

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

Andréa Mattos Cardoso

**Gestão de resíduos da construção civil no canteiro-de-obra: Uma contribuição
para o reúso e reutilização *in situ***

São Paulo

2008

Andréa Mattos Cardoso

Gestão de resíduos da construção civil no canteiro-de-obra: Uma contribuição para o reúso e reutilização *in situ*

Dissertação apresentada ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, para obtenção do título de Mestre em Habitação.

Área de Concentração: Planejamento, Gestão e Projeto.

Orientador: Prof. Dr. Ângelo José Consoni

São Paulo

Maio / 2008

Dedicatória

À minha família: meu porto seguro.

Agradecimentos

A Deus, que em todo momento esteve comigo e a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para sua realização.

Em especial ao Prof. Hélio Soleiman e Prof. Douglas Barreto, que contribuíram muito na realização desse trabalho.

À minha irmã Adriana M. Cardoso, pelo apoio nos momentos difíceis.

Ao Prof. Ângelo José Consoni, cuja orientação foi fundamental.

Resumo

Esta dissertação tem como objetivo identificar os fatores condicionantes para a implementação da gestão de resíduos da construção civil no canteiro-de-obra, com vista à redução do desperdício de materiais. A pesquisa bibliográfica propiciou a base teórica para contextualização do tema abordado. Já a pesquisa de campo foi feita por meio de entrevista aos profissionais da área, onde foram apresentados tópicos relativos ao tema, de forma a obter informações que contribuísse na análise das dificuldades e sucessos nas iniciativas de adequação do canteiro-de-obra a resolução Conama 307/02. Com isso foi possível identificar as principais iniciativas que obtiveram sucesso, as dificuldades e perspectivas futuras, para o incremento da reutilização e reciclagem dos resíduos na própria obra. Os resultados foram: uma tabela síntese que identificaram pontos positivos, dificuldades e perspectivas na adequação à resolução Conama 307/02, que traduzem a importância de buscar novas tecnologias que propiciem a redução dos custos de implementação, conhecimento técnico e conscientização por parte de todos os profissionais envolvidos e, também, uma análise estatística, comparando as respostas obtidas, na entrevista, por alternativa de gerenciamento de resíduos.

Palavras-chave: canteiro-de-obras; resíduo; reciclagem.

Abstract

Administration of residues of the building site in the construction site: A contribution for the recycling in situ.

The objective of this dissertation is to identify the factors that contribute to the adoption of the administration of residues of the building site in the construction site keeping in mind the reduction of materials waste. The bibliographical research propitiated the theoretical basis for the approached theme. The field research was made through interview of professionals from the area, where topics were presented in relation to the theme, in order to obtain information to contribute in the analysis of the difficulties and successes at the beginning of the adaptation of resolution Conama 307/02. At this way it was possible to identify the main successful, the difficulties and future perspectives, for the increment of the recycling residues in the construction site. The results were: a brief table that identified positive points, difficulties and perspectives that translate the importance of searching for new technologies that propitiate the reduction of implementation costs, technical knowledge and understanding on whole professionals involved and, also, a statistical analysis, comparing the obtained answers, in the interview, for alternative of administration of residues.

Keywords: construction site; wastes, recycling.

Lista de Ilustrações

Quadro 1: Classificação dos resíduos da construção civil.....	27
Quadro 2: Destinação dos resíduos da construção civil.....	28
Quadro 3: Principais responsabilidades na gestão dos RCC.	32
Quadro 4 Atividade construtiva e respectivos resíduos gerados.	36
Quadro 5: Vetores relacionados à disposição inadequada de resíduos sólidos domiciliares e doenças transmitidas.	41
Quadro 6: Tipos de canteiro.	42
Quadro 7: Atividades que podem ser executadas com materiais originados da reciclagem de entulhos.	54
Quadro 8: Síntese da freqüência (%) das respostas aos tópicos abordados.	62
Foto 1: Deposição irregular de resíduos.....	15
Foto 2: Deposição irregular de resíduos.....	40
Figura 1: Composição física de resíduos da construção civil.	34
Figura 2: Hierarquia do gerenciamento de resíduos.	44
Figura 3: Porcentagem de respostas para o aspecto “resultados positivos”, por alternativa de gerenciamento de resíduos.....	75
Figura 4: Porcentagem de respostas para o aspecto “maiores dificuldades”, por alternativa de gerenciamento de resíduos.....	76
Figura 5: Porcentagem de respostas para o aspecto “perspectivas”, por alternativa de gerenciamento de resíduos.....	77

Lista de Tabelas

Tabela 1: Geração de resíduos de construção nas principais cidades brasileiras.	16
Tabela 2: Composição média dos resíduos de construção.	17
Tabela 3: Índices de perdas na construção civil.	17
Tabela 4: Perdas de alguns materiais de construção civil em canteiros-de-obra brasileiros (%).	46
Tabela 5: Universo de Respostas por Tópico: Layout do canteiro.	63
Tabela 6: Universo de Respostas por Tópico: Segregação.	63
Tabela 7: Universo de Respostas por Tópico: Manejo (interno).	64
Tabela 8: Universo de Respostas por Tópico: Reúso/Reciclagem.	64
Tabela 9: Universo de Respostas por Tópico: Destinação Final.	65
Tabela 10: Universo de Respostas por Tópico: Procedimentos(formal/informal).	65
Tabela 11: Universo de Respostas por Tópico: Equipamentos.	66
Tabela 12: Universo de Respostas por Tópico: Treinamento dos operários.	66
Tabela 13: Layout do canteiro.	67
Tabela 14: Segregação.	67
Tabela 15: Manejo (interno).	68
Tabela 16: Reúso/Reciclagem.	68
Tabela 17: Destinação Final.	69
Tabela 18: Procedimentos (Formal/Informal).	69
Tabela 19: Equipamentos.	70
Tabela 20: Treinamentos dos Operários.	70

Tabela 21: Reúso e Reciclagem: Principais Dificuldades e Sucessos nas Iniciativas de Adequação do Canteiro-de-obra à Resolução Conama Nº 307/02.....	71
Tabela 22: Número de respostas por alternativa de gerenciamento de resíduos.....	73
Tabela 23: Porcentagem por aspecto e por alternativa de gerenciamento de resíduos.....	73
Tabela 24: Porcentagem global e por alternativa de gerenciamento de resíduos.....	74

Lista de Abreviaturas e Siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CEMPRE	Compromisso Empresarial para a Reciclagem
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CWM	Construction Waste Management
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
NBR.....	Norma Brasileira
ONG	Organização Não-Governamental
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat
PGRS	Projeto de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PIB	Produto Interno Bruto
PIGSC	Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PMRSC	Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção
RCC	Resíduo de Construção Civil
RCD	Resíduo de Construção e Demolição
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de São Paulo
SMA	Secretaria do Meio Ambiente

USEPAUnited States Environmental Protection Agency

WRAPThe Waste and Resources Action Programme (Reino Unido)

Sumário

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVO	20
2.1 Objetivo Geral	20
2.2 Objetivos Específicos	20
3 MÉTODO.....	21
3.1 Revisão bibliográfica	21
3.2 Pesquisa de campo	22
3.3 Análise das informações obtidas; conclusões e recomendações.....	22
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	24
4.1 Resíduos da Construção Civil.....	24
4.1.1 Algumas definições	24
4.1.2 Classificação	26
4.1.3 Legislações e Normas Técnicas.....	28
4.1.4 Processo gerador	33
4.1.5 Problemas gerados pelos rejeitos	39
4.2 Canteiro-de-Obras	41
4.2.1 Conceituação e Tipos.....	41
4.2.2 Gestão de Resíduos no Canteiro-de-Obra	43
4.2.3 Possibilidades de reúso e reciclagem de resíduos no canteiro-de-obras.....	48
4.2.4 Algumas aplicações dos materiais provenientes da reciclagem de entulhos.....	50
5 REÚSO E REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS NO CANTEIRO-DE-OBRA	59
5.1 Elaboração do Questionário	59

5.2 Aplicação do Questionário	60
5.3 Resultados	61
5.4 Discussão	71
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	80
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO - REÚSO E RECICLAGEM DE RCC: DIFICULDADES E SUCESSOS NAS INICIATIVAS DE ADEQUAÇÃO DO CANTEIRO-DE-OBRAS À CONAMA Nº 307/02	86
ANEXO 2 - RESPOSTAS OBTIDAS NO EMPREENDIMENTO-PILOTO	90

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social. No Brasil, o macro setor da construção civil responde por 18,4 % do Produto Interno Bruto (PIB) e contribui com 68,4 % dos investimentos totais realizados no Brasil, gerando 12 milhões de empregos, segundo levantamento da Fundação Getúlio Vargas (2002), para a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC). A construção civil sozinha responde por 7 % do PIB, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2006). Por outro lado, comporta-se, ainda, como grande geradora de impactos ambientais, quer seja pelo consumo de recursos naturais (absorve cerca de 50 % dos recursos não-retornáveis extraídos da natureza, como areia, ferro, alumínio, pedra, madeira, água, zinco etc.); pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduo, comumente chamado entulho, resíduo de construção e demolição (RCD), ou ainda, resíduo de construção civil (RCC), designação adotada neste trabalho, conforme terminologia adotada pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

Resíduos são produzidos pela Humanidade desde tempos imemoriais. No início o lixo era biodegradável e voltava à natureza, reintegrando-a. Com o crescimento demográfico, pós-revolução industrial e com o crescimento da produção de bens indispensáveis às necessidades básicas humanas, a mudança nos hábitos de consumo, a introdução de materiais não-biodegradáveis, o fracionamento dos alimentos em embalagens descartáveis, verificou-se correspondente aumento na geração de resíduos, conforme Bello (2007).

Grande parte desses resíduos, quando não removidos pelo poder público, é, muitas vezes, depositada clandestinamente em terrenos baldios, várzeas e taludes (Foto 1) de cursos de água, provocando impactos ao meio ambiente, contribuindo para a proliferação de vetores de contaminação. Quando levados pelas águas superficiais, obstruem as canalizações de drenagem, ocasionando enchentes e prejuízos para a sociedade, conforme Schenini (2004) e Bagnati *et al.* (2004).



Foto 1: Deposição irregular de resíduos.
Fonte: Schneider (2003).

Nos trabalhos de Scardoelli (1995), Kilbert (1995), Pinto (1999), John (2000), Bidone (2001), Schenini (2004), percebe-se a concordância sobre a necessidade de reestruturação do modelo linear de desenvolvimento, para que se possa garantir a preservação ambiental e até mesmo a sobrevivência da espécie humana. Esses estudiosos alertam sobre a necessidade de se avaliarem todos os impactos das atividades de produção e de consumo, desde a extração da matéria-prima até o destino que se dará aos produtos após sua utilização.

Dados nacionais revelam que a quantidade de entulho da construção civil é superior, em massa, a do lixo doméstico. Estima-se que cerca de 80 milhões de toneladas de rejeitos da construção sejam movimentadas no País, segundo Botana (2007). Os dados obtidos por Pinto (1999), apresentados na Tabela 1, demonstram a dimensão do problema em algumas das principais capitais brasileiras, de médio e grande porte, nas quais a massa de resíduos gerados, em percentuais, variava entre 41 % a 70 % da massa total de resíduos sólidos urbanos.

Tabela 1: Geração de resíduos de construção nas principais cidades brasileiras.

Capitais	Área média de piso licenciado (m²)	Geração estimada de resíduos (t)
São Paulo	413.000	372.000
Rio de Janeiro	30.000	27.000
Brasília	95.000	85.000
Belo Horizonte	113.000	102.000
Porto Alegre	65.000	58.000
Salvador	49.000	44.000
Recife	21.000	18.000
Curitiba	82.000	74.000
Fortaleza	56.000	50.000
Florianópolis	36.000	33.000

Fonte: Modificado de Pinto (1987).

Pinto (2005) ressalta a importância da elaboração de projeto de manejo e gestão dos resíduos em canteiros-de-obra, prevendo a capacitação das construtoras, e profissionais para o correto gerenciamento dos resíduos nos canteiros. Esse gerenciamento inclui a redução na geração, segregação, reutilização, combate ao desperdício, reciclagem e correta destinação final para os resíduos perigosos ou que ainda não são recicláveis - com a utilização de transportadores credenciados.

Também Bidone (2001 *apud* Moraes, 2006) cita a relação de uma tonelada de lixo urbano recolhido para cada duas toneladas de RCC.

Além disso, os resíduos produzidos pela indústria da construção civil, apresentado na Tabela 2, passam, cada vez mais, a ser vistos como uma fonte de matéria-prima a ser reutilizada no setor, através de procedimentos de separação de seus componentes no próprio canteiro-de-obra.

Tabela 2: Composição média dos resíduos de construção.

ELEMENTO	Composição no RCC (%)
Argamassas	63,67
Tijolos maciços	17,98
Telhas, lajotas etc.	11,11
Concreto	4,23
Bloco de concreto	0,11
Ladrilhos de concreto	0,39
Pedras	1,38
Cimento-amianto	0,38
Solo	0,13
Madeira	0,11
Papel e matéria orgânica	0,20

Fonte: Modificado de Pinto (1987 *apud* Zordan, 1997).

Uma vez que diminuir as perdas vem se tornando um fator fundamental para as construtoras, a Tabela 3, a seguir, apresenta alguns índices de desperdício, verificados na construção civil.

Tabela 3: Índices de perdas na construção civil.

MATERIAIS	ÍNDICE DE DESPERDÍCIOS (%)	
	PREVISTO	REAL
Madeiras em geral	15,00	47,45
Concreto usinado	5,00	1,34
Aço	20,00	26,19
Componentes de vedação	5,00	12,73
Cimento	15,00	33,11
Cal hidratada	15,00	101,94
Areia	15,00	39,02
Argamassa colante	10,00	86,68
Azulejos	10,00	9,55
Cerâmica de piso	10,00	7,32

Fonte: Modificado de Pinto (1987 *apud* Zordan, 1997).

A produção de grandes volumes de materiais de construção e a atividade de canteiro - construção, manutenção e demolição - são responsáveis por cerca de 20

a 30% dos resíduos gerados pelos países membros da União Européia, segundo Murakami *et al.* (2002). Este percentual corresponde a um valor compreendido entre 221 e 334 milhões de toneladas por ano, acrescenta Vazquez (2001). Nos EUA, segundo a United States Environmental Protection Agency (1998), são gerados aproximadamente 136 milhões de toneladas de RCC por ano.

Nesse contexto, Scardoelli (1995) descreve algumas iniciativas adotadas nos canteiros-de-obra, tais como:

- Presença de contentores, para a coleta de resíduos em todo o canteiro;
- Distribuição de pequenas caixas de desperdícios nos andares;
- Tubo coletor de polietileno para a descida do entulho;
- Quadro para a anotação da quantidade e tipo de entulho gerado na obra;
- Colocação de equipamentos de limpeza de forma visível;
- Limpeza permanente pelo próprio operário;
- Premiação de equipes pela qualidade da limpeza;
- Separação dos resíduos por tipo e natureza do material.

Conforme consta de publicação do SINDUSCON (2005) a gestão nos canteiros contribui muito para não gerar resíduos, considerando que:

- O canteiro fica mais organizado e mais limpo;
- Há a triagem de resíduos, impedindo sua mistura com insumos;
- Há possibilidade de reaproveitamento de resíduos, antes de descartá-los;
- São quantificados e qualificados os resíduos descartados, possibilitando a identificação de possíveis focos de desperdício de materiais.

Também para Schenini (2004), Bagnati *et al.* (2004), a chave para esse problema é a mudança de paradigmas, que levem a uma nova relação de produção com o meio ambiente, englobando o uso eficiente de materiais e energias renováveis, não-nocivos e conservando, ao mesmo tempo, a biodiversidade. Os princípios dessa postura são: minimizar o consumo de recursos; maximizar a reutilização deles; usar recursos renováveis ou recicláveis; proteger o meio

ambiente; criar um ambiente saudável e não tóxico e buscar a qualidade na criação do ambiente construído, segundo afirma Kilbert (1995).

Não obstante, poderia ser agregada, a estes princípios, a visão de Dimson (1996), que afirma que a construção civil requer um aumento da produtividade de todos os recursos envolvidos no processo produtivo - humanos energéticos e materiais, abrangendo: implantação do edifício, projeto e processo de construção; seleção de materiais; planejamento energético; gerenciamento de resíduos; qualidade do ar; projetar para a flexibilidade. Tudo isso reflete o que os investidores chamam de “selo verde” ou “*green building*”, uma tendência mundial.

A cada dia, percebemos a legislação mais rígida no que se refere ao meio ambiente. Essa tendência mundial visa, além da sua preservação, minimizar ao máximo a sua degradação e, com isso, garantir uma vida mais saudável. Cabe, então, ao setor da construção adaptar-se e saber tirar proveitos dessa tendência.

Segundo Kuperman (2005) o gerenciamento adequado dos resíduos produzidos por suas empresas, incluindo a sua redução, reutilização e reciclagem, tornará o processo construtivo mais rentável e competitivo, além de mais saudável. Só assim, poderemos realmente acreditar que o desenvolvimento sustentável fará parte de nossas vidas em futuro muito breve.

Neste contexto o presente trabalho aborda as dificuldades e sucessos obtidos nas iniciativas de adequação do canteiro, em obras de médio e grande porte, que resultam numa contribuição ao reúso e reutilização “in situ” de resíduos da construção civil em obras de pequeno porte.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

A pesquisa tem como objetivo identificar os fatores condicionantes para a implementação da gestão de resíduos da construção civil no canteiro-de-obra, com vistas à redução do desperdício de materiais.

2.2 Objetivos Específicos

Quanto aos objetivos específicos, propõe-se:

- Analisar as dificuldades e sucessos nas iniciativas de adequação do canteiro-de-obra, de modo a possibilitar a reutilização / reciclagem pretendida.
- Identificar as principais iniciativas que obtiveram sucesso, as dificuldades e perspectivas futuras, para o incremento da reutilização e reciclagem dos resíduos na própria obra;

Ressalta-se que não faz parte do objetivo da pesquisa levantar informações referentes ao encaminhamento dos resíduos não-recicláveis.

3 MÉTODO

Esta pesquisa é caracterizada como exploratória, quanto aos objetivos que pretende atingir, e foi realizada com base em revisão bibliográfica e pesquisa de campo, por meio de entrevista apoiada por questionário e vistoria.

O objeto de estudo constitui-se de canteiros-de-obra de alguns empreendimentos na cidade de São Paulo, escolhidos em função de sua localização e importância dentro do meio em que se insere.

Para atingir os objetivos propostos, duas atividades (ou fases) principais compõem o planejamento da pesquisa: revisão bibliográfica, incluindo análise de legislação e de normas técnicas, e pesquisa de campo, resumidamente apresentada a seguir.

3.1 Revisão bibliográfica

Para a revisão bibliográfica foram utilizadas teses e dissertações, dos últimos 5 (cinco) anos; artigos e boletins técnicos recentes; Manual SINDUSCON - SP (2002) e busca em bases de dados *on-line* sobre:

- Resíduos de construção civil - definição; classificação; processo gerador; problemas gerados pelos rejeitos;
- Técnicas de gestão de resíduos nos canteiros-de-obra - arranjo físico da obra, reúso, reciclagem;
- Casos de reúso / reciclagem *in situ* de resíduos da construção civil.

3.2 Pesquisa de campo

Serão investigados alguns canteiros-de-obra, de acordo com as seguintes etapas:

- Caracterização da obra investigada - Coleta de informações gerais sobre a empresa e a obra;
- Análise inicial do canteiro-de-obra - Mediante vistoria/entrevista, abrangendo os principais pontos a verificar, tais como: distribuição de espaços, atividades, fluxo de resíduos, materiais e equipamentos de transporte;
- Vistoria e Entrevista - Aborda temas com relação ao layout do canteiro; segregação, fluxo, forma de coleta, destinação dos resíduos no canteiro, equipamentos e treinamento dos funcionários. A entrevista será feita no próprio canteiro-de-obra e por meio eletrônico (via email). Serão entrevistados engenheiros, arquitetos e, também, os profissionais responsáveis pelo processo de controle, armazenamento e destino final dos resíduos.

3.3 Análise das informações obtidas; conclusões e recomendações.

Após a coleta dos dados e o processamento das informações obtidas, passasse a análise dos resultados. Esta consiste em análise quantitativa e qualitativa, tendo como referência a Conama Nº 307 e os dados levantados na pesquisa bibliográfica.

A análise quantitativa é feita por meio de tabela, apresentando a frequência com que os tópicos foram respondidos.

Já a análise qualitativa, por tratar-se de uma entrevista onde as pessoas expressaram seu pensamento em relação aos tópicos abordados, foi apresentada seguindo os princípios básicos e conceitos fundamentais do discurso do sujeito

coletivo, que é uma proposta de organização e tabulação de dados qualitativos de natureza verbal, obtido de depoimentos, conforme Lefèvre (2005).

Segundo Lefèvre a proposta consiste, basicamente, em analisar o material verbal coletado extraíndo-se de cada um dos depoimentos as idéias centrais e/ou ancoragens semelhantes e as suas correspondentes expressões-chave onde, por definição, tem-se:

- Expressões-Chave: são pedaços, trechos ou transições literais do discurso, que devem ser sublinhadas, iluminadas, coloridas pelo pesquisador, e que revelam a essência do depoimento ou, mais precisamente, do conteúdo discursivo dos segmentos em que se divide o depoimento.
- Idéia central: é um nome ou expressão lingüística que revela e descreve, da maneira mais sintética, precisa e fidedigna possível, o sentido de cada um dos discursos analisados.
- Ancoragens: é a manifestação lingüística explícita de uma dada teoria, ideologia ou crença que o autor do discurso professa e que, *na qualidade de afirmação genérica, está sendo usada pelo anunciador para “enquadrar” uma situação específica.*

A tabulação dos dados foi feita, inicialmente, pela análise dos tópicos isoladamente. Logo, foi feita a leitura das respostas obtidas nas entrevistas, para identificar as palavras, conceitos ou expressões que revelem a essência do sentido da resposta. Já os resultados foram apresentados em um quadro-síntese com as idéias centrais surgidas na análise dos tópicos, e também uma análise estatística, comparando as respostas obtidas, na entrevista, por alternativa de gerenciamento de resíduos.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo contém informações sobre resíduos da construção civil, sua gestão no canteiro-de-obras; com destaque para as possibilidades de reuso ou reciclagem *in situ*.

4.1 Resíduos da Construção Civil

4.1.1 Algumas definições

Conforme a Resolução Conama Nº 307, de 05 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (2002), são adotadas as seguintes definições relativas ao tema em discussão:

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 a 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: área onde será empregada técnica de disposição de resíduos da construção civil Classe "A" no solo, visando à preservação 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.

(CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002, p.1)

Além dessas definições, acima apresentadas, acrescenta-se a seguinte:

Segregação: Consiste na triagem dos resíduos da construção civil no local de origem ou em áreas licenciadas para esta atividade, segundo a classificação exigida por norma regulamentadora, conforme Sinduscon-MG (2005).

4.1.2 Classificação

Segundo Schenini (2004) e Bagnati *et al.* (2004), a constituição dos rejeitos da construção civil é heterogênea e dependente das características de cada construção e do grau de desenvolvimento da indústria, em uma determinada região. Normalmente, são compostos por uma mistura de brita, areia, concreto, argamassa, tijolos cerâmicos e blocos de concreto, restos de madeira, caixas de papelão, ferro e plástico.

Segundo a NBR 10004, da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004), estes resíduos são classificados como resíduos sólidos inertes, resíduos de Classe II B, em sua maioria. Entretanto, ainda segundo a NBR 10004, não existem estudos sobre a solubilidade dos resíduos como um todo, de maneira a comprovar que não possuam índices de concentração de poluentes superiores ao especificado na referida Norma, o que os classificaria como resíduos não-inertes - resíduos de Classe II A.

A classificação dos materiais varia segundo a obra de origem. Uma obra pode produzir somente materiais inertes, outras, não-inertes ou até mesmo perigosos, como é o caso do resíduo resultante do trabalho com telhas de amianto.

A Resolução 307, de 05 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (2002), classifica os resíduos da construção civil, conforme o Quadro 1.

Classe A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis com agregados: <ul style="list-style-type: none"> - De construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplenagem; - De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; - De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios, etc.) produzidas nos canteiros-de-obra.
Classe B	Resíduos recicláveis para outras destinações: plástico, papel / papelão, metais, vidros e outros;
Classe C	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;
Classe D	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.

Quadro 1: Classificação dos resíduos da construção civil.

Fonte: Adaptado da Resolução Conama Nº 307 2002.

Ainda, segundo a Resolução Conama Nº 307 / 2002, os resíduos da construção civil deverão ser destinados da forma descrita no Quadro 2.

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;
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;
Classe C	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas;
Classe D	Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Quadro 2: Destinação dos resíduos da construção civil.

Fonte: Adaptado da resolução Conama Nº 307, 2002.

4.1.3 Legislações e Normas Técnicas

Várias leis, normas, resoluções, decretos e planos tem como objetivo valorizar os RCC e incentivar o seu reaproveitamento.

Dentre os instrumentos legais que tentam proteger os espaços urbanos dos impactos causados pelos resíduos sólidos, podem ser citados o Estatuto da Cidade, a Agenda 21 das Cidades, a Agenda 21 dos Recursos Naturais e os códigos de obras.

O Estatuto da Cidade, em sua sexta diretriz, determina a “ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar (entre outras) a poluição e a degradação

ambiental” (Lei Nº 10.257, de 10 de julho de 2001, p.34), o que significa que a lei visa mediar conflitos entre usos e ocupações incompatíveis na cidade.

No que se refere às Políticas Públicas, têm-se:

- Resolução CONAMA Nº 307 - Gestão dos Resíduos da Construção Civil, de 5 de julho de 2002;
- PBPQ-H - Programa Brasileiro da Produtividade e Qualidade do Habitat;
- Resolução SMA Nº 41, de 17 de outubro de 2002;
- Lei Federal Nº 9605, dos Crimes Ambientais, de 12 de fevereiro de 1998;
- Legislações municipais complementares ou decorrentes da resolução do Conama.

O CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), após discutir o problema dos Resíduos Sólidos da Construção Civil em uma de suas Câmaras Técnicas Especializadas de Controle Ambiental, emitiu a Resolução 307 em 05 de junho de 2002. A Resolução 307 visa, principalmente, organizar o problema referente à disposição dos RSCD. Seu principal instrumento, o PIGSC (Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos), incorpora o Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção (PMRSC) e o Projeto de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS). O primeiro visa definir locais específicos para disposição dos resíduos com potencial para reciclagem e para os resíduos perigosos e sua elaboração e implantação são responsabilidade do Município. O segundo deve ser elaborado pelos geradores de resíduos (empresas construtoras de pequeno, médio e grande porte, ou os responsáveis por canteiros-de-obras, como engenheiros ou arquitetos), estabelece responsabilidades como segregação, quantificação, acondicionamento, coleta, transporte e a destinação, e deve ser aprovado de acordo com o Plano Municipal.

Uma vez a empresa tenha tomado a decisão de elaborar e implantar um PGRSC é importante que faça um levantamento das legislações pertinentes tanto na esfera municipal quanto estadual que complementam as legislações federais, conforme cita Blumenschein (2007).

No Município de São Paulo, o Decreto Nº 42.217/02 (SÃO PAULO, 2002) regulamenta a Lei Nº 10.315, de 30 de abril de 1987, no que se refere ao uso de áreas destinadas ao transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduo volumosos. Com isto, a prefeitura pretende incentivar a iniciativa privada a implantar e operar Áreas de Transbordo e Triagem de Entulho. Como consequência das exigências legais, a Prefeitura de São Paulo definiu e implementou, em 2004, o Plano Municipal de Gestão Sustentável de entulho. De acordo com este Plano, os construtores deverão submeter à Prefeitura um programa de gestão de resíduos no processo de licenciamento de obras, sendo esperado, como resultado, a solução dos problemas de deposição irregulares de RCC.

Segundo Scheneider (2003) na Cidade de São Paulo, até 2002, ao contrário das experiências vigentes em outros países, a legislação municipal limitava-se a proibir a deposição em vias e logradouros públicos e estabelece a responsabilidade do poder público na coleta, transporte e destinação de RCC de até 50 kg por dia por gerador. Tal coleta é realizada conjuntamente com a dos resíduos domiciliares. Na medida em que são geradas quantidades superiores à estabelecida na lei citada, o gerador é responsabilizado pela remoção e destinação dos mesmos, a qual pode ser realizada por transportadores privados.

Em 2004, foi editada uma série de normas relativas aos resíduos da construção civil, Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004 a, b, c, d, e). O conteúdo referente a estas normas vem ao encontro à atual filosofia do setor da construção civil e, também, às diretrizes propostas pela Resolução Conama Nº 307/02.

De maneira geral, estas normas tratam da disposição dos RCC em áreas de transbordo, aterros, áreas de reciclagem e o seu uso como agregados reciclados na construção civil. Dentre as normas, destacam-se:

- NBR 15112 - Resíduos da Construção Civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004a);

- NBR 15113 - Resíduos Sólidos da Construção Civil e Resíduos Inertes - Aterros - Diretrizes para projetos, implantação e operação, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004b);
- NBR 15114 - Resíduos Sólidos da Construção Civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004c);
- NBR 15115 - Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil - Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004c);
- NBR 15116 - Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004 d).

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

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

O Quadro 3 resume as principais responsabilidades e agentes relevantes à gestão dos resíduos oriundos de processos construtivos.

Agente	Responsabilidades
Governo	<ul style="list-style-type: none"> - Introduzir instrumentos de regulamentação direta e econômica visando à regulamentação do gerenciamento da coleta, transporte e fiscalização de disposição; - Buscar desencorajar o uso de aterros, ou estipular padrões e fiscalizar a utilização de entulho para aterramentos; - Buscar o fortalecimento das atividades recicladoras; - Estabelecer metas para redução de recursos naturais escassos; - Incentivar para uso de resíduos oriundos de construção e demolição; induzir a redução de produção de resíduos durante o processo construtivo; - Fortalecer a produção de agregados reciclados. - Mapear e estimular áreas legais de disposição de resíduos sólidos.
Geradores	<ul style="list-style-type: none"> - Buscar reduzir as perdas e a geração de resíduos por meio da adoção de métodos construtivos mais racionais; - Introduzir um sistema eficiente de gestão de resíduos sólidos durante o processo construtivo; - Conscientizar-se da necessidade de utilizar materiais reciclados; - Viabilizar as atividades de reciclagem, assegurando a qualidade dos resíduos segregados. - Investir em Pesquisa e Desenvolvimento
Clientes, empreendedores, arquitetos, engenheiros e consultores.	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer critérios de especificação que visem à utilização de materiais reciclados e adoção de princípios de sustentabilidade; - Estimular a adoção de sistema gestão de resíduos; - Definir critérios de racionalização e padronização na definição dos métodos construtivos visando produzir edifícios flexíveis e de fácil demolição.
Transportadores	<ul style="list-style-type: none"> - Buscar exercer a atividade de transporte de maneira consciente e responsável, levando os resíduos às áreas destinadas oficialmente pelo município; - Contribuir para os programas de controle e fiscalização do volume e características do resíduo produzido; - Conscientizar seus motoristas dos impactos causados por resíduos dispostos irregularmente.
Processadores dos resíduos	<ul style="list-style-type: none"> - Assegurar a qualidade dos agregados reciclados.
Universidades e Institutos de Pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver pesquisas - Implementação de laboratórios, pesquisa aplicada, assessoria parlamentar, cursos, consultoria, integração de agentes, dentre outros.

Quadro 3: Principais responsabilidades na gestão dos RCC.
Fonte: Blumenschein (2004).

4.1.4 Processo gerador

O processo gerador de resíduos na construção civil divide-se em dois grandes grupos de atividades: construção e demolição. A demolição pode ser vista como uma atividade anterior à nova construção, responsável pela produção de grandes quantidades de entulho provenientes de desmontes.

Já a construção é a atividade responsável pela outra parcela significativa da questão. Nas suas diversas fases estão as principais atividades formadoras dos entulhos, conforme destacam Levy e Helene (1997).

A geração do resíduo durante a fase de construção é decorrência das perdas nos processos construtivos. Parte das perdas do processo permanece incorporada nas construções, na forma de componentes cujas dimensões finais são superiores àquelas projetadas. Este é o caso de argamassas de revestimento, concretos, etc. Outra parcela das perdas vão se converter em resíduo de construção. A proporção entre as duas não é conhecida em detalhes, mas Pinto (1999) estipulou que 50 % das perdas são convertidas em RCC.

Os resíduos de construção são constituídos de uma ampla variedade de produtos, que podem ser classificados nos seguintes grupos principais:

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

Segundo Grigoli (2000), os entulhos recicláveis são compostos de areias, pedras, concreto, cerâmicas, argamassas, vidros, metais em porcentagens tal como está apresentado na Figura 1.

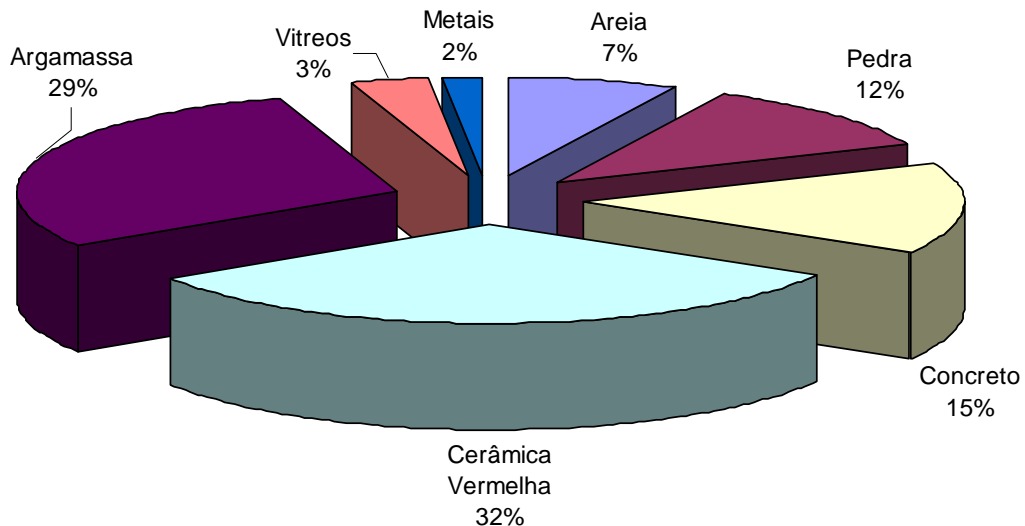


Figura 1: Composição física de resíduos da construção civil.
Fonte: Modificado de Grigoli (2000).

Os RCC são gerados nos canteiros-de-obra, acondicionados em caçambas, coletados por empresas transportadoras de entulho, ou por indivíduos que utilizam carroças ou veículos de pequeno porte, que os destinam para áreas definidas pelo poder público. No entanto, os custos envolvidos no transporte; as distâncias entre as áreas de recebimento e os centros urbanos; a falta de conscientização dos impactos causados no meio ambiente; a falta e a dificuldade de fiscalização potencializam a clandestinidade, conforme menciona Blumenschein (2007).

Os resíduos sólidos são considerados como os maiores causadores de degradação ambiental. Tal fato é justificado tanto pelo volume gerado quanto pelo tratamento e disposição final inadequados. No Brasil, estimativas de Pinto (1999) e Costa (2003) apontam que o entulho representa de 41 a 70% da massa de resíduos sólidos urbanos em áreas urbanas, portanto, as atividades de construção civil podem ser consideradas como as maiores geradoras de resíduos.

Em outros países, o entulho também representa uma parcela significativa dos resíduos sólidos urbanos. De acordo com Pera (1996), na Europa Ocidental os resíduos de construção e demolição representam o dobro dos resíduos sólidos urbanos. No Kuwait, a parcela referente aos RCC é de 15 a 30 %, destaca Kartam *et al.* (2004). Em Hong Kong, o valor é de aproximadamente 42 % e, em Taiwan, as estimativas variam entre 15 e 20 %, segundo dados de Poon *et al.* (2001) e Huang *et al.* (2002).

Segundo Silveira (1993), a análise das atividades básicas de execução de uma obra civil fornece dados para se conhecer de onde é gerado o resíduo, relacionando-o com a atividade construtiva originadora, conforme mostrado no Quadro 4.

às etapas de construção: à medida que a obra evolui, altera-se a geração de resíduos, qualitativa e quantitativamente; a distribuição geométrica da obra modifica-se, com alteração dos espaços disponíveis; e, em razão de todas estas alterações, o manejo e gestão dos resíduos alteram-se constantemente, requerendo ajustes freqüentes conforme Silveira (1993).

Estima-se que entre 20 e 35% dos RCC em uma caçamba de entulho sejam resíduos classe B e D. Como normalmente uma caçamba de entulho tem até 6 m³, estes resíduos seriam responsáveis por 1,2 a 2,1 m³ em cada caçamba, destaca SindusCon-MG (2005).

O processo de produção possui características físicas e organizacionais peculiares. Essas características potencializam a geração de resíduos (demonstrado pelo nível de perdas e desperdícios) e pela cultura vigente a qual não se preocupa com a gestão de resíduos sólidos, seu destino, tampouco com a sua reutilização.

Atividade Construtiva		Resíduos Gerados
Demolições, retirada e remoção.	Demolição de cobertura	Telhas cerâmicas e de fibrocimento, e perfis metálicos;
	Demolição da estrutura de telhados	Madeira e peças metálicas;
	Demolição do forro	Gesso e tábuas;
	Demolição de vigas	Barras de ferro e concreto;
	Demolição de piso	Tábua corrida, argamassa, ladrilho, cerâmica, pedras, material vinílico e pisos poliméricos (antiderrapantes);
	Demolição de revestimentos	Azulejos, lambris, argamassa, madeira e cortiça;
	Demolição de alvenaria	Bloco cerâmico, maciço ou furado, blocos de concreto (celular, ciclópico), pedras e argamassas;
	Demolição de concreto	Concreto simples ou armado.
Limpeza do terreno	Corte de capoeira fina	Resíduo vegetal;
	Raspagem e limpeza do terreno	Terra, pedra e vegetais.
Instalações provisórias	Construção de abrigo provisório	Madeira, argamassa, telhas e pregos;
	Abertura e revestimento de poços	Material rochoso, solo, blocos e argamassa.
Movimento de terra	Escavações em solo e rocha	Solo e resíduo rochoso;
	Execução de muros de arrimo, gabiões e talude.	Pedra, argamassa, solo e rocha.
Carga, descarga e transporte.	Carga, Descarga e Transporte	Material a granel, blocos, telhas, ladrilhos, azulejos e cimento.
Drenagem do terreno	Escavação de valas	Solo e rejeitos rochosos.
	Escoramento, lastro, drenagem e assentamento.	Prancha de madeira, areia, brita concreto, juntas de tubos cerâmicos e de concreto.
Preparo de argamassa	Preparo de areia peneirada	Pedregulhos e areias.
	Preparo de argamassas	Cal, areia, cimento, pedrisco, saibro, pó de mármore, cimento branco, cimento colante e arenoso.
Infra-estrutura	Escavação de valas	Solo e rocha.
	Escoramento, lastro, drenagem e assentamento.	Prancha de madeira, areia, brita, concreto, juntas de tubos cerâmicos e de concreto.
	Preparo de armadura	Sobras de aço
	Preparo de concreto estrutural	Areia, brita e cimento
	Lançamento e aplicação do concreto estrutural	Concreto
Superestrutura	Confecção de formas	Tábua, chapas de madeira e chapas metálicas.
	Confecção de armaduras	Sobras de aço e arames.
	Preparo de concreto estrutural	Areia, brita, cimento e vermiculita
	Lançamento e aplicação do concreto	Concreto.
	Regularização e acabamento de superfícies de concreto	Concreto
	Construção de alvenaria estrutural	Blocos (cerâmico, concreto e sílico-calcário).

Quadro 4 Atividade construtiva e respectivos resíduos gerados.

Fonte: Modificado de Silveira (1993).

(Continua)

(Continuação)

	Atividade Construtiva	Resíduos Gerados
Vedação	Confecção de alvenaria	Tijolos e blocos
	Instalação de placas divisórias	Painéis pré-fabricados, elementos de juntamento, placas de granilite.
Esquadrias	Colocação de portas e janelas	Aparas de madeira e peças de fixação.
	Chumbagem e acabamento	Argamassa e aparas.
Cobertura	Confecção da estrutura de madeira	Lascas de madeira, pregos e juntas.
	Confecção da estrutura metálica	Aparas metálicas de alumínio e aço e peças de fixação
	Cobertura com telhas	Restos de telhas (cerâmica, fibrocimento), aparas de chapas de aço.
Instalações hidráulicas	Abertura de rasgos em alvenaria e concreto	Pedaços de concreto e alvenaria.
	Assentamento de tubos e conexões	Aparas de tubulações e material de rejuntamento.
	Colocação de peças hidráulico-sanitárias	Peças defeituosas, material de vedação e argamassa de arremate.
Instalações elétricas	Instalação de transformador e caixas de entrada	Argamassa de arremate.
	Assentamento de eletrodutos	Aparas de eletrodutos (ferro e PVC) e material de conexão.
	Colocação de peças elétricas	Peças defeituosas, material de junção e argamassa de arremate.
	Instalação da fiação	Aparas de fios e cabos.
Forro	Instalação de forros e luminárias	Aparas de arremate e moldagem de: tábuas, placas de gesso, PVC, chapas de fibras de madeira, fibrocimento, forros metálicos, fibras orgânicas, placas de cortiça e painéis de fibra de vidro.
Impermeabilização e isolamento térmica	Impermeabilização	Emulsão asfáltica, PVC extrusado e elastômeros sintéticos.
	Isolamento térmico	Argila expandida, pedra britada solta, lajotas pré-moldadas de concreto, poliestireno, tijolos cerâmicos furados, mantas de fibra de vidro, placas de concreto celular e cortiça.
Piso interno	Execução de lastro de concreto	Concreto
	Assentamento de piso	Lascas cerâmicas e argamassa.
Revestimento de forro e parede	Execução de chapisco, emboço e reboco	Argamassa e areia
	Assentamento de azulejo	Argamassa ou cola e azulejos.
	Colocação de cantoneiras de alumínio em cantos externos de azulejos	Lascas de alumínio.
	Execução de piso cimentado	Cimento.
Vidros	Colocação de vidros	Lascas de vidro, massa de fixação.
Pintura	Pintura em geral	Sobras de material de pintura.
Serviços complementares	Construção de muros e alambrados	Blocos de concreto, placas de concreto pré-fabricado, tela de arame ou galvanizado.
	Pavimentação externa	Concreto, brita, placas de arenito, areia, ladrilho hidráulico e paralelepípedo.
	Execução de paisagismo	Cortes de vegetais e limpeza de terreno.

Quadro 4 Atividade construtiva e respectivos resíduos gerados.

Fonte: Modificado de Silveira (1993).

No quadro, observa-se que, em todas as fases da obra, são gerados vários tipos de resíduos. O fluxo desses resíduos é extremamente dinâmico e está atrelado

Segundo Grigoli (2001), a geração de entulho, dentro do canteiro-de-obra, é oriunda de vários fatores:

- ✓ Quebra de produtos, ou ruptura de embalagens durante a descarga;
- ✓ Quebra de produtos, ou ruptura de embalagens durante a armazenagem;
- ✓ Quebra de produtos, ou ruptura de embalagens durante o transporte;
- ✓ Quebra de serviços já executados em função de erros de execução;
- ✓ Quebra de serviços já executados em função de erros de projetos;
- ✓ Quebra de serviços já executados em função de mudanças de projetos;
- ✓ Quebra de produtos durante a execução dos serviços, por falta de planejamento durante a modulação da obra;
- ✓ Perda de materiais por falta de qualificação da mão-de-obra empregada;
- ✓ Perdas na forma de entulho de obra, por falta de gestão na operacionalização das atividades do canteiro-de-obra.

Conforme Blumenschein (2007), a definição de um sistema integrado de gerenciamento de RCC envolve, dificuldades e complexidades, dentre as quais, o autor destaca:

- ✓ O volume do resíduo produzido (que justifica todo o esforço para a redução de sua geração);
- ✓ O número de participantes no processo construtivo (que torna o fluxo de informação falho);
- ✓ O número de agentes que compartilham a responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos sólidos (quando o setor público não cumpre com a sua responsabilidade enfraquece as ações e os esforços do setor produtivo e do terceiro setor);
- ✓ Os recursos escassos para financiamento de projetos de pesquisa de novos materiais produzidos a parir da reciclagem de resíduos;
- ✓ Os recursos escassos dos municípios para atacarem os problemas de gestão ambiental;

- ✓ O potencial de reciclagem dos resíduos sólidos oriundos do processo construtivo (em torno de 80% dos resíduos de uma caçamba são recicláveis);
- ✓ A necessidade e responsabilidade do setor público de instituir instrumentos que controlem e estimulem a gestão dos resíduos gerados em canteiros-de-obra;
- ✓ A responsabilidade e o compromisso do setor produtivo em atender às legislações referentes ao tema.

E acrescenta “Faz-se necessário, portanto, um sistema que equacione e integre todos esses fatores, de maneira a assegurar a redução de gastos públicos desnecessários, a segurança sanitária e o favorecimento da reutilização desses resíduos, principalmente, por meio da reciclagem”.

Segundo Kuperman (2005), o gerenciamento adequado dos resíduos produzidos, incluindo a sua redução, reutilização e reciclagem, torna o processo construtivo mais rentável e competitivo, além de mais saudável. Cabe, ao setor da construção adaptar-se e saber tirar proveitos dessa tendência.

4.1.5 Problemas gerados pelos rejeitos

Os resíduos sólidos provenientes da construção civil são responsáveis por sérios problemas enfrentados pelas cidades. Dentre eles, as dificuldades no armazenamento, remoção e destinação.

Com a edição da Resolução Conama Nº 307/2002, passou a ser proibido o encaminhamento dos resíduos da construção civil para aterros sanitários comuns, pois os mesmos contribuem diretamente para o saturamento dessas áreas que, atualmente, são escassas. Com isso, aumenta a preocupação referente às deposições irregulares deste tipo de resíduo.

A deposição irregular de resíduos (Foto 2) gera graves problemas aos centros urbanos, tais como a degradação ambiental de grandes áreas utilizadas como bota-

foras, os quais abrigam pessoas que “vivem do lixo”, em condições de higiene primitivas, conforme mencionam Pinto (1999) e Lima (1999).



Foto 2: Deposição irregular de resíduos.
Fonte: Pinto e Gonzáles (2005).

Tais bota-foras causam grande prejuízo à paisagem natural e ao ambiente. Como conseqüências da destinação irregular, surgem novos problemas: contaminação de mananciais, prejuízo na drenagem superficial do solo, assoreamento de córregos, rios e outros efeitos.

Os resíduos da construção civil devem ser dispostos em aterros construídos especificamente para Resíduos Sólidos da Construção Civil, de acordo com a NBR 15113, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004b). Pelo fato de não serem responsáveis pelos serviços de coleta e destinação desses resíduos, a maioria das administrações públicas brasileiras não possuem aterro para resíduos da construção civil.

Em pesquisa realizada, sobre riscos à saúde pública decorrente dos RCC acondicionados em caçambas metálicas localizadas em vias públicas, Araújo (2000) observou a presença de material orgânico, produtos perigosos e de embalagens vazias que podem reter água e outros líquidos e favorecer a proliferação de mosquitos e outros vetores de doenças.

Estes vetores, alguns deles apresentados no Quadro 5, podem ser responsáveis pela transmissão de doenças respiratórias, epidérmicas, intestinais.

VETORES	DOENÇAS
Moscas	Febre tifóide, salmoneloses, disenterias.
Mosquito	Malária, febre amarela, dengue.
Barata	Febre tifóide, cólera, amebíase, giardíase
Ratos	Tifo murino, leptospirose, diarréias, disenterias, triquinose
Suínos	Cisticercose

Quadro 5: Vetores relacionados à disposição inadequada de resíduos sólidos domiciliares e doenças transmitidas.

Fonte: Rocha (1997 apud Scheneider, 2003).

A minimização dos impactos causados pelos RCC requer um sistema de gestão que integre diversos fatores, entre eles, conhecer a fonte geradora, a quantificação destes resíduos, sua forma de acondicionamento, sistemas de coleta e de disposição, utilização e destinação final, conforme Chermont (1996 *apud* Blumenschein, 2007). A integração desses fatores implica a integração de agentes (setor produtivo, setor público, pesquisa e terceiro setor), instrumentos (legais, econômicos e técnicos) e ações (planejamento, operação e normatização técnica).

4.2 Canteiro-de-Obras

4.2.1 Conceituação e Tipos

O canteiro-de-obra tem pelo menos três definições, apresentadas a seguir:

Área de trabalho fixa e temporária, onde se desenvolvem operações de apoio e execução de uma obra (NR18 - MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 1995, p.45).

O conjunto de áreas destinadas à execução e apoio dos trabalhos da indústria da construção, dividindo-se em áreas operacionais e

áreas de vivência (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1991).

Área destinada à execução e desenvolvimento das obras, serviços complementares, implantação de instalações temporárias necessárias à sua execução, tais como alojamento, escritório de campo, depósitos, estande de vendas e outros (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 1992).

Segundo Souza e Franco (1997) o canteiro-de-obras, por ser o espaço para a transformação em realidade de todo o trabalho de concepção de uma obra, acaba recebendo influências de todas as atividades que dizem respeito a um empreendimento. Sendo assim, sua própria concepção acaba se dando através de um processo interativo, onde cada modificação quanto à concepção da obra acaba gerando uma melhor solução para o mesmo.

De acordo com Illingworth (1993), os canteiros-de-obra podem ser enquadrados dentro de um dos três seguintes tipos: restritos, amplos; longos e estreitos. No Quadro 6 é caracterizado cada um destes tipos.

Tipo	Descrição	Exemplo
Restrito	A construção ocupa o terreno completo ou uma alta percentagem deste. Acessos restritos	Construções em áreas centrais da cidade, ampliações e reformas.
Amplo	A construção ocupa somente uma parcela relativamente pequena do terreno. Há disponibilidade de acessos para veículos e de espaço para as áreas de armazenamento e acomodação de pessoal	Construção de plantas industriais, conjuntos habitacionais horizontais e outras grandes obras como barragens e usinas hidroelétricas.
Longos e estreitos	São restritos em apenas uma das dimensões, com possibilidade de acesso em poucos pontos do canteiro.	Trabalhos em estradas de ferro e rodagem, redes de gás e petróleo, e alguns casos de obras de edificações em zonas urbanas.

Quadro 6: Tipos de canteiro.

Fonte: Adaptado de Illingworth (1993 apud Formoso, 2006).

O primeiro tipo de canteiro (restrito) é o mais freqüente nas áreas urbanas das cidades, especialmente nas áreas centrais. Devido ao elevado custo dos terrenos nessas áreas, as edificações tendem a ocupar uma alta percentagem do terreno em busca de maximizar sua rentabilidade.

Em decorrência disto, Illingworth (1993) afirma que os canteiros restritos são os que exigem mais cuidados no planejamento, devendo-se seguir uma abordagem criteriosa para tal tarefa.

Segundo Saurin e Formoso (2006), a combinação de um grande número de elementos de canteiro com a pouca disponibilidade de espaço, torna a atividade de planejamento de “layout” semelhante à montagem de um “quebra-cabeça”, exigindo que o planejador tenha disposição e criatividade para encontrar soluções inovadoras.

O arranjo físico dos elementos significa propor sua posição no canteiro, nas diferentes fases da obra. Portanto, além da discussão relativa à posição dos elementos em um dado momento, há que se compatibilizar suas posições em outras fases da mesma obra. O planejamento do arranjo físico é iniciado pela primeira fase da obra, sendo progressivamente revisto até a fase de desmobilização do canteiro. Feito dessa forma, o planejamento das fases subseqüentes contará com a avaliação da eficácia do canteiro projetado para as fases anteriores, conforme Maia (2003).

Além disso, há que se adotar um roteiro de abordagem para o planejamento do canteiro que procure simplificar e organizar as tomadas de decisão quanto ao canteiro-de-obras, conforme Souza e Franco (1997).

4.2.2 Gestão de Resíduos no Canteiro-de-Obra

O gerenciamento dos resíduos da construção civil refere-se à aplicação do programa de gerenciamento nos canteiros-de-obra, ou seja, na fonte de geração dos resíduos. O gerenciamento de resíduos deve obedecer a uma hierarquia que vai desde a não-geração até a disposição final, conforme apresentado na Figura 2.

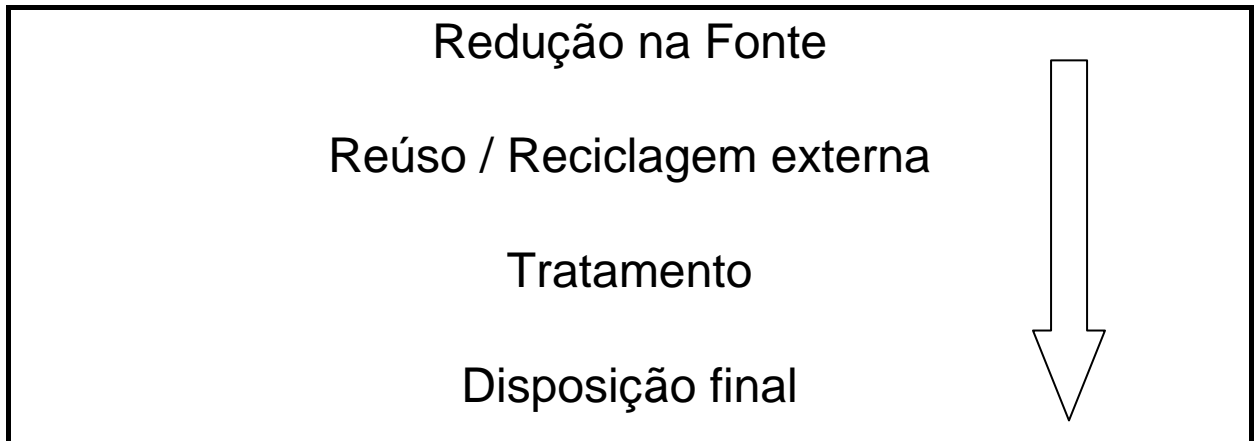


Figura 2: Hierarquia do gerenciamento de resíduos.

Fonte: Modificado de Cetesb (s.d).

Como pode ser observado, no ponto mais alto da hierarquia encontra-se a redução na fonte. A não-geração de resíduos nas atividades da construção civil é o objetivo principal da aplicação do gerenciamento, no entanto, a eliminação completa dos resíduos é difícil.

Segundo Thormark (2001) e Ângulo *et al.* (2003), existindo a geração deveriam ser definidas técnicas para a reutilização e, posteriormente, para reciclagem dos resíduos. Todavia, estas alternativas não devem estar desvinculadas da possibilidade de danos ao meio ambiente.

Quando o desenvolvimento de técnicas de reutilização e reciclagem não puder ser viabilizado, a adoção de medidas de controle, como o tratamento e a disposição final do resíduo, são alternativas viáveis. Entretanto, quando não executada conforme as normas ou legislações pertinentes, pode incorrer à geração de passivo ambiental, destaca o Conselho Nacional de meio Ambiente (2002).

A gestão e o manejo de resíduos no canteiro-de-obras englobam atividades administrativas com a participação da equipe de obras, tais como: formalização dos procedimentos (registros da destinação e da documentação produzida), acompanhamento (“checklist”), monitoramento; qualificação dos agentes (fornecedores de dispositivos e acessórios, empresas transportadoras, destinatários

dos resíduos) e avaliação de resultados (“checklist”, relatórios), suporte à destinação, incluindo a correta destinação (informações/soluções), dentre outras.

Conforme Schenini (2004) e Bagnati *et al.* (2004), a prioridade no canteiro-de-obra deve ser a minimização das perdas, geradoras de resíduos. Isto pode ser alcançado com a escolha de materiais certificados e com embalagens que facilitem o manuseio sem o risco de perdas; pela capacitação da mão-de-obra e, pelo uso de equipamentos com tecnologia de ponta e adequada aos processos construtivos.

Porém, como toda atividade na construção civil produz, inevitavelmente, alguma perda e como estas acontecem em locais e momentos distintos, a simples separação prévia destes materiais evitaria a contaminação dos rejeitos que ocorre nos contentores destinados a sua remoção do canteiro-de-obras. Restos de madeira, gesso, materiais metálicos e plásticos, devem ter destinos específicos, de acordo com seu potencial para a reciclagem ou grau de contaminação.

Segundo John e Agopyan (1998), mudanças tecnológicas também podem reduzir as perdas e o entulho da construção (Tabela 4). Processos como a incorporação de instalações em paredes de alvenaria que exigem a quebra parcial da parede recém construída e sua reconstrução com argamassa, por exemplo, devem ser abandonados.

A Tabela 4 mostra uma grande variabilidade quando se trata de índices de desperdício, como ocorreu no caso do concreto onde os índices variam de 2 a 23% devido à existência de diferentes tecnologias.

No que se referem à organização do canteiro-de-obra, algumas medidas práticas, propostas por alguns autores (apresentados a seguir), podem ser adotadas visando à redução na geração de resíduos e sua reutilização na própria obra.

No entanto, cabe salientar que, apesar de que algumas das propostas apresentadas serem de custos relativamente baixos (algumas cujo único custo é a criatividade para reaproveitamento de materiais inservíveis, dentro da própria obra)

reiteram-se a importância do planejamento estratégico e o investimento em certificações da qualidade e ambiental.

Tabela 4: Perdas de alguns materiais de construção civil em canteiros-de-obra brasileiros (%).

Materiais	Perdas (%)		
	Min.	Máx.	Mediana
Cimento	6	638	56
Aço	2	23	9
Blocos e Tijolos	3	48	13
Areia	7	311	44
Concreto Usinado	2	23	9

Fonte: John e Agopyan (1998).

Segundo Campos (2004), no projeto de gestão e manejo de resíduos, com vistas à redução das perdas em canteiro-de-obras, devem ser previsto o investimento inicial com a contratação de consultoria ou qualificação da equipe responsável pelo programa, pesquisa, desenvolvimento, montagem, equipamentos necessários, treinamento e capacitação da mão-de-obra envolvida. As construtoras ou empreendedores devem exigir, das consultorias contratadas, o estabelecimento de metas e indicadores precisos e realistas. As despesas de custeio com energia elétrica, administração, material didático, treinamentos, sinalização e educação ambiental devem estar previstas no orçamento da obra.

A boa organização faz com que sejam evitados sistemáticos desperdícios na utilização e na aquisição dos materiais para substituição. Isso permite reduzir a quantidade de resíduos gerados e aperfeiçoar o uso da mão-de-obra, uma vez que não há a necessidade de transportar resíduos para o acondicionamento. A redução da geração de resíduos também implica redução dos custos de transporte externo e destinação final, conforme Pinto (2005).

Segundo Angulo *et al.* (2000 *apud* Bello, 2007) a organização do canteiro-de-obras deve considerar todos os aspectos relevantes relacionados à produção e ao manejo dos resíduos.

Desta forma, deve-se prever o fluxo da retirada dos resíduos e os equipamentos necessários e os espaços reservados para estoques intermediários e depósito final para retirada de resíduos.

Devem ser consideradas na organização do canteiro, com vista ao manejo dos resíduos, as vias de acesso internas e externas, para carga de resíduos e espaço para acoplamento do caminhão poli guindaste para remoção de caçambas estacionárias. Rampas devem ser projetadas com declividade adequada a carrinhos-de-mão e “jericas”, evitando-se o tombamento ou o espalhamento de resíduos durante o trajeto, acrescenta Ângulo *et al.* (2000 *apud* Bello, 2007).

O “*layout*” do canteiro deve ser organizado de forma a receber o fluxo de resíduos em conformidade com a Resolução Conama Nº 307, contendo áreas para estacionamento de caçambas; locais para re-aterros com solos ou com entulhos dentro da própria obra; locais e contentores destinados à segregação; depósitos temporários e finais dos resíduos segregados; sinalização adequada indicando os tipos de resíduos e a possível reutilização de aparas de madeira, tubos, blocos, metais, segundo Bello (2007).

Segundo Grigoli (2001), em função da falta de espaço físico e com a propensa idéia em deixar a obra “limpa”, é comum o construtor promover a cada etapa de produção de entulho, uma limpeza do local, levando o entulho para o térreo da edificação e em seguida enviando embora para algum bota-fora. Todo este procedimento de deslocamento do entulho, pelo canteiro, e, mandando para um bota-fora, custa muito caro.

Para o uso do entulho como material de construção na própria obra, não se faz movimentos com os entulhos recicláveis gerados, deixa-os no próprio

compartimento ou no próprio pavimento em que foi gerado, apenas acomodando-os em um dos cantos.

O entulho gerado, preliminarmente sendo deixado no próprio compartimento, proporcionalmente ocupa menos espaço físico do que o que eventualmente ocuparia no terreno em operação antecedente ao “bota fora”, acrescenta Grigoli (2001).

4.2.3 Possibilidades de reúso e reciclagem de resíduos no canteiro-de-obras

A reutilização dos resíduos e materiais pode ser considerada tanto na fase de construção quanto na fase de demolição, e hoje se torna de fundamental importância, tendo em vista a escassez de matéria-prima no planeta.

A reutilização de materiais, elementos e componentes dependem do projeto e de critérios norteadores na tomada de decisão sobre sistemas construtivos e tecnologias construtivas. Por exemplo, a decisão de se usar escoramento metálico no lugar do escoramento de madeira; ou fôrmas metálicas em vez de madeiras, conforme cita Blumenschein (2006).

A prática da reciclagem de RCC remonta á época do Império Romano e da Grécia quando, de acordo com Lima (1999), fazia-se uso de restos de telhas, tijolos e utensílios de cerâmica como agregado graúdo em concretos rudimentares.

As pesquisas sobre reciclagem de entulho no Brasil começaram, em 1983, com o estudo de Pinto (1999). No entanto, só no final de 1995 as primeiras usinas de reciclagem começaram, efetivamente, a operar, em escala industrial, informam Levy e Helene (1997).

A primeira central de reciclagem do Brasil entrou em operação no ano de 1991, na cidade de São Paulo e, desde então, outras 12 cidades instalaram as suas centrais. As cidades que já possuem central de reciclagem de RCC são: São Paulo, Ribeirão Preto, São José dos Campos, Piracicaba, Vinhedo, Guarulhos, Ribeirão Pires (todas estas no estado de São Paulo), Belo Horizonte (MG), Londrina (PR), Brasília (DF) e Macaé (RJ), segundo Altherman (2002), Nunes (2004) e Pinto (1999).

Em países como os Estados Unidos, Canadá e nos países europeus, em geral, a reciclagem dos resíduos da construção e demolição é uma prática bastante comum. Diversos projetos vêm sendo implantados para desenvolver novas técnicas de reciclagem nesses países desenvolvidos, apontam Wambuco (2002) e Malvin, (2005).

O reaproveitamento e a reciclagem dos resíduos da construção têm como objetivo reduzir os impactos ambientais causados por este tipo de resíduo. Da mesma forma, destacam Schneider e Philippi Júnior (2004) e Souza *et al.* (2004), ações que tenham a finalidade de reduzir o volume de geração dos RCC no canteiro da obra também devem contribuir para diminuir os riscos ao meio ambiente.

Segundo Lima (1999), para recolher o entulho, gerado no canteiro-de-obras, de modo racionalizado, visando à facilitação da reciclagem, as seguintes diretrizes devem ser tomadas:

- Identificar os tipos de resíduos de construção que são gerados na etapa do serviço a ser executado;
- Avaliar se o material é reciclável;
- Avaliar a quantidade dos materiais recicláveis e se é viável sua remoção ou captação em separado;
- Avaliar se é possível obter benefícios com a captação racionalizada dos resíduos da construção (redução dos custos com captação, obtenção de material para a reciclagem, redução de custos com remoção do entulho, redução do risco de acidentes de trabalho e outros).

O plano de reutilização deve ser implantado com responsabilidade e controle da qualidade da aplicação dos resíduos, por parte das empresas construtoras, acrescenta Blumenschein (2007).

O canteiro-de-obras deve ser planejado visando atender às necessidades de se estabelecer um sistema de gestão de resíduos, incluindo áreas para armazenamento dos diferentes resíduos, áreas para disposição dos resíduos no

canteiro (até coleta e transporte), contentores para armazenamento e acondicionamento, adequadamente sinalizados, e instalação de filtros para a água de lavagem da betoneira.

Algumas municipalidades, como a de Belo Horizonte, segundo Campos *et al.* (1994), opera plantas de reciclagem, produzindo principalmente base para pavimentação. Adicionalmente, Levy e Helene (1996) destacam que a tecnologia de reciclagem de RCC em canteiro pode ser empregada para a produção de argamassas, aproveitando inclusive a atividade pozolânica conferida por algumas frações cerâmica.

O trabalho realizado por Blumenschein (2007) inclui “layout” com detalhamento de depósitos temporários para resíduos, fluxo do transporte do resíduo no canteiro, descrição do armazenamento e coleta adequados incluindo equipamentos necessários. Além disso, acrescenta que um processo de reciclagem depende de diferentes fatores, incluindo a qualidade do resíduo, a qual depende, por sua vez, da adequada segregação na fonte.

Envolve, portanto um canteiro preparado, engenheiros, encarregados e trabalhadores conscientes de suas responsabilidades e procedimentos que norteiem o processo de segregação dos resíduos, incluindo sua quantificação, armazenamento e correta destinação.

4.2.4 Algumas aplicações dos materiais provenientes da reciclagem de entulhos

Uma das vantagens da reutilização do entulho é o fato do agregado reciclado poder ser aplicado com sucesso em vários produtos, além da não ocupação de espaços em aterros sanitários.

Exemplos de tais aplicações têm sido apresentados por diversos autores, tais como Hendriks (2000), John (2000), Carneiro *et al.* (2001), Levy e Helene (1997), Lima, (1999), Pinto (1999) e Grigoli (2001).

Os resíduos sólidos provenientes de canteiros-de-obra, particularmente os resíduos classe A e classe B, de acordo com a classificação da Resolução Conama 307, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (2002), são os resíduos com possibilidades de serem absorvidos por processos de reciclagem.

Os resíduos classe B, ou seja, papel, papelão, metal, plástico, entre outros, são possíveis de serem absorvidos por processos de reciclagem por indústrias fora da CBIC. Já os resíduos classe A (resíduos que se apresentam em maior quantidade) podem ser absorvidos pela cadeia principal da CBIC. Estes resíduos, uma vez reciclados, podem ser utilizados na execução de bases e sub-bases de pavimentação, na confecção de blocos para vedação e agregado substituto da areia, dentre outros.

A metodologia para identificação da aplicação dos RCC, aplicada especialmente aos resíduos classe A, vem respeitando algumas etapas fundamentais, destacam Hendriks (2000) e John (2000). Entre as quais:

- A caracterização dos resíduos com base em análises químicas, físicas e de microestrutura dos resíduos visando inclusive detectar possíveis riscos ambientais relacionados principalmente a metais tóxicos;
- A caracterização dos resíduos permite identificar a relação entre fatores tecnológicos com a estrutura dos poros; e da relação entre estrutura dos poros e propriedades do material;
- Com base na caracterização parte-se para identificação das possíveis aplicações dos resíduos de acordo com as necessidades da aplicação especificada. O processo de avaliação das possíveis aplicações requer estudos de desempenho dos resíduos de acordo com a aplicação definida;
- Uma vez definidos a aplicação e o processo de produção do resíduo, também se define a análise do seu ciclo de vida e, portanto a avaliação de seus diferentes impactos ambientais. Esta análise inclui os impactos que podem ser identificados durante o processamento, a aplicação e pós-aplicação, considerando possíveis riscos ao solo, lençóis freáticos, ar e, (dependendo do processo de aplicação), também aos usuários.

É importante ressaltar que a qualidade do agregado reciclado depende da qualidade dos resíduos a serem processados, acrescenta Hendriks (2000). Assim, quanto melhor for selecionado o resíduo, maior será a chance de produzir um agregado de qualidade. Os resíduos classe A, por exemplo, uma vez processados podem produzir agregados com potencial de substituição do cascalho, brita e areia, por isso não devem estar misturados a resíduos orgânicos, gesso e outras substâncias que possam influenciar suas propriedades, afetando seu desempenho como agregado.

A reciclagem de RCC para argamassas e concretos já foi estudada e tem se mostrado viável em estudos brasileiros do ponto de vista tecnológico e econômico. Entretanto, a avaliação do risco ambiental não foi avaliada, como pode ser observado pelos estudos de Levy (1997), Miranda (2000), Hamassaki *et al.* (1997); Zordan (1997), Barra (1996), Morales e Angulo (2000).

Dentre as várias possibilidades de aplicações dos materiais originados da reciclagem de entulhos, Zordan (1997) destaca as seguintes:

- Utilização em pavimentação - a forma mais simples de reciclagem do entulho é a sua utilização em pavimentação (base, sub-base ou revestimento primário) na forma de brita corrida ou ainda em mistura de resíduos com solo. Esta utilização:
 - É a forma de reciclagem que exige menor utilização de tecnologia ou que implica em menor custo no processo;
 - Permite a utilização de todos os componentes minerais do entulho (tijolos, argamassas, materiais cerâmicos, areias, pedras etc.), sem a necessidade de separação de nenhum deles;
 - Permite economia de energia do processo de moagem do entulho (em relação a sua utilização em argamassa), uma vez que, usando-o no concreto, parte do material permanece com granulometria graúda;
 - Possibilita a utilização de uma maior parcela do entulho produzido, como o proveniente de demolições e de pequenas obras, os quais não suportariam o investimento em equipamentos de moagem/trituração;

- Propicia maior eficiência do resíduo quando adicionado aos solos saprolíticos, em relação à mesma adição feita com brita.

- Utilização como agregado para o concreto - o entulho processado pelas usinas de reciclagem pode ser utilizado como agregado para o concreto não-estrutural, a partir da substituição dos agregados convencionais (brita e areia). Esta utilização traz as seguintes vantagens:
 - Aproveitamento de todos os componentes minerais do entulho (tijolos, argamassas, materiais cerâmicos, areias, pedras etc.), sem a necessidade de separação de nenhum deles;
 - Economia de energia no processo de moagem do entulho (em relação a sua utilização em argamassa), uma vez que, usando-o no concreto, parte do material permanece com granulometria gráuda;
 - Possibilidade de utilização de uma maior parcela do entulho produzido, como o proveniente de demolições e de pequenas obras que não suportam o investimento em equipamentos de moagem/trituração;
 - Possibilidade de melhorias no desempenho do concreto em relação aos agregados convencionais;

- Utilização como agregado para a confecção de argamassa - Ao ser processado por equipamentos denominados argamasseiras, que moem o entulho na própria obra, em granulometria semelhante a da areia, pode ser utilizado como agregado para a argamassa de assentamento e revestimento. Tal réuso tem as seguintes vantagens:
 - Utilização do resíduo no local gerador, o que elimina custos com transporte;
 - Redução no consumo do cimento e da cal, devido ao efeito pozolânico apresentado pelo entulho moído;
 - Ganho na resistência à compressão das argamassas.

- Outros usos - utilização de concreto reciclado com agregado; cascalhamento de estradas; preenchimento de vazios em construções; preenchimento de valas de instalações e reforço de aterros.

Segundo Grigoli (2001), em uma edificação, em todas as suas fases executivas, em algum momento, existem atividades que podem ser executadas com materiais recicláveis do canteiro-de-obras, conforme mostra o Quadro 7.

Atividade	Descrição
Assentamentos de Batentes, Esquadrias e/ou Contra-marco, Blocos Cerâmicos	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. Pode-se ser utilizado no traço de 1,00(cimento): 2,00 (cal): 6,00 (agregado miúdo reciclado). E, para enchimentos maiores, utilizam-se pedaços de tijolos que podem ser qualificados de entulho de blocos cerâmicos;
Enchimentos de Rasgos de Paredes, Chumbamentos de Tubulações Elétricas e Hidráulicas	Na instalação de tubulações elétricas, telefônicas, hidráulicas e sanitárias, procede-se o corte da parede e após este corte, sua devida instalação, com posterior cobrimento e regularização com argamassa de cimento, cal e areia. Esta argamassa de cobrimento e regularização colocada após a instalação das tubulações pode ser substituídas por argamassa cujo agregado miúdo seja agregado miúdo reciclável. O traço utilizado é 1,00 (cimento): 2,00 (cal): 6,00 (agregado miúdo reciclado). E, para enchimentos maiores, utilizam-se pedaços de tijolos que podem ser qualificados de entulho de blocos cerâmicos.
Enchimentos de Rebocos Internos	Este enchimento de revestimento pode ser executado com argamassa cujo agregado miúdo seja de entulho reciclável, no traço 1,00(cimento): 2,00 (cal): 6,00 (agregado miúdo reciclado).
Enchimentos de Caixões Perdidos	O enchimento de caixões perdidos pode ser viabilizado com entulho de blocos cerâmicos, não triturados, que possui um peso relativamente pequeno (da ordem de 800 kg/m ³), originado em função do grande volume de vazios formado.

Quadro 7: Atividades que podem ser executadas com materiais originados da reciclagem de entulhos.

Fonte: Modificado de Grigoli (2001).

(Continua)

(Continuação)

Atividade	Descrição
Estrado sobre o solo para lançamento de Contra-Piso e Passeio Público	Em todo lançamento de um contrapiso que se apóie em solo, antes do lançamento da ferragem e do concreto, executa-se uma camada de proteção para que a ferragem não toque o solo. Esta camada regularizadora e protetora pode ser executada com entulho reciclado graúdo, sendo preferível porções de blocos (cerâmicas e de concreto), evitando-se o uso de argamassas.
Contrapiso e Interiores de Unidades Habitacionais	Segundo Brito Filho (1999), "esta é a forma de utilização do entulho de obra mais empregada atualmente em obras de pequeno porte". Este contrapiso pode ser executado com um concreto a base de entulho reciclável, no traço 1,00 (cimento): 2,00 (areia natural média): 2,00 (agregado miúdo reciclado): 2,00 (brita 01 natural): 2,00 (agregado graúdo reciclado), onde o agregado graúdo reciclado tem que ter dimensão máxima característica adequada à espessura que o contrapiso que será executado e, em casos onde o contrapiso tem que ser executado com espessura superior a 6,00 cm, incorpora-se, no local da aplicação, pedaços de entulho cerâmico, para alcançar os volumes desejados.
Remendos e Emendas em Alvenarias	Tais remendos e emendas podem ser executados com argamassas cujo agregado miúdo seja de entulho reciclado, no traço 1,00 (cimento): 2,00 (cal): 6,00 (agregado miúdo reciclado).
Concretos de Piso para Abrigos de Automóveis Leves	Abrigos para automóveis leves de edificações habitacionais são executados de tal forma que seu piso esteja apoiado diretamente no solo, ou que esteja apoiado em laje estrutural. Tanto em um como no outro caso, os concretos de regularizações sobre laje estrutural, ou sobre o solo, pode ser executado com agregados recicláveis, no traço 1,00 (cimento): 3,00 (areia natural média): 2,00 (brita 01 natural): 1,50 (agregado graúdo reciclado), onde na porção do agregado graúdo reciclado, evita-se a colocação de porções em que sua constituição seja de argamassa de cal.

Quadro 7: Atividades que podem ser executadas com materiais originados da reciclagem de entulhos.

Fonte: Modificado de Grigoli (2001).

(Continua)

(Continuação)

Atividade	Descrição
Drenos de Floreiras	Floreiras ou jardins suspensos em concreto, possuem drenos constituídos de uma camada de brita em seu fundo, para funcionar como elemento drenante. No lugar de se utilizar agregados inertes naturais, pode-se utilizar agregados graúdos reciclados de blocos cerâmicos.
Drenos de Escoamento de Água de Chuvas e Drenos de Pátios de Estacionamento	Segundo Brito Filho (1999), "dadas às características de resistência mecânica dos entulhos, podem ser usados com segurança em obras de drenagem como lastro, para assentamento de tubos, envelopamento de galerias e como camadas drenantes, sendo para esta última, com ausência de finos". Pátios de estacionamento onde não existe pavimentação, e devidamente instaladas existem redes de drenagem, os agregados graúdos que envolvem as tubulações de drenagem, são substituídas por agregados graúdos recicláveis sem presença de finos e de torrões de argamassa.
Aterramento de Valetas junto ao Solo	O entulho de obra pode ser utilizado para o aterramento destas valetas, utilizando-o misturado ao solo da própria valeta. Neste caso, o entulho misturado apresenta melhores vantagens do que o próprio solo natural, uma vez que possui propriedades do que o próprio solo natural devido ao seu empolamento ser "zero". Esta operação evita a saída do entulho de obra como "bota fora", e o solo retirado da valeta permanece na obra podendo ser utilizado em serviços de jardinagens.
Estaqueamento - Fundações de Muros com pequenas cargas	O concreto executado com entulho, apresentando resistência a compressão aos 28 dias na ordem de 16,00 MPa, pode ser plenamente utilizado em estacas moldadas "in loco", no sentido de suportar cargas axiais oriundas de muros divisórios de alvenarias.
Vigas e Pilares de Concreto com Baixa Solicitação	Vigas de concreto utilizadas como elementos de respaldo de alvenaria e como elementos de amarração, tal como as muito utilizadas em muros divisórios, onde as taxas de compressão do concreto não ultrapassem a 8,00 MPa e Pilares de concreto utilizados como elemento estrutural e como elementos de amarração, onde as taxas de compressão do concreto não ultrapassem a 5,00 MPa.

Quadro 7: Atividades que podem ser executadas com materiais originados da reciclagem de entulhos.

Fonte: Modificado de Grigoli (2001).

Na construtora Cyrela, Gazeta Mercantil (2007), a iniciativa de gestão ambiental no canteiro-de-obras começou em 2003, em um projeto-piloto do Sinduscon (Sindicato da Indústria da Construção). “Até então não havia controle efetivo ou destinação com segregação de resíduos de obra”, conta Alexandre Britez, gerente de qualidade e desenvolvimento tecnológico da construtora Cyrela. “Hoje, todos os canteiros-de-obra da empresa realizam a segregação do lixo como mais um dos procedimentos executivos da construção, tal como a construção de uma parede”. A empresa segrega resíduos (como plástico, papel e metal) e os doa para cooperativas cadastradas; restos de blocos de concreto são reusados para aterramentos; madeira e gesso seguem para transbordo e triagem.

Além dos fatores técnicos relacionados à aplicação dos resíduos, o Instituto Brasileiro de Administração Municipal (2001), a consolidação de um sistema de reciclagem depende ainda de fatores como a densidade populacional, obtenção de agregados naturais e nível de industrialização. Além disto, devem ser consideradas as condições de recebimento e comercialização que dependem do estudo de viabilidade econômica do processo de reciclagem, conforme menciona Blumenchein (2006).

O primeiro fator técnico refere-se à capacidade da região ou município de alimentar um processo de reciclagem, de acordo com o volume de resíduos produzidos pela indústria da construção local que deverá alimentar os agentes recicladores com matéria-prima.

O segundo fator técnico diz respeito às dificuldades da região ou do município em produzir agregados naturais como a areia, o cascalho e a brita. Esta dificuldade tende a estimular a busca de alternativas. A dificuldade de acesso a jazidas naturais pode justificar investimentos em tecnologia de reciclagem.

O terceiro fator técnico está diretamente ligado à conscientização da sociedade sobre a importância e as vantagens da reciclagem. O estudo de viabilidade econômica para consolidação de um sistema de reciclagem deve

considerar fatores relacionados a condições de recebimento dos resíduos e aspectos da comercialização, entre eles:

- Localização das áreas legalizadas, visto que as distâncias interferem no custo do transporte, que por sua vez influencia no custo do agregado;
- As questões referentes a quantidades a serem recebidas pelas áreas de recebimento (o que depende da localização dessas áreas na malha urbana);
- Origens dos resíduos (que requer sistema de controle e fiscalização que deve ser compartilhado com o município);
- A qualidade dos resíduos (que depende do gerador e a implantação de projetos de gestão e resíduos nos canteiros-de-obra, assim como de técnicas de demolição que assegurem a qualidade do resíduo);
- Qualidade do acondicionamento e transporte do resíduo;
- Disponibilidade de matéria-prima natural, qualidade e preços;
- Qualidade, quantidade e custo de produção dos agregados reciclados.

Cabe ressaltar que a possibilidade de reutilização dos resíduos deve ser analisada antes da adoção de qualquer prática de reciclagem. O processo de reciclagem como qualquer atividade humana, pode causar impactos ao meio ambiente, portanto, é necessário que sua escolha seja criteriosa e considere todas as alternativas possíveis com relação ao consumo de energia e matéria-prima (ÂNGULO *et al.*, 2002; CWM, 2004).

5 REÚSO E REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS NO CANTEIRO-DE-OBRA

Este capítulo descreve o questionário elaborado, a amostragem efetuada e os resultados obtidos.

5.1 Elaboração do Questionário

A coleta de dados acerca da gestão dos resíduos da construção civil no canteiro-de-obra, com vistas à redução do desperdício de material e à reutilização *in situ* dos resíduos foi estruturada na forma de um questionário utilizado para entrevistar os profissionais, atuando no setor de construção habitacional.

O questionário elaborado foi estruturado na forma de tópicos, de modo a identificar dificuldades e sucessos das iniciativas de adequação do canteiro-de-obra a Resolução Conama N^o 307/02, no que se refere ao reúso e reciclagem de RCC no próprio canteiro-de-obra. Foram abrangidos os seguintes aspectos:

- Layout do canteiro-de-obra - Com o objetivo de identificar problemas relacionados ao arranjo físico do canteiro-de-obra, permitindo observar, por exemplo, a localização equivocada de alguma instalação ou o excesso de cruzamentos de fluxo em determinada área;
- Segregação - Com o objetivo de identificar se o entulho, produzido no canteiro-de-obra, é separado conforme as classes previstas na resolução Conama 307/2002, de modo a propiciar o seu reaproveitamento;
- Manejo - Com o objetivo de identificar como é feito o manejo dos resíduos gerados no canteiro-de-obra, uma vez que o correto manejo dos resíduos no interior do canteiro permite a identificação de materiais reutilizáveis, que geram economia tanto por dispensarem a compra de novos materiais como por evitar sua identificação como resíduo e gerar custo de remoção;
- Reúso/Reciclagem - Permite identificar se a obra possui programas de reaproveitamento dos RCC, como material de construção, ou se participa de desenvolvimento de produtos reciclados;
- Destinação - Com o objetivo de identificar como é feita a destinação dos resíduos produzidos na obra (o entulho é encaminhado para aterro

sanitário; aterro inerte, central de triagem) de modo a contribuir com seu reaproveitamento, ou se não existe controle sobre a destinação;

- Procedimentos - Buscou identificar se os procedimentos são formais ou informais e se estes propiciam o reaproveitamento de materiais no canteiro-de-obra;
- Equipamentos - Permite identificar se o canteiro possui equipamentos que possam auxiliar o manejo e a segregação de materiais, de modo a possibilitar o seu reaproveitamento;
- Treinamento dos operários - Permite identificar se há preocupação com a capacitação dos profissionais, no sentido de contribuir para a diminuição da geração de resíduos.

Foi efetuada a aplicação do questionário a um empreendimento piloto, antes de sua aplicação aos demais entrevistados. O Anexo 1 contém o questionário elaborado e, também, um extrato da Resolução Conama 307, de 05 de Julho de 2002. Já o Anexo 2 contém as respostas obtidas no empreendimento-piloto.

5.2 Aplicação do Questionário

A pesquisa de campo foi realizada por meio de entrevista, feita pessoalmente e por meio eletrônico, com profissionais da área de construção civil, atuando no setor habitacional. O período da entrevista foi de Novembro de 2007 à Abril de 2008.

No que se refere à pesquisa por meio eletrônico, foram enviados e-mails a 20 profissionais da área, com solicitação de redirecionamento, aumentando-se o número de profissionais acessados pela pesquisa.

O critério de escolha dos entrevistados foi definido pelos seguintes aspectos:

- Formação profissional: Engenheiros, Arquitetos, técnicos em edificações, mestre de obras;
- Experiência profissional em obras de pequeno e médio porte;
- Familiarização com a gestão de resíduos sólidos.

Cabe ressaltar que os entrevistados tiveram a oportunidade de comentar fatos acontecidos durante a execução da obra - bons resultados, as falhas existentes ou outros aspectos gerais.

Na oportunidade, caso permitido e a critério de cada um dos entrevistados, será obtido registros fotográficos da situação encontrada, de modo a ilustrar os principais pontos observados do canteiro-de-obras, incluindo os seguintes aspectos:

- a) Layout do canteiro: distribuição dos espaços;
- b) Equipamentos: que possam auxiliar o manejo e segregação dos resíduos;
- c) Equipamentos: que possam facilitar o reúso / reutilização;
- d) Entulho (em depósito ou não);
- e) Área de vivência: salas de reunião, refeitório, vestiários e banheiros com as respectivas instalações;
- f) Depósito de inflamáveis;
- g) Placas (sinalização).

5.3 Resultados

Devido ao número de respostas, quinze ao todo, a análise dos resultados será apenas uma amostragem.

O Quadro 8 mostra a freqüência com que os tópicos foram respondidos.

- Respostas positivas: Refere-se ao que já foi implantado, e deu bons resultados, dentro de cada tópico.
- Maiores Dificuldades: Refere-se ao que dificulta a implantação.
- Perspectivas: Quais seriam as modificações a serem feitas para conseguir obter resultados positivos.

TÓPICO	RESPOSTAS POSITIVAS (%)	MAIORES DIFICULDADES (%)	PERSPECTIVAS (%)	TOTAL (%)
Layout do canteiro	35	35	30	100
Segregação	35	42	23	100
Manejo (interno)	39	36	25	100
Reúso/Reciclagem	40	37	23	100
Destinação final (externo)	36	36	28	100
Procedimentos (formal / informal)	38	31	31	100
Equipamentos	33	40	27	100
Treinamento dos operários	42	32	26	100

Quadro 8: Síntese da frequência (%) das respostas aos tópicos abordados.

Conforme o quadro 8 mostra, observa-se que dentro do universo pesquisado todos os tópicos foram respondidos igualmente, pois não houve desvio significativo dos percentuais levantados para cada questão, o qual aponta que os respondentes não tiveram dificuldades em comentar sobre os aspectos abordados.

Cabe salientar que para facilitar a obtenção das informações os entrevistados não foram nominalmente identificados, e que apenas as respostas pertinentes, ao tema abordado, foram consideradas.

Já as Tabelas de 5 a 12 apresentam as respostas obtidas para as questões propostas, que se referem às dificuldades e sucessos nas iniciativas de adequação do canteiro-de-obra à resolução Conama Nº 307/02. Em seguida é feita a tabulação dos dados obtidos em cada tópico.

Tabela 5: Universo de Respostas por Tópico: Layout do canteiro.

Resultados Positivos	Maiores Dificuldades	Perspectivas
<ul style="list-style-type: none"> • Melhor distribuição da matéria-prima; • Segurança do trabalhador; • Agilidade na obra; • Disposição adequada; • Otimização do canteiro; • Fluxo lógico para materiais e mão-de-obra; • Ciclo estável de desenvolvimento • Projeto da produção; • Facilidade no acesso; • Organização; • Manutenção dos acessos; • Sinalização. 	<ul style="list-style-type: none"> • O proprietário dispensar verba; • Funcionário utilizar equipamentos; • Manter limpo; • Espaço físico do canteiro; • Mobilidade; • Interferência no fluxo; • Qualidade das estocagens; • Confiabilidade dos equipamentos; • Trabalhabilidade; • Conscientização; • Manutenção; • Orientar os encarregados; • Ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informar melhor o cliente; • Cursos; • Projeto e planejamento; • Produtividade; • Processos construtivos; • Grau de envolvimento dos colaboradores; • Economia de material; • Custo final reduzido; • Que se torne rotina; • Estudo do layout de forma global.

Tabela 6: Universo de Respostas por Tópico: Segregação.

Resultados Positivos	Maiores Dificuldades	Perspectivas
<ul style="list-style-type: none"> • Custo; • Reaproveitamento; • Redução na perda de matéria-prima; • Identificar materiais; • Quantificar os resíduos; • Espaço para materiais; • Contêineres; • Coleta seletiva nos escritórios e instalações de apoio; • Ação social; • Posicionamento dos compartimentos; • Aumento do número de compartimentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verba específica para o canteiro; • Funcionário; • Conhecimento técnico; • Conhecimento legal; • Custo; • Mão-de-obra qualificada; • Espaço físico; • Falta de uma política voltada para o controle de perdas; • Ausência de controle de resíduos; • Falta de divulgação de resultados; • Ausência de metas; • Conscientização; • Manutenção; • Orientar os funcionários; • Distância até os compartimentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informação; • Técnicos especializados em RCC; • Conscientização; • Cursos; • Comparar empresas do mesmo segmento; • Intercâmbio da área produtiva com práticas utilizadas em outros canteiros; • Que se torne rotina; • Reuniões e cartazes orientativos; • Dia da limpeza geral.

Tabela 7: Universo de Respostas por Tópico: Manejo (interno).

Resultados Positivos	Maiores Dificuldades	Perspectivas
<ul style="list-style-type: none"> • Rapidez; • Limpeza; • Visão futura; • Maior aproveitamento dos materiais; • Equipamentos adequados; • Transporte; • Tornar cada colaborador responsável pelo manejo do resíduo gerado; • Efetuar ajuste do projeto para contemplar a reutilização de materiais; • Equipe própria para o manejo; • Canteiro organizado; • Produtividade; • Área específica para armazenar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionário; • Manter o resultado; • Confinamento dos resíduos; • Mão-de-obra; • Qualidade associada ao custo elevado; • Realização do manejo; • Projeto fechado que não permite interação e aproveitamento de resíduos; • Eliminação de estoques apenas com manejo dos consumos diários; • Fornecedores externos descompromissados; • Espaço físico limitado; • Conscientização; • Manutenção; • Disponibilidade de área maior e coberta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cursos; • Informação; • Mão-de-obra mais qualificada; • Planejar; • Custo / benefício; • Conscientização e informação; • Melhor aproveitamento do canteiro; • Que se torne rotina; • Manter o menor tempo possível o resíduo na empresa.

Tabela 8: Universo de Respostas por Tópico: Reúso/Reciclagem.

Resultados Positivos	Maiores Dificuldades	Perspectivas
<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição do entulho; • Local mais limpo; • Custo para o proprietário; • Não geração de resíduos; • Baratear o custo da obra; • Evitar o desperdício; • Local apropriado para separação; • Reaproveitamento dos resíduos; • Medidas preventivas com a elaboração de relatórios de conscientização para evitar perdas; • Mudanças de projeto para pré-moldado em substituição ao moldado in-loco; • Montagem de kits de instalação; • Adoção de metodologias através de pesquisa; • Verificar a disponibilidade do material. 	<ul style="list-style-type: none"> • Espaço para armazenamento; • Aceitação do reúso de material Mão-de-obra; • Custo do local para armazenamento; • Gerenciamento dos resíduos; • Qualificação profissional; • Separação do material; • Variedade das instalações e peças; • Ausência de local para armazenamento; • Falta de especificações técnicas; • Falta de divulgação de políticas (legislação) de reúso; • Precariedade no estudo de novas técnicas; • Prazo da obra; • Organizar em local de fácil acesso o material reciclável. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cursos; • Divulgação maior do uso e benefícios de RCC; • Planejamento; • Equipamentos na obra; • Estudo de práticas em outros países; • Listar as formas de reúso; • Verificar alternativas de reúso.

Tabela 9: Universo de Respostas por Tópico: Destinação Final.

Resultados Positivos	Maiores Dificuldades	Perspectivas
<ul style="list-style-type: none"> • Local sem poluição; • Reutilização de material; • Transporte adequado; • Local apropriado para armazenamento; • Uso de caçambas; • Classe A: Bota fora; planejamento para reaproveitamento; • Classe B: associação dos catadores; • Classe C: encaminhamento para empresas especializadas; • Empresas de reciclagem; • Poder público de forma separada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Local para armazenamento; • Transporte adequado; • Empresas especializadas e cadastradas; • Não poluir o meio ambiente; • Aterro da prefeitura; • Deficiência na descrição de possibilidades de reutilização; • Falta de confiabilidade nas empresas que atuam no segmento; • Distância dos locais de destino; • Interesse das empresas; • Pagamento de um valor justo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Divulgação; • Aumentar o interesse na reutilização desses materiais; • Criação de áreas apropriadas; • Divulgação das empresas coletoras desse tipo de resíduo; • Experiência de outros países; • Possibilidade de novas Políticas públicas; • Procura de novos compradores sem intermediários.

Tabela 10: Universo de Respostas por Tópico: Procedimentos (formal/informal).

Resultados Positivos	Maiores Dificuldades	Perspectivas
<ul style="list-style-type: none"> • Informação; • Obra organizada; • Informação para a população; • Conscientização das construtoras; • Estabelecimento de metas; • Procedimentos de meio ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Meio de comunicação; • Manter o hábito de separar os materiais; • Ausência de divulgação de resultados; • Falta de criatividade; • Ausência de envolvimento efetivo de todos; • Perfeito cumprimento das especificações, tanto por parte dos executores como da fiscalização. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informação; • Conscientização do benefício do reuso e reciclagem desses materiais; • Programas para a coleta e armazenamento; • Intercâmbio de profissionais; • Práticas utilizadas em outros países.

Tabela 11: Universo de Respostas por Tópico: Equipamentos.

Resultados Positivos	Maiores Dificuldades	Perspectivas
<ul style="list-style-type: none"> • Agilidade; • Formas; • Projetos de escoramento; • Equipamento para desagregação e peneiramento de material oriundo de demolição; • Paletização para as movimentações; • Peneiras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Treinamento; • Custo alto; • Mão-de-obra qualificada; • Liberação de verba; • Equipamentos desenvolvidos por encomenda; • Equipamentos obsoletos e improdutivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamentos mais acessíveis; • Otimizar o uso e o custo; • Feiras do setor; • Desenvolvimento de novas técnicas.

Tabela 12: Universo de Respostas por Tópico: Treinamento dos operários.

Resultados Positivos	Maiores Dificuldades	Perspectivas
<ul style="list-style-type: none"> • Segurança; • Agilidade; • Satisfação pessoal; • Maior aproveitamento do material; • Manuseio correto; • Diminuição de acidentes; • Cursos; • Palestras; • Motivação para o envolvimento na solução de perdas; • Parcerias internas e envolvimento de terceirizados; • Auditores internos; • Recursos de informática para o treinamento; • Preparação dos gerentes para função pedagógica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Custo; • Divulgação; • Fazê-lo entender a importância; • Cursos específicos; • Continuidade do programa; • Obra pequena; • Falta de envolvimento; • Pessoas desqualificadas para aplicação dos treinamentos; • Distanciamento dos treinamentos das reais dificuldades do canteiro; • Fiscalização nos processos de treinamento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informação; • Investimento maior para reciclagem de RCC; • Empenho das construtoras; • Necessidade de uso freqüente; • Utilização de exemplos interativos; • Aprendizagem através da descoberta; • Intercâmbio entre empresas; • Simulação de casos.

Foi efetuada a tabulação dos dados brutos coletados nas entrevistas, de forma a analisar isoladamente as respostas obtidas e identificar a idéia central para cada tópico abordado. Os resultados assim obtidos estão apresentados nas Tabelas 13 a 20.

Tabela 13: Layout do canteiro.

ASPECTO	EXPRESSÕES-CHAVE	IDÉIA-CENTRAL
Resultado Positivo	Melhor distribuição da matéria-prima; agilidade na obra; disposição adequada; manutenção dos acessos; otimização do canteiro; fluxo lógico para materiais; ciclo estável de desenvolvimento; facilidade no acesso; organização; projeto de produção.	Eficiência Segurança
	Segurança do trabalhador; fluxo lógico para a mão-de-obra; sinalização.	
Dificuldade	Obtenção de verba; manutenção; ambiental.	Custo Mão-de-obra Espaço físico
	Funcionário utilizar equipamento; manter limpo; qualidade das estocagens; conscientização; orientar encarregados.	
	Espaço físico do canteiro; mobilidade; interferência no fluxo; trabalhabilidade.	
Perspectiva	Estudo do layout; projetos construtivos; planejamento.	Novas tecnologias Custo Treinamento
	Economia de material, redução de custo final.	
	Que se torne rotina; cursos.	

Tabela 14: Segregação.

ASPECTO	EXPRESSÕES-CHAVE	IDÉIA-CENTRAL
Resultado Positivo	Redução de custo; reaproveitamento; redução na perda de matéria-prima.	Redução de perdas
	Identificar materiais; quantificar materiais; espaço para materiais; contentor; coleta seletiva em escritórios e instalações de apoio; posicionamento dos compartimentos; aumento do número de compartimentos; ação social.	
Dificuldade	Verba específica para o canteiro; custo; manutenção; espaço físico.	Custo Conscientização Gestão
	Funcionário; mão-de-obra qualificada; conscientização; orientar; funcionários. Conhecimento técnico.	
	Ausência de controle de resíduos; falta de divulgação dos resultados; ausência de metas; conhecimento legal; falta de política voltada as perdas; distância até os compartimentos.	
Perspectiva	Informação; cursos; dia da limpeza geral; reuniões; cartazes.	Informação Conscientização
	Técnicos especializados em RCC; intercâmbio da área produtiva com práticas utilizadas em outros canteiros, conscientização; que se torne rotina.	

Tabela 15: Manejo (interno).

ASPECTO	EXPRESSÕES-CHAVE	IDÉIA-CENTRAL
Resultado Positivo	Rapidez; limpeza; visão futura; maior aproveitamento dos materiais; produtividade.	Eficiência Infra-estrutura Equipe
	Equipamentos adequados; transporte; equipe própria para o manejo; canteiro organizado; área específica para armazenar.	
	Tornar cada colaborador responsável pelo manejo do resíduo gerado.	
Dificuldade	Manter resultado; qualidade associada ao custo elevado; eliminação dos estoques diários; manutenção.	Custo Conscientização Espaço físico / projeto
	Funcionário; mão-de-obra; realização do manejo; conscientização; fornecedores externos descompromissados.	
	Confinamento dos resíduos; espaço físico limitado; disponibilidade de área maior e coberta; projeto fechado que não permite interação e aproveitamento de resíduos.	
Perspectiva	Cursos; informação; mão-de-obra qualificada; planejamento; custo; conscientização; melhor aproveitamento do canteiro; que se torne rotina; manter o menor tempo possível o resíduo na empresa.	Novas tecnologias Qualificação / conscientização Logística

Tabela 16: Reúso/Reciclagem.

ASPECTO	EXPRESSÕES-CHAVE	IDÉIA-CENTRAL
Resultado Positivo	Diminuição do entulho; local mais limpo; não geração de resíduos; local apropriado para a separação.	Redução de custo
	Custo para o proprietário; baratear o custo da obra; evitar o desperdício; reaproveitamento dos resíduos; medidas preventivas com a elaboração de relatórios de conscientização para evitar perdas; verificar a disponibilidade do material.	
	Mudanças de projeto para pré-moldados, em substituição ao moldado in-loco; adoção de metodologias através de pesquisa	
Dificuldade	Espaço para armazenamento; custo do local para armazenamento; gerenciamento dos resíduos; separação do material; precariedade no estudo de novas técnicas; prazo da obra; variedade das instalações e peças; organizar em local de fácil acesso; qualificação profissional.	Espaço físico para armazenamento Especificação técnica
	Aceitação do reúso; separação do material; falta de especificação técnica; falta de divulgação de políticas (legislação) de reúso.	
Perspectiva	Cursos; divulgação maior do uso e benefício de RCC; planejamento; estudo de práticas em outros países; listar as formas de reúso; equipamentos na obra.	Novas tecnologias Divulgação

Tabela 17: Destinação Final.

ASPECTO	EXPRESSÕES-CHAVE	IDÉIA-CENTRAL
Resultado Positivo	Local sem poluição; reutilização de material; transporte adequado; local apropriado para armazenamento; uso de caçambas.	Sustentabilidade Controle
	Classe A: bota fora; planejamento para reaproveitamento; Classe B: associação dos catadores; Classe C: encaminhamento para empresas especializadas; empresas de reciclagem.	
	Poder público de forma separada.	
Dificuldade	Transporte adequado; não poluir o meio ambiente; pagamento de um valor justo; local para armazenamento; distância dos locais de destino.	Custo Confiabilidade
	Empresas especializadas e cadastradas; aterro da prefeitura; deficiência na descrição de possibilidades de reutilização; falta de confiabilidade nas empresas que atuam no segmento; interesse das empresas	
Perspectiva	Divulgação; aumentar o interesse na reutilização desses materiais; experiência de outros países; possibilidades de novas políticas públicas; procura de novos compradores sem intermediários.	Aproveitamento Diminuição de risco
	Criação de áreas apropriadas; divulgação das empresas coletoras desse tipo de resíduo	

Tabela 18: Procedimentos (Formal/Informal).

ASPECTO	EXPRESSÕES-CHAVE	IDÉIA-CENTRAL
Resultado Positivo	Informação; obra organizada; informação para a população; estabelecimento de metas.	Conscientização Metas
	Conscientização das construtoras	
	Procedimentos de meio ambiente	
Dificuldade	Ausência de divulgação de resultados; falta de criatividade; manter o hábito de separar os materiais; ausência de envolvimento efetivo de todos.	Motivação Feedback
	Meio de comunicação; perfeito cumprimento das especificações, tanto por parte dos executores como da fiscalização.	
Perspectiva	Informação; conscientização do benefício do reúso e reciclagem desses materiais; programas para a coleta e armazenamento; intercâmbio de profissionais; práticas utilizadas em outros países.	Reúso / reciclagem Compartilhamento de informações

Tabela 19: Equipamentos.

ASPECTO	EXPRESSÕES-CHAVE	IDÉIA-CENTRAL
Resultado Positivo	Agilidade.	Eficiência no manejo
	Formas; projeto de escoramento; equipamento para desagregação e peneiramento de material oriundo de demolição; paletização para as movimentações; peneiras	
Dificuldade	Custo alto; mão-de-obra qualificada; liberação de verba; equipamentos desenvolvidos por encomenda; equipamentos obsoletos e improdutivos.	Custo Qualificação Obsolescência
	Treinamento; mão-de-obra qualificada.	
Perspectiva	Equipamentos mais acessíveis; otimizar o uso e o custo; feiras do setor; desenvolvimento de novas técnicas.	Novas tecnologias Menor custo

Tabela 20: Treinamentos dos Operários.

ASPECTO	EXPRESSÕES-CHAVE	IDÉIA-CENTRAL
Resultado Positivo	Maior aproveitamento do material; motivação para o envolvimento na solução de perdas	Eficiência Segurança Motivação
	Segurança; agilidade; satisfação pessoal; manuseio correto; diminuição de acidentes	
	Cursos; palestras; parcerias internas e envolvimento de terceirizados; auditores internos; recursos de informática para o treinamento; preparação dos gerentes para função pedagógica.	
Dificuldade	Custo; divulgação; cursos específicos; continuidade do programa; fiscalização nos processos de treinamento; obra pequena.	Custo Capacidade de assimilação Espaço físico
	Fazê-lo entender a importância; falta de envolvimento; pessoas desqualificadas para a aplicação dos treinamentos; distanciamento dos treinamentos das reais dificuldades do canteiro.	
Perspectiva	Informação; investimento maior para reciclagem de RCC; empenho das construtoras; necessidade de uso freqüente; utilização de exemplos interativos; aprendizagem através da descoberta; intercâmbio entre empresas; simulação de casos.	Ampliação Interatividade

5.4 Discussão

A Tabela 21 apresenta uma síntese dos aspectos identificados pela pesquisa.

Tabela 21: Reúso e Reciclagem: Principais Dificuldades e Sucessos nas Iniciativas de Adequação do Canteiro-de-obra à Resolução Conama Nº 307/02.

ASPECTOS	RESULTADO POSITIVO	DIFICULDADES	PERSPECTIVAS
Layout do Canteiro	Eficiência Segurança	Custo Mão-de-obra Espaço físico	Novas tecnologias Custo Treinamento
Segregação	Redução de perdas	Custo Conscientização Gestão	Informação Conscientização
Manejo (interno)	Eficiência Infra-estrutura Equipe	Custo Conscientização Espaço físico / projeto	Novas tecnologias Qualificação / conscientização Logística
Reúso / reciclagem	Redução de custo	Espaço físico para armazenamento Especificação técnica	Novas tecnologias Divulgação
Destinação Final	Sustentabilidade Controle	Custo Confiabilidade	Aproveitamento Diminuição de risco
Procedimentos (Formal/Informal)	Conscientização Metas	Motivação Feedback	Reúso / reciclagem Compartilhamento de informações
Equipamentos	Eficiência no manejo	Custo Qualificação Obsolescência	Novas tecnologias Menor custo
Treinamentos dos Operários.	Eficiência Segurança Motivação	Custo Capacidade de assimilação Espaço físico	Ampliação Interatividade

Após o processamento de todas as informações obtidas no levantamento, alguns aspectos, dentro de cada tópico abordado, ficaram evidenciados.

No que se referem aos aspectos positivos, os entrevistados apontam que a aplicação das recomendações feitas pela resolução Conama 307 melhora a eficiência do canteiro, pois proporciona uma melhor organização do layout,

favorecendo o manejo dos resíduos. Outro aspecto citado pelos respondentes é o treinamento dos operários que, através dos processos de conscientização, contribuem para a redução das perdas dentro do canteiro-de-obra.

Dessa forma percebe-se a importância da proposta estabelecida pela resolução Conama 307/02. A mesma estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações, contribuindo de forma muito significativa na organização do canteiro-de-obra.

No que se referem às dificuldades encontradas na adequação as recomendações feitas pela Conama 307, destacou-se o custo envolvido para sua implementação e também o espaço físico dos canteiros-de-obras, que na grande maioria dos casos não permite sua aplicação. O que deixa evidenciado uma realidade que precisa ser trabalhada.

As perspectivas apresentadas apontam para a necessidade de novas tecnologias, que contribuam na redução dos custos dos equipamentos, e conhecimento técnico sobre reuso e reciclagem, que propicie a implementação das diretrizes propostas pela resolução Conama 307.

Comparando-se os resultados obtidos com a revisão da literatura apresentada percebe-se que há convergência, quando ressalta a importância da elaboração de projeto de manejo e gestão dos resíduos em canteiro-de-obras, prevendo a capacitação das construtoras e profissionais para o correto gerenciamento dos mesmos. O que mostra: Muito trabalho ainda há de ser feito.

Nas Tabelas 22 a 24 e nas Figuras 3 a 5 se relaciona a hierarquia do gerenciamento de resíduos com os tópicos abordados na entrevista.

Tabela 22: Número de respostas por alternativa de gerenciamento de resíduos.

Tópicos	Resultados Positivos						Maiores Dificuldades						Perspectivas					
	F	R	T	D	O	L	F	R	T	D	O	L	F	R	T	D	O	L
Layout do Canteiro	5	0	0	1	6	12	4	0	2	0	7	13	6	0	0	0	4	10
Segregação	5	2	1	0	3	11	6	0	0	0	9	15	8	0	1	0	0	9
Manejo (Interno)	3	1	2	0	6	12	5	1	1	0	6	13	6	0	0	1	2	9
Reúso / Reciclagem (Interno)	8	2	1	0	2	13	1	3	3	0	6	13	2	3	0	0	2	7
Destinação Final	0	4	3	1	2	10	0	1	2	3	4	10	0	1	0	3	3	7
Procedimentos (Formal / Informal)	3	0	0	0	3	6	5	0	0	0	1	6	3	1	1	0	0	5
Equipamentos	2	2	1	0	1	6	3	0	0	0	3	6	1	0	0	0	3	4
Treinamento dos Operários	8	0	0	0	5	13	7	0	0	0	3	10	6	1	0	0	1	8
Total	34	11	8	2	28	83	31	5	8	3	39	86	32	6	2	4	15	59

F: Redução na Fonte R: Reúso / Reciclagem Externa T: Tratamentos D: Disposição Final O: Não-Relacionados L: Total

Tabela 23: Porcentagem por aspecto e por alternativa de gerenciamento de resíduos.

Tópicos	Positivos						Negativos						Perspectivas					
	F	R	T	D	O	L	F	R	T	D	O	L	F	R	T	D	O	L
Layout do Canteiro	6,0	0,0	0,0	1,2	7,2	14,5	4,7	0,0	2,3	0,0	8,1	15,1	10,2	0,0	0,0	0,0	6,8	16,9
Segregação	6,0	2,4	1,2	0,0	3,6	13,3	7,0	0,0	0,0	0,0	10,5	17,4	13,6	0,0	1,7	0,0	0,0	15,3
Manejo (Interno)	3,6	1,2	2,4	0,0	7,2	14,5	5,8	1,2	1,2	0,0	7,0	15,1	10,2	0,0	0,0	1,7	3,4	15,3
Reúso / Reciclagem (Interno)	9,6	2,4	1,2	0,0	2,4	15,7	1,2	3,5	3,5	0,0	7,0	15,1	3,4	5,1	0,0	0,0	3,4	11,9
Destinação Final	0,0	4,8	3,6	1,2	2,4	12,0	0,0	1,2	2,3	3,5	4,7	11,6	0,0	1,7	0,0	5,1	5,1	11,9
Procedimentos (Formal / Informal)	3,6	0,0	0,0	0,0	3,6	7,2	5,8	0,0	0,0	0,0	1,2	7,0	5,1	1,7	1,7	0,0	0,0	8,5
Equipamentos	2,4	2,4	1,2	0,0	1,2	7,2	3,5	0,0	0,0	0,0	3,5	7,0	1,7	0,0	0,0	0,0	5,1	6,8
Treinamento dos Operários	9,6	0,0	0,0	0,0	6,0	15,7	8,1	0,0	0,0	0,0	3,5	11,6	10,2	1,7	0,0	0,0	1,7	13,6
Total	41,0	13,3	9,6	2,4	33,7	100,0	36,0	5,8	9,3	3,5	45,3	100,0	54,2	10,2	3,4	6,8	25,4	100,0

F: Redução na Fonte R: Reúso / Reciclagem Externa T: Tratamentos D: Disposição Final O: Não-Relacionados L: Total

Tabela 24: Porcentagem global e por alternativa de gerenciamento de resíduos.

Tópicos	Positivos						Negativos						Perspectivas					
	F	R	T	D	O	L	F	R	T	D	O	L	F	R	T	D	O	L
Layout do Canteiro	2,2	0,0	0,0	0,4	2,6	5,3	1,8	0,0	0,9	0,0	3,1	5,7	2,6	0,0	0,0	0,0	1,8	4,4
Segregação	2,2	0,9	0,4	0,0	1,3	4,8	2,6	0,0	0,0	0,0	3,9	6,6	3,5	0,0	0,4	0,0	0,0	3,9
Manejo (Interno)	1,3	0,4	0,9	0,0	2,6	5,3	2,2	0,4	0,4	0,0	2,6	5,7	2,6	0,0	0,0	0,4	0,9	3,9
Reúso / Reciclagem (Interno)	3,5	0,9	0,4	0,0	0,9	5,7	0,4	1,3	1,3	0,0	2,6	5,7	0,9	1,3	0,0	0,0	0,9	3,1
Destinação Final	0,0	1,8	1,3	0,4	0,9	4,4	0,0	0,4	0,9	1,3	1,8	4,4	0,0	0,4	0,0	1,3	1,3	3,1
Procedimentos (Formal / Informal)	1,3	0,0	0,0	0,0	1,3	2,6	2,2	0,0	0,0	0,0	0,4	2,6	1,3	0,4	0,4	0,0	0,0	2,2
Equipamentos	0,9	0,9	0,4	0,0	0,4	2,6	1,3	0,0	0,0	0,0	1,3	2,6	0,4	0,0	0,0	0,0	1,3	1,8
Treinamento dos Operários	3,5	0,0	0,0	0,0	2,2	5,7	3,1	0,0	0,0	0,0	1,3	4,4	2,6	0,4	0,0	0,0	0,4	3,5
Total	14,9	4,8	3,5	0,9	12,3	36,4	13,6	2,2	3,5	1,3	17,1	37,7	14,0	2,6	0,9	1,8	6,6	25,9

F: Redução na Fonte R: Reúso / Reciclagem Externa T: Tratamentos D: Disposição Final O: Não-Relacionados L: Total

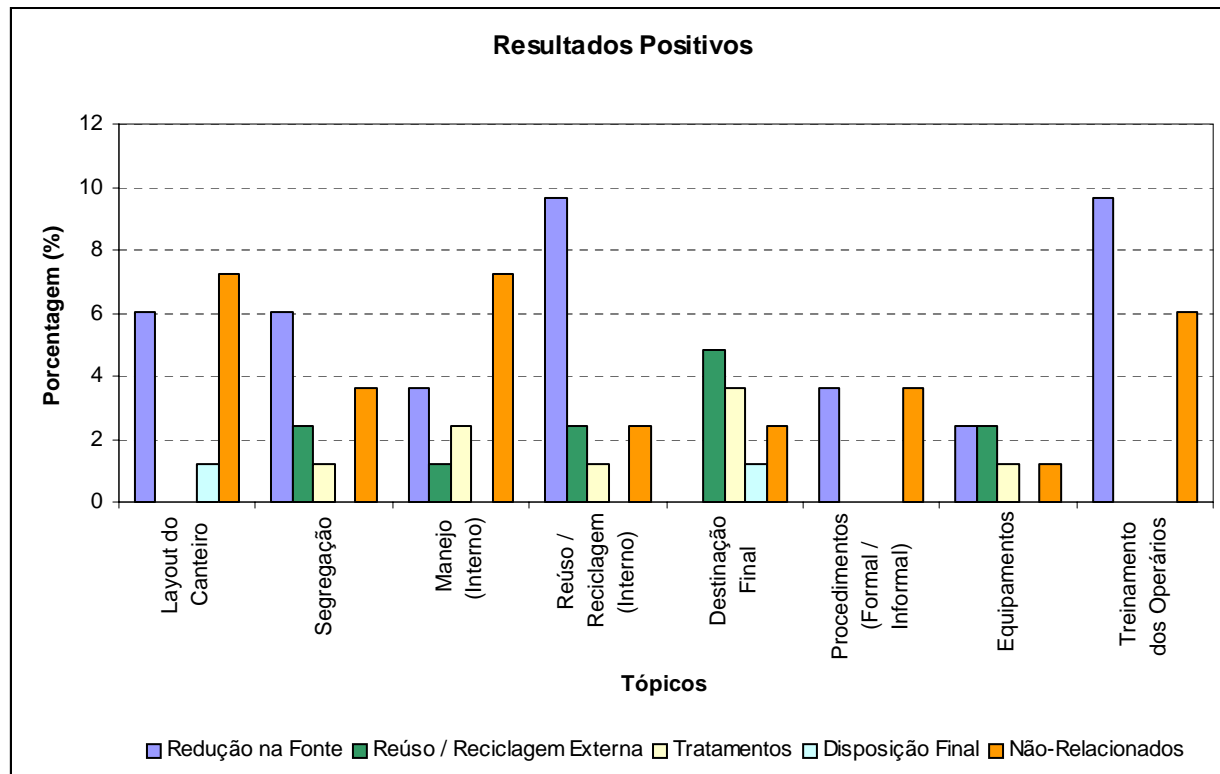


Figura 3: Porcentagem de respostas para o aspecto “resultados positivos”, por alternativa de gerenciamento de resíduos.

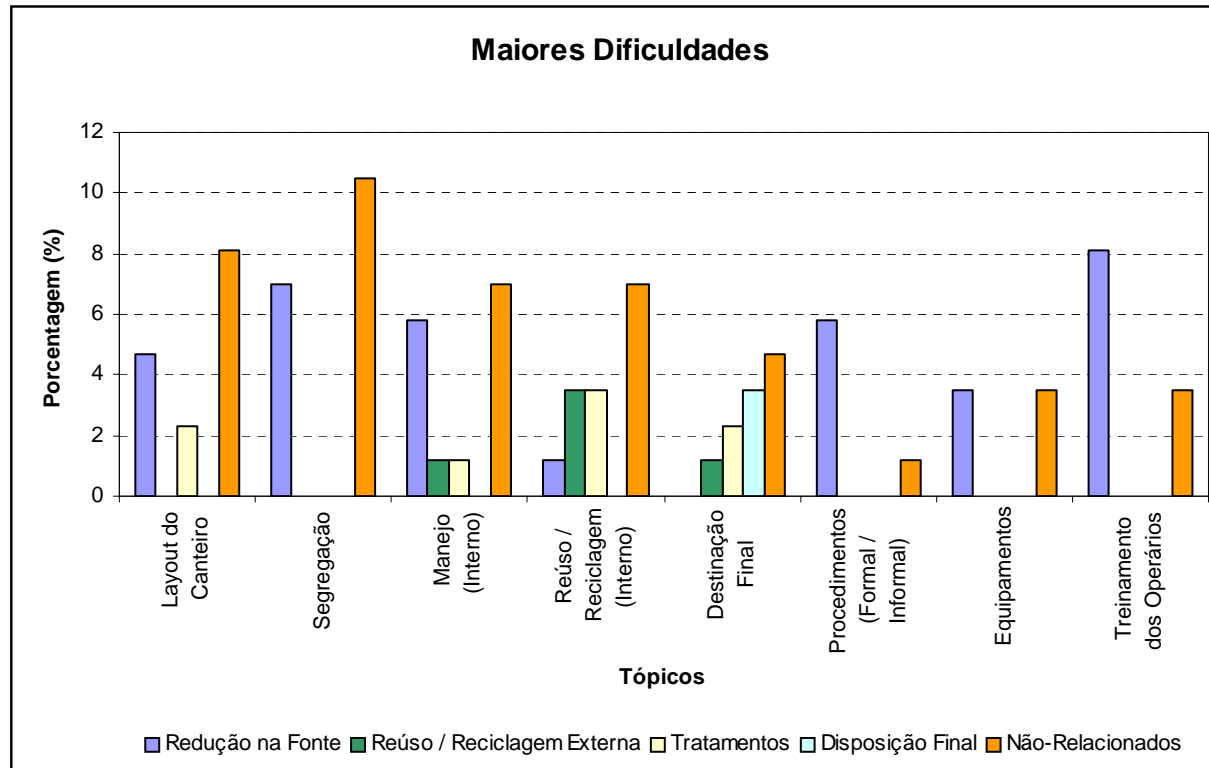


Figura 4: Porcentagem de respostas para o aspecto “maiores dificuldades”, por alternativa de gerenciamento de resíduos.

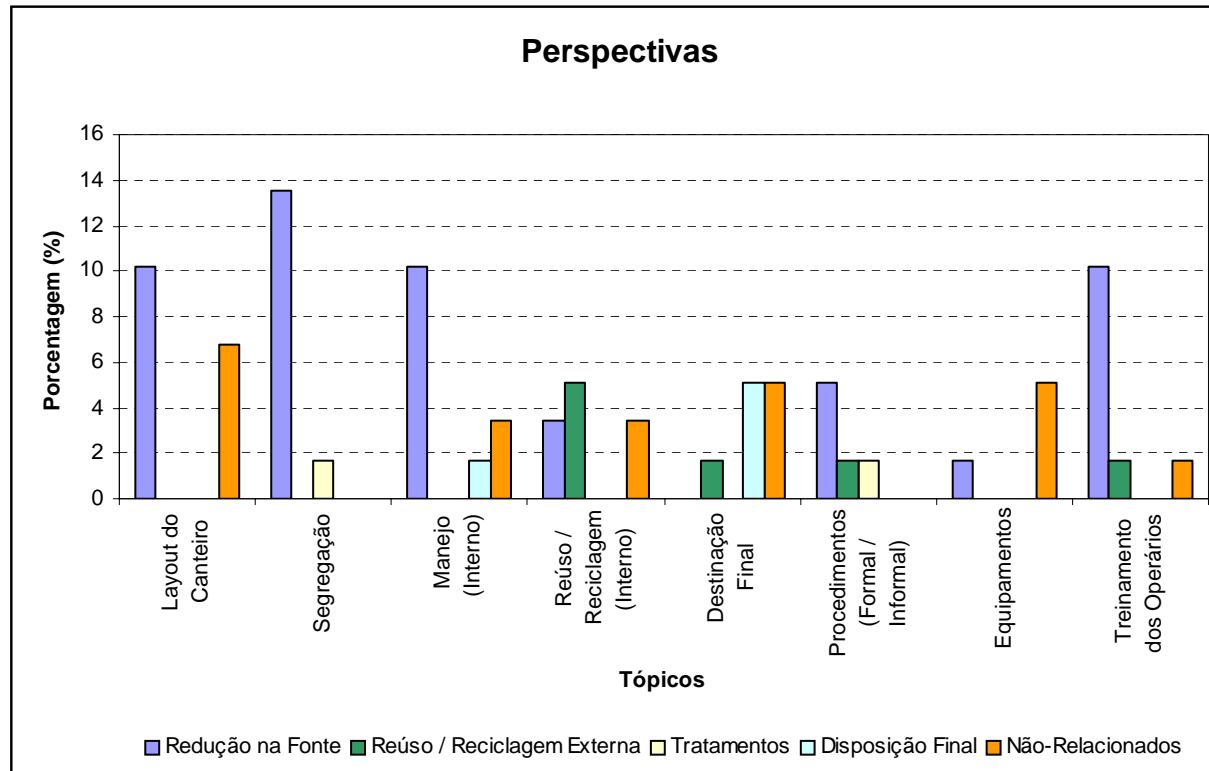


Figura 5: Porcentagem de respostas para o aspecto “perspectivas”, por alternativa de gerenciamento de resíduos.

A partir da observação das Tabelas 22 a 24 e das Figuras 3 a 5, constata-se que:

- As respostas obtidas, se comparado às alternativas de gerenciamento, apontam resultados mais satisfatórios quando, no canteiro-de-obra, existem programas de reúso / reciclagem (interno) e treinamento dos operários. No entanto, também é onde se verificaram as maiores dificuldades, principalmente no que se refere ao treinamento dos operários e à segregação;
- Dentre os aspectos positivos, negativos e perspectivas, de maneira geral, os percentuais encontrados para o aspecto perspectivas indicam maior vinculação com as alternativas de gerenciamento. Em particular, a redução na fonte, levando em consideração a segregação do material, é um dos pontos mais relevantes, dentre os apontados;
- De maneira geral, a porcentagem global das respostas para redução na fonte apresentou equilíbrio entre aspectos positivos e negativos.
- A redução na fonte é, sem dúvida, na opinião dos entrevistados, a melhor alternativa de gerenciamento de resíduos, e que aspectos relacionados ao reúso / reciclagem (interno) e treinamento dos operários contribuem significativamente para isso;
- As maiores dificuldades também estão relacionadas à redução na fonte, sendo apontados como principais responsáveis os aspectos relacionados ao treinamento dos operários, à segregação do material, ao manejo interno e, também, aos procedimentos adotados (formais e informais);
- Na opinião dos entrevistados, as perspectivas que melhor contribuem para a redução na fonte são: em primeiro lugar a segregação, e em segundo lugar o layout do canteiro, o manejo interno e o treinamento dos operários;

Dentre os aspectos não-relacionados, citados nas Tabelas 22 a 24 e Figuras 3 a 5, destacam-se a preocupação com aspectos financeiros e a falta de espaço, em relação à eficácia na gestão de resíduos no canteiro-de-obras.

A resolução Conama 307/02 tem uma grande participação nesses resultados. Com base em suas diretrizes e procedimentos são elaborados projetos de pesquisa,

que buscam adequar a realidade de cada canteiro-de-obra às exigências da resolução. É um papel fundamental: integrá-los e otimizar, principalmente entre os agentes do setor público e do setor produtivo, objetivando compartilhar a responsabilidade da gestão dos resíduos sólidos oriundos dos processos construtivos.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Tendo em vista as informações e dados obtidos sobre o tema em questão, entende-se que os objetivos do trabalho, de maneira geral, foram alcançados.

Com base na revisão bibliográfica identificaram-se as alternativas de reutilização dos resíduos da construção civil e, também, os principais aspectos condicionantes para a implementação da gestão de resíduos no canteiro-de-obra, que são: a importância da existência de um projeto de gestão e manejo de resíduos; a capacitação da mão-de-obra e o uso de equipamentos com tecnologia de ponta, que contribuam na redução dos custos;

Em termos de resultados experimentais, os tratamentos estatísticos simplificados aplicados, expressos na forma de tabelas e gráficos de porcentagem, possibilitaram uma visualização satisfatória dos resultados obtidos nas entrevistas, e facilitaram a avaliação das alternativas de gerenciamento de resíduos utilizadas no canteiro-de-obra bem como as tendências nesse aspecto.

A redução na fonte foi apontada pelos respondentes como a melhor solução para a gestão dos resíduos no canteiro-de-obra. Os principais aspectos positivos apontados em relação à adequação do canteiro-de-obras à Conama Nº 307/02 foram a eficiência obtida no layout do canteiro e no manejo interno dos resíduos; e a redução do custo final da obra.

As principais dificuldades apontadas para a adequação do canteiro-de-obra a Resolução Conama Nº 307/02 também estavam relacionada com a redução na fonte, principalmente no aspecto espaço físico dos canteiros, que, na maioria dos casos, não são suficientes, e ao custo elevado da implementação da gestão de resíduos.

As principais perspectivas para a adequação do canteiro-de-obra a Resolução Conama Nº 307/02 referem-se a buscar novas tecnologias que propiciem a redução

dos custos de implementação, buscar conhecimento técnico e conscientizar todos os profissionais envolvidos.

Porém, reconhece-se que pelo assunto ser vasto e pela dimensão da amostra não atingir a abrangência inicialmente esperada, faz-se necessárias pesquisas complementares. No entanto, os dados coletados são úteis para apontar tendências.

No sentido de aprofundar os estudos desta linha de pesquisa, cujo intuito principal foi discutir a eficácia de alternativas de reutilização dos resíduos gerados no canteiro-de-obra, e também identificar e analisar as dificuldades e sucessos nas iniciativas de adequação à resolução Conama Nº 307/02, sugere-se as seguintes investigações:

- a) Metodologia para reaproveitamento dos RCC gerados no canteiro-de-obra;
- b) Estudo de novos equipamentos para reaproveitamento de RCC no canteiro-de-obra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOPYAN, V., SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J. C.; ANDRADE, A. C. **Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros-de-obra.** São Paulo, 1998 (Relatório final: v. 1 ao 5).
- ÂNGULO, S. C. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento de concretos.** 153f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- ÂNGULO, S. C. **Gestão de entulho em canteiros-de-obra.** Trabalho e seminário apresentado à disciplina PCC 5047 (Canteiros-de-obra de Edifícios). Escola Politécnica (USP). São Paulo, 1999. 50p.
- AZEVEDO, G. O. D.; KIPERSTOK, A.; MORAES, L. R. S.. **Resíduos da construção civil em Salvador: Os caminhos para uma gestão sustentável.** Engenharia Sanitária Ambiental, Salvador, v.2, n.1, p.65-72, jan./mar. 2006.
- BELLO, J. L. R. **Oferta de produtos derivados de resíduos e de materiais reciclados para a construção de edifícios no Brasil.** Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), São Paulo, 2007.
- BLUMENSCHHEIN, R. N. **Gestão de resíduos sólidos em canteiros-de-obra:** Dossiê técnico - Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico, Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.sbrc.ibict.br>>. Consulta em: março de 2007.
- BOTANA, M. L. C. Uma alavanca chamada construção verde. **Revista Mercado & Materiais.** Editora C&C, n.21, 2007.
- BRITO FILHO, J. A. Cidade versus entulho. In: SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2, 1999, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: IBRACON, 1999. p.56-67.
- CARRIJO, P. M. **Análise da influência da massa específica de agregados graúdos provenientes de resíduos de construção e demolição no desempenho**

mecânico do concreto. 120f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

FORMOSO, C. T. **As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do Setor.** Apresentado ao Seminário Desperdício na Construção realizado no SINDUSCON/SP, São Paulo, 1996.

GRIGOLI, A. S. Entulho em canteiro-de-obra utilizado como material de construção - uma alternativa inadiável. **In: IV SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL - MATERIAIS RECICLADOS E SUAS APLICAÇÕES**, 2001, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo IBRACON, 2001. p.251-264.

JOHN, V. M. Panorama sobre reciclagem de resíduos na construção civil. . **In: SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL**, 2, 1999, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: IBRACON, 1999. P.44-55.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** 88f. Tese (Livre Docência) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

JÚNIOR, N.B.C. (Coord.) **Cartilha de gerenciamento de resíduos sólidos para a construção civil.** Sinduscon-MG, 2005. 38p.

LEFÊVRE, F. **Discurso do sujeito coletivo : Um novo enfoque em pesquisa qualitativa (desdobramentos).** 2 ed. Caxias do Sul, RS ; EDUCS, 2005. 256 p.

LEYY, S. M.; HELENE, P. R. L. Reciclagem de entulhos na construção civil a solução política e ecologicamente correta. **In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIAS DE ARGAMASSAS**, 1, Goiânia, Brasil. Agosto 1995 **Anais.** Goiânia, p. 315-325.

LIMA, J. A. R. **Proposição de diretrizes para produção e normalização de resíduo de construção reciclado e de suas aplicações em argamassas e concretos.** 194f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

- MAIA, A. C., **Método para conceber o arranjo físico dos elementos do canteiro-de-obras de edifícios: fase criativa**. São Paulo: Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP, 2003. 26p.
- MAROUN, C. A. **Manual de Gerenciamento de Resíduos**: Guia de procedimentos passo a passo. Rio de Janeiro: GMA, 2006.
- MORAIS, G. M. D. **Diagnóstico da deposição clandestina de resíduos de construção e demolição em bairros periféricos de Uberlândia**: Subsídios para uma gestão sustentável. 201f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.
- OFFERMANN, E. H. **O futuro da reciclagem de entulho de construção** (Tradução). Hochschul journal Essen, n.52, 1987.
- PALIARI, J. C.; SOUZA, U. E. L. **Metodologia para coleta e análise de informações sobre consumos e perdas de materiais e componentes nos canteiros-de-obra de edifícios**. São Paulo: EPUSP, 1999. 20p. (BT/PCC/242).
- PINTO, T. de P. (Coordenador). **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: A experiência do Sinduscon - SP**. São Paulo: Sinduscon-SP, 2005.
- PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 175f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- PINTO, T. P.; GONZÁLES, J. L. R. (coordenadores) Manejo e gestão de resíduos da construção civil. **Vol. 1 - Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios**. Brasília: Caixa, 2005.
- SAURIN, T. A. ; Formoso, C. T. **Planejamento de canteiros-de-obra e gestão de processos**. Porto Alegre: ANTAC, 2006.(Recomendações Técnicas HABITARE, v. 3) 112 p.
- SCARDOELLI, L. S. **Iniciativas de melhorias voltadas à qualidade e à produtividade desenvolvidas por empresas de construção de edificações**. 148f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1995.

- SCHENINI, P. C.; BAGNATI, A. M. Z.; CARDOSO, A. C. F. **Gestão de resíduos da construção civil** Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário - UFSC: Florianópolis, 2004. 13p.
- SCHNEIDER, D. M. **Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo**. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- SILVA, P. J., BRITO M. J. Práticas de gestão de resíduos da construção civil: Uma análise da inclusão social de carroceiros e cidadãos desempregados. **Gestão e Produção**, Lavras, v.13, n.3, p.545-556, set./dez. 2006.
- SILVEIRA, G. T. R. **Metodologia de caracterização dos resíduos sólidos, com base para uma gestão ambiental**. Estudo de caso: Entulhos da construção civil em Campinas - São Paulo. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.
- SIQUEIRA, L. V. M. **Uma contribuição ao estudo da adição de resíduos de poliuretano expandido para a confecção de blocos de concreto leve**. 147f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2006.
- SOUZA, U. E. L., AGOPYAN, V.; PALIARI, J. C.; ANDRADE, J. C. **Desperdício de materiais nos canteiros-de-obra: A quebra do mito**. São Paulo, 1999. In: Simpósio Nacional - PCC (USP). 48p.
- TOZZI, R. F. **Estudo da influência do gerenciamento na geração dos resíduos da construção civil (RCC) - estudo de caso de duas obras em Curitiba/PR**. 117f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná: Curitiba, 2006.
- WAMBUCO **Manual Europeu de Resíduos da Construção de Edifícios - Volume III**. União Européia, 2002.
- ZORDAN, S. E. **A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto**. 117f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

**ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO - REÚSO E RECICLAGEM DE RCC: DIFICULDADES
E SUCESSOS NAS INICIATIVAS DE ADEQUAÇÃO DO CANTEIRO-DE-OBRAS À
CONAMA Nº 307/02**

TÓPICOS	RESULTADOS POSITIVOS Refere-se ao que já foi implantado, e deu bons resultados, dentro de cada tópico.	MAIORES DIFICULDADES (ATUAL-PASSADAS) Dentro de cada tópico o que dificulta a implantação.	PERSPECTIVAS / BENCHMARKING Dentro de cada tópico, quais seriam as modificações a serem feitas para conseguir obter resultados positivos.
Layout do canteiro	1) 2) 3)	1) 2) 3)	1) 2) 3)
Segregação Separação dos materiais	1) 2) 3)	1) 2) 3)	1) 2) 3)
Manejo (interno)	1) 2) 3)	1) 2) 3)	1) 2) 3)
Reúso/reciclagem	1) 2) 3)	1) 2) 3)	1) 2) 3)
Destinação Final (externo)	1) 2) 3)	1) 2) 3)	1) 2) 3)
Procedimentos (formal/informal)	1) 2) 3)	1) 2) 3)	1) 2) 3)
Equipamentos	1) 2) 3)	1) 2) 3)	1) 2) 3)
Treinamento dos operários	1) 2) 3)	1) 2) 3)	1) 2) 3)

OBS. NÃO É OBRIGATÓRIO RESPONDER TODOS OS CAMPOS. RESPONDA APENAS O QUE VIVENCIA NA OBRA.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002
(EXTRATO)

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-obra;

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.

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.

Resolução em vigor desde 2 de janeiro de 2003.

ANEXO 2 - RESPOSTAS OBTIDAS NO EMPREENDIMENTO-PILOTO

TÓPICOS	RESULTADOS POSITIVOS	MAIORES DIFICULDADES (ATUAIS/PASSADAS)	PERSPECTIVAS/ BENCHMARKING
Layout do canteiro	<ul style="list-style-type: none"> - Acessos fáceis - Sinalizados - Áreas de vivência 	<ul style="list-style-type: none"> - Espaço físico - Tempo (cronograma da obra) 	
Segregação	<ul style="list-style-type: none"> - Baias - Cestos nos escritórios - Coleta seletiva 	<ul style="list-style-type: none"> - Caçamba para reutilização (madeira; gesso) * 	
Manejo (interno)	<ul style="list-style-type: none"> - Empresas contratadas - Cooperativas 		
Reúso / reciclagem	<ul style="list-style-type: none"> - Em fase de implantação (água, blocos de concreto e tijolos) 		
Destinação Final (externo)	<ul style="list-style-type: none"> - Classe A - bota fora; planejamento para aproveitar - Classe B - Cooperativas - Classe C - em fase de implantação 	<ul style="list-style-type: none"> - Classe D - apenas algumas obras fazem a destinação correta - Bota-fora credenciados * - Empresas para receber o material * - Controle dos registros da destinação dos resíduos * 	
Procedimentos (formal/informal)	<ul style="list-style-type: none"> - Procedimentos de meio ambiente 		
Equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> - Em fase de implantação para reúso de blocos e reúso de água 		
Treinamento dos operários	<ul style="list-style-type: none"> - Treinamento de integração - Treinamento específico - Sala de aula para alfabetização - Reunião semanal com as contratadas - Realização da SIPAT (Outubro) 		

* Observados pelo entrevistador.