraus
	Aeroporto
Nordeste	São Gabriel
Noroeste	Pedro II
	João XXIII
	Delta
Pampulha	Dona Clara
	Castelo
	Garças
	Santa Amélia
Venda Nova	Rio Branco
	Lagoa
	São João Batista
	Vilarinho
Oeste	Barão Homem de Melo
	Silva Lobo
	Flores
	Teresa Cristina

A maior parte do entulho recebido nas URPV's ainda é destinado à aterragem, mas já se percebe um aumento gradual do volume de entulho destinado à reciclagem, conforme pode ser visto na figura 5.3.

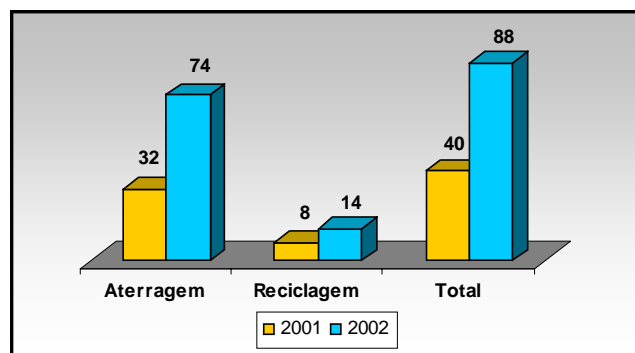


Figura 5.3 - Destinação dos RCC das URPV's (milhares de toneladas/ano)

Fonte: PBH (2004)

5.1.3. Ações sobre os geradores de RCC

A implementação das ações prescritas na Resolução CONAMA 307/2002 permeiam uma série de decisões planejadas, de forma a garantir a execução da deliberação do órgão federal, garantir a eficaz fiscalização das empresas e contribuir, efetivamente, para a melhoria das condições de gestão dos resíduos produzidos no município de Belo Horizonte.

É importante esclarecer que esse planejamento de ações vem sendo desenvolvido no âmbito municipal desde meados de 2002, quando da publicação da resolução federal. Porém, durante a execução dessa pesquisa, ainda não existiam medidas concretas, relativas à implementação dos Planos de Gerenciamento de RCC. Todas as medidas aplicadas no momento, referem-se à fiscalização de obras, emissão de alvarás de obras e habite-se, licenciamento de empresas transportadoras de entulho e empresas recicladoras do material retirado das obras de construção civil.

Medidas referentes à execução de planos de gestão de entulho ainda estão restritas a processos de licenciamento ambiental de grandes empreendimentos.

Consoante com o objetivo da pesquisa, que buscou dados relativos à implementação da resolução federal supracitada, não serão apresentados dados referentes aos processos comumente aplicados para aprovação de licenciamento de obras, visto que tais informações não acrescentam dados importantes para a pesquisa.

5.2. Grandes geradores

As entrevistas realizadas demonstraram que há a preocupação por parte dos grandes geradores em relação ao correto gerenciamento dos RCC. Cabe aqui colocar que, nem sempre, a preocupação com a questão refere-se primordialmente às questões ambientais e sim, questões relacionadas a tempo, retorno financeiro e satisfação dos clientes.

Independente de quaisquer posicionamentos dos geradores em relação ao assunto, verifica-se que com a publicação da Resolução CONAMA 307/2002, a questão do entulho ganhou importância e, procurando-se adequar às legislações que se seguirão à própria Resolução, algumas medidas começaram a se delinear, ainda que com um nível de complexidade ainda pequeno. As principais medidas levantadas e avaliadas como parâmetros em todas as empresas são as que se seguem.

5.2.1. Educação e qualificação da mão-de-obra

A baixa qualificação da mão-de-obra da construção civil brasileira definiu algumas diretrizes a serem implementadas pelos grandes geradores avaliados.

Percebe-se, na maioria das empresas pesquisadas, o estabelecimento de critérios de contratação de mão-de-obra, avaliando o potencial de desenvolvimento da pessoa, a sua qualificação profissional, estado de saúde, dentre outros quesitos. O objetivo é selecionar pessoas com capacidade de absorver formação e treinamento oferecidos pela empresa.

Assim, o que se avalia é a adoção destas medidas como um investimento que dará retorno, pois irá potencializar a redução dos desperdícios relacionados à qualificação da mão-de-obra.

Nesse sentido, todas as empresas pesquisadas começam a desenvolver programas de qualificação de mão-de-obra, através da parceria com universidades e entidades de classe.

5.2.2. Compatibilização de Projetos – Projetos simultâneos

Na fase de projeto, o que se pode perceber é a adoção de ações preventivas pelas empresas consultadas, começando pela organização do escritório de projetos, buscando integração entre os diversos projetos (arquitetônico, estrutural, elétrico, hidráulico, etc.).

O desenvolvimento de procedimentos que permitam a padronização de projetos, componentes e detalhes construtivos é considerado importante. A padronização do projeto é esperada e aplicada em alguns casos, objetivando facilitar a sua leitura, evitando dúvidas na fase de execução e modificações no decorrer da obra. Consideram-se importantes também o desenvolvimento de projetos complementares de execução, ou seja, projetos de fôrmas, alvenaria, impermeabilização, dentre outros.

Ainda na fase de projeto, as empresas avaliadas consideram a especificação dos materiais como elemento importante, levando em consideração as características dos materiais para determinada utilização e o levantamento correto da quantidade destes, prevenindo o desperdício de materiais, possibilitando também um maior planejamento de compras.

5.2.3. Inclusão do Entulho como Material Construtivo

Com a determinação da Resolução CONAMA 307/2002, há um consenso entre as empresas pesquisadas de que o entulho produzido em determinada obra pode e deve ser reutilizado, de preferência na própria obra que o gerou. O uso desse entulho em outras obras ainda é considerado inviável, do ponto de vista financeiro, visto que as demandas de mercado são variáveis e um possível custo de armazenamento temporário desse resíduo, inviabilizaria o seu uso.

Torna-se claro para as empresas consultadas que a questão ambiental deve ser colocada em um plano mais abrangente, visando a redução de impactos no meio urbano. Porém, a viabilização financeira dos empreendimentos não pode ser prejudicada. “*É a sustentabilidade ambiental – o uso racional dos recursos naturais, aliado ao desenvolvimento das empresas e do país de modo geral*”, cita um dos entrevistados.

Conforme já apresentado, a reciclagem do entulho gerado é uma solução viável, porém, ainda sem uma demanda suficiente para a sua absorção no mercado e para o consumo de todo o entulho gerado.

Assim, estas medidas podem e devem ser implementadas como parte dos programas de gestão de canteiros de obras, porém, com a consciência de que o problema não se resolve apenas a partir destas medidas.

Nesse sentido, mais uma vez, percebe-se a importância da qualidade de projeto como forma de minimizar o volume total de entulho produzido, levando-se em consideração o alta percentual de perdas decorrentes de processos construtivos mal detalhados e/ou inconsistentes.

5.3. Principais Perdas

As principais perdas detectadas pelas empresas construtoras pesquisadas foram as seguintes, bastante consonantes com o levantado no referencial teórico desta pesquisa:

- Por substituição: ao substituir um material especificado por outro de valor acima do previsto. Nesse caso, as perdas não são ambientais com a geração de entulho, mas financeiras.
- Por armazenamento: o armazenamento de materiais em condições não específicas para o produto. Esse é, de acordo com os pesquisados, um dos grandes problemas no mercado da construção civil – perda de material por falta de controle de estoque. É matéria-prima desperdiçada.
- Por transporte: as perdas por transporte caracterizam-se pela circulação de materiais dentro do canteiro de obras, de forma desnecessária. Considera-se que o material deve ser estocado próximo ao seu local de uso.
- Por negligência: caracteriza-se pelo uso excessivo de materiais em função de problemas estruturais na obra. Um exemplo típico é a adoção de rebocos de grande espessura em função de geometrias ou prumos mal feitos na elevação de uma alvenaria. A geração de entulho nesse caso se dá pelas sobras de materiais não previstos no escopo da obra.
- Pela má seleção de fornecedores: o uso de materiais de baixa qualidade ou não especificados em projeto é um dos principais focos de geração de resíduos.

5.4. Materiais componentes do entulho

As entrevistas realizadas também conseguiram demonstrar uma linha de caracterização dos resíduos, quando consideradas as obras em alvenaria e concreto armado, que representam a

maior parte das tecnologias construtivas adotadas no segmento pesquisado. A composição gravimétrica média do entulho gerado no Brasil, em função da tecnologia construtiva adotada é definida a seguir.

Tabela 5.2 – Composição Gravimétrica do Entulho de Obras em Alvenaria – Adaptado de GRIGOLI (2000)

Entulho	Porcentagem
Areias	7,10
Pedras	11,50
Concretos	15,01
Cerâmicas vermelhas	32,14
Argamassas	29,15
Vidros e cerâmicas esmaltadas	3,34
Metais	1,76
TOTAL	100,00

Como pode ser percebido, o maior percentual do entulho é composto por material utilizado nas fases de montagem das estruturas e levantamento das alvenarias. Esse entulho é gerado pela falta de detalhamento dessas etapas, gerando cortes de blocos, usos excessivos de material de argamassas, erros de prumos e geometria das alvenarias, o que muitas vezes obriga que o construtor faça a demolição do serviço mal executado, gerando entulho desnecessariamente. Ainda, os resíduos variam em volume e tipo, de acordo com a fase da obra, como pode ser visualizado na tabela 5.3 a seguir, compilada a partir das entrevistas realizadas e do referencial existente sobre o assunto.

Resíduos produzidos durante a obra	Serviços gerais					Etapas da Obra					Revestimento	
	Instalação do canteiro de obras	Fundação	Estrutura	Alvenaria	Instalações prediais							
Resíduos Classe A												
Entulho de alvenaria												
Entulho de concreto												
Pedras												
Argamassa												
Solo escavado												
Resíduos Classe B												
Alumínio - marmitex												
Aço												
Alumínio - Esquadrias												
Ferro												
Ferro - Grades												
Fio de cobre												
Latas												
Madeira												
Fôrmas												
Papel - Argamassa												
Papel - Embalagens												
Papel - Documentos												
Papelão												
Perfis metálicos												
Plásticos - Embalagens												
Plásticos - PVC												
Tubos de ferro												
Vidro												
Resíduos Classe C												
Tubos de poliuretano												
Papel – Sacos de cimento												
Gesso												
Isopor												
Lixas												
Manta asfáltica												
Resíduos Classe D												
Tintas												
Aditivos												

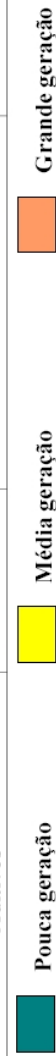


Tabela 5.3 – Matriz de Geração de Resíduos

5.5. Propostas de Gestão de Canteiros de Obras

Os itens aqui apresentados corroboram dados coletados na revisão da literatura, princípios de gestão de obras aplicados ou em fase de aplicação nas empresas consultadas e objetivam esclarecer alguns pontos que podem ser focos de futuras pesquisas.

Para os objetivos dessa pesquisa, essas recomendações abordam, especificamente, a coleta seletiva nos canteiros de obras, alteração no layout dos canteiros, além de medidas de segregação, armazenamento e organização de fluxo de resíduos nas obras de construção civil.

Também, consoante com os objetivos da pesquisa, apresenta-se algumas medidas para minimização do entulho gerado, bem como procedimentos de reutilização desse entulho na própria obra que o gerou, tendo como referencial, procedimentos de projeto.

5.5.1. Coleta Seletiva nos Canteiros de Obras

A coleta seletiva nos canteiros de obras, da mesma forma que é feita para os resíduos sólidos urbanos, é uma das principais ações efetivas, para a gestão do entulho ali produzido.

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;
- A introdução de rotinas de segregação/armazenamento dos resíduos e a organização dos seus fluxos.

De um modo geral, com base na Resolução CONAMA 307/2002, as empresas pesquisadas estão em início de desenvolvimento dessas ações, visando, principalmente, diminuir o volume do resíduo a ser encaminhado.

A educação ambiental dos funcionários é considerada como um dos instrumentos básicos indispensáveis nos processos de gestão das obras. Nesse sentido, o objetivo principal é o de capacitar cada um dos trabalhadores como co-responsável pelo gerenciamento das ações implementadas nos canteiros de obras.

Dessa forma, conforme citado pelos entrevistados, *“a participação de todos e o monitoramento constante das ações do plano de gerenciamento de entulhos viabilizarão a sustentabilidade da coleta seletiva nas obras”*.

Os principais aspectos observados na implementação desses programas de educação ambiental são:

- a contextualização da crise ambiental e os impactos ambientais gerados pela indústria da construção civil;
- a responsabilidade de todos os envolvidos na construção de determinado empreendimento e a aceitação de novas propostas para solucionar e/ou otimizar medidas já implantadas;
- o gerenciamento dos resíduos sólidos gerados nos canteiros de obras e as características principais de cada um desses materiais;
- a importância da coleta seletiva dentro do contexto de gerenciamento de RCC;
- as vantagens e benefícios, diretos e indiretos aos trabalhadores e ao meio ambiente.

Após realizada a conscientização e sensibilização da mão-de-obra, é necessário definir diretrizes para a preparação do canteiro de obra para viabilizar a coleta seletiva dos resíduos.

As rotinas a serem introduzidas nos canteiros de obra visam principalmente a garantir condições para que os procedimentos de segregação e armazenamento possam ser realizados de forma eficaz, possibilitando que os resíduos possam ser coletados seletivamente e transportados, conforme a classe dos resíduos, para os locais previamente definidos.

O princípio norteador da segregação dos resíduos na fonte, no local e no momento de sua geração deve fundamentar o planejamento dos procedimentos que viabilizem a coleta seletiva.

5.5.2. Layout do canteiro de obras

O layout do canteiro deve sofrer pequenas alterações, com o objetivo de facilitar o transporte interno e a implantação dos procedimentos de segregação e armazenamento dos resíduos.

Deve-se observar as particularidades de cada etapa de uma obra, com o objetivo de facilitar a implantação dos procedimentos pelos funcionários, levando-se em consideração:

- definição da localização dos compartimentos (tambores, contêineres, caçambas, cômodos, baias, etc.) onde os resíduos já segregados devem ser armazenados temporariamente até que possam ser coletados pela empresa responsável pelos serviços de coleta e transporte;
- a definição de um sistema de transporte interno dos resíduos, segregados por classes, dos pavimentos até aos locais de armazenamento temporário (baias, etc.) ou até às caçambas identificadas para receber os resíduos;
- a análise das melhores alternativas de locais para a colocação das caçambas, de forma a evitar perturbações para as atividades desempenhadas no canteiro, bem como facilitar a realização do serviço de troca e retirada das caçambas pela empresa coletora e transportadora de entulho.

5.5.3. Segregação e armazenamento do entulho

Uma vez que a mão-de-obra tenha sido preparada e o plano de gerenciamento elaborado, a implantação dos procedimentos deverá ser efetuada desde os primeiros serviços inerentes à obra, visando principalmente exercitar a rotina de segregação dos resíduos. Alguns procedimentos realizados para os diferentes tipos de resíduos podem ser explicados, com base nas ações já colocadas em prática pelas empresas pesquisadas:

- Os resíduos classe A podem ser deixados no piso para serem transportados posteriormente, por carrinhos e/ou utilizando-se pranchas ou tubos condutores, até às caçambas definidas para receberem esta classe de resíduos.
- Os resíduos classes B e C podem colocados em uma mesma caçamba, embora possa-se sub-dividir esses resíduos, de modo a qualificar melhor o gerenciamento aplicado.

- Considerando-se o grande volume dos resíduos de sacos de papel e papelão (classe B) estes podem ser separados e armazenados temporariamente dentro do canteiro (em baias ou em algum cômodo da obra).
- Para o acondicionamento temporário do resíduos classes B e C, podem ser disponibilizados vários tambores por pavimento da obra. Após atingir a sua capacidade máxima, os tambores podem ser transportados horizontalmente em carrinhos e verticalmente em pranchas até o térreo para então serem depositados na caçamba que foi previamente definida para receber estas classes de resíduos.
- Os resíduos produzidos durante as refeições podem ser acondicionados em sacos plásticos. O ideal é exercitar a segregação dos resíduos orgânicos constantes nas marmitex, e acondicioná-los em sacos plásticos separados. Os sacos devem ser colocados nos locais e horários previstos pela empresa concessionária de limpeza pública, sendo ela a responsável pela coleta, transporte e destinação final destes resíduos. Com isso, evita-se o acúmulo de resíduos indesejáveis na obra, evitando principalmente o mau cheiro e a contaminação dos resíduos recicláveis existentes na obra.

5.5.4. Organização dos fluxos dos RCC

Com o objetivo de otimizar os fluxos de entulho dentro dos canteiros de obras, devem ser definidos dias específicos para a limpeza e a coleta dos resíduos. Por exemplo: durante a semana, na limpeza diária dos pavimentos são transportados para o térreo somente os resíduos classe A (maior volume), deixando para o fim de semana os resíduos classes B e C (menor volume).

As caçambas utilizadas devem ser fornecidas por empresas coletoras/transportadoras de entulho que farão o transporte das mesmas somente depois de alcançada a capacidade máxima de armazenamento de cada uma, considerando-se sempre os limites de segurança previstos nas normas.

Esse transporte extra-canteiro de obras, até os locais de disposição (URPV's e/ou Usinas de Reciclagem) são de responsabilidade da empresa coletora/transportadora.

5.5.5. Diretrizes de Reuso dos RCC

Com base na realidade da infra-estrutura do município de Belo Horizonte, somado às informações coletadas nas entrevistas junto aos grandes geradores e ainda, avaliando-se a situação do entulho no âmbito dos impactos sobre o meio ambiente e a economia, são apresentadas algumas recomendações de reuso do entulho na mesma obra em que foi gerado.

Essas diretrizes apresentam propostas práticas de minimização do entulho que seria destinado ao aterro e/ou às usinas de reciclagem e URPV's, na realidade de Belo Horizonte. São compilações de procedimentos adotados nas empresas pesquisadas e de informações coletadas na revisão da literatura.

5.5.5.1. Assentamento de Batentes

Quando do assentamento de um batente ou portal para porta, promove-se o chumbamento com argamassa de cimento e areia em três ou quatro pontos de cada lateral do mesmo, e o enchimento restante, procede-se com argamassa de areia, cimento e cal. Esta última pode ser substituída por argamassa com agregado reciclável da própria obra. E, para enchimentos maiores, utiliza-se pedaços de tijolos que podem ser qualificados de entulho de blocos cerâmicos.

5.5.5.2. Assentamento de Esquadrias

Quando do assentamento de uma esquadria ou de um contramarco, promove-se o chumbamento com argamassa de areia e cimento em pontos indicados pelo fabricante da peça. O enchimento restante, comumente é preenchido com argamassa de cimento, cal e areia. Esta última argamassa, pode ser substituída por argamassa com agregado miúdo reciclável.

5.5.5.3. Assentamento de Blocos Cerâmicos

Para o assentamento de blocos cerâmicos em paredes verticais de divisórias e/ou vedação, normalmente se utiliza argamassa de cimento, cal e areia. Esta argamassa pode ser substituída por argamassa de agregado miúdo reciclável, combinada com areia natural média.

Neste caso, a argamassa de assentamento feita com agregado reciclado pode ser utilizada amplamente dentro de um canteiro de obras, uma vez que somente duas características são dominantes no seu uso: a plasticidade/trabalhabilidade no manuseio e a sua resistência mecânica após a cura.

No fechamento de paredes verticais de divisórias e/ou vedação, normalmente, necessita-se de promover o encunhamento superior; tal cunhamento pode ser feito com entulho de blocos cerâmicos onde se tenha dimensões para tal.

5.5.5.4. Execução de Embonecamentos de Tubulações

Durante a implantação dos sistemas elétrico, telefônico, hidráulico e sanitário de uma edificação, determinadas prumadas não são possíveis de ser embutidas na espessura original das paredes de alvenarias e, portanto, costuma-se optar por uma alternativa de embonecamento. Neste embonecamento, normalmente são utilizados blocos cerâmicos e argamassa de cimento, cal e areia para a sua viabilização física no canteiro. Tanto os blocos cerâmicos, quanto a argamassa podem ser substituídos respectivamente por entulhos (pedaços grandes) de blocos cerâmicos e argamassa de agregado miúdo reciclável.

5.5.5.5. Remendos e Emendas em Alvenaria

Por muitos motivos, em uma edificação tem-se a necessidade de promover remendos e emendas em alvenarias já executadas. Estas atividades possuem variados tipos e formas serem executadas, e tais remendos e emendas podem ser executados com argamassas cujo agregado miúdo seja de entulho reciclado.

5.5.5.6. Enchimento de Degraus e Escadarias

Os degraus de uma escadaria podem ser executados sobre uma laje plana inclinada, onde as delimitações dos pisos e os espelhos dos degraus são conformadas com o uso de agregado reciclável miúdo. A argamassa executada com agregado reciclado miúdo viabiliza o assentamento dos blocos cerâmicos, dando forma aos degraus necessários.

5.5.6. Diretrizes de Minimização dos RCC

A execução de diversos serviços em um canteiro de obras possui, em grande parte, procedimentos adequados, normatizados, para garantir a quantidade exata de material utilizado, a qualidade do serviço executado e, conseqüentemente, a sua durabilidade, evitando patologias típicas de má execução.

Esse item visa compilar alguns dos procedimentos mais comuns e que muitas vezes não têm os seus procedimentos difundidos e disponibilizados na literatura técnica, dificultando assim aos profissionais da construção civil, garantir a qualidade de suas obras.

Da mesma forma, a não existência de normatizações para serviços de canteiros de obras leva muitas vezes a soluções improvisadas, executadas a partir da experiência de seus gestores, sejam eles, engenheiros, mestre-de-obras ou pedreiros, sem levar em consideração a qualidade do serviço, o material e tempo gasto.

Essa compilação de procedimentos é baseada em normatizações desenvolvidas pelas próprias empresas entrevistadas e também em normatizações desenvolvidas por órgãos da construção, como os sindicatos da construção civil e pelo próprio poder público em seus processos de licitação para obras públicas.

5.5.6.1. Alvenarias

Conceituação

As alvenarias de vedação destinam-se ao preenchimento de espaços entre componentes da estrutura, podendo ser empregadas na fachada da obra ou na criação dos espaços internos.

Não têm função estrutural, mas desempenham papel importante na isolamento térmica e acústica dos ambientes, na segurança em casos de incêndios, na estanqueidade à água e, em alguns casos, no contraventamento da estrutura.

Características técnicas

As vedações mais comumente utilizadas no Brasil possuem as seguintes características: blocos cerâmicos com larguras de 9 cm e 14 cm, revestidos em ambas as faces com argamassa de 1,5 cm de espessura.

Otimização de uso

Com o objetivo de se evitar ao máximo a necessidade de corte de blocos, com racionalização no uso de materiais, mão-de-obra e conseqüentemente, menor geração de entulho, o projeto de arquitetura deve buscar comprimentos e larguras das alvenarias sempre com valores múltiplos, respectivamente, do comprimento e da largura dos blocos utilizados, considerando-se ainda a espessura da argamassa. Nesse sentido, a especificação de blocos padronizados, com base na NBR 7171 – Bloco Cerâmico para Alvenaria otimiza a execução do serviço e contribui para a diminuição do desperdício gerado com o corte das peças.

De acordo com as empresas avaliadas, a adoção criteriosa desses procedimentos de execução de alvenarias de vedação pode contribuir para a redução de cerca de 15 a 20% do entulho proveniente da quebra de blocos.

5.5.6.2. Coberturas

Conceituação

As coberturas destinam-se ao fechamento superior dos espaços projetados, podendo ser executadas com diversos materiais, como madeira, aço, concreto, ou no caso de construções típicas de determinada região, com o uso de bambus, blocos cerâmicos e outros materiais.

Metodologia de execução

Em se tratando de coberturas de madeira, tipo mais comumente utilizado no Brasil, existem algumas normas e especificações, definidas para esse tipo de serviço. É o caso das norma da ABNT, NBR 7190 – Projetos de estruturas de madeira.

5.5.6.3. Acabamentos

Conceituação

É o material de acabamento aplicado sobre a construção bruta (alvenaria, estrutura, entre outros) com a finalidade estética e de conferir proteção à edificação contra intempéries e demais agentes externos.

Características técnicas

Os materiais adotados devem apresentar características compatíveis com as condições e uso previstos, em função das particularidades funcionais de cada ambiente.

Otimização de uso

A especificação de revestimentos deve ser feita de tal forma, que possa permitir o reuso de parte das peças que, porventura, sejam quebradas ou partidas para assentamento de cantos ou desníveis. A reutilização dessas quebras deve ser prevista em projeto.

Revestimentos de parede, por exemplo, devem ser executados após preparo de base (chapisco, emboço e reboco), aplicados sobre superfícies limpas, sem partículas desagregadas.

Isso garante a inexistência de patologias a curto e médio prazo, que poderiam exigir a troca das peças e nova execução do acabamento. A NBR 7200 – Execução de revestimentos de paredes e tetos é a base a ser consultada nesse caso.

6. DISCUSSÃO

A pesquisa apresentada buscou expor a necessidade de uma mudança de mentalidade no que se refere à gestão dos resíduos sólidos urbanos e, em especial ao tema, à gestão dos resíduos da construção civil.

Em função das diversas variáveis envolvidas no âmbito da construção civil, e no que tange ao setor no Brasil, das várias nuances, desde as grandes empresas construtoras e incorporadoras, até os pequenos escritórios de arquitetura e engenharia, empreiteiras e profissionais autônomos, o que essa pesquisa buscou foi fomentar a discussão acerca dos impactos da construção civil sobre o meio ambiente.

Considerando um país como o Brasil, carente de políticas públicas efetivas para preservação ambiental urbana e, considerando a precariedade da indústria da construção civil que ainda não mitiga de forma objetiva os seus impactos, a pesquisa buscou apresentar um enfoque diferente, baseado na qualidade de projeto e produção como forma de estimular a minimização da geração de entulho.

É fato que, com a implementação da Resolução CONAMA 307/2002, algumas diretrizes já começam a ser trilhadas por parte dos grandes geradores de entulho. Em função disso, considerando um horizonte inicial sobre o assunto, o foco das entrevistas pairou-se sobre esses grandes empreendedores, como forma de obtenção de iniciativas em relação ao assunto.

O objetivo ao empreender contato junto aos grandes geradores foi o de obter informações que não estão ainda disponíveis junto aos pequenos geradores, em função da baixa capacidade logística e financeira desses últimos. Assim, aliado às informações obtidas junto à municipalidade, pôde-se desenhar um panorama inicial da gestão de RCC em Belo Horizonte, após a implementação da Resolução CONAMA 307/2002.

Em outra vertente, a pesquisa sobre a valorização das etapas de planejamento e projeto como forma de reduzir a geração de entulho, buscou expor um lado muitas vezes desvalorizado no país. Considera-se a fase de projeto como apenas um pequeno percentual do custo de uma obra, porém, uma etapa cujas decisões tomadas representam mais de dois terços de suas despesas, o que confere uma importância extraordinária a esta. Assim, a gestão sobre os RCC

deve começar ainda na fase de planejamento, prevendo possíveis perdas por conta do cotidiano de um canteiro de obras, além de planejar o uso do entulho inevitavelmente produzido.

Acrescenta-se a isso o fato de as fases de planejamento e projeto serem as únicas que unem grande e pequenos geradores, visto que suas ações dependem exclusivamente do potencial executivo de seus profissionais, não demandando grandes investimentos; apenas a formação intelectual e acadêmica de arquitetos, engenheiros e outros projetistas.

Acredita-se, assim, numa redução substancial do entulho a ser disposto no meio ambiente, desonerando a infra-estrutura urbana e promovendo a sustentabilidade desse setor da economia no Brasil, considerando que parte do volume de RCC é gerado em decorrência da falta de procedimentos industrializados, padronizados, além de uma mão-de-obra desqualificada.

Por se tratar de um assunto ainda incipiente no país, não foram apresentados muitos dados numéricos e estatísticos, visto que, nem as próprias possuem tais dados ou, quando possuem, são baseados em estimativas e/ou números não confiáveis.

Da mesma forma, a apresentação da experiência aplicada em Hong Kong serviu como comparação apenas no que diz respeito a políticas públicas de saneamento ambiental, visto que no Brasil, a chamada indústria da construção civil, ainda não desenvolveu de forma ampla um processo de padronização e otimização de seus empreendimentos, abrangendo apenas grandes corporações, construtoras e incorporadoras. Assim, torna-se zelosa a comparação entre processos construtivos desenvolvidos no Brasil e em outros países mais desenvolvidos.

A indústria da construção civil é capaz de trazer às cidades, benefícios através do desenvolvimento de novos projetos, pesquisas e novas iniciativas que possam melhorar a qualidade de vida dos centros urbanos, conforme já explicitado por OLIVEIRA (2002).

Dessa forma, a pesquisa buscou delinear um caminho (a qualificação do projeto e do planejamento de obras) a ser seguido em paralelo com outras iniciativas, como a reutilização do entulho e o desenvolvimento de processos de reciclagem dos RCC no Brasil.

7. CONCLUSÃO

A pesquisa abordou alguns pontos acerca da gestão de resíduos da construção civil no município de Belo Horizonte, apresentando a infra-estrutura pública disponível atualmente para a disposição final ou reciclagem de tais resíduos e as propostas de gerenciamento em fase de implementação por algumas grandes empresas do setor. Tais propostas constituíram-se no objetivo central do trabalho.

Corroborando as informações obtidas nas empresas entrevistadas e o referencial da literatura, podemos enumerar algumas questões e panoramas para o setor:

1. As empresas só tiveram a real preocupação com a questão ambiental decorrente da geração de entulho a partir da publicação da Resolução CONAMA 307/2002.
2. A partir dessa inicial mudança de consciência, algumas medidas, ainda pouco palpáveis, começam a ser desenvolvidas para a questão, sendo os principais alvos a qualificação da mão-de-obra e uma melhor compatibilização de projetos e de reuso do entulho gerado em determinada obra.
3. A literatura, a partir do exemplo de Hong Kong, mostra que em Belo Horizonte, e talvez extensivo ao país, ainda há muito a se evoluir no que se refere a sistemas de gestão e otimização de projetos, por parte das empresas construtoras e incorporadoras.

Com relação à infra-estrutura pública disponível, pôde-se perceber que Belo Horizonte, apesar de algumas dificuldades, têm acelerado seu processo de encaminhamento do entulho gerado para as usinas de reciclagem, ainda que com algumas limitações técnicas e de espaço. Porém, considerando um crescimento econômico do país para os próximos anos, muitas definições e soluções práticas ainda precisam ser tomadas, em especial, ao destino dos resíduos sólidos urbanos em Belo Horizonte, cujo aterro sanitário encontra-se em fase de esgotamento da área útil.

Com base no contato obtido junto às empresas, foi proposta uma linha de gestão, com a exemplificação de algumas medidas projetivas e de planejamento de obras, de forma a promover o debate sobre as soluções para os problemas ambientais gerados pela geração de entulho, e suas formas de mitigação e controle.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Resíduos Sólidos: Classificação*. NBR – 10.004. Rio de Janeiro: novembro, 2004.
- ANDRADE, A. C.; SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J. C.; AGOPYAN, V. *Estimativa da quantidade de Entulho Produzido em obras de Construção de Edifícios*. Relatório de Pesquisa FINEP/PCC/ITQC, 1999.
- ANGULO, S.C. et al. *Desenvolvimento de novos mercados para a reciclagem massiva de RCD*. In: V SEMINÁRIO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL. IBRACON CT-206/IPEN. São Paulo. 2002. p. 293-308
- BARRETO, Ismeralda Maria Castelo Branco do Nascimento. *Gestão de resíduos na construção civil*. Aracaju: SENAI/SE; SENAI/DN; COMPETIR; SEBRAE/SE; SINDUSCON/SE, 2005. 28p. il.
- BRASIL, Leis. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. *Resolução nº 08*, de 05 de agosto de 1993.
- BRASIL, Leis. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. *Resolução nº 307*, de 05 de julho de 2002.
- BRASIL. Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana - SEPURB. Departamento de Saneamento. *Política Nacional de Saneamento: 1995/1999*. dez.. 1995.
- BRITO FILHO, J.A. *Cidades versus entulhos*. In: SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2., 1999. São Paulo. Anais. São Paulo: Editora Ibracon, 1999. p. 56-67.
- CARNEIRO, Alex Pires; CASSA, José Clodoaldo Silva; BRUM, Irineu Antônio Schadach. *Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção – Projeto Entulho Bom*. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001.
- CAVALCANTI, C. et al. *Desenvolvimento sustentável: compreensão e princípios de políticas*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA-SBPC, 48.. Ciência para o progresso da sociedade brasileira. São Paulo, 1996. Anais, v. 1, Conferências, Simpósios e Mesas Redondas. São Paulo, PUC-SP 1996. p. 15-23.
- CHAVES, A.P. *Teoria e prática do tratamento de minérios*. São Paulo: Signus Editora.1996.
- CIRIA - Construction Industry Research and Information Association. *Waste Minimization and Recycling in Construction*, Design Manual, Special Publication SP 134, 1999.
- DIJKEMA, G.P.J.; REUTER, M.A.; VERHOEF, E.V. *A new paradigm for waste management*. *Waste Management*, vol. 20. Pergamon, March, 2000, p. 633-638.

- DUFFY, Mary E., *Methodological triangulation: a vehicle for merging quantitative and qualitative research methods*, In *Journal of Nursing Scholarship*, 19 (3), 1987, p. 130-133.
- EC - EUROPEAN COMMISSION. *Management of construction and demolition waste*. Working document 1. DG ENV E.3. 2000.
- EEA - European Environment Agency, RIEMER, Jan & KRISTOFFERSEN, Merete, *Information on Waste Management Practices, a Proposed Electronic Framework*, Report No. 24, July 1999
- FARAH, M. F. S. *Formas de Racionalização do Processo de Produção na Indústria da Construção*. In *Construção São Paulo*, São Paulo, Janeiro 1992.
- FORMOSO et al. *Método de Intervenção para a Redução de Perdas na Construção Civil - Manual de Utilização*. SEBRAE/RS. 1996.
- FREITAS, Ediane de Nascimento G. de Oliveira. *O desperdício na construção civil: Caminhos para sua redução*. Rio de Janeiro: 1995, 120f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.
- GRIGOLI, Ademir Scobin. *Entulho de obra - Reciclagem e consumo na própria obra que o gerou*. In: ENTAC - 2000, MODERNIDADE E SUSTENTABILIDADE, VIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO MEIO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Anais. Salvador, Bahia: Abril 2000.
- HAMMARLUND, Y. & JOSEPHSON, P. E. *Qualidade: cada erro tem seu preço*. Tradução de Vera M. C. F. Hachich. In *Téchne*, São Paulo, Novembro/Dezembro 1992, p. 32-34.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB*, 2002.
- ISATTO, Eduardo L.; FORMOSO, Carlos T.. *Nova Filosofia de Produção e Redução de Perdas na Construção Civil*. In: ENTAC – 1998, VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Anais. Florianópolis, Santa Catarina: Abril 1998.
- JICK, Todd D., *Mixing qualitative and quantitative methods: triangulation in action*, In *Administrative Science Quarterly*, vol. 24, nº 4, December 1979, p. 602-611.
- JOHN, Vanderley M. *Panorâmica sobre a reciclagem de resíduos na construção civil*. Anais – II Seminário – Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil. São Paulo: 1999.
- JOHN, Vanderley M. *Reciclagem de resíduos na construção civil – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento*. Tese (livre docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000. 102p.
- MARCONI, Marina de; LAKATOS, Eva Maria. *Técnicas de Pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados*. São Paulo: Atlas, 1990.

- MELIGHENDER, M. *Os Desperdícios na Construção Civil*. In: III Encontro Nacional da Construção – 111 EXPO-ENCO. Anais. Porto Alegre, Rio Grande do Sul 1976.
- MESEGUER, Álvaro Garcia. *Controle e Garantia da Qualidade na Construção*. Tradução por Roberto José Falcão Bauer, Antônio Carmona Filho, Paulo Roberto do Lago Helene. São Paulo: Sinduscon-SP/Projeto/PW, 1991. 178p.
- MORSE, J., *Approaches to qualitative-quantitative methodological triangulation*, Nursing Research, 40 (1), 1991, p. 120-132.
- MULDER, E. et al. *Closed materials cycles for concrete and masonry, as part of an integrated process for the reuse of the total flow of C&D waste*. In: Fifth international conference on the environmental and technical implications with alternative materials. San Sebastian, Spain. June, 2003. p. 219-229.
- NOVAES, Celso Carlos. *Ações para Controle e Garantia da Qualidade de Projetos na Construção de Edifícios*. São Carlos. Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Civil, 2001.
- OLIVEIRA, M.J. E; ASSIS, C.S. *Estudo da reciclagem de resíduos gerados pela construção civil*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL, 2, 1998, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: Editora EDPUCRS, 1998. p. 99-104.
- OLIVEIRA, Márcio Joaquim Estefano de. *Materiais Descartados pelas Obras de Construção Civil: Estudo dos resíduos de Concreto para Reciclagem*. Rio Claro: 2002, 191f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.
- PBH – Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. *Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte 2004/2007 – Saneamento para Todos*. Belo Horizonte, Maio 2004.
- PINTO, Tarcísio de Paula. *Perda de materiais em processos construtivos tradicionais*. São Carlos. Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Civil, 1989.
- PINTO, Tarcísio de Paula. *Reciclagem de Resíduos da Construção Urbana no Brasil - Situação Atual*. Anais. Simpósio sobre Reciclagem na Construção Civil, Alternativa Econômica para Proteção Ambiental. IBRACON. Comitê 206. São Paulo. 1997.
- PINTO, Tarcísio de Paula. *Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana*. São Paulo: 1999, 189f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- POON, C. S., JAILLON, Lara. *A guide for minimizing construction and demolition waste at the design stage*. Hong Kong: 2002, 221p. Department of Civil and Structural Engineering - The Hong Kong Polytechnic University, 2002.
- PSQ - Programa setorial da qualidade - setor de projetos. Realização: AsBEA – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura; Associação Brasileira de Engenharia e consultoria Estrutural; IAB SP - Instituto de Arquitetos do Brasil - SP; IE - Instituto de Engenharia; Sindinstalação - Sindicato da indústria de Instalações Elétricas, Gás,

Hidráulicas e Sanitárias do Estado de São Paulo; SINAENCO - Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva. São Paulo, 1997.

RANGEL, A. S. et al. *A exploração de areia na RMSP*. In: Padrão de concorrência e competitividade da indústria de materiais de construção. São Paulo: Singular, 1997. p.89-102.

SABBATINI, E. H.. *Desenvolvimento de Métodos, Processos e Sistemas Construtivos: Formulação e Aplicação de uma Metodologia*. São Paulo: 1989, Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

SANT'AGOSTINHO, L.M; KAHN, H.. *Metodologia para Caracterização Tecnológica de Matérias Primas Mineraias*. Boletim Técnico (PMI/69) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 1997. 29p.

SCHENINI, Pedro Carlos; BAGNATI, Antônio Marius Zuccarelli; CARDOSO, André Coimbra Félix. *Gestão de Resíduos da Construção Civil*. In: COBRAC - Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, 2004. Anais. Florianópolis, Santa Catarina, Outubro, 2004.

SCHNEIDER, D. M. *Transporte de resíduos de construção e demolição na cidade de São Paulo*. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

SJÖSTRÖM, C. *Durability and Sustainable use of building materials*. In: LLEWELLYN, J. W.; DAVIES, H. Sustainable use of materials. London: BRE/RILEM, 1992.

SKOYLES, E. R. *Materials wastage - a misuse of resources*. Building Research and Practice, p. 232-243, July/August. 1976.

SOILBELMAN, L. *As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e seu controle*. Porto Alegre, 1993 127p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993.

SOUZA, U.B.L. et al., *Perdas de materiais nos canteiros de obras: a quebra do mito*. In: Qualidade na Construção, v.2, n.13, p.10 -15, 1998.

THE SOLID WASTE ASSOCIATION OF NORTH AMERICA – SWANA. *Construction waste & demolition debris recycling*. A Primer. Maryland, SWANA, out., 1993.

THEODORO (org) et al., *Conflitos e Uso Sustentável dos Recursos Naturais*. Rio de Janeiro: Garamond, 2002, 344p.

USEPA – United States Environment Protection Agency. *Solid Waste and Emergency Response*, EPA530-N-02-003, February 2002. Disponível em: <http://www.epa.gov/wastewise>. Acesso em Maio/2004.

WHITAKER, W. *Técnicas de preparação de areia para uso na construção civil*. São Paulo: 2001. 153 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

ZORDAN, Sérgio Eduardo. *A Utilização do Entulho como Agregado na Confeção do Concreto*. Campinas: 1997. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Saneamento e Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

9. ANEXOS

ANEXO 1 - RESOLUÇÃO Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002

Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe foram conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de julho de 1990, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, Anexo à Portaria nº 326, de 15 de dezembro de 1994, e

Considerando a política urbana de pleno desenvolvimento da função social da cidade e da propriedade urbana, conforme disposto na Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001;

Considerando a necessidade de implementação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil;

Considerando que a disposição de resíduos da construção civil em locais inadequados contribui para a degradação da qualidade ambiental;

Considerando que os resíduos da construção civil representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas;

Considerando que os geradores de resíduos da construção civil devem ser responsáveis pelos resíduos das atividades de construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos;

Considerando a viabilidade técnica e econômica de produção e uso de materiais provenientes da reciclagem de resíduos da construção civil; e

Considerando que a gestão integrada de resíduos da construção civil deverá proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental, resolve:

Art. 1º Estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.

Art. 2º Para efeito desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

I - Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da 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;

II - Geradores: são pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos nesta Resolução;

III - Transportadores: são as pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação;

IV - Agregado reciclado: é o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infra-estrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia;

V - Gerenciamento de resíduos: é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos;

VI - Reutilização: é o processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo;

VII - Reciclagem: é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação;

VIII - Beneficiamento: é o ato de submeter um resíduo à operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria-prima ou produto;

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

X - Áreas de destinação de resíduos: são áreas destinadas ao beneficiamento ou à disposição final de resíduos.

Art. 3º Os resíduos da construção civil deverão ser classificados, para efeito desta Resolução, da seguinte forma:

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

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

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

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

IV - Classe D - são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Art. 4º Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final.

§ 1º Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de "bota fora", em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei, obedecidos os prazos definidos no art. 13 desta Resolução.

§ 2º Os resíduos deverão ser destinados de acordo com o disposto no art. 10 desta Resolução.

Art. 5º É instrumento para a implementação da gestão dos resíduos da construção civil o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, a ser elaborado pelos Municípios e pelo Distrito Federal, o qual deverá incorporar:

I - Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil; e

II - Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

Art 6º Deverão constar do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil:

I - as diretrizes técnicas e procedimentos para o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e para os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil a serem elaborados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores.

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

III - o estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e de disposição final de resíduos;

IV - a proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;

V - o incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;

VI - a definição de critérios para o cadastramento de transportadores;

VII - as ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;

VIII - as ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação.

Art 7º O Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil será elaborado, implementado e coordenado pelos municípios e pelo Distrito Federal, e deverá estabelecer diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local.

Art. 8º Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil serão elaborados e implementados pelos geradores não enquadrados no artigo anterior e terão como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos.

§ 1º O Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, de empreendimentos e atividades não enquadrados na legislação como objeto de licenciamento ambiental, deverá ser apresentado juntamente com o projeto do empreendimento para análise pelo órgão competente do poder público municipal, em conformidade com o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

§ 2º O Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de atividades e empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental, deverá ser analisado dentro do processo de licenciamento, junto ao órgão ambiental competente.

Art. 9º Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverão contemplar as seguintes etapas:

I - caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;

II - triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas no art. 3º desta Resolução;

III - acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem;

IV - transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;

V - destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido nesta Resolução.

Art. 10. Os resíduos da construção civil deverão ser destinados das seguintes formas:

I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

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

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

Art. 11. Fica estabelecido o prazo máximo de doze meses para que os municípios e o Distrito Federal elaborem seus Planos Integrados de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil, contemplando os Programas Municipais de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil oriundos de geradores de pequenos volumes, e o prazo máximo de dezoito meses para sua implementação.

Art. 12. Fica estabelecido o prazo máximo de vinte e quatro meses para que os geradores, não enquadrados no art. 7º, incluam os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil nos projetos de obras a serem submetidos à aprovação ou ao licenciamento dos órgãos competentes, conforme §§ 1º e 2º do art. 8º.

Art. 13. No prazo máximo de dezoito meses os Municípios e o Distrito Federal deverão cessar a disposição de resíduos de construção civil em aterros de resíduos domiciliares e em áreas de "bota fora".

Art. 14. Esta Resolução entra em vigor em 2 de janeiro de 2003.

JOSÉ CARLOS CARVALHO

Presidente do Conselho

Publicada DOU 17/07/2002