



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

JOSÉ NÓRTON DE ARAÚJO ABREU

**BASES PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO
CIVIL NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE**

**FLORIANÓPOLIS, SC - BRASIL
JULHO, 2016**

JOSÉ NÓRTON DE ARAÚJO ABREU

**BASES PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO
CIVIL NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental com Ênfase em Gestão Ambiental do Departamento Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre Profissional em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Armando Borges de Castilhos Junior

FLORIANÓPOLIS, SC – BRASIL
JULHO, 2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária
da UFSC.

Abreu, José Norton de Araújo

BASES PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO
MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE / José Norton de Araújo Abreu; orientador,
Armando Borges de Castilhos Junior - Florianópolis, SC, 2016. 137 p.

Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal de Santa Catarina,
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.

Inclui referências

1. Engenharia Ambiental. 2. Reciclagem. 3. Resíduos da Construção Civil. 4. Meio ambiente. I. Junior, Armando Borges de Castilhos. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.

JOSÉ NÓRTON DE ARAÚJO ABREU

Bases para a Gestão de Resíduos da Construção Civil no Município de Belo Horizonte

Dissertação julgada adequada para a obtenção do Título de Mestre Profissional em Engenharia Ambiental e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental Profissional da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

Florianópolis, 20 de Julho de 2016.

Prof. Dr. Maurício Luiz Sens
Coordenador do Curso

Prof. Dr. Armando Borges de Castilhos Junior
Universidade Federal de Santa Catarina
Orientador

Banca Examinadora:

Prof^ª. Dra. Maria Eliza Nagel Hassemer
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Joel Dias da Silva
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª. Dra. Elivete Carmen Clemente Prim
Instituto Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho, em especial, à
minha esposa e filhas, pelo tempo
logrado ao vosso convívio, aos
ambientalistas, professores e cidadãos,
que zelam pelo meio ambiente, tendo
como princípio básico a MORAL

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus pela Luz emanada, no exato momento em que tomaria uma decisão, desviando o meu trajeto e iluminando o caminho, que, ao completar todo o percurso, estaria sintonizado com o mais sublime bem divino: o MEIO AMBIENTE.

Agradeço aos funcionários da ICE pela presteza e dedicação, e aos professores do curso de pós-graduação em Engenharia Ambiental da UFSC, que, com paciência e sabedoria, souberam suportar as nossas críticas e nossas deficiências, ecoando ensinamentos que, fecundos em nossas mentes, perpetuam, num tom harmônico, a razão da crença verdadeira e justificada: CONHECIMENTO.

Agradeço ao Coordenador do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da UFSC, Professor Doutor Maurício Luiz Sens, pelos ensinamentos e, principalmente, por todo o apoio transmitido no decorrer dessa etapa.

Agradeço ao Prof. Dr. Armando Borges de Castilhos Junior, da UFSC, orientador deste trabalho, pela contribuição e ensinamentos, agregando novos conhecimentos com relação à Engenharia Ambiental.

Agradeço aos membros da banca, pela gentileza de aceitarem o convite e por colaborarem para o enriquecimento deste trabalho.

Agradeço aos colegas do curso de pós-graduação em Engenharia Ambiental da UFSC, que me suportaram durante as aulas, em vista as minhas intervenções constantes e brincadeiras para descontração. Em especial, ao colega Ingla Porto, por informar sobre o curso e à colega e Mestre Ângela Maria Rezende pelas preciosas contribuições.

Agradeço à minha esposa Rosalina Amélia Carvalho Lamounier de Araújo e às minhas filhas Júlia Carvalho de Araújo Abreu e Luiza Carvalho de Araújo Abreu, pelos sentimentos de carinho e amor, que afloram na exuberância dos vossos gestos, pela compreensão e incentivo para a conclusão dessa dissertação.

À minha Mamãe do Céu, Nossa Senhora de Fátima, que sempre me protegeu, me acalmou, a sua bênção!!!!

Do Argumento à Razão

*Não somos o que pensamos,
Mas, se pensarmos em ser
O que achamos que somos
Teremos vigor e acharemos
O caminho para ser...
o que pensamos.*

José Nórton de Araújo Abreu

RESUMO

Seguindo a tendência da maioria dos municípios brasileiros, a cidade de Belo Horizonte, em pleno desenvolvimento, tem fomentado o crescimento da indústria da construção civil. Conseqüentemente, há um progressivo aumento da geração de resíduos. Algo que pode ser caracterizado como um problema, ainda que possua um sistema de manejo já implantado pelo município. Dentro deste contexto, este trabalho busca compreender a forma como os resíduos da construção civil são geridos no município de Belo Horizonte, por meio do levantamento da situação atual dos Resíduos da Construção Civil (RCC) da cidade e das iniciativas de manejo do mesmo já implantadas no município mineiro. Para a elaboração do presente trabalho, a metodologia utilizada quanto ao tipo de abordagem é a de característica qualitativa e quanto aos fins, a pesquisa é classificada como descritiva, uma vez que os dados são apresentados e analisados sem interferência do pesquisador, caracterizando-se assim como estudo de caso. Como forma de identificar os impactos causados pelos resíduos da construção civil, são apresentadas a origem, o volume gerado e as características dos resíduos de construção civil, bem como elencadas propostas para a redução, reutilização e reciclagem desses materiais. Com fulcro no levantamento realizado, este trabalho se propõe a diagnosticar o cenário encontrado para então propor as bases para um Plano de Gestão Integrada de Resíduos da Construção Civil para o município de Belo Horizonte, estabelecendo prioridades de curto, médio e longo prazo com ênfase na Redução, Reutilização e Reciclagem dos Resíduos da Construção Civil.

Palavras-chave: Reciclagem, Engenharia Ambiental, Resíduos da Construção Civil, Sustentabilidade.

ABSTRACT

Following the trend of most municipalities, the city of Belo Horizonte, in full development, has fostered the growth of the construction industry. Consequently, there is a progressive increase in waste generation. Something that can be characterized as a problem, although it has a management system already deployed by the municipality. Within this context, this study seeks to understand how the construction waste are managed in the city of Belo Horizonte, through the survey of the current situation Waste Construction (RCC) of the city and management initiatives of the same already implemented in the mining town. For the preparation of this work, the methodology used for the type of approach is the qualitative characteristic and about the purposes, the research is classified as descriptive, since the data are presented and analyzed without interference from the researcher, characterizing so as a case study. In order to identify the impacts of construction waste, the source is displayed, the generated volume and characteristics of construction waste and listed proposals to reduce, reuse and recycling of these materials. With fulcrum in conducted survey, this study aims to diagnose the scenario and then propose the foundation for a Management Plan Construction Integrated Waste for the city of Belo Horizonte, setting short, medium and long term priorities with emphasis on reduce, Reuse and Recycling of Waste of Construction.

Keywords: Recycling, Environmental Engineering, Waste Construction. Sustainability

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cadeia da construção civil _____	30
Figura 2 - Município de Bento Rodrigues (MG) inundado pela lama de rejeitos da mineração vazada _____	31
Figura 3 - Hierarquia da disposição de Resíduos de Construção e demolição _____	33
Figura 4 - Fluxograma das Etapas de Trabalho para Alcance dos Objetivos _____	62
Figura 5 - Município de Belo Horizonte e Região Metropolitana. __	71
Figura 6 - Sistema de Manejo Diferenciado e Reciclagem de Resíduos	76
Figura 7 - Distribuição Espacial das URPV's _____	78
Figura 8 - Caçamba de entulhos com resíduos de construção _____	80
Figura 9 - Usinas de reciclagem de entulho de Belo Horizonte _____	82
Figura 10 - Fluxograma de operação da Usina – URE BR 040 _____	83
Figura 11 - Processo de separação manual de resíduos _____	84
Figura 12 - Equipamento britador, transportador de correia _____	85
Figura 13 - Confecção de meio fio para obra de urbanização viária__	87
Figura 14 - Projeto Ecobloco ERE Pampulha _____	88
Figura 15 - Mapa CTR Maquiné _____	89
Figura 16 - Fotos CTR Maquiné _____	90
Figura 17 - Projeto Carroceiro _____	93
Figura 18 - Impresso Informativo SLU _____	95
Figura 19 - Mapa das deposições clandestinas em abril de 2014 _____	97
Figura 20 - Fotos de deposição clandestina _____	97
Figura 21 - Ação do subprograma de recuperação de áreas degradadas no município de Belo Horizonte _____	98
Figura 22 - Evolução do RCC em Relação ao RSU em massa _____	103
Figura 23 - Destinação por classe de resíduo – Massa (T/Dia) _____	104
Figura 24 - Destinação percentual _____	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características principais dos projetos-padrão _____	23
Tabela 2 - Especificações dos acabamentos nos orçamentos dos projetos padrão residenciais _____	24
Tabela 3 - Dados sobre a geração estimada de RCC em algumas cidades brasileiras e a participação em relação aos RSU _____	53
Tabela 4 - Localização das URPV's _____	79
Tabela 5 - Histórico da evolução de resíduos destinados - Massa (Tonelada) _____	102
Tabela 6 - Resíduos destinados em Belo Horizonte – Massa (T) _____	103
Tabela 7 - Geração estratificada por classe de resíduos e rejeitos – Massa (T) _____	105
Tabela 8 - Capacidade de recebimento de RCC nas ERE's da SLU__	106
Tabela 9 - Capacidade de britagem de RCC nas ERE's da SLU _____	106
Tabela 10 - Capacidade de estocagem de RCC reciclado nas ERE's da SLU _____	106
Tabela 11 - Massa de RCC gerada _____	107
Tabela 12 - Geração de RCC por habitantes no município de Belo Horizonte _____	110
Tabela 13 - Prognóstico de RCC até o ano de 2040 _____	133
Tabela 14 - Prognóstico de aterragem de 82,19% de RCC acumulado	134
Tabela 15 - Prognóstico de aterragem de 68,58% de RCC acumulado	135
Tabela 16 - Prognóstico de aterragem de 10% de RCC acumulado__	136
Tabela 17 - Aquisição de equipamentos de reciclagem _____	137

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Composição típica dos resíduos da construção civil_____	50
Quadro 2 - Composição típica dos resíduos volumosos _____	50
Quadro 3 - Leis e Decretos Federais_____	74
Quadro 4 - Leis e Decretos Estaduais_____	74
Quadro 5 - Leis e Decretos Municipais_____	75
Quadro 6 - Normas brasileiras (NBR) da ABNT para RCCV _____	75
Quadro 7 - Outros instrumentos legais _____	75
Quadro 8 - Cartilha de gerenciamento de resíduos sólidos de construção civil_____	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABES: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária
AEIS: Área de Especial Interesse Social
ANAMMA: Associação Nacional dos Municípios e do Meio Ambiente
ARMBH: Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana – BH
BH: Belo Horizonte
BHTrans: Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte
CAU: Conselho de Arquitetura e Urbanismo
CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSEMA: Conselho Estadual do Meio Ambiente
COPAM: Conselho Estadual de Política Ambiental
CREA: Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
CTR: Centro de Tratamento de Resíduos
CTRCC: Centro de Tratamento de Resíduos da Construção Civil
FBCN: Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza
FIP: Fundação Israel Pinheiro.
GERLU: Gerência Regional de Limpeza Urbana
IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO: International Organization for Standardization
PBH: Prefeitura de Belo Horizonte
PCMS: Programa de Comunicação e Mobilização Social
PGIRCC: Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil
PGRCC: Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PNRS: Política Nacional de Resíduos Sólidos
RCC: Resíduos da Construção Civil
RCD: Resíduos de Construção e Demolição
RCCV: Resíduos da Construção Civil e Volumosos
RMBH: Região Metropolitana de Belo Horizonte
RSU: resíduos sólidos urbanos
SGA: Sistema de Gestão Ambiental
SINDUSCON-MG: Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais
SISNAMA: Sistema Nacional do Meio Ambiente
SIBR: Sistema Integrado de Bolsas de Resíduos
SLU: Superintendência de Limpeza Urbana
URPV: Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes
ZPAM: Zona de Preservação Ambiental

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	19
1.2	OBJETIVOS	20
1.2.1	Objetivo Geral	20
1.2.2	Objetivos Específicos	20
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1	CONCEITO DE CONSTRUÇÃO CIVIL	21
2.1.1	Obras de Construção Pesada.....	22
2.1.2	Obras de Construção Civil.....	22
2.1.3	Finalidade das Obras de Construção Civil.....	22
2.1.4	Materiais Empregados	22
2.1.5	Métodos Construtivos.....	24
2.2	SUSTENTABILIDADE E A CONSTRUÇÃO CIVIL	26
2.3	IMPACTOS AMBIENTAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	29
2.4	GESTÃO DE RCC E BASE LEGAL E NORMATIVA.....	33
2.4.1	Legislação.....	35
2.4.1.1	Âmbito Federal.....	35
2.4.1.2	Âmbito Estadual.....	37
2.4.1.3	Âmbito Municipal	38
2.4.2	Normas Brasileiras para a Gestão de Resíduos.....	41
2.4.3	Resíduos da Construção Civil: Principais Conceitos.....	44
2.4.3.1	Classificação dos RCC	47
2.4.3.2	Características dos materiais constituintes do RCD	48
2.4.3.3	Geração de resíduos da construção civil	50
2.4.3.4	Perda de materiais de construção civil	56
3	METODOLOGIA.....	61
3.1	CARACTERIZAÇÃO DO CAMPO DE ESTUDO	62

3.2	ETAPA DE DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DE RCC	63
3.2.1	Aparato Legal e Normativo do Gerenciamento de RCC	63
3.2.2	Equipamentos, Ferramentas e Programas de Gestão de RCC	63
3.2.3	Dados Qualitativos e Quantitativos	64
3.2.4	Avaliação de Dados	65
3.3	ETAPA DE PROPOSIÇÕES GERAIS, DE CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZO	66
3.3.1	Bases para um PGIRS de RCC	66
3.3.2	Estudo de Prognóstico para a Situação Futura	66
3.3.3	Proposições Gerais, de Curto, Médio e Longo Prazo	69
3.3.4	Conclusão	69
4	RESULTADOS	71
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO CAMPO DE ESTUDO	71
4.2	ETAPA DE DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DE RCC EM BH	73
4.2.1	Aparato Legal e Normativo do Gerenciamento de RCC em Belo Horizonte	73
4.2.2	Equipamentos, Ferramentas e Programas de Gestão de RCC	76
4.2.2.1	URPV- Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes	77
4.2.2.2	Caçambas Estacionárias	80
4.2.2.3	Estações de Reciclagem de Entulho	81
4.2.2.4	Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos – SIBR	91
4.2.2.5	Programas Auxiliares de Gestão e Gerenciamento de RCC	92
4.2.3	Dados Qualitativos e Quantitativos de RCC	98
4.2.3.1	Dados Qualitativos	98
4.2.3.2	Dados Quantitativos	101
4.2.4	Avaliação de Dados	108
4.2.4.1	Acondicionamento / Triagem / Caracterização	108
4.2.4.2	Transporte	109
4.2.4.3	Destinação	109
4.2.4.4	A Situação Atual dos RCC no Município de BH	110
4.3	ETAPA DE PROPOSIÇÕES GERAIS, DE CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZO	112
4.3.1	Bases para um PGIRS de RCC	112

4.3.2	Estudos de Prognósticos para a Situação Futura.....	118
4.3.3	Proposições Gerais, de Curto, Médio e Longo Prazo	120
4.3.3.1	Proposições Gerais	120
4.3.3.2	Proposições de Curto Prazo.....	121
4.3.3.3	Proposições de Médio Prazo	123
4.3.3.4	Proposições de Longo Prazo	124
5	CONCLUSÃO.....	125
6	REFERÊNCIAS.....	127
7	APÊNDICES	133
	APÊNDICE A: TABELA DE PROGNÓSTICO DE RCC ATÉ O ANO DE 2040.....	133
	APÊNDICE B: TABELA DE PROGNÓSTICO DE ATERRAGEM DE 82,19% DE RCC ACUMULADO	134
	APÊNDICE C: TABELA DE PROGNÓSTICO DE ATERRAGEM DE 68,58% DE RCC ACUMULADO	135
	APÊNDICE D: TABELA DE PROGNÓSTICO DE ATERRAGEM DE 10% DE RCC ACUMULADO	136
	APÊNDICE E: TABELA DE AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE RECICLAGEM	137

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O ser humano vem através dos tempos buscando adaptações, transformações, melhoramentos, conforto, praticidades, agilidade, enfim, modelos arquitetônicos de construções para servir à coisa mais bela que Deus lhe concedeu: a Vida. A princípio, à vida humana, de forma despreziosa com a qualidade de outras vidas, de outros tipos de vida. Para tal, ao longo dos tempos, configurou-se um processo de mudanças sociais, em busca de um ideal de modernização, culminado no Desenvolvimento.

No Brasil, o avanço ao desenvolvimento atingiu um elevado número de construções de edificações, estradas, barragens, aeroportos, estádios, dentre outros, resultando numa enorme geração de resíduos sólidos. Esses resíduos, dispostos inadequadamente, vão ocupando terrenos baldios, áreas verdes, matas nativas e córregos, obstruindo ou inutilizando moradias de seres vivos em áreas próximas às construções, assoreando córregos, provocando degradação ambiental.

Porém, a preocupação com todos os tipos de vida tem evoluído ao longo dos tempos, sendo na atualidade a mais abordada e explorada pela sociedade, que conclama por sustentabilidade, cujo princípio é manter as características necessárias para um sistema social justo, ambientalmente equilibrado e economicamente próspero por um período de tempo longo e indefinido, com saldo de recuperação do meio ambiente já degradado.

Destarte, para que todos os tipos de vida sejam protegidos e preservados, para que a acessibilidade dos bens seja para todos, não só de materiais, mas culturais e psicossociais, para que a produção não seja espoliativa, não inviabilize os ecossistemas e os recursos naturais, e minimizem os impactos ambientais negativos, prima-se pelo Desenvolvimento Sustentável.

O município de Belo Horizonte, como a maioria dos municípios brasileiros, está engajado num desenvolvimento contínuo, com a indústria da construção civil em plena atividade, onde a geração de resíduos ainda é um problema, mesmo possuindo um sistema de manejo já implantado pelo município.

Dentro da filosofia conceitual de desenvolvimento sustentável este trabalho objetiva a proposição de bases para um Plano de Gestão Integrada de Resíduos da Construção Civil para o Município de Belo

Horizonte, enfatizando a Redução, Reutilização e Reciclagem buscando nos suportes didáticos e nas posturas práticas positivas de instituições, comprometidas com a qualidade de seus produtos e com o meio ambiente.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é a proposição de bases para um Plano de Gestão Integrada de Resíduos da Construção Civil para o município de Belo Horizonte, enfatizando a Redução, Reutilização e Reciclagem.

1.2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Levantar a situação atual dos RCC do município de Belo Horizonte, através de dados e características dos RCC;
- ✓ Identificar o modelo de Gestão dos RCC em Belo Horizonte;
- ✓ Discriminar os programas de reciclagem e iniciativas para gestão e controle dos RCC em Belo Horizonte;
- ✓ Elaborar planilha de geração de RCC para inferir a configuração de 3 possíveis cenários;
- ✓ Indicar o cenário mais adequado à gestão do município;
- ✓ Estabelecer prioridades de curto, médio e longo prazo para as proposições de gerenciamento integrado de RCC.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONCEITO DE CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil é definida pelo governo federal brasileiro como todas as atividades de produção de obras, referentes às funções de planejamento e projeto, execução e manutenção e restauração de obras em diferentes segmentos, tais como edifícios, estradas, portos, aeroportos, canais de navegação, túneis, instalações prediais, obras de saneamento, de fundações e de terra em geral (BRASIL, 2004).

Segundo historiadores, o termo “engenharia civil” surgiu no Brasil no período colonial. A primeira escola de engenharia brasileira, a Real Academia Militar do Rio de Janeiro, surgiu em 1.808, depois da chegada da família real portuguesa. Com o passar dos anos e algumas modificações, essa escola se dividiu em duas: O Instituto Militar de Engenharia, que tinha ideais puramente militares; e a Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, voltada para a pesquisa e as engenharias (EBAH, 2012).

A engenharia civil caminhou junto com o desenvolvimento do país, com grande popularidade, se destacando na era Vargas, como especialistas na tecnologia do concreto armado. Devido a uma considerável retração no setor da construção, na época da ditadura militar, os preços das pequenas moradias tornaram-se muito altos, levando a um aumento forçado na construção de prédios (ENCONTRO DE HISTÓRIA, 2012).

Os termos construção civil e engenharia civil foram criados para se destacarem do termo engenharia militar, que era destinada aos objetivos militares e a engenharia civil destinada aos demais. A engenharia civil, que englobava todas as áreas, foi se dividindo e hoje possui várias divisões: engenharia de operação, elétrica, mecânica, química, naval, ambiental, etc.

O exercício da profissão do engenheiro é regulamentado e fiscalizado pelo Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA). Toda a obra de construção civil deve ser previamente aprovada pelos órgãos municipais competentes, e sua execução acompanhada por engenheiros ou arquitetos registrados no CREA ou no Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU), respectivamente.

No linguajar dos empresários, a indústria da construção Civil divide-se em dois ramos principais: Obras de construção pesada e

Obras de construção civil. Essa classificação em dois ramos, embora não exista nenhuma diferenciação na formação dos engenheiros nas universidades, é em geral aceita e bem compreendida por todos os engenheiros no Brasil.

2.1.1 Obras de Construção Pesada

Englobam as obras de construção de portos, pontes, aeroportos, estradas, hidroelétricas, túneis, etc... obras que em geral são contratadas por empresas e órgãos públicos. Em alguns casos, as edificações têm tal vulto e complexidade que são classificadas como obras pesadas, estando tipicamente enquadradas neste caso as edificações industriais.

2.1.2 Obras de Construção Civil

Englobam basicamente as edificações de moradia, comerciais e de serviços públicos. Essas obras são as mais responsáveis pela geração de Resíduos de Construção Civil no meio urbano, em virtude da quantidade.

2.1.3 Finalidade das Obras de Construção Civil

Quanto à finalidade, as construções, podem ser: residências, apartamentos, escritórios, armazéns, lojas, centro de compra, edifícios públicos, escolas, supermercados, restaurante, teatros, cinemas, estádios, garagens, hospitais, etc.

2.1.4 Materiais Empregados

Os materiais empregados são diversificados de acordo com a época da construção, com o padrão de acabamento definido na NBR 12.721, podendo ocorrer mudanças conforme evolução tecnológica. Esses materiais possuem características próprias de fabricação e composição, que associados à utilização e conservação, adquirem capacidade de manter o desempenho de suas funções ao longo do tempo definindo a sua durabilidade.

A NBR 12.721 nos fornece a classificação de 4 padrões para edificações tipo residencial: Baixo, Normal, Alto e Popular, dimensionando a área construída e a composição de compartimentos conforme apresentado na Tabela 1. Além desta tabela, a referida norma

apresenta outras tabelas com outros tipos de construções, como edificações comerciais tipo escritório, lojas, galpões, todas baseadas em projetos - padrão que representam os diferentes tipos de edificações, usualmente objeto de incorporações.

Tabela 1 - Características principais dos projetos-padrão

Residência Unifamiliar		
Residência Padrão Baixo (R1-B)	Residência Padrão Normal (R1-N)	Residência Padrão Alto (R1-A)
Residência com posta de dois dormitórios, sala, banheiro, cozinha e área para tanque.	Residência composta de três dormitórios, sendo um suíte com banheiro, banheiro social, sala, circulação, cozinha, área de serviço com banheiro e varanda (abrigo para automóvel).	Residência composta de quatro dormitórios, sendo um suíte com banheiro e closet, outro com banheiro, banheiro social, sala de estar, sala de jantar e sala íntima, circulação, cozinha área de serviço com pleta e varanda (abrigo para automóvel).
Área Real: 58,64 m²	Área Real: 106,44 m²	Área Real: 224,82 m²
Residência Popular (RP1Q)		
Residência com posta de dois dormitórios, sala, banheiro e cozinha.		
Área Real: 39,56 m²		

Fonte: ABNT, 2005

Na mesma norma encontram-se também as tabelas com as especificações dos acabamentos dos projetos padrão para os variados tipos de construção, dos quais foram feitos os orçamentos para a composição do Custo Unitário Básico das respectivas edificações, que é publicado mensalmente, para fins de estimativa de custo de construção. Essas tabelas estão disponíveis da referida norma, com as descrições conforme exemplo apresentado na Tabela 2.

Conhecer as características dos materiais empregados na construção é importante para a concepção da não geração, reutilização e reciclagem de resíduos. O início da sustentabilidade começa exatamente na concepção dos projetos.

Tabela 2 - Especificações dos acabamentos nos orçamentos dos projetos padrão residenciais

Serviço / local	Acabamento		
	Alto	Normal	Baixo
Portas:			
- Externas e internas sociais	Madeira maciça lisa envernada Batente e guarnição de madeira para cera Ferragens: ferro cromado pesado	Madeira compensada lisa, com 3,5 cm de espessura, pintura esmalte acetinado fosco Batente e guarnição de madeira para pintura esmalte Ferragens: ferro cromado médio	Madeira, semi-oca, com 3,5 cm de espessura, sem pintura de acabamento Batente de ferro pintura esmalte Ferragens: ferro cromado leve
- Externas e internas de serviço	Madeira maciça lisa envernada Batente e guarnição de madeira para cera Ferragens: ferro cromado pesado	Madeira compensada lisa, com 3,5 cm de espessura, pintura esmalte acetinado fosco Batente e guarnição de madeira para pintura esmalte Ferragens: ferro cromado médio	Madeira, semi-oca, com 3,5 cm de espessura, sem pintura de acabamento Batente de ferro pintura esmalte Ferragens: ferro cromado leve
- Fechadura para portas internas	fechadura para tráfego moderado, tipo VI (70mm), em ferro com acabamento cromo-acetinado	fechadura para tráfego moderado, tipo IV (55mm), em ferro com acabamento cromado	fechadura para tráfego moderado, tipo II (40mm), em zamak
- Fechadura para portas de entradas	fechadura para tráfego moderado, tipo VI (70mm), em ferro com acabamento cromo-acetinado	fechadura para tráfego moderado, tipo IV (55mm), em ferro com acabamento cromado	fechadura para tráfego moderado, tipo II (40mm), em zamak
Janelas e Basculantes	Alumínio anodizado bronze peris linha 30 Vidro Isofantasia 4 mm	Alumínio anodizado cor natural badrónico peris linha 25, com vidro Isofantasia 4 mm	Esquadria de ferro de chapa dobrada n.º 18, para pintura esmalte sintético, com vidro liso/fantasia 4 mm
- Janela de ferro	Perfil de chapa dobrada n.º 20, com tratamento em fundo anticorrosivo e acabamento em pintura esmalte opaco.	Perfil de chapa dobrada n.º 20, com tratamento em fundo anticorrosivo e acabamento em pintura esmalte opaco.	Perfil de chapa dobrada n.º 20, com tratamento em fundo anticorrosivo e acabamento em pintura esmalte opaco.
Peitoris	Granito cinza Mauá e = 2 cm com pingadeira	Concreto	Concreto
Impermeabilização de:			
- Risos de banheiros, cozinhas, lajes e áreas de serviço	Argamassa cimento e areia e pintura com tinta de base betuminosa	Argamassa cimento e areia e pintura com tinta de base betuminosa	Argamassa cimento e areia e pintura com tinta de base betuminosa
- Lajes de cobertura, cobertura da casa de máquinas	Manta asfáltica pre-fabricada	Manta asfáltica pre-fabricada	Manta asfáltica pre-fabricada
- Laje d'água	Argamassa ngida	Argamassa ngida	Argamassa ngida
Acessórios sanitários de:			
- Banheiros	Bacia sanitária com caixa acoplada e cuba em louça de cor- modelo especial Metais de luxo (água quente e fria); ducha manual Bancada de granito cinza Mauá e=3 cm com cuba de louça em cor Acessórios de justapor de luxo	Bacia sanitária com caixa acoplada e cuba em louça de cor- modelo simples Metais simples (água quente e fria) Bancada de mármore branco e= 2 cm com cuba de louça em cor Acessórios de justapor simples	Bacia sanitária com caixa de descarga não acoplada Metais simples (água fria) Lavatório de louça branca sem cozinha Acessórios de embutir de louça branca
Nota:	No orçamento analítico devem-se constar as respectivas referências normativas de cada insumo utilizado ou componente.		

Fonte: ABNT, 2005

2.1.5 Métodos Construtivos

Uma obra de construção civil, em função da sua concepção e/ou finalidade, pode ser concebida por um ou mais tipos de estrutura, podendo ser moldada in loco ou pré-moldada: quais sejam

- I. Estrutura Metálica;
- II. Estrutura de Concreto Armado;

- III. Estrutura mista (Concreto Armado e Metálica);
- IV. Estrutura de argamassa armada;
- V. Alvenaria auto portante;
- VI. Estrutura de madeira.

Para se chegar ao final do produto da construção civil, utiliza-se a engenharia como fecundante de todas as fases constituintes desse produto. E é através dela que se organiza uma estrutura de produção denominada métodos construtivos, que é composta pelas seguintes etapas:

- A. **Elaboração dos Projetos** - Todos os projetos devem ser coordenados por um profissional da engenharia ou arquitetura para que não necessitem de interferências durante a concepção da obra.
- B. **Especificações dos Materiais** - Todos os materiais devem ser especificados, de acordo com a concepção dos projetos, sendo que muitos terão suas especificações na ocasião da elaboração dos projetos.
- C. **Produção**- Antes do início da produção, propriamente dita, elabora-se o cronograma das etapas de construção, dimensionando pessoal, canteiro de obras, e cronograma de entrega de materiais, peças, equipamentos, etc., de acordo com a necessidade projetada. O processo produtivo deve ser acompanhado por profissional, ou por uma equipe técnica, competente de modo que todas as etapas sejam executadas respeitando as respectivas normas.
- D. **Controle Tecnológico** - Durante a execução da benfeitoria, deve ser feito o controle tecnológico dos materiais utilizados na obra, para que essa tenha durabilidade conforme dimensionada.
- E. **Cuidados** - Também faz parte da etapa de produção, a proteção das peças em construção e dos materiais em relação ao meio ambiente, pois o desempenho do produto final depende da regularidade do padrão de qualidade dos materiais e da forma pela qual foram projetadas as suas peças.

A construção civil é um importante segmento da indústria brasileira, tida com um indicativo de crescimento econômico e social. Contudo, esta também se constitui em uma atividade geradora de impactos ambientais (Pinto, 2005 apud Karpinsk et al, 2009).

2.2 SUSTENTABILIDADE E A CONSTRUÇÃO CIVIL

A preocupação com as questões ambientais é relativamente recente. Antes da década de 1970, ocorriam atitudes passivas tanto por parte da população como pelo setor empresarial. Entendendo que o desenvolvimento econômico justificava a poluição, não investiam nos controles ambientais, com raras exceções. Os anos 70 ficaram marcados pelos movimentos sociais que se iniciaram, em particular, para a formação de uma consciência preservacionista fundamentada nos princípios da harmonia com a natureza. Desde então, a palavra ecologia passa a ser bastante utilizada (SCHENINI et al, 2004).

Até meados do século XX, a natureza era vista somente como um pano de fundo para toda discussão que envolvesse a atividade humana e suas relações com o meio. Acreditava-se que a natureza existia para ser compreendida, explorada e catalogada, desde que fosse utilizada em benefício da humanidade (SCHENINI et al, 2004).

A partir daí, surgiram as preocupações acerca da degradação do planeta, provocando estudos diversificados sobre o assunto, culminando no Relatório do Clube de Roma de 1972, publicação intitulada *The Limits to Growth* (“*Limites de crescimento*”).

O resultado da publicação foi o diagnóstico dos recursos terrestres e a constatação da degradação ambiental como resultado do descontrolado crescimento populacional e da exploração dos recursos naturais de forma inadvertida. O relatório também fez um alerta da necessidade de uma estabilidade populacional, econômica e ecológica em decorrência da extinção dos limitados recursos naturais e da população humana.

Várias críticas foram feitas a esse estudo por parte dos intelectuais do primeiro mundo, por acreditarem que isso representaria o fim do crescimento da sociedade industrial, e também pelos países subdesenvolvidos, pois julgavam que os países desenvolvidos estavam barrando o desenvolvimento dos países pobres com uma justificativa ecológica.

Em 1972 a Organização das Nações Unidas (ONU) promoveu uma conferência sobre ambiente humano que ficou conhecida como Conferência de Estocolmo. Como resultado deste evento, foi criado o Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas – UNEP, encarregado de monitorar o avanço dos problemas ambientais no mundo (SANTOS, 2005).

Segundo Santos (2005), a década de 70 foi marcada pelo

“rompimento do círculo virtuoso de crescimento da economia mundial desde o pós-guerra, lançando dúvidas sobre a validade dos instrumentos políticos disponíveis para a regulação das relações econômicas internacionais, assim como os mecanismos internos de promoção do desenvolvimento”.

Não obstante, a situação de pobreza em que se encontrava a maior parte da população mundial revelava que o estilo de desenvolvimento também era insustentável do ponto de vista social pela falta de acesso à educação, à saúde e à água tratada, e, pelo ponto de vista humano, frente à fome e à desnutrição. O desenvolvimento calcado na exploração irracional e predatória dos recursos naturais e moldado em relações sociais de produção injustas e excludentes gerara uma crise ambiental, colocando em xeque o modelo de desenvolvimento vigente.

Em 1973, o canadense Maurice Strong, nas tentativas de se repensar o futuro, lança o conceito de eco desenvolvimento: um estilo de desenvolvimento adaptado às áreas rurais do terceiro mundo, baseado na utilização criteriosa dos recursos locais, sem comprometer o esgotamento da natureza (LAYRARGUES, 1997). Na década de 80, apropriando-se do termo, Ignacy Sachs estabelece que os caminhos do desenvolvimento seriam seis:

- ✓ Satisfação das necessidades básicas;
- ✓ Solidariedade com as gerações futuras;
- ✓ Participação da população envolvida;
- ✓ Preservação dos recursos naturais e do meio ambiente;
- ✓ Elaboração de um sistema social que garanta emprego, segurança social e respeito a outras culturas;
- ✓ Programas de educação.

Diante da queda econômica e fragilização das políticas regionais e nacionais, a Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU cria a expressão desenvolvimento sustentável, que começou a circular efetivamente em 1987, a partir da publicação do documento chamado Nosso Futuro Comum, mais conhecido por Relatório Brundtland. Segundo este documento o desenvolvimento sustentável foi definido como um desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades (CMMAD, 1991).

Segundo Chen e Chambers (1999), há de se considerar ainda a necessidade de satisfazer as aspirações de todos por uma vida melhor.

Em 1992, a Rio-92, Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, demonstrou um maior interesse mundial pelo futuro do planeta e valorização das relações entre desenvolvimento sócioeconômico e modificações no meio ambiente.

Um dos principais resultados da Rio-92 foi a Agenda 21, firmado entre 179 (cento e setenta e nove) países, que reforça a necessidade e a importância de cada país se comprometer a refletir, global e localmente, sobre a forma pela qual governos, empresas, organizações e todos os demais setores da sociedade poderiam cooperar no estudo de soluções para os problemas socioambientais.

A Agenda 21, segundo Schenini et al (2004), foi responsável pelo despertar de uma consciência ambiental, sobre a necessidade da conservação da natureza para o bem-estar e sobrevivência das espécies, inclusive a humana. “O documento propunha que a sociedade assumisse uma atitude ética entre a conservação ambiental e o desenvolvimento. Denunciava a forma perdulária com que até então eram tratados os recursos naturais e propunha uma sociedade justa e economicamente responsável, produtora e produto do desenvolvimento sustentável”.

Essa conscientização abarcou o setor da construção civil, despertando uma preocupação com a natureza e responsabilidade com o meio ambiente, vista ao esgotamento dos recursos naturais não renováveis e ao destino dado aos resíduos gerados pela atividade construtiva. A partir daí surge a ISO 14.000 e suas normas, com o principal objetivo de garantir o equilíbrio e proteção ambiental, que determinam diretrizes para garantir que determinada empresa (pública ou privada) pratique a Gestão Ambiental. O Sistema de Gestão Ambiental, SGA, é definido pela ISO (*International Organization for Standardization*). As empresas que se comprometem com as leis previstas na legislação ambiental de seu país recebem o Certificado ISO 14000, que simboliza que determinada empresa tem preocupação com a natureza e possui responsabilidade com o meio ambiente. Algumas ações na construção civil voltadas ao desenvolvimento sustentável podem ser citadas: o reuso de água em edifícios, a utilização de iluminação e ventilação natural, o reuso e reciclagem de resíduos e a racionalização dos processos construtivos.

Um caminho para a sustentabilidade é conservar o capital natural da terra, que são recursos e serviços naturais que mantêm todas as espécies vivas e dão suporte a nossa economia. Isso, desde que não usemos esses recursos mais rápido do que a natureza os renova. Quando

ocorrer de o uso ser mais rápido do que a natureza consegue renová-los, devemos promover a recomposição em outro local, inclusive o plantio de árvores em áreas que já foram desmatadas ou degradadas.

2.3 IMPACTOS AMBIENTAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A indústria da construção civil é responsável por impactos ambientais, sanitários, sociais e econômicos consideráveis, apesar do número elevado de empregos gerados, da viabilização de moradias, renda e infraestrutura. Destacam-se algumas atividades da indústria da construção civil que causam impactos:

- ✓ Fabricação do aço, do cimento, transporte de materiais, e produção de energia, responsáveis pela emissão de GEE. A indústria cimentícia no Brasil, por exemplo, é responsável pela geração de mais de 6% do total de CO₂ gerado no país (JOHN, 2000).
- ✓ Extração de matéria prima para a construção, tais como madeira, minérios, minerais, pedras, dentre outros, responsáveis pela degradação de flora e fauna e assoreamento de córregos;
- ✓ A própria construção e demolições de construções, responsáveis pelos RCD, cujos impactos serão elencados a seguir.

Uma quantidade considerável de resíduos de construção e demolição dispostos inadequadamente, depositados em vias e logradouros públicos, terrenos baldios, margens de cursos de água, etc., originam locais de bota-foras clandestinos nos municípios. Estes, além de comprometerem a paisagem urbana, invadem pistas, dificultam o tráfego de pedestres e de veículos, obstruem a drenagem urbana, causam ou contribuem com o assoreamento de córregos.

Além disso, propiciam a atração para lançamento de resíduos não inertes, constituindo-se em foco de proliferação de vetores e doenças, contribuindo para a degradação de áreas urbanas, o que afeta a qualidade de vida da sociedade como um todo.

Segundo Schneider (2003), as deposições irregulares tornam-se nicho ecológico de muitas espécies de vetores patogênicos, como ratos, baratas, moscas, vermes, bactérias, fungos e vírus. Desta feita, faz-se necessário uma política abrangente para o correto destino dos resíduos gerados. Em pesquisa realizada por Araújo (2015) sobre riscos à saúde pública decorrente dos RCD acondicionados em caçambas metálicas localizadas em vias públicas observou-se 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. É o que se evidencia ao percorrer vias públicas do município de Belo Horizonte.

A quantidade de resíduos vem aumentando, ao longo dos tempos, causando impactos negativos ao meio ambiente. De acordo com Pinto (1992), a enorme quantidade de resíduos produzida pela indústria da construção civil tem sido notícia frequente porque vem há tempos causando sérios problemas urbanos, sociais e econômicos. O gerenciamento desses resíduos torna-se mais complicado quanto maior for a quantidade produzida. Conforme John (2000), esses dados provavelmente tornam a indústria da construção civil a atividade humana com maior impacto sobre o meio ambiente.

As diversas atividades, diretas e indiretas, exercidas em prol da construção civil fomentam importantes impactos ambientais que degradam significativamente a qualidade de vida do ambiente urbano. Estima-se que a cadeia de ações da construção civil seja responsável pelo consumo de 20 a 50% de todos os recursos naturais disponíveis, renováveis e não-renováveis (SJÖSTRÖM apud JOHN, 2000). Tal cadeia de ações, que gera impactos ambientais, apresenta-se na Figura 1.

Figura 1 - Cadeia da Construção Civil



Fonte: Adaptado de PUT 2001

Fonte: PUT apud SCHNEIDER (2003, p.46).

Destaca-se a atividade mineradora, no âmbito da extração de matéria prima do solo para uso da indústria da construção civil dentre outros, é a atividade que causa o impacto negativo de maior relevância,

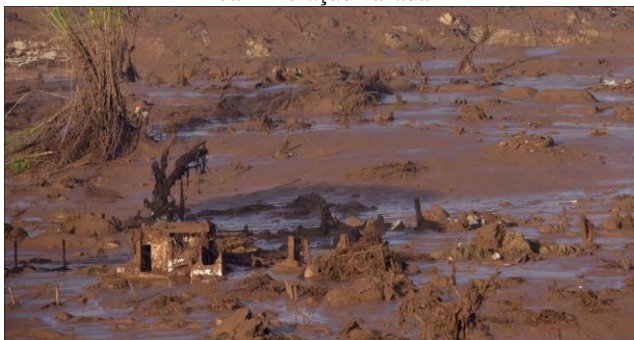
devido a não renovação e à irreversibilidade. Os principais aspectos (e efeitos) ambientais induzidos por um empreendimento de mineração são: aumento da erosão, geração de resíduos sólidos, emissão de ruído, eutrofização de corpos d'água, perda de cobertura vegetal, aumento do tráfego de veículos e modificação das formas de uso do solo.

Os principais impactos ambientais decorrentes de um empreendimento de mineração são: alteração na qualidade do ar, proliferação de vetores, deslocamento da fauna, impacto visual, aumento local dos preços e alteração no regime de escoamento das águas subterrâneas.

Este impacto negativo é um dos mais cruéis com a natureza, pois, ao rebaixarem o nível do aquífero para retirarem o minério com baixa umidade, deixando os “lençóis” ou as “artérias” aquíferas debilitadas, interrompem os vasos comunicantes, cortando de maneira definitiva a condução de água para diversos locais, matando milhares de seres vivos.

Quando ocorre um desastre, como ocorreu no dia 06 de novembro de 2015, o rompimento inesperado de uma barragem e o transbordamento de outra, utilizada para deposição de rejeitos da atividade de extração de minério da mineradora Samarco Fundão, em Bento Rodrigues no distrito de Mariana/MG, a devastação e degradação do meio ambiente, inclusive com vítimas fatais, causando ainda o desaparecimento deste distrito, conforme mostra a Figura 2, levam-se dezenas de anos para se recuperar do trauma.

Figura 2 - Município de Bento Rodrigues (MG) inundado pela lama de rejeitos da mineração vazada



Fonte: Agence France-Presse (AFP), 2015

Segundo YOUNG apud SCHNEIDER (2003), em todo o mundo, a mineração e o processamento de minerais desempenham um

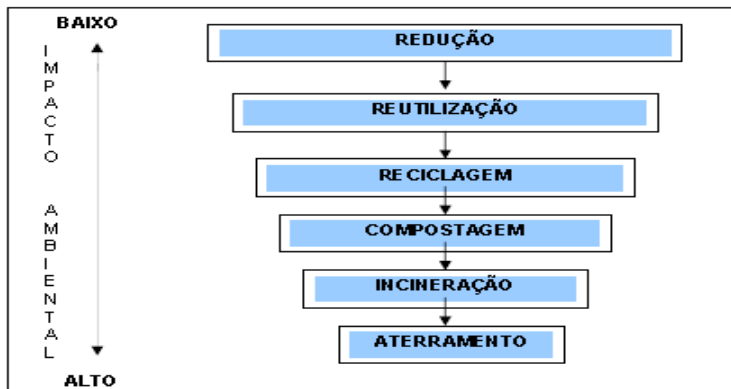
importante papel na determinação de problemas do meio ambiente como o desmatamento, a erosão do solo e a poluição do ar e da água. Globalmente, o setor minerário é um dos maiores usuários de energia, contribuindo assim para a poluição do ar e o aquecimento global.

Segundo Ângulo (2000) os resíduos de construção e demolição (RCD) brasileiros não representam grandes riscos ambientais em razão de suas características químicas e minerais serem semelhantes aos agregados naturais e solos. Entretanto, podem apresentar outros tipos de resíduos como óleos de maquinários utilizados na construção, pinturas e asbestos de telhas de cimento amianto.

De acordo com Peng et al (apud LEITE, 2001), para avaliar o nível de impacto causado ao meio ambiente com a disposição de resíduos de construção e demolição, lança-se mão da avaliação da hierarquia da disposição de resíduos, conforme apresenta a Figura 3 da seguinte forma:

- ✓ Redução da geração de resíduos: mostra-se como a alternativa mais eficaz para a diminuição do impacto ambiental, além de ser a melhor alternativa do ponto de vista econômico;
- ✓ Reutilização dos resíduos: uma simples movimentação de materiais de uma aplicação para outra, decisão utilizada com o mínimo de processamento e energia;
- ✓ Reciclagem dos resíduos: a transformação destes em novos produtos;
- ✓ Compostagem dos resíduos: consiste basicamente na transformação da parte orgânica em húmus para o tratamento do solo;
- ✓ Incineração dos resíduos: pode extrair energia dos materiais sem gerar substâncias tóxicas, quando é cuidadosamente operacionalizada;
- ✓ Aterramento dos resíduos: quando não há mais o que se aproveitar dos resíduos.

Figura 3 - Hierarquia da disposição de resíduos de construção e demolição



FONTE: PENG et al apud LEITE (2001, p. 16).

De acordo com John (2000), a redução do impacto ambiental da construção civil é uma tarefa complexa; por isso, é necessário agir em várias frentes de maneira combinada e simultânea.

2.4 GESTÃO DE RCC E BASE LEGAL E NORMATIVA

Segundo a Agência da Região Metropolitana de Belo Horizonte - ARMBH, nos últimos anos, o interesse por políticas públicas para os resíduos gerados pelo setor da construção civil tem se acirrado com a discussão de questões ambientais. A construção civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, mas, por outro lado, apresenta-se como grande geradora de impactos ambientais, quer pelo consumo de recursos naturais, ou pela geração de resíduos. O setor tem o desafio de conciliar uma atividade produtiva dessa magnitude com condições que conduzam a um desenvolvimento sustentável consciente e menos agressivo ao meio ambiente (PINTO, 2005).

Em razão das premissas dos objetivos da Lei 12.305, de que políticas ambientais devem focar em processos que considerem a hierarquia de procedimentos para a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição desses resíduos, em termos nacionais, a principal ação efetiva de caráter legal para a adoção desses princípios foi a edição da Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de 2002, atualizadas pelas resoluções CONAMA nº 348 de 2004 e CONAMA nº 431 de 2011.

Esta Resolução estabeleceu um novo sistema de gestão, baseado na classificação desses resíduos para a segregação, definindo responsabilidades e deveres para as atividades relativas à gestão, de competência da administração pública municipal e ao gerenciamento de grandes volumes, de competência dos próprios geradores.

Algumas alterações foram feitas na referida Resolução, sendo a última a Resolução CONAMA nº 448 de 18 de janeiro de 2012, com ajustes necessários face à Lei Federal nº 12.305 de 03 de agosto de 2010, Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), marco legal direcionador para todas as políticas de resíduos sólidos no país. Regulamentada pelo Decreto no 7404/2010, a PNRS inovou em vários aspectos relativos à gestão de resíduos, a saber:

- a) Quanto à classificação dos resíduos a ser considerada adotando como critérios a sua origem e a sua periculosidade;
- b) Quanto à oficialização da gestão integrada de resíduos como sendo o conjunto de ações voltadas à busca e à implantação de alternativas de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável;
- c) quanto ao reconhecimento do valor econômico de uma parcela significativa dos resíduos gerados em geral, a ponto de requerer que sejam envidados esforços no sentido de que os geradores priorizem ações que, nesta ordem, (i) evitem sua geração, (ii) racionalizem sua geração por meio, inclusive, da alteração de processos e de padrões de consumo de matérias primas, insumos e utilidades, (iii) maximizem a reutilização dos resíduos gerados no próprio processo e/ou em atividades de terceiros, (iv) desenvolvam ou participem do desenvolvimento de alternativas técnicas e tecnológicas que propiciem a maximização da reciclagem/reprocessamento de resíduos para sua aplicação no próprio empreendimento ou em outros;
- d) considera a destinação ambientalmente adequada como o conjunto de processos que inclui a reutilização, a reciclagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do SISNAMA, do Serviço Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA), entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos

ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos; e

- e) Quanto à periculosidade, a PNRS ratifica a classificação dos resíduos em perigosos (classe I) e não perigosos (classe II), cabendo à Norma Brasileira NBR 10004:2004 (ABNT, 2004a) a classificação dos não perigosos em não inertes (classe IIA) ou inertes (IIB).

Em Minas Gerais, tem-se como marco importante a Lei Estadual nº 18.031 de 12 de janeiro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos.

A Resolução CONAMA estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para que os municípios disponham de instrumentos para desenvolverem e implementarem políticas estruturadas e dimensionadas a partir de cada realidade local. Essas políticas devem assumir a forma de um Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, disciplinador do conjunto dos agentes, incorporando necessariamente (PINTO, 2005):

- ✓ Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, com as diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores e transportadores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local.
- ✓ Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil que orientem, disciplinem e expressem o compromisso de ação correta por parte dos grandes geradores de resíduos, tanto públicos quanto privados.

2.4.1 Legislação

2.4.1.1 *Âmbito Federal*

O Conselho de Governo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) tem por competência assessorar o Presidente da República na formulação de diretrizes da ação governamental e é composto pelos ministros de Estado e titulares de outros órgãos governamentais.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), organismo de consultas e deliberação do SISNAMA, é composto de

uma câmara plenária de comitês técnicos e de grupos de trabalho subordinados a esses comitês. O Conselho é um colegiado representativo dos setores mais diversos do governo e da sociedade civil. O CONAMA reúne-se trimestralmente em Brasília e regulamenta, por meio de resoluções.

Tem como objetivos definir as diretrizes das políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais; definir as normas necessárias à execução da política nacional do meio ambiente; definir as normas e os critérios para a autorização de atividades efetivamente ou potencialmente poluentes; contratar a realização de estudos sobre as alternativas e os possíveis efeitos sobre o meio ambiente de projetos públicos ou privados, entre outros objetivos (SCHNEIDER, 2003).

Lei Federal nº 11.445/2007 - Saneamento Básico

A Lei 11.445 de 5 de janeiro de 2007 estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências (BRASIL, 2007).

Visa cobrir o déficit urbano apresentado pelos quatro componentes do saneamento básico: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Considera como limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: “conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas”.

A Lei institui como diretrizes para a prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos:

- ✓ O planejamento, a regulação e fiscalização;
- ✓ A prestação de serviços com regras;
- ✓ A exigência de contratos precedidos de estudo de viabilidade técnica e financeira; e
- ✓ Definição de regulamento por lei, definição de entidade de regulação, e controle social assegurado.

Ressalta-se que os titulares dos serviços deverão formular a política pública de saneamento básico, e elaborar os Planos de Saneamento Básico, nos termos desta Lei.

Lei Federal nº 12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

A Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), regulamentada pelo Decreto no 7404/2010, foi um marco legal orientador para todas as políticas de resíduos sólidos no país, com inovações em vários aspectos relativos à gestão de resíduos.

São objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) a “não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos – Art 7º” (BRASIL, 2010).

A PNRS, em seu Capítulo II, define sobre os Planos de Resíduos Sólidos, conforme segue:

- I – o Plano Nacional de Resíduos Sólidos;
- II – os planos estaduais de resíduos sólidos;
- III – os planos microrregionais de resíduos sólidos e os planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas;
- IV – os planos intermunicipais de resíduos sólidos;
- V – os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos; e
- VI – os planos de gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

2.4.1.2 Âmbito Estadual

No Brasil, o CONAMA tem assumido o papel de orientar, estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos e regular a conduta dos diferentes geradores de resíduos da construção civil, bem como as etapas da correta gestão dos RCCV.

Em Minas Gerais, cabe mencionar as Leis Estaduais nº 14.128/2001 sobre a Política Estadual de Reciclagem de Materiais e a nº 18.031 sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e a Deliberação Normativa nº 155 de 2010 (MINAS GERAIS, 2010), publicada pelo COPAM, em Minas Gerais, que dispõe sobre atividade de manejo e destinação de resíduos da construção civil e volumosos.

2.4.1.3 Âmbito Municipal

Lei Municipal nº 10.522/2012 - SGRCC e PMRCC – Belo Horizonte/MG

A Lei Municipal nº 10.522, de 24 de agosto de 2012, institui o Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos - SGRCC - e o Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos - PMRCC, e dá outras providências.

O SGRCC é “um conjunto de ações, serviços, infraestruturas e instalações operacionais que visam à gestão adequada dos resíduos da construção civil e dos resíduos volumosos no Município”, e tem como objetivos (Art. 2º):

- ✓ A proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
- ✓ A não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem e o tratamento dos resíduos da construção civil e resíduos volumosos, bem como a sua destinação ambientalmente adequada;
- ✓ O incentivo à indústria de reciclagem, com vistas a fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados;
- ✓ A gestão integrada desses resíduos;
- ✓ A integração entre as diferentes esferas do poder público e destas com o setor empresarial, com vistas à gestão integrada desses resíduos;
- ✓ A priorização, nas aquisições e contratações governamentais, quando couber, da utilização de produtos reciclados; e
- ✓ A sensibilização e a conscientização da população sobre a importância de sua participação na gestão de resíduos da construção civil e resíduos volumosos.

Conforme o Art. 5º, o SGRCC é estruturado por um conjunto integrado de áreas físicas, (Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos – URPV; Estação de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil; Áreas de Triagem e Transbordo de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos - ATT; Aterros de Resíduos da Construção Civil) e ações complementares referentes às ações voltadas à informação, fiscalização e promoção da recuperação de áreas degradadas.

De acordo com o Art. 6º, o Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos

(PMRCC) deve ser elaborado pelo Município e é instrumento para a implementação do SGRCC, devendo contemplar o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos e os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCCs). A Superintendência de Limpeza Urbana - SLU - é responsável pela coordenação das ações previstas no PMRCC. (Art. 11)

Conforme Art. 7º o PMRCC objetiva o disciplinamento dos agentes envolvidos e a destinação ambientalmente adequada dos RCCV gerados no Município, devendo conter o que recomenda o Art 8º:

I - as diretrizes técnicas e os procedimentos para a implementação do Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos e para os PGRCCs;

II - o diagnóstico dos resíduos sólidos gerados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;

III - o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para o recebimento, a triagem e o armazenamento temporário de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior desses resíduos;

IV - o estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e de disposição final ambientalmente adequada dos resíduos;

V - a promoção da reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;

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

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

VIII - as ações educativas voltadas para a redução da geração de resíduos e possibilidade de sua segregação.

Conforme o Art. 12 - O Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos tem como objetivos:

I - Estabelecer procedimentos técnicos e operacionais para a gestão ambientalmente adequada de pequenos volumes de resíduos da construção civil e resíduos volumosos;

II - Contribuir para a melhoria da limpeza urbana;

III - possibilitar a oferta da infraestrutura adequada para captação de pequenos volumes de resíduos da construção civil e resíduos volumosos;

IV - Fomentar a redução, a reutilização, a reciclagem e a correta destinação desses resíduos;

V - Promover ações de educação ambiental e de controle e fiscalização, necessárias ao bom funcionamento da rede de Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos - URPVs.

De acordo com o Art. 13 - A implementação do Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil dar-se-á pela gestão adequada das URPVs, de forma a dotá-las da infraestrutura necessária para sua qualificação como serviço público de limpeza urbana.

§ 1º - As URPVs devem ser instaladas, preferencialmente, em áreas livres reservadas ao uso público e já degradadas devido à deposição irregular e sistemática de resíduos sólidos, com o objetivo de promover a sua recuperação nos aspectos paisagísticos e ambientais.

§ 2º - O número e a localização das URPVs devem ser definidos pela SLU, com vistas à obtenção de soluções eficazes de captação e destinação de resíduos da construção civil e resíduos volumosos.

§ 3º - As URPVs devem receber de municípios e pequenos transportadores cadastrados para descargas de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, limitadas ao volume de 1 (um) metro cúbico por descarga, para triagem obrigatória e destinação ambientalmente adequada dos diversos componentes.

Os geradores de resíduos da construção civil, públicos ou privados, responsáveis pela execução de obras de edificações que estejam sujeitas à obtenção de licença outorgada pelo Poder Executivo, precedida de aprovação dos respectivos projetos, nos termos do Código de Edificações do Município, deverão elaborar e implementar Planos de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil (PGRCCs), conforme modelo previsto no Anexo III desta lei, em conformidade com a legislação específica (Art. 14º).

“Os PGRCCs devem ser implementados pelos construtores responsáveis por obra objeto de licitação pública realizada por órgão ou entidade da administração pública municipal, devendo deles ser exigida, para a subcontratação, a apresentação dos agentes responsáveis pelas atividades de transporte, triagem e destinação de resíduos, definidos entre os licenciados pelo poder público municipal” (Art. 15º).

De acordo com o capítulo V, os geradores, os transportadores e os receptores de RCCV, são responsáveis pela gestão dos resíduos, no exercício de suas respectivas atividades, cabendo ao poder público promover parcerias com entidades da sociedade civil organizada atuantes no setor de construção civil, com vistas à divulgação de informações e promoção de ações educativas relacionadas ao manejo ambientalmente adequado dos resíduos.

2.4.2 Normas Brasileiras para a Gestão de Resíduos

Segundo a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, órgão responsável pela criação das normas brasileiras sobre os mais diferentes temas, a Norma é o documento estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido, que fornece regras, diretrizes ou características mínimas para atividades ou para seus resultados, visando à obtenção de um grau ótimo de ordenação em um dado contexto. A norma é, por princípio, de uso voluntário, mas quase sempre é usada por representar o consenso sobre o estado da arte de determinado assunto, obtido entre especialistas das partes interessadas.

Destacam-se cinco normas ligadas ao tema Gestão de Resíduos:

NBR 15112:2004 → Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos – Áreas de Transbordo e Triagem – Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação;

NBR 15113:2004 → Resíduos Sólidos da Construção Civil e Resíduos Inertes – Aterros – Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação;

NBR 15114:2004 → Resíduos Sólidos da Construção Civil – Áreas de Reciclagem – Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação;

NBR 15115:2004 → Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Execução de Camadas de Pavimentação – Procedimentos; e

NBR 15116:2004 → Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Utilização em Pavimentação e Preparo de Concreto sem Função Estrutural – Requisitos.

Essas normas dão respaldo técnico para elaboração do Projeto de segregação, reciclagem e destinação responsável dos resíduos.

NBR 15112 – RCCV – Áreas de transbordo e triagem

Esta norma fixa os requisitos exigíveis para elaboração do projeto, implantação e operação de áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos.

Segundo a NBR 15112 área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (ATT) é uma “área destinada ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente”.

A norma ainda traz algumas definições relevantes ao tema, a classificação dos resíduos da construção civil seguindo as classes já estabelecidas pela Resolução 307 do CONAMA, as condições para implantação da ATT, as condições gerais para elaboração do projeto e as condições e diretrizes de operação. Para serem licenciadas as ATT's devem seguir as diretrizes estabelecidas nesta norma.

NBR 15113 – RCC e resíduos inertes – Aterros

A NBR 15113 fixa os requisitos exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos sólidos da construção civil classe A e de resíduos inertes. Visa também a reserva de materiais de forma segregada, possibilitando o uso futuro ou, ainda, a disposição destes materiais, com vistas à futura utilização da área, além de buscar a proteção das coleções hídricas ou subterrâneas próximas, das condições de trabalho dos operadores dessas instalações e da qualidade de vida das populações vizinhas.

Nesta norma, o aterro de resíduos da construção civil e de resíduos inertes é definido como uma área onde são empregadas técnicas de disposição de resíduos classe A e resíduos inertes no solo, visando a reservação de materiais segregados ao menor volume possível para um possível uso futuro dos materiais e/ou futura utilização da área, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente.

A NBR 15113 ainda dispõe:

- a) A respeito das condições de implantação dos aterros (critérios para localização, acessos, isolamento e sinalização, iluminação e

- energia, comunicação, análise dos resíduos, treinamento e proteção das águas subterrâneas e superficiais);
- b) Das condições gerais para projeto (responsabilidade e autoria do projeto, partes constituintes do projeto e forma de apresentação, memorial descritivo, memorial técnico, estimativa de custo e cronograma, desenhos e plantas); e
 - c) Das condições de operação (recebimento de resíduos no aterro, triagem dos resíduos recebidos, disposição segregada de resíduos, equipamentos de segurança, inspeção e manutenção e procedimentos para registro da operação).

NBR 15114 – RCC – Áreas de reciclagem

Nesta norma são estabelecidos os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil classe A. Ela se aplica à reciclagem de materiais já triados para a produção de agregados com características para a aplicação em obras de infraestrutura e edificações, de forma segura, sem comprometimento das questões ambientais, das condições de trabalho dos operadores dessas instalações e da qualidade de vida das populações vizinhas.

De acordo com a NBR 15114, área de reciclagem de resíduos da construção civil é definida como sendo uma “área destinada ao recebimento e transformação de resíduos da construção civil classe A, já triados, para produção de agregados reciclados”.

Nela são estabelecidas:

- a) As condições gerais de implantação das áreas de reciclagem (critérios para localização, isolamento e sinalização, acessos, iluminação e energia, proteção das águas superficiais e preparo da área de operação);
- b) As condições gerais para projeto (memorial descritivo, projeto básico, responsabilidade e autoria do projeto); e
- c) As condições de operação (recebimento, triagem e processamento de resíduos, treinamento e equipamentos de segurança, inspeção e manutenção e procedimento para controle e registro da operação).

NBR 15115 – Agregados reciclados de RCC–procedimentos

A NBR 15115 tem por objetivo o estabelecimento de critérios para execução de camadas de reforço do subleito, sub-base e base de pavimentos, bem como camada de revestimento primário, com agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil, denominado agregado reciclado, em obras de pavimentação.

Estabelece ainda:

- a) Os requisitos necessários aos materiais que serão empregados para a execução das camadas de reforço;
- b) Os equipamentos básicos indicados para execução das camadas;
- c) De que forma deve acontecer a execução das camadas, e
- d) Quais os ensaios e verificações necessárias após a execução.

NBR 15116 – Agregados reciclados de RCC–requisitos

Esta norma estabelece os requisitos para o emprego de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Os agregados reciclados de que a norma trata destinam-se a obras de pavimentação viária (camada de reforço de subleito, sub-base e base de pavimentação ou revestimento primário de vias não pavimentadas) e ao preparo de concreto sem função estrutural.

Estabelece ainda:

- ✓ Requisitos gerais e específicos para agregado reciclado destinado ao preparo de concreto sem função estrutural;
- ✓ Controle da qualidade e caracterização do agregado reciclado.

A NBR 15116 traz em seus anexos procedimentos para a determinação da composição dos agregados reciclados graúdos por análise visual e para a determinação do percentual de materiais “não minerais” dos agregados reciclados miúdos por líquidos densos.

2.4.3 Resíduos da Construção Civil: Principais Conceitos

Conforme Resolução CONAMA 307, alterada pela 448, tem-se:

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 infraestrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia;

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

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

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

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

IX - Aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros: é a área tecnicamente adequada onde serão empregadas técnicas de destinação de resíduos da construção civil classe A no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro 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 e devidamente licenciado pelo órgão ambiental competente;

X - Área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (ATT): área destinada ao recebimento de resíduos

da construção civil e resíduos volumosos, para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos a saúde pública e a segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

XI - Gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010;

XII - Gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável (nova redação dada pela Resolução 448/12).

Conforme Lei 12.305, PNRS, tem-se:

- ✓ **Rejeitos** - Resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.
- ✓ **Resíduos Sólidos** - Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Outras:

- ✓ **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.

- ✓ **Resíduos Volumosos (RV)** - Ressalta-se que a Resolução CONAMA n° 448 menciona os Resíduos Volumosos (RV) e neste trabalho os resíduos volumosos são considerados como os resíduos não provenientes de processos industriais, constituídos basicamente por material volumoso não removido pela coleta pública municipal rotineira, como móveis e equipamentos domésticos inutilizados, grandes embalagens e peças de madeira, podas e assemelhados.

2.4.3.1 *Classificação dos RCC*

De acordo com a NBR 10.004/2004 (ABNT, 2004), os resíduos são classificados quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, indicando quais devem ter manuseio e destinação mais rigorosamente controlados. De forma sucinta tem-se:

- ✓ Resíduos Classe I: perigosos; e
- ✓ Resíduos Classe II: não perigosos:
- ✓ Resíduos Classe II A: não inertes; e
- ✓ Resíduos Classe II B: inertes.

Esta classificação foi recepcionada pela Lei Federal n° 12.305/2010 da PNRS (BRASIL 2010). A grande maioria dos resíduos da construção civil pertence à Classe II B – inertes. Entretanto, resíduos como latas com sobras de tintas, solventes, etc. quase sempre presentes nas obras estão enquadrados na Classe I, Perigosos.

Além disso, devido ao caráter específico de cada obra e à composição dos materiais, podem ser gerados nos canteiros de obras outros resíduos que se enquadrem igualmente nas Classes I e II A, perigosos e não inertes, respectivamente.

A Resolução CONAMA n° 307/2002, alterada pelas Resoluções CONAMA n° 348/2004 e n° 431/2011 e n° 448/2012 estabelece a seguinte classificação dos RCC:

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

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

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

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

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

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; e

IV - Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Conforme alteração da Resolução CONAMA n° 448/2012, Art.4º, o gerador tornou-se responsável pela segregação realizada na origem ou a se realizar nas áreas de destinação em áreas licenciadas para esta atividade, segundo a classificação exigida por norma regulamentadora, respeitando as quatro classes (A, B, C e D) diferentes dos RCC, devendo encaminhá-los para a reciclagem, tratamento ou disposição final, após praticar os princípios da não geração e redução.

Essas normativas proíbem a disposição desses resíduos em aterros de resíduos sólidos urbanos, em áreas de "bota-fora", em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei (Art. 4º, § 1º da Resolução CONAMA n° 307/2002).

Já a PNRS de 2010 definiu o termo resíduos da construção civil, em seu Artigo 13, como “os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis”.

2.4.3.2 Características dos materiais constituintes do RCD

Conforme NBR 12.721, a gama de materiais que compõem uma construção é muito grande, conseqüentemente os resíduos de construção civil também são compostos de vários materiais com suas respectivas propriedades. Portanto, não é possível generalizar esse material, mas, sim, classificá-lo e destiná-lo corretamente. O resíduo de construção e demolição (RCD) possui características bastante peculiares por ser produzido num setor onde há uma gama muito grande de diferentes

técnicas e metodologias de produção e cujo controle da qualidade do processo produtivo é recente, quando existe. Características como composição e quantidade produzida dependem diretamente do estágio de desenvolvimento da indústria local de construção, como qualidade da mão-de-obra, técnicas construtivas empregadas e adoção de programas de qualidade.

A madeira se sobressai na construção americana e japonesa, com presença menos significativa nas construções europeia e brasileira; o gesso, por sua vez, é amplamente utilizado na construção americana e europeia, mas só recentemente passou a ser utilizado de forma mais significativa nos maiores centros urbanos brasileiros.

Dessa forma, a caracterização média da composição dos resíduos está condicionada a parâmetros específicos de sua região geradora, vinculada à estrutura de seus constituintes. A composição do resíduo de construção e demolição (RCD) encontrada na construção convencional está intimamente relacionada com a ocorrência de desperdícios.

Segundo Camargo (1995), a composição do entulho que sai do canteiro de obras é composta, basicamente, por 64% de argamassa, 30% de componentes de vedação, como tijolo maciço, tijolo furado e blocos de concreto, e 6% de outros materiais, como concreto, pedra, areia, metais e plásticos. Com essa composição é fácil entender que o resultado seja um material de qualidade.

As composições típicas dos resíduos de construção civil e dos resíduos volumosos são apresentadas nos quadros 1 e 2, respectivamente. Tais composições estão referenciadas para o dimensionamento do empreendimento no termo de referência técnico do Ministério das Cidades (BRASIL, 2010) para elaboração do projeto básico e executivo de aterro de resíduos da construção civil e resíduos volumosos.

Quadro 1: Composição típica dos resíduos da construção civil

Classes	Materiais	%
Classe A	Concreto	20
	Alvenaria e Argamassas	40
	Solo	20
Classe B	Madeira	10
	Papel e Papelão, Plástico, Vidro e Metais	5
Classe C	Gesso	2,5
Classe D	Tintas, Baterias, Amianto e outros	0,2
	Rejeitos	2,3

Fonte: BRASIL, 2010.

Quadro 2: Composição típica dos resíduos volumosos

Materiais	%
Madeira em peças	50
Podas	25
Metais, Plástico, Papel, Papelão e Vidro	12,5
Rejeitos (tecidos, espumas e outros)	12,5

Fonte: BRASIL, 2010.

Já em 2002, a pesquisa realizada por Bonfante, Mistura e Naime (apud BERNARDES, 2006) registra que 83% dos RCD possuem um alto potencial para reciclagem no setor da construção civil. Porém, o percentual de composição é diferente, sendo 38% de restos de tijolos, 15% de restos de concreto, 20% de solo e areia, podendo ser aproveitados na própria obra, adotando-se controle de qualidade. Metais como alumínio e ferro, juntamente com madeira e podas, somam 2% de resíduos e 23% de resíduos classificados como outros.

2.4.3.3 Geração de resíduos da construção civil

Uma grande quantidade de resíduos foi gerada nos últimos anos nas áreas urbanizadas, quer por demolições em processo de renovação urbana, quer por edificações novas. As cidades brasileiras que sediaram a copa do mundo de futebol no Brasil, no ano de 2014, passaram por reestruturações na malha viária, com implantações de novas vias, sendo

necessárias várias desapropriações e inúmeras demolições, gerando uma quantidade enorme de resíduos. Sem falar das obras mal administradas, que ruíram gerando grande quantidade de entulho, como o viaduto Batalha dos Guararapes da Av Pedro I, Belo Horizonte, em 03 de Julho de 2014.

Na indústria da construção civil, a maioria das atividades desenvolvidas é geradora de resíduos. Conforme Pinto (1999), o resíduo gerado pela construção civil corresponde, em média, a 50% do material que entra na obra. Confirmando esse percentual, Lima e Krüger (2001) afirmam que, de todos os resíduos sólidos gerados numa cidade, cerca de dois terços são resíduos domésticos e um terço vem da construção civil, podendo atingir 50% em alguns municípios.

De acordo com John (2000), apenas os resíduos gerados diretamente pelas atividades de construção e demolição representam massa igual ou superior ao lixo municipal. A participação do resíduo de construção e demolição (RCD) em relação aos resíduos sólidos urbanos em Ribeirão Preto é de 70%. Pinto (2005) ainda identifica Piracicaba e São José dos Campos com índice de 67%. Em São Paulo a participação do RCD em relação ao resíduo sólido urbano (RSU) é de 55% e em Guarulhos é de 50%, local com a menor porcentagem.

O crescimento da geração de entulho no Brasil, aliado ao desperdício de material, é um fato relevante que deve ser analisado e solucionado tanto pelas indústrias da construção civil como por prefeituras, estados, população e universidades. Os custos desse desperdício são distribuídos por toda sociedade, desde o aumento do custo final das edificações até os encargos cobrados pelas prefeituras. Além disso, geralmente esse custo é embutido em impostos para disponibilizar a remoção, o transporte e o tratamento do resíduo de construção e demolição (MENDES et al, 2004).

Fato relacionado ao desperdício, que passa despercebido, ocorre quando uma parede fora de prumo é preenchida com argamassa até nivelá-la, ou seja, mais material, mais horas de serviço do funcionário, mais peso na obra e menor área na peça. Esses resíduos incorporados na edificação irão gerar mais resíduos com o passar dos anos, através da manutenção da edificação, além da sobrecarga na estrutura, o que acaba aumentando o custo e, conseqüentemente, reduzindo a qualidade, podendo provocar patologias, diminuir a própria vida útil ou o desempenho da edificação.

A partir da década de 80 vários estudos sobre resíduos no Brasil foram apresentados, dentre estes, citamos Pinto (1999), Jonh (2000),

Pinto e Gonzáles (2005) e Carneiro (2005), os quais apresentam medições detalhadas e indicam algumas soluções viáveis (GONZALEZ; RAMIRES, 2005). O reconhecimento preciso dos volumes ocorrentes, bem como origem e qualidade, é imprescindível, visto que vem ocorrendo um aumento da geração dos RCD.

Em uma pesquisa realizada por Pinto (1987), estimou-se que a quantidade de RCD produzido mensalmente em algumas cidades brasileiras, pode chegar a 70% do total dos resíduos sólidos urbanos produzidos.

Leite (2001), seguindo a mesma linha de pesquisa, reuniu dados de seis autores que registram informações referentes ao número de habitantes da cidade e à geração de resíduos da construção civil em toneladas por dia. O autor apresenta todos esses dados na forma de tabelas, aqui reproduzidas na Tabela 3. Acrescentam-se outros dados, como a geração do resíduo de construção e demolição em quilo por habitante por ano.

Tabela 3 - Dados sobre a geração estimada de RCD em algumas cidades brasileiras e a participação em relação aos RSU.

Município	População (milhões de habitantes)	Geração diária de RCC (t)	Geração de RCD Kg/hab/ano	Participação em relação aos resíduos sólidos urbanos ¹
São Paulo ¹	15,00	17.240	280	55%
Porto Alegre	1,20	350	*	*
Salvador	2,20	1.700	*	37%
Ribeirão Preto ¹	0,46	1.043	*	70%
São José do Rio Preto	0,32	687	*	58%
Jundiaí ²	0,29	712	760	62%
Santo André	0,63	1.013	*	54%
Vitória da Conquista ²	2,01	1.200	230	51%
Belo Horizonte ³	0,24	310	450	*
São José dos Campos ¹	0,50	733	*	67%
Florianópolis ⁴	*	*	755	*

* Informação não fornecida.

1 - Adaptado de PINTO (2005, p.8); 2 - BRITO, 1999; 3 - SINDUSCON-MG, 2005;4 -XAVIER, apud BERNARDES, 2006.

Fonte: Adaptada de LEITE, 2001, p. 19.

Conforme investigado por Carneiro (2005), em Recife-PE, as principais empresas coletoras de RCD licenciadas pela Prefeitura Municipal no ano de 2004, realizaram uma média de 12 viagens/dia, o que, se considerado um volume de 5 m³ por caçamba, totaliza 60 m³ de entulho transportados diariamente por empresa. Considerando quatorze empresas atuantes em Recife-PE no ano em que foi realizada a pesquisa, o volume diário médio de RCD coletado correspondia a 840 m³.

Segundo Pinto (1999), as estimativas internacionais sobre a geração dos resíduos de construção e demolição variam entre 130 kg/hab/ano e 3000 kg/hab/ano. Para Pinto (1999) e outros autores, para

as cidades de Jundiaí, Santo André, São José dos Campos, Belo Horizonte, Ribeirão Preto, Campinas, Salvador e Vitória da Conquista, variam entre 230 kg/hab/ano e 760 kg/hab/ano, apresentando uma mediana de 510 kg/hab/ano, coerente com as estimativas estrangeiras.

Segundo Brito (apud SOUZA et al, 2004) na cidade de São Paulo, são gerados por mês 90.000 m³ de RCD, somente na indústria da construção civil, considerando-se apenas o material que chega a aterros oficiais. A Prefeitura Municipal estima, aproximadamente, 280 kg/hab/ano, contudo a metodologia dessa estimativa é desconhecida e parte do pressuposto de que a Prefeitura Municipal gerencia 40% dos resíduos de construção e demolição.

A geração de resíduos da construção civil varia de cidade para cidade e com a oscilação da economia. Portanto, a geração dos resíduos sólidos da construção civil é grande, podendo representar mais da metade dos resíduos sólidos urbanos (SINDUSCON-MG, 2005).

Num levantamento realizado na cidade de Santo André, os RCD aparecem com 58% do total em massa de resíduos sólidos urbanos (RSU), com apenas 33% de participação dos resíduos domiciliares (ÂNGULO apud PINTO, 1999). O autor ainda comenta sobre a importância do índice de geração de RCD per capita. No momento, estima-se que a média da geração de RCD por habitante de algumas cidades brasileiras seja de 0,50 tonelada/habitante/ano. Ressalta-se que mais caracterizações são necessárias para se adotar um valor com maior representatividade, além de que pode haver diferenças representativas da média em relação à geração de um município de pequeno porte, por exemplo.

Segundo Schneider (2003) a quantidade de resíduos gerados é diretamente proporcional ao grau de desenvolvimento de uma cidade, resultado das maiores atividades econômicas e dos hábitos de consumo decorrentes. É provável que os problemas relacionados com a gestão de resíduos sejam mais intensos nas 26 regiões metropolitanas do País, onde vivem pouco mais de 40% da população brasileira, 69 milhões de habitantes.

A construção civil é a única indústria capaz de absorver quase que totalmente os resíduos que produz. Enquanto vários setores industriais diminuem a utilização de suas matérias-primas, a engenharia civil não pode reduzir a quantidade dos materiais necessários para edificar uma obra sem comprometer a qualidade e a durabilidade da construção. Em razão disso, é necessário encontrar alternativas para o destino dos resíduos, com formas práticas de reciclagem na própria obra

ou em usinas implantadas para esse fim. (CAMARGO, 1995).

Conforme parecer técnico da SLU, em 14 de março de 2008, podemos evidenciar a importância da reciclagem para redução de impactos negativos ao meio ambiente, produção de produtos para a Construção civil e geração de emprego de mão de obra, conforme preceitua a legislação ambiental.

Na gestão dos resíduos da construção e demolição, diante da necessidade de implantação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados por estes resíduos, foram estabelecidas diversas ações, entre elas está programado o funcionamento de unidades industriais de transformação destes resíduos em agregados.

A implantação deste sistema de beneficiamento / reciclagem do entulho, iniciada em 1.996, conta hoje com duas unidades com capacidade nominal de processamento de 260.000 ton/ano de resíduos qualificados para britagem e reciclagem.

No ano de 2.007 foram produzidas 71.709,50m³ de agregados e foram expedidas 61.450,90m³, sendo que 81,5% deste volume foram aplicadas em obras públicas como a recuperação ambiental da sub-bacia do córrego Nossa Senhora da Piedade, integrante do Programa DRENURBS, onde foi utilizado 10.200m³ de agregado. O material foi também utilizado na obra de recuperação do sistema de drenagem e urbanização da avenida Professor Mário Werneck que consumiu volume igual a 3.000m³ e proporcionou uma economia de 30% no valor final da obra (DOM Nº2.982 – 12/05/2007).

No mesmo período foi arrecadado R\$ 96.794,75(noventa e seis mil, setecentos e noventa e quatro reais e setenta e cinco centavos) com a venda de aproximadamente 11.500 m³ de agregado que representa 18,5% do material expedido. Fora desta estatística registra-se também a doação de material reciclado ao projeto social com moradores de rua – ECOBLOCO –, em funcionamento dentro da área da Unidade Estóril, que fabricaram 134.000 tijolos de blocos e para a fábrica artesanal da unidade recicladora da Pampulha que produziram em torno de 9.600 peças de artefato de cimento.

Se todo material fosse vendido a R\$ 8,50 / m³ (valor venda estabelecido na tabela de preço público de 2.005), a Autarquia teria arrecadado no ano 2007 R\$ 609.530,75 (seiscentos e nove mil, quinhentos e trinta reais e setenta e cinco centavos)” (SLU, 2008).

2.4.3.4 *Perda de materiais de construção civil*

A questão das perdas de materiais na indústria da construção civil é uma preocupação que vem se arrastando há anos tanto no meio acadêmico quanto no meio técnico e empresarial. O setor da construção civil é cíclico, ocorrendo fases boas e ruins. Nas fases boas o número de obras que acontece ao mesmo tempo absorve toda a mão de obra disponível, faltando profissionais em todas as categorias: servente, pedreiro, carpinteiro, armador, encarregados e, às vezes, até engenheiros.

A falta de planejamento ou facilidade ou necessidade em construir, ou ganância por uma produção a qualquer custo, ou motivos políticos ou outros, emprega-se muitos profissionais ainda em experiência, sem treinamento adequado, sem preparo e sem consciência ambiental. Como a maioria das obras ainda se presa pelos trabalhos artesanais, o faz e desfaz, o faz e corrige e o constrói e destrói é muito grande em todas as obras e setores da construção civil.

Quando a fase é ruim o êxodo da mão de obra já qualificada durante anos e processos deixa a indústria órfã. É muito difícil absorver este pessoal durante as crises, pois, as empresas não têm como bancar os custos e nem repassar para o mercado. Desta feita, muitos desses profissionais buscam outras profissões não retornando ao setor da construção, provocando uma perda de qualidade de mão de obra. Sendo assim, este comportamento cíclico de mão de obra é o maior responsável pelas perdas de materiais de construção civil.

Com recursos financeiros cada vez menores, o mercado consumidor cada vez mais exigente, os trabalhadores, por sua vez, buscando melhores condições de trabalho, as empresas do setor da construção civil passam por um processo de reestruturação, em busca de uma nova postura. Estas estão sendo obrigadas a adotar estratégias empresariais mais modernas, focadas na qualidade, na racionalização e na produtividade, possibilitando a obtenção de um produto final de melhor qualidade e mais barato (COSTA; FORMOSO, 1998).

Diante deste contexto, as perdas geradas ao longo do processo de produção se tornam o centro das atenções, pois, cada vez mais as empresas são obrigadas a produzir apenas o necessário com a mínima força de trabalho, ou seja, eliminando desperdícios.

Considerando que a situação atual da construção civil indica um alto nível de desperdícios e de geração de resíduos, uma das ações mais importantes da busca pela sustentabilidade na construção envolve a

redução de perdas de materiais. Um estudo realizado na cidade de São Paulo apontou a produção de cerca de 17 mil toneladas diárias de entulho proveniente da construção civil, enquanto que o lixo doméstico responde por oito mil toneladas diárias (LOTURCO apud GONZÁLES; RAMIRES, 2005).

Segundo relato de Pinto (2000), pesquisas brasileiras apontaram números significativos de perda de materiais em processos construtivos, tais como, cimento, cal, areia, concreto, argamassa, ferro, componentes de vedação e madeira. Ainda, estima-se que, a cada metro quadrado construído, 150 kg de resíduos sejam gerados, levando à remoção de dez caçambas de resíduos em qualquer construção de 250 m².

As perdas ocorrem desde a exploração da matéria prima até o momento de aplicação do material, notadamente na fabricação de materiais, no processo produtivo, na preparação dos recursos humanos, nos projetos, no planejamento e suprimentos. Em todos os casos a qualificação do trabalhador está presente. De acordo com o controle, as perdas são consideradas inevitáveis (perdas naturais) e evitáveis. Conforme Pinto (1999), no processo construtivo o alto índice de perdas do setor é a principal causa do entulho gerado, embora nem toda perda se transforme efetivamente em resíduo, pois uma parte acaba ficando na própria obra. Segundo sua natureza, as perdas podem acontecer por superprodução, substituição, espera, transporte, ou no processamento em si, nos estoques, nos movimentos, pela elaboração de produtos defeituosos e outros, como roubo, vandalismo e acidentes.

Em razão da importância e da necessidade de se ter uma classificação de perdas melhor estruturada, dentre as várias sugeridas por diversos outros autores, a classificação adotada partiu do conceito das sete perdas de Shingo (1981), que foi adaptada para a construção civil, na qual são identificadas:

- ✓ **Perdas por superprodução:** referem-se às perdas que ocorrem por causa da produção em quantidades superiores às necessárias, como, por exemplo, produção de argamassa em quantidade superior à necessária para um dia de trabalho, excesso de espessura de lajes de concreto armado.
- ✓ **Perdas por espera:** relacionadas com a sincronização e o nivelamento do fluxo de materiais e as atividades dos trabalhadores, podem envolver tantas perdas de mão-de-obra quanto de equipamentos, como, por exemplo, paradas nos serviços

originadas por falta de disponibilidade de equipamentos ou de materiais.

- ✓ **Perdas por transporte:** estão associadas ao manuseio excessivo ou inadequado dos materiais e componentes em razão de uma má programação das atividades ou de um layout ineficiente, como, por exemplo, tempo excessivo despendido no transporte em virtude de grandes distâncias entre os estoques e o guincho, quebra de materiais pelo seu duplo manuseio ou uso de equipamento de transporte inadequado.
- ✓ **Perdas no processamento em si:** têm origem na própria natureza das atividades do processo ou na sua execução inadequada; decorrem da falta de procedimentos padronizados e da ineficiência nos métodos de trabalho, da falta de treinamento da mão-de-obra ou de deficiências no detalhamento e construtividade dos projetos. São exemplos deste tipo de perdas: quebra de paredes rebocadas para viabilizar a execução das instalações, quebra manual de blocos em razão da falta de meios-blocos.
- ✓ **Perdas nos estoques:** estão associadas à existência de estoques excessivos, em virtude da programação inadequada na entrega dos materiais ou de erros no orçamento, podendo gerar situações de falta de locais adequados para a deposição; também decorrem da falta de cuidados no armazenamento dos materiais. Podem resultar tanto em perdas de materiais quanto de capital como, por exemplo, custo financeiro dos estoques, deterioração do cimento por causa do armazenamento em contato com o solo e/ou em pilhas muito altas.
- ✓ **Perdas no movimento:** decorrem da realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores durante a execução das suas atividades e podem ser geradas por frentes de trabalho afastadas e de difícil acesso; falta de estudo de layout do canteiro e do posto de trabalho; falta de equipamentos adequados, etc. São exemplos deste tipo de perda tempo excessivo de movimentação entre postos de trabalho por causa da falta de programação de uma sequência adequada de atividades e esforço excessivo do trabalhador em função de condições ergonômicas desfavoráveis.
- ✓ **Perdas pela elaboração de produtos defeituosos:** ocorrem quando são fabricados produtos que não atendem aos requisitos de qualidade especificados; geralmente, originam-se da ausência de integração entre o projeto e a execução, das deficiências do planejamento e controle do processo produtivo, da utilização de

materiais defeituosos e da falta de treinamento dos operários. Resultam em retrabalhos ou em redução do desempenho do produto final, como, por exemplo, falhas nas impermeabilizações e pinturas, descolamento de azulejos.

- ✓ **Perdas X Geração de Resíduos:** As perdas são classificadas em dois tipos: as que geram resíduos e as que não geram, mas englobam a execução de tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor.

Tão importante quanto à classificação das perdas é poder elencar as que mais produzem resíduos, estas perdas seriam:

- ✓ Perdas por superprodução;
- ✓ Perdas por manutenção de estoques;
- ✓ Perdas por transporte;
- ✓ Perdas por fabricação de produtos defeituosos;
- ✓ Perdas no processamento em si.

Já as perdas que não geram resíduos (perdas nos movimentos e perdas por espera), devem ser cuidadas para serem eliminadas, pois geram desperdícios de tempo, além de perdas financeiras.

A indústria da construção civil é antiga, diferentemente de outros ramos industriais, as máquinas foram inseridas em pequena escala, o trabalho manual é a base da atividade produtiva e o trabalho se organiza em torno de especializações. Estes fatores contribuem negativamente para o aumento no volume de resíduos gerados. Além desses agravantes, Meseguer (1991) ainda destaca algumas outras peculiaridades:

- ✓ Cada produto é único e normalmente não seriado;
- ✓ O produto é fixo e os operários são móveis, ao contrário da produção seriada, dificultando a organização e controle; e
- ✓ Trata-se de uma indústria muito tradicional, que apresenta muita inércia às alterações.

Desta feita, com fulcro nestas especificidades até o momento dissertadas e em razão do Artigo 225 da constituição Federal, que diz:

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o

dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988).

É possível afirmar que é essencial a elaboração de um Plano de Gestão Integrada de Resíduos da Construção Civil por parte dos devidos órgãos públicos. Para tal faremos a apresentação da metodologia para elaboração dos trabalhos que culminaram na proposição de base do PGIRCC, com ênfase na Redução, Reutilização e Reciclagem.

3 METODOLOGIA

Metodologia científica é o estudo dos métodos ou instrumentos necessários para a elaboração de um trabalho científico. É o conjunto de técnicas e processos empregados para a pesquisa e a formulação de uma produção científica. Sempre fundamentados nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Segundo Sabbatini (1989) “o objetivo de uma metodologia é o de estabelecer uma orientação efetiva ao pesquisador e dela se utilizar em um certo processo investigativo, possibilitando-lhe tomar decisões oportunas e selecionar as hipóteses, técnicas e dados mais adequados”.

De acordo com Barreto e Honorato (1998), a metodologia de pesquisa deve ser entendida como o conjunto detalhado e sequencial de métodos e técnicas científicas a serem executados ao longo da pesquisa, para que se atinja os objetivos propostos inicialmente. Tem que haver uma neutralidade por parte do pesquisador e um levantamento de dados, que é o ponto inicial da pesquisa.

Esse levantamento deve ocorrer através de pesquisas bibliográficas que, segundo Gil (2010), são desenvolvidas, com base em material já elaborado, constituído, principalmente de livros e artigos científicos. Quando o pesquisador busca esse referencial já está embutindo a escolha da pesquisa. Surgem observações de fatos ou fenômenos e contatos com pessoas que possam fornecer dados ou sugerir possíveis fontes de informações úteis.

A revisão bibliográfica foi feita através de leituras de livros, dissertações, teses, jornais, periódicos, revistas, legislações, normas, artigos específicos sobre o assunto desta pesquisa, todos com elevada importância. Tanto o levantamento de dados quanto à análise das bibliografias foram correlatas aos assuntos: Resíduos de Construção Civil e Demolição, Reformas, Ampliações, Volumosos; Impactos Ambientais; Normas e Legislação Vigente sobre RCC; Destinação final correta dos RCC; Bolsões de Entulho; Áreas de Transbordo e Triagem de RCD; Redução; Reutilização; e Reciclagem de RCC.

No que se referem aos métodos de pesquisa, existem dois adequados para cada tipo de objeto de estudo: os métodos quantitativos supõem uma população de objetos de observação comparável entre si e os métodos qualitativos enfatizam as especificidades de um fenômeno em termos de suas origens e de sua razão de ser. (HAGUETTE, 2003)

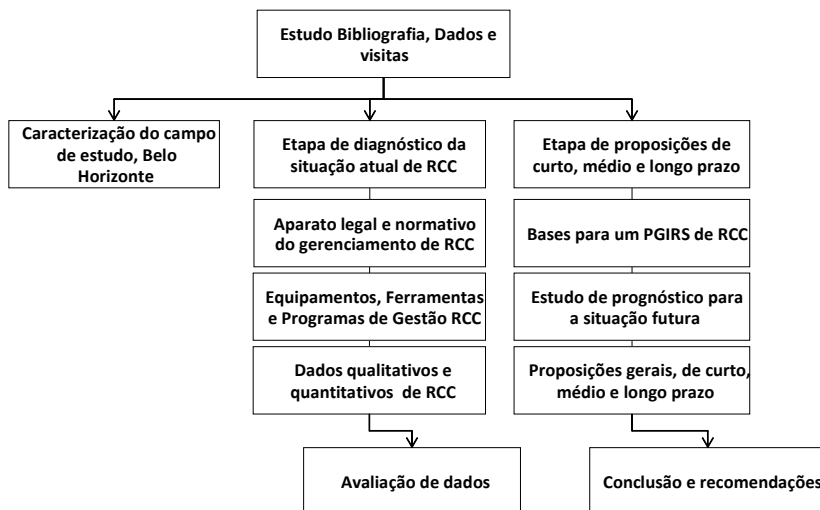
Para a elaboração do presente trabalho, a metodologia utilizada quanto ao tipo de abordagem é a de característica qualitativa, ou seja,

aquela que tem como objetivo apresentar uma visão holística dos fatos.

Já quanto aos fins, a pesquisa caracteriza-se como descritiva onde os dados são apresentados e analisados sem interferência do pesquisador descrevendo, portanto, os fatos observados através de um estudo de caso, baseado na ideia defendida por Gil (2010), que caracteriza o estudo de caso não somente como um modelo para a produção de conhecimento, mas como também para levantamento de dados.

O fluxograma das etapas a serem implementadas para o alcance dos objetivos é apresentado a seguir, conforme figura 4:

Figura 4 - Fluxograma das etapas de trabalho para alcance dos objetivos



Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor, 2015

Para que o objetivo deste trabalho seja atingido, além da pesquisa bibliográfica, foram realizados os seguintes procedimentos metodológicos:

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO CAMPO DE ESTUDO

Para caracterização do campo de estudo, que é o município de Belo Horizonte, foram consultadas algumas bases de dados, tais como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Sistema

Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) e Sistema Estadual de Informações sobre Saneamento (SEIS) de Minas Gerais, bem como a Lei de uso e ocupação dos solos de BH.

3.2 ETAPA DE DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DE RCC

Nesta etapa foram levantados os aparatos legais e normativos que regulamentam e dão as diretrizes para o gerenciamento de RCC, bem como toda a estrutura do SGRCC, elencado pelo conjunto de ações, Equipamentos, Ferramentas e Programas de Gestão e gerenciamento dos RCC em BH, identificando-os e compilando os dados relativos à qualidade e quantidade dos RCC.

Após a elaboração do diagnóstico da situação que envolve o RCC, identificando os geradores, tratamentos, quantidade e qualidade dos RCC, transportes, locais de deposição ou de destinação, impactos, dentre outros, foi feita a Avaliação dos dados coletados para proposição das Bases para o PGIRSCC, buscando novidades e soluções tecnológicas para minimização dos impactos causados pelo RCC, num esforço de se perpetuar uma gestão sustentável, uma vez que a gestão de RCC do Município de Belo Horizonte é referência no Brasil.

3.2.1 Aparato Legal e Normativo do Gerenciamento de RCC

A busca do aparato legal e normativo foi feita através da revisão bibliográfica, visto que nas fontes consultadas são mensuradas as leis e normas pertinentes, bem como pela participação em WORKSHOPS e seminários relativos a Planos de Gestão de Resíduos que estão acontecendo e os que estiverem por acontecer. Para este trabalho, a classificação dos resíduos será a informada pelas CTRs, ponto de chegada dos resíduos, e não da origem.

3.2.2 Equipamentos, Ferramentas e Programas de Gestão de RCC

Com vista à redução, reutilização e reciclagem de RCC, foi elaborada pesquisa junto à SLU, autarquia responsável pela coordenação das ações de gerenciamento destes resíduos em BH, para identificação de Equipamentos, Ferramentas e Programas de Gestão de RCC, concernentes às etapas de gerenciamento recomendadas pela Resolução CONAMA n° 307/2002, as quais sejam:

- I - **Caracterização:** o gerador identifica e quantifica os resíduos;
- II - **Triagem:** realiza preferencialmente, na origem, ou nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas no art. 3º da Resolução nº 307/2002, atualizadas pelas Resoluções CONAMA nº 348/2004, nº 431/2011 e nº 448/2012;
- III - **Acondicionamento:** o gerador garante o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando condições de reutilização e de reciclagem;
- IV - **Transporte:** realiza de acordo com as normas técnicas vigentes; e
- V - **Destinação:** prevista de acordo com o estabelecido na Resolução nº 307/2002 e respectivas atualizações, especialmente a CONAMA nº 448/2012.

A pesquisa de campo foi realizada na cidade de Belo Horizonte, em Minas Gerais, com foco em 32 URPV's de BH, na CTRCC-BR040 de BH e nas vias públicas.

Para assegurar a qualidade na busca dos elementos e identificar os pontos de deposição clandestina, os tipos de RCC e os impactos negativos causados, foram percorridas algumas centenas de quilômetros no município de BH para realização de vistorias dos pontos de deposição clandestina, e realizadas visitas técnicas em URPVs e CTRs. Foi efetuada também uma pesquisa junto à SLU, no setor de monitoramento de deposições clandestinas, para levantamento de dados qualitativos e quantitativos, uma vez que tal setor recebe as informações da fiscalização.

3.2.3 Dados Qualitativos e Quantitativos

Os dados considerados secundários foram extraídos de órgãos oficiais nacionais e estaduais, como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), Sistema Estadual de Informações sobre Saneamento (SEIS-MG), Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM-MG), Agência da Região Metropolitana de Belo Horizonte (ARMBH), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE).

Todas essas fontes são importantes e foram consultadas, porém

não necessariamente utilizadas neste trabalho, visto que alguns dados secundários são os mesmos citados na outra fonte, como é o caso do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), um dos Instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), no qual é possível acessar os bancos de dados de sistemas correlatos, como o SNIS e o IBGE.

Os dados qualitativos e quantitativos, considerados primários, são dados oficiais atualizados, levantados junto à seção de estatística da SLU, os quais foram verificados através de visitas técnicas, por se tratar de um trabalho teórico, com o objetivo de propor bases para um Plano de Gestão Integrada de Resíduos da Construção Civil para o município de Belo Horizonte, enfatizando a Redução, Reutilização e Reciclagem, sem a pretensão de elaboração de um plano.

Para assegurar a qualidade na busca dos elementos e identificar os pontos de deposição clandestina, as formas de acondicionamento dos resíduos, os tipos de RCC e os impactos negativos causados, foram percorridas várias vias no município de Belo Horizonte, bem como realizadas visitas técnicas em URPVs e CTRs. Foi efetuada também uma pesquisa junto à SLU, para identificar as ferramentas e equipamentos de gerenciamento dos resíduos.

As visitas técnicas foram feitas às URPVs e aos CTRs BR040, Pampulha e Maquiné, para verificação da rotina de trabalho dos agentes responsáveis por estas unidades, referente à classificação gravimétrica dos RCCV, enviadas à seção de estatística da SLU, setor responsável pela elaboração dos Relatórios de Atividades e Custos da autarquia.

3.2.4 Avaliação de Dados

Após a elaboração do diagnóstico, identificada a situação atual dos RCC, o modelo de gestão e os programas que envolvem a gestão de RCC, com base nas informações prestadas pelos agentes envolvidos, nas verificações das informações através de visitas técnicas nos diversos setores envolvidos com os RCC (vias públicas, CTRs, URPVs e Galpões de reciclagem) e também com base observações deste autor, considerando ainda os dados secundários, todas as informações obtidas foram compiladas de maneira a permitir uma avaliação crítica. Os dados levantados neste trabalho, sejam eles de caráter qualitativo ou quantitativo, foram avaliados tomando-se por referência os estudos de instituições, órgãos e trabalhos acadêmicos sobre o tema. Os dados que por ventura não possuem referência da consulta, foram utilizados

mediante semelhança ou justificativa técnica elaborada por este autor.

A análise dos dados foi elaborada com base na descrição do diagnóstico da situação atual de RCC de BH, do modelo e dos programas de gestão dos RCC, em consonância com as etapas definidas pela Resolução Conama: caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação; considerando os principais elementos levantados, dentre os vistoriados, relacionados com a redução, reutilização e reciclagem de RCC.

Desta feita, após a avaliação dos dados primários em cotejo com os dados secundários, foi delineada a etapa de proposições de bases para o PGIRS de RCC.

3.3 ETAPA DE PROPOSIÇÕES GERAIS, DE CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZO

Nesta etapa foram delineadas as bases para elaboração de um PGIRS de RCC, e para que este plano seja sustentável foi traçado um prognóstico para situação futura e proposições gerais e de curto, médio e longo prazo, de diretrizes e estratégias com o objetivo de se criar elementos capazes de estipular valores de referência para geração de RCC, para então, conceber o Fluxo de Gerenciamento dos RCC no Município de Belo Horizonte, enfatizando a redução, a reutilização e a reciclagem, quando, então, será elaborada a conclusão com possíveis recomendações do autor.

3.3.1 Bases para um PGIRS de RCC

As Bases foram delineadas em conformidade com a legislação vigente, contemplando o plano de trabalho, as responsabilidades pelo plano e o roteiro para elaboração de projeto de gerenciamento de RCC.

3.3.2 Estudo de Prognóstico para a Situação Futura

O estudo de prognóstico para situação futura foi elaborado com base nos dados levantados, concernentes ao modelo de gestão do Município de Belo Horizonte. Os trabalhos foram voltados para a situação em que a geração de RCC se mantenha, até que a mudança de atitudes dos agentes envolvidos em projetos, órgãos governamentais e população se conscientizem e aceitem as mudanças de concepção de projetos e construções, onde a não geração de RCC seja a principal

bandeira do projeto, resultando ao máximo possível a redução de geração de resíduos.

Destarte, consideramos a estimativa de massa gerada de RCC, evoluindo na mesma proporção da taxa de crescimento da população. Daí, com base nos levantamentos desenvolvidos no diagnóstico, montaremos três cenários, para os próximos 24 anos, sendo o último ano de 2040.

A estimativa da população de Belo Horizonte foi a mesma informada nos relatórios de atividades da SLU, a partir de 2009, cuja fonte é o IBGE. De 2009 a 2015 as populações serão as mesmas estimadas pelo IBGE, sendo que a do ano 2010 foi estabelecida pelo senso. Para proceder à estimativa da população dos demais anos, até o ano de 2040, foi calculada a taxa de crescimento médio, que somado mais 1 se transformará em fator de crescimento anual, sendo desconsiderada a taxa de crescimento menor que 1 ou muito alta. Para estimar a população do ano de 2016, multiplicou-se o fator de crescimento anual pela população de 2015, e assim sucessivamente até 2040, conforme as fórmulas abaixo:

$$FC_p = \left(\frac{NHab_{2011}}{NHab_{2010}} + \frac{NHab_{2012}}{NHab_{2011}} + \frac{NHab_{2014}}{NHab_{2013}} + \frac{NHab_{2015}}{NHab_{2014}} \right) / 4$$

$$NHab_{2016} = NHab_{2015} \times FC_p$$

$$NHab_{2017} = NHab_{2016} \times FC_p \dots \text{e assim sucessivamente.}$$

Onde,

FC_p = Fator de Crescimento da População

$NHab$ = Número de Habitantes de BH

Para o prognóstico dos RCC, considerou-se o crescimento da massa anual, em toneladas, na mesma taxa do crescimento da população até 2040, desta feita, para estimar a massa do ano de 2015, multiplicou-se o fator de crescimento anual de 2014 a 2015 pela média das massas relatadas do ano de 2009 a 2014, para o ano de 2016 multiplicou-se o fator de crescimento anual pela massa de 2015 e assim sucessivamente até 2040, resultando numa planilha com estimativa de RCC, conforme as fórmulas abaixo:

$$\text{Med}_{\text{RCC (t/dia)}} = \left[\sum_{2009}^{2014} \text{RCC (t/dia)} \right] / 6$$

$$\text{RCC (t/dia)}_{2015} = \text{Med}_{\text{RCC (t/dia)}} \times \frac{\text{NHab } 2015}{\text{NHab } 2014}$$

$$\text{RCC (t/dia)}_{2016} = \text{RCC (t/dia)}_{2015} \times \text{FC}_M$$

Onde,

RCC (t/dia) = Massa de RCC gerada em toneladas por dia

Med_{RCC (t/dia)} = Média de RCC (t/dia)

FC_M = Fator de Crescimento de Massa(t) = FC_P

A partir desta, foram elaboradas três planilhas para três situações possíveis de reciclagem e aterragem de RCC, configuradas como Cenário 1, 2 e 3, que subsidiarão as proposições gerais e de curto, médio e longo prazo das diretrizes e estratégias para concepção de bases do PGIRSCC:

Cenário 1: foi desenhado, a partir da planilha de estimativa de RCC até 2040, considerando a média dos percentuais de RCC reciclados e aterrados, gerados em BH entre os anos de 2009 e 2014.

Cenário 2: foi desenhado, a partir da planilha de estimativa de RCC até 2040, adotando a taxa de reciclagem (31,42%) e aterragem (68,58%), média do ano de 2010.

Cenário 3: foi desenhado, a partir da planilha de estimativa de RCC até 2040, adotando a taxa de reciclagem máxima (90%) e de aterragem (10%).

Para atender à demanda de reciclagem resultante do cenário 3 foi elaborada uma tabela para orientar a Aquisição de Equipamentos de Reciclagem, em função da quantidade de RCC gerado por dia, adotando a taxa de reciclagem máxima (90 %) de RCC. Desta forma, a tabela foi dimensionada a partir da geração de RCC, em t/dia, considerando 264 dias de trabalho por ano, considerando 90% de Reciclagem de RCC (t/dia), considerando que o Equipamento Existente produz 1.000t/dia e dimensionando a aquisição do equipamento em função do saldo a reciclar (t/dia). Para o cálculo de equipamentos foi considerado que:

- ✓ O equipamento Pampulha produz 200,00 t/dia
- ✓ O equipamento da BR040 produz 333,33 t/dia
- ✓ O equipamento Estoril produz 466,67 t/dia

3.3.3 Proposições Gerais, de Curto, Médio e Longo Prazo

As proposições foram apresentadas na forma de diretrizes e estratégias, sendo as diretrizes representadas pelos tópicos e as estratégias pela maneira ou meios, através dos quais as respectivas ações serão implantadas, com o objetivo de se criar elementos capazes de estipular valores de referência para geração de RCC, para então, conceber o Fluxo de Gerenciamento dos RCC no Município de Belo Horizonte, enfatizando a redução, a reutilização e a reciclagem.

Finalizando os trabalhos, foram proferidas a conclusão seguida de algumas recomendações do autor.

3.3.4 Conclusão

A Conclusão foi feita uma análise técnica dos resultados das pesquisas, verificando se os objetivos propostos foram atingidos e, também, apresentando sugestões que possam contribuir para trabalhos futuros.

a 79% do conjunto populacional da região. Em julho de 2014, a estimativa da população da RMBH era de 5.767.414 habitantes, a 3ª maior aglomeração urbana do Brasil, a maior do Brasil fora do eixo Rio-São Paulo, e ainda o 59º maior aglomerado urbano do mundo.

Dotada de várias indústrias, a RMBH é o centro comercial, financeiro, político, educacional e cultural de Minas Gerais, representando em torno de 40% da economia e 25% da população do estado de Minas Gerais. Em 2012, seu produto Interno bruto (PIB) somava cerca de R\$ 149,4 bilhões, sendo que, cerca de 40% pertenciam à cidade de Belo Horizonte.

O Município de Belo Horizonte possui uma população de 2.375.151 habitantes (censo IBGE de 2010), 48% da sua Região Metropolitana, com área de 331 Km², é o 6º maior do país, relativamente pequeno, face às duas maiores cidades do Brasil, Rio de Janeiro (1.197 Km²) e São Paulo (1.521 Km²). Como capital do Estado, se destaca como polarizador sobre as demais cidades da RMBH, porém, como as leis de uso e ocupação dos solos de Belo Horizonte vêm reduzindo os coeficientes de aproveitamentos dos terrenos, os municípios vizinhos crescem mais do que BH, em virtude da falta de áreas disponíveis no município e as poucas que restam são caras.

O uso e ocupação do solo de BH é regido pela LEI N° 9.959, DE 20 de julho de 2010, que altera as leis n° 7.165/96 - que institui o Plano Diretor do Município de Belo Horizonte - e n° 7.166/96 - que estabelece normas e condições para parcelamento, ocupação e uso do solo urbano no Município -, esta estabelece normas e condições para a urbanização e a regularização fundiária das Zonas de Especial Interesse Social, dispõe sobre parcelamento, ocupação e uso do solo nas Áreas de Especial Interesse Social, e dá outras providências.

O Município de BH sofre influências e impactos da ingerência na gestão de resíduos referentes aos municípios integrantes da RMBH, destacando-se as regiões limítrofes, uma vez que os geradores dos RCC desses municípios também podem contribuir com a deposição clandestina ou mesmo com a deposição de resíduos nas URPVs. Não há uma separação física dos municípios, e os fomentos de RCC para tal vem de toda parte. No entanto, nossos estudos se concentrarão apenas nas áreas dentro dos limites do Município de BH.

4.2 ETAPA DE DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DE RCC EM BH

4.2.1 Aparato Legal e Normativo do Gerenciamento de RCC em Belo Horizonte

Os principais instrumentos legais e normativos pertinentes à legislação e normatização existentes no país, necessários e aplicáveis à gestão dos resíduos da construção civil em Belo Horizonte são os mesmos compilados pela Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana - ARMBH (BELO HORIZONTE, 2014) para o desenvolvimento do Plano Metropolitano de Gestão Integrada de Resíduos da Região de Belo Horizonte com foco em Resíduos da Construção Civil e Volumosos (RCCV). Destacando-se a Lei Municipal Nº 10.522.

No dia 29 de outubro de 2014, a Prefeitura de Belo Horizonte, através da Superintendência de Limpeza Urbana (SLU), fez o lançamento do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte (PMGIRS-BH).

Segundo a SLU, o Plano é um instrumento de planejamento estratégico, para um horizonte de 20 anos, que contempla diretrizes e ações para a gestão ambientalmente adequada e sustentável dos resíduos sólidos. Esse planejamento contempla desde a geração até a disposição final dos resíduos sólidos municipais, observando aspectos técnicos, operacionais, econômicos, sociais, ambientais e de participação da população, conforme às exigências da Lei 12.305 de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

O plano será implementado em diversas etapas, contemplando o diagnóstico dos resíduos sólidos, a identificação das possibilidades de gestão associada, o planejamento das ações do PMGIRS e a apresentação e divulgação da versão final do PMGIRS, está prevista para meados de 2016. As análises deverão também considerar as influências e interferências da gestão dos resíduos provenientes da Região Metropolitana de Belo Horizonte, destacando-se as regiões limítrofes.

Os quadros consolidados por tipo de instrumento legal e normativo são os seguintes: (I) Quadro 3 - Leis e Decretos; (II) Quadro 4 - Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA); (III) Quadro 5 - Deliberações Normativas do Conselho Estadual de

Política Ambiental (COPAM); (IV) Quadro 6 - Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT); e (VII) Quadro 7 - Outros Instrumentos Legais.

Quadro 3: Leis e Decretos Federais

	Legislação / Norma	Ementa / Tema / Fonte	Informações	Avaliação de aplicabilidade para o Plano Metropolitanano
RSU	Lei Federal nº 11.445/2007 - Saneamento Básico	Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Fonte: Brasil, 2007	Visa cobrir o déficit urbano apresentado pelos quatro componentes do saneamento básico: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Os titulares dos serviços deverão formular a política pública de saneamento básico, e elaborar os Planos de Saneamento Básico, nos termos desta Lei.	Apesar dos planos de saneamento serem aplicáveis aos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), alguns municípios podem indicar diretrizes ou informações sobre os RCCV nestes planos, sendo recomendável a avaliação no contexto da elaboração do Plano Metropolitanano.
RSU e RCCV	Lei Federal nº 12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; Altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Fonte: Brasil, 2010 ⁹	Define sobre os Planos de Resíduos Sólidos Nacional, Estaduais, Regionais, Intermunicipais, Municipais e de gerenciamento de resíduos sólidos.	O Plano Metropolitanano deverá avaliar os PGRIU e PGRICC dos municípios. Deverá ser verificado como os municípios abordam a aprovação e fiscalização dos PGRICC para os geradores de RCC.
RCCV	Resolução CONAMA nº 307/2002 atualizadas pelas Resoluções CONAMA, nº 348/2004, nº 431/2011 e nº 448/2012	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos sólidos da construção civil.	De acordo com o Artigo 5o e 6o desta resolução os geradores de RCC, em operação ou a serem implantados, devem elaborar e implantar o PGRICC, de acordo com a legislação vigente. O gerador tornou-se responsável pela segregação realizada na origem ou a ser realizada nas áreas de destinação em áreas licenciadas para esta atividade, segundo a classificação exigida por norma regulamentadora, respeitando as quatro classes (A, B, C e D) diferentes dos RCC, devendo encaminhá-los para a reciclagem, tratamento ou disposição final, após praticar os princípios da não geração e redução.	Os geradores de RCC devem possuir o PGRICC. Desta forma, o Plano Metropolitanano deve levar em consideração as determinações específicas desta resolução.

Fonte: Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana – BH, 2015

Quadro 4: Leis e Decretos Estaduais

	Legislação / Norma	Ementa / Tema / Fonte	Informações	Avaliação de aplicabilidade para o Plano Metropolitanano
RCC	DN COPAM nº 155 de 2010	Dispõe sobre atividades para manejo e destinação de resíduos da construção civil e volumosos. Fonte: Minas Gerais, 2011 ⁸	A DN COPAM no 155/2010 não aborda os planos e programas, entretanto, altera dispositivos da DN 74/2004, incluindo na listagem E códigos de atividades para manejo e destinação de resíduos da construção civil e volumosos.	As informações futuras a serem publicadas pela FEAM nos relatórios consolidados contendo as estratégias adotadas para gestão de RCCV, serão importantes para o Plano Metropolitanano, para se ter um alinhamento com as diretrizes estaduais.
RSU/RCC	A Lei Estadual no 14.128/2001	Dispõe sobre a Política Estadual de Reciclagem de Materiais. Fonte: Minas Gerais, 2001	Dispõe sobre a Política Estadual de Reciclagem de Materiais, e tem o objetivo de incentivar o uso, a comercialização e a industrialização de materiais recicláveis. Também visa incentivar o desenvolvimento ordenado de programas municipais de reciclagem de materiais.	O Plano poderá prever a reciclagem dos resíduos classe B (plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros, quando possível, sendo necessário avaliar os programas municipais de reciclagem e ações previstas
RSU/RCC	A Lei Estadual no 14.128/2001	Dispõe sobre a Política Estadual de Reciclagem de Materiais. Fonte: Minas Gerais, 2001	Dispõe sobre a Política Estadual de Reciclagem de Materiais, e tem o objetivo de incentivar o uso, a comercialização e a industrialização de materiais recicláveis. Também visa incentivar o desenvolvimento ordenado de programas municipais de reciclagem de materiais.	O Plano poderá prever a reciclagem dos resíduos classe B (plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros, quando possível, sendo necessário avaliar os programas municipais de reciclagem e ações previstas
RSU/RCC/RSS	Lei Estadual nº 18.031/2009	Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos	Define sobre os Planos de Resíduos Sólidos, Estaduais, s, Intermunicipais, Municipais e de geração e gestão de resíduos sólidos.	O Plano Metropolitanano deverá avaliar os PGRIU e PGRICC dos municípios. Deverá ser verificado como os municípios abordam a aprovação e fiscalização dos PGRICC para os geradores de RCC.

Fonte: Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana – BH, 2015

Quadro 5: Leis e Decretos Municipais

	Legislação / Norma	Ementa / Tema / Fonte	Informações	Avaliação de aplicabilidade para o Plano Metropolitano
RCCV	Lei Municipal nº 10.522, de 24 de agosto de 2012	Institui o Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos - SGRCC - e o Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos - PMRCC, e dá outras providências. Fonte: Belo Horizonte, 2005.	O Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos - SGRCC - é um conjunto de ações, serviços, infraestruturas e instalações operacionais que visam à gestão adequada dos resíduos da construção civil e dos resíduos volumosos no Município de Belo Horizonte. O PMRCC é instrumento para a implementação do SGRCC, a ser elaborado pelo Município, devendo contemplar: O Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Resíduos e os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil - PGRCCs.	Os geradores de RCCV devem elaborar e implementar o PGRCCV que será submetido a aprovação da Secretaria Municipal de Meio Ambiente dentro do processo de licenciamento ambiental. Desta forma, o Plano Metropolitano deve levar em consideração as determinações específicas em nível municipal

Fonte: Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana – BH, 2015

Quadro 6: Normas Brasileiras (NBR) da ABNT para RCCV

Ano	Natureza	Disposição
1992	NBR 8.419	Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos.
1995	NBR 8.849	Apresentação de projetos de aterro controlados de resíduos sólidos urbanos.
1992	NBR 12.235	Armazenamento de resíduos sólidos perigosos.
2001	NBR 6.484	Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de Ensaio.
2004	NBR 15.112	Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Área de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.
2004	NBR 15.113	Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação
2004	NBR 15.114	Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.
2004	NBR 15.115	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos
2004	NBR 15.116	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.
2004	NBR 10.004	Resíduos Sólidos – Classificação
2004	NBR 10.005	Lixiviação de Resíduos – Procedimentos
2004	NBR 10.006	Solubilização de Resíduos – Procedimentos
2004	NBR 10.007	Amostragem de Resíduos – Procedimentos

Fonte: Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana – BH, 2015

Quadro 7: Outros Instrumentos Legais

Ano	Natureza	Legislação	Disposição
1978	Federal	Norma Regulamentadora - NR 04	Serviços especializados em engenharia de segurança e em medicina do trabalho.
1978	Federal	Norma Regulamentadora - NR 06	EPI – Equipamentos de proteção individual
1978	Federal	Norma Regulamentadora - NR 07	Programa de controle médico de saúde ocupacional.
1978	Federal	Norma Regulamentadora - NR 09	Programa de prevenção de riscos ambientais.
1978	Federal	Norma Regulamentadora - NR 18	Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção.

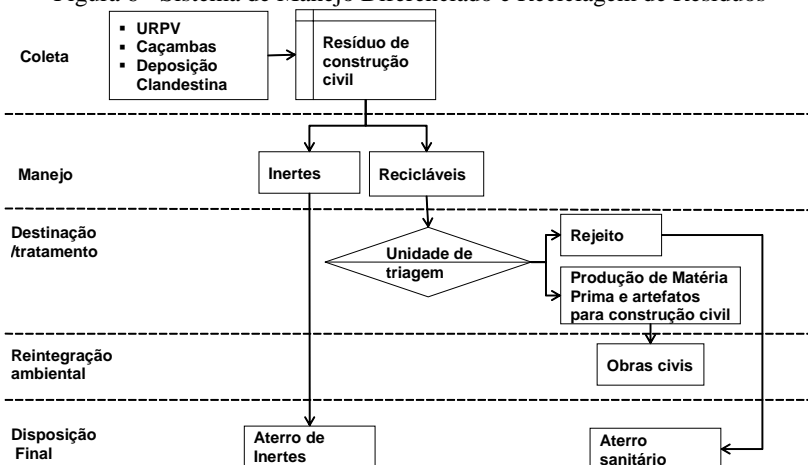
Fonte: Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana – BH, 2015

4.2.2 Equipamentos, Ferramentas e Programas de Gestão de RCC

A Superintendência de Limpeza Urbana (SLU), autarquia municipal responsável pela limpeza urbana de Belo Horizonte, implantou, a partir de 1993, um sistema de manejo diferenciado de tratamento dos resíduos sólidos gerados no município, buscando devolvê-los como matéria-prima para o setor produtivo, ou de forma a não agredir o meio ambiente.

O Programa de manejo diferenciado e reciclagem de resíduos insere o programa para a correção das deposições clandestinas, buscando orientar a população quanto à deposição correta e adequada de resíduos da construção civil, com o objetivo de corrigir os problemas ambientais urbanos gerados pela deposição indiscriminada e clandestina de resíduos de construção na malha urbana, como também de propiciar a redução, a reutilização de reciclagem de RCC. O sistema apresentado na Figura 6 é estruturado de forma a respaldar o funcionamento das Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPV), bem como de dar vazão aos resíduos coletados nas caçambas e deposições irregulares.

Figura 6 - Sistema de Manejo Diferenciado e Reciclagem de Resíduos



Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2015

Com o objetivo de corrigir os problemas ambientais urbanos gerados pela deposição clandestina de resíduos de construção na malha

urbana, de fomentar a redução, a reutilização e a reciclagem dos RCC, atualmente, a SLU conta com os seguintes:

Equipamentos

Compostos por áreas físicas destinadas a uma ou mais das etapas de recepção, triagem, tratamento, reciclagem e disposição final ambientalmente adequada:

- a) Área 1- URPVs implantadas em bacias de captação de RCC;
- b) Área 2- ERE;
- c) Área 3- ATT;
- d) Área 4 – Aterros de RCC.
- e) Caçambas Estacionárias

Ferramentas

- a) SIBR- Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos, responsável pelo fomento da reutilização;
- b) Sistema de monitoramento contínuo de pontos de deposição clandestina, inserida no programa de fiscalização.

4.2.2.1 URPV- Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes

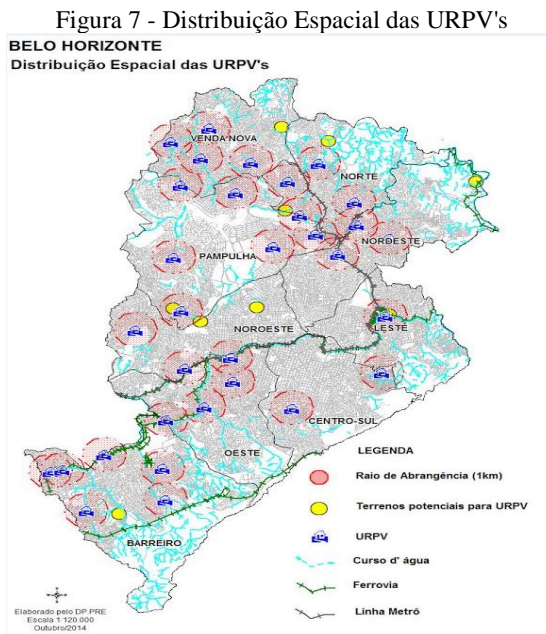
As URPVs são equipamentos públicos destinados a receber de munícipes e pequenos transportadores cadastrados, descargas de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (poda, pneus, colchões, eletrodomésticos e móveis), até o limite de 1m³ por descarga, para triagem obrigatória e destinação ambientalmente adequada dos diversos componentes. Os materiais são gratuitamente entregues nesses locais pela população ou por carroceiros contratados, a expensas do contratante, sendo vedado o recebimento de lixo doméstico ou de sacolão, resíduos industriais ou de serviços de saúde, ou animais mortos.

Para um bom desempenho operacional da URPV a logística de implantação deve seguir as recomendações dos § 1º e 2º do Art 13:

§ 1º As URPVs devem ser instaladas, preferencialmente, em áreas livres reservadas ao uso público e já degradadas devido à deposição irregular e sistemática de resíduos sólidos, com o objetivo de promover a sua recuperação nos aspectos paisagísticos e ambientais.

§ 2º - O número e a localização das URPV's devem ser definidos pela SLU, com vistas à obtenção de soluções eficazes de captação e destinação de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (BELO HORIZONTE, 2012).

Atualmente, estão implantadas 32 (trinta e duas) URPV's utilizadas no manejo dos RCC, ocupando as bacias de resíduos, espalhadas em pontos da cidade, oferecendo facilidade para os pequenos geradores, possibilitando a descarga dos resíduos de maneira correta, segregada e sem contaminação, em diferentes bairros de Belo Horizonte, conforme Figura 7 e detalhado na Tabela 4:



Fonte: SLU, 2016

Tabela 4: Localização das URPV's

Nº	Região Adm	Nome da URPV	ENDEREÇO
1	Barreiro	Átila de Paiva	Av. Tereza Cristina, 68 - B. Barreiro de Baixo
2	Barreiro	Flávio de Oliveira	Rua Itapetininga, 2 - B. Cardoso
3	Barreiro	Jatobá	Av. Agenor Nonato de Souza, 710 - B. Jatobá
4	Barreiro	Lindéia	Rua Antônio de Souza Gomes, 110 - B. Lindéia
5	Barreiro	Millionários	Rua Dona Luiza, 865 - B. Millionários
6	Barreiro	Túnel de Ibirité	Rua Marly Passos, 10 - B. Tirol
7	Centro-Sul	Santa Lúcia	Av. Artur Bernardes, 3.951 - B. Santo Antônio
8	Centro-Sul	Mem de Sá	Av. Mem de Sá, 1860 - B. Novo São Lucas
9	Leste	Andradas I	Av. dos Andradas, 5.965 - B. Esplanada
10	Nordeste	Zumbi	Av. Esplanada, 72 - B. São Gabriel
11	Nordeste	Goiânia	Rua Elias Michel Farah, 105 - B. Vila Brasília
12	Nordeste	São Paulo	Av. Cachoeirinha, 35 - B. São Paulo
13	Noroeste	Pindorama (CTRS)	Av Amintas Jacques de Moraes s/n - B. Glória
14	Noroeste	Delta	Av. Vereador Cícero Idelfonso, 5- B. João Pinheiro
15	Norte	Saramenha	Av. Basílio da Gama, 5 - B. Tupi
16	Norte	Bacuraus	Rua Adolfo Bezerra de Men, 40- B. Campo Alegre
17	Norte	J. Guanabara	Av. Hum, 505 - B. Floramar
18	Norte	Aeroporto	Av. Washington Luiz, 945 - B. São Bernardo
19	Oeste	Barão	Av. Barão Homem de Melo, 300 - B. Nova Suíça
20	Oeste	Silva Lobo	Av. Silva Lobo, 1 - B. Calafate
21	Oeste	Das Flores	Rua José Furletti, 45 - B. Betânia
22	Oeste	Tereza Cristina	Av. Tereza Cristina, 8.451 - B. das Indústrias
23	Pampulha	Dona Clara	Rua Rita Alves Castanheira, 50 - B. Dona Clara
24	Pampulha	Castelo	Rua Castelo de Veiros, 315 - B. Castelo
25	Pampulha	Garças	Rua Renato Fantone, 20 - B. Garças
26	Pampulha	Santa Amélia	Av. Deputado Anuar Menhen, 550 - B. Santa Amélia
27	Pampulha	São José	Rua Cristiano Pereira Salgado, 200 - B. Castelo
28	Pampulha	Liberdade	Rua Flor de Índio, 105 - B. Liberdade
29	Venda Nova	Rio Branco	Av. Augusto dos Anjos, 1.983 - B. Santa Mônica
30	Venda Nova	S. J. Batista	Rua Elce Ribeiro, 240 - B. São João Batista
31	Venda Nova	Vilarinho	Av. Vilarinho, 4.441 - B. Letícia
32	Venda Nova	Céu Azul	Av. Luiz Cantagalli, 52 - B. Céu Azul

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2016

A coordenação das ações previstas no PMRCC é de responsabilidade da SLU, ficando as operações de cada URPV (recepção dos materiais e transporte até as estações de reciclagem ou ATT Maquiné) a cargo da GERLU, Gerência Regional de Limpeza Urbana, subordinada à secretaria regional da Prefeitura.

O material recebido nestes locais é separado em caçambas e recolhido regularmente pela prefeitura do município. Após a triagem, os RCC segregados são destinados para uma das duas Estações de Reciclagem de Entulho existentes no município, onde são transformados em agregados reciclados que podem ser reintroduzidos na cadeia da construção civil, os demais, incluindo os volumosos, são destinados para a CTR Maquiné.

4.2.2.2 Caçambas Estacionárias

As caçambas estacionárias são os recipientes mais utilizados em Belo Horizonte pelos grandes geradores. São várias as empresas especializadas cadastradas e licenciadas pelo município para explorar o serviço de aluguel de caçambas estacionárias, cobrando do grande gerador um valor referente ao aluguel, ao transporte até a ATT, destinação final, para posterior disposição final em local adequado devidamente licenciado pelo município de BH ou em outro município.

Durante o estudo de caso realizado, foram encontradas diversas caçambas pelas ruas do município, com RCC limpos e RCC contaminados, conforme evidenciado na Figura 8.

Figura 8 - Caçamba de entulhos com resíduos de construção

Caçamba de entulhos com resíduos de construção



Caçamba de entulhos com resíduos de construção e alguns sacos plásticos



Fonte: Fotografia feita pelo próprio autor, 2015

Os dados relativos às massas geradas por grandes geradores e transportadas pelas caçambas e a destinação final não foram informados.

A SLU disponibiliza caçambas em alguns locais utilizados como pontos de deposição irregular com maior frequência, distantes de URPVs, com o objetivo de coibir a prática de lançamento de RCC em locais inapropriados, estabelecendo ali uma possibilidade de implantação de uma URPV, caso seja necessário.

4.2.2.3 Estações de Reciclagem de Entulho

Segundo o Responsável Técnico da Divisão de Reciclagem da SLU – DV-REC, em 1995, Belo Horizonte iniciou um programa de reciclagem de entulho, que incluiu a instalação de três usinas, apresentadas na Figura 9.

Atualmente, duas encontram-se em funcionamento, a da Pampulha, criada em 1996, e a da BR-040, criada em 2006. A estação Estoril, sito à Rua Nilo Antônio Gazire, 147, Bairro Estoril teve suas atividades paralisadas em julho de 2013. As Estações de Reciclagem de Entulho (ERE) têm como objetivo transformar os resíduos da construção civil em agregados reciclados, que podem substituir a brita e a areia em elementos da construção civil que não tenham função estrutural.

Essas estações estão em terrenos públicos localizados estrategicamente, com área mínima de 6.000m², cercados e dotados de pontos de aspersão de água, de forma a reduzir o excesso de poeira.

Além das cercas e da barreira vegetal, as usinas instaladas no município possuem uma edificação de instalação de apoio (administração, sanitário e vestiário) e um conjunto reciclador, compostos pelos equipamentos que fazem parte do processo de reciclagem. Para evitar a pressão sonora, as calhas dos equipamentos britadores são revestidas de borracha e as pás-carregadeiras dispõem de silenciadores.

Figura 9 - Usinas de reciclagem de entulho de Belo Horizonte

ERE Estoril (Desativada)- R. Nilo
Antônio Gazire, 147, B. Estoril



ERE Pampulha - R. Policarpo
Magalhães Viotti, 450, Bairro
Bandeirantes



ERE BR 040, km 531, Jardim
Filadélfia

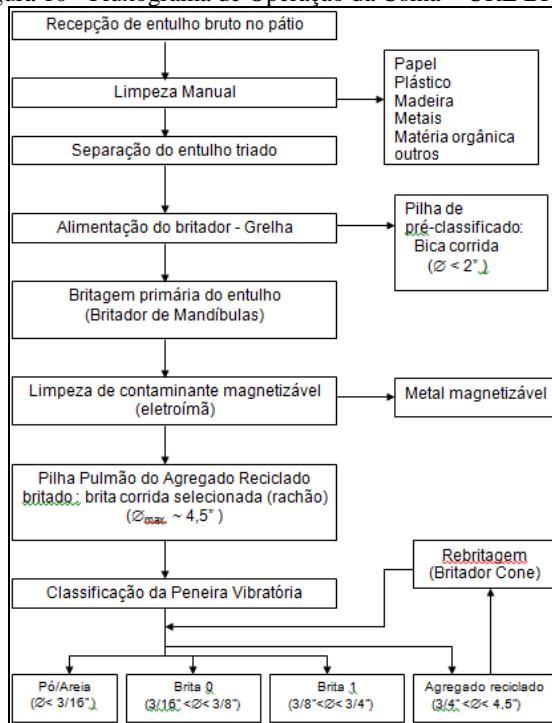


Fonte: SLU, 2015

Etapas do Processo de Reciclagem

O RT da DV-REC-SLU apresentou o fluxograma de operação da usina e descreveu as etapas do processo de reciclagem nas ERE, conforme figura 10:

Figura 10 - Fluxograma de Operação da Usina – URE BR 040



Fonte: SLU, 2015

a) Recepção

De acordo com RT da DV-REC-SLU, o material é inspecionado na portaria para verificar a sua composição e o grau de contaminação. As unidades recebem os resíduos de grandes geradores transportados por caminhões e empresas de caçambas desde que apresentem, no máximo, 10% de outros materiais (papel, plástico, metal etc.) e ausência de terra, matéria orgânica, gesso e amianto. O volume por empresa é de até 25 m³/dia, condicionado à capacidade de acúmulo de 200m³/dia, e à

produção diária da usina. O material aceito é classificado em A ou B, conforme segue:

- ✓ **Classe A** – resíduos de peças fabricadas com concreto (lajes, pilares, blocos, pavimentação), argamassas, pedras ornamentais, sem a presença de impurezas. Destinam-se à preparação de argamassa e concreto não estruturais, utilizados na fabricação de bloquetes para calçamento, blocos de vedação, guias para meio-fio, dentre outros.
- ✓ **Classe B** – resíduos predominantemente cerâmicos (tijolos, telhas cerâmicas, azulejos, etc.). Destinam-se à base e à sub-base de pavimentação de vias, drenos, camadas drenantes e material de enchimento de rip-rap.

A parcela rejeitada pela inspeção é destinada ao aterro sanitário de Macaúbas, em Sabará, ou Maquiné, em Santa Luzia.

b) Seleção

Segundo o RT da DV-REC-SLU, os materiais recicláveis são separados manualmente dos rejeitos, mostrado na Figura 11 e que se forem reaproveitáveis, serão devidamente destinados para reciclagem.

Figura 11 - Processo de separação manual de resíduos

Ruma de resíduos - pátio ERE BR040

Processo de separação manual de resíduo



Fonte: SLU, 2015

c) Operação de Britagem

Após a triagem, de acordo com o Engenheiro Joaquim da C. Pereira (DV-REC-SLU), os resíduos são levados pela pá-carregadeira até o alimentador vibratório do britador de impacto e, por gravidade, para a calha simples e ao transportador de correia. Após a britagem, há eliminação de pequenas partículas metálicas ferruginosas pela ação de

um eletroímã sobre o material reciclado conduzido pelo transportador de correia.

d) Estocagem em Pilhas

Após a britagem, conforme o Engenheiro Joaquim da C. Pereira (DV-REC-SLU), o material reciclado é acumulado sob o transportador de correia, apresentado na Figura 12.

Figura 12 - Equipamento Britador, Transportador de Correia

Equipamento Britador



Equipamento Britador, Transportador de Correia



Fonte: SLU, 2015

e) Expedição

Conforme o Engenheiro Joaquim da C. Pereira (DV-REC-SLU), a expedição é o procedimento realizado com o auxílio de pá-carregadeira, dispondo o material reciclado em veículos apropriados, que serão reutilizados em obras públicas ou particulares.

Os materiais produzidos nas ERE instaladas no município de Belo Horizonte estão apresentados no quadro 8:

Quadro 8: Cartilha de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Construção Civil

Produto	Características	Uso Recomendado	Usina
Areia Reciclada	Material com dimensão máxima de 4,8 mm	Fabricação de artefatos de concreto sem fins estruturais, tais como blocos de vedação, pisos intertravados, guias (meio fio); com o devido acompanhamento tecnológico	BR 040
Brita 0	Material com dimensões entre 4,8 mm e 9,5mm		BR 040
Brita 1	Material com dimensões entre 9,5mm e 19 mm		BR 040
Rachão	Material com dimensões acima de 19 mm		BR 040
Bica Corrida	Material com dimensões e composições variadas	Base e sub-base de pavimentação de vias; Preenchimento de valas, regularização de vias não pavimentadas, etc	BR 040 e B. Pampulha

Fonte: SLU, 2015

f) Destinação dos RCC Reciclados

Após a britagem o material é separado e em função da sua característica é empilhado para posterior destinação e utilização conforme recomendação, mediante os preceitos das normas pertinentes supracitadas. Várias obras utilizam o material reciclado, inclusive como agregado de concreto, com economia de recursos naturais e econômicos, e significativa redução dos impactos gerados pelos resíduos de construção. A Figura 13 apresenta fotos de algumas obras realizadas com utilização de resíduos reciclados pela SLU:

Figura 13 - Confeção de Meio fio para obra de urbanização viária

Confeção de Meio fio para obra de urbanização viária



Confeção de passeio - Regional Barreiro



Confeção de Escada - ERE Pampulha



Drenagem e contenção de talude - Obra no Morro das Pedras



Pavimentação de via: Utilização de agregado reciclado em sub-base



Pavimentação de via - Regional Pampulha



Fonte: SLU, 2015

g) Projeto Ecobloco

Atividade iniciada em 2003, já produziu mais de 1 milhão de blocos, o que daria para construir cerca de 500 casas populares. Paralisado desde março de 2014, por motivos não mencionados, foi um dos destaques da Secretaria Municipal Adjunta de Assistência Social. Este empreendimento é uma fábrica de artefatos de concreto, que utiliza RCC reciclados como matéria-prima para a fabricação de produtos de alta qualidade, dentro de uma perspectiva de negócio ecologicamente sustentável.

Segundo Ana Wolbert (2011), gerente de inclusão produtiva, o Projeto Ecobloco é uma experiência que motivou criar novos projetos que promovam o público alvo atendido pelos programas e serviços da assistência social nas ações de geração de trabalho e renda, tendo se tornado um pioneiro na promoção de moradores e ex-moradores de Rua de Belo Horizonte comprovando que investimentos consistentes na área social trazem resultados significativos para aqueles que tem dificuldades de inserção no mundo do trabalho.

O Projeto Ecobloco, apresentado na Figura 14, contava com

parcerias do MDS, da SLU, da ASMARE, do Sebrae, da empresa Diefra Engenharia, da Cemig, da UFMG e UEMG.

Figura 14 - Projeto Ecobloco ERE Pampulha

Trabalhadores do Projeto Ecobloco ERE
Pampulha



Ecobloco produzido na ERE
Pampulha



Fonte: SLU, 2010

O Ecobloco é um bloco de concreto, sem função estrutural, produto de larga utilidade confeccionado com areia e brita zero, agregados oriundos da reciclagem, com adição de cimento e água. A produção é feita a partir da mistura desses produtos em uma betoneira, até que fique homogênea, conforme o traço de concreto pré-definido por um engenheiro, depois da mistura o concreto é colocado em formas, e prensado, depois da secagem, está pronto para ser utilizado.

Os principais clientes dos blocos de concreto do Ecobloco eram as empreiteiras, principalmente aquelas voltadas para construção de moradias populares, e as lojas de materiais de construção. Segundo Ana Wolbert (2011), em pesquisa realizada com um empresário do ramo, cerca de 65% do que as fábricas produzem são comprados pelas construtoras (o restante é adquirido pelos depósitos de materiais).

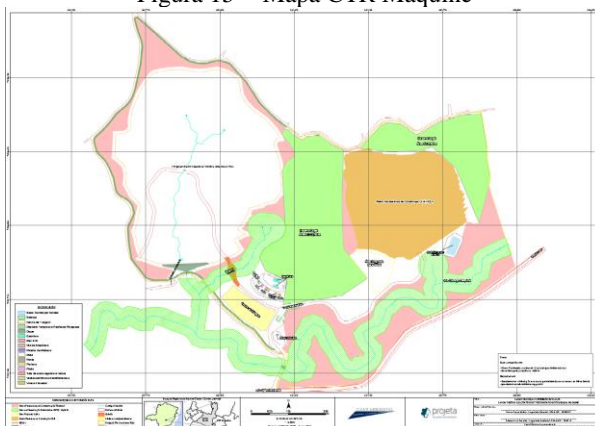
h) Destinação e Disposição Final dos RCC

Devido à capacidade limitada de recebimento de RCC pelas CTR's BR040 e Pampulha, o restante dos RCC e Volumosos de BH são encaminhados para o Centro de Tratamento de Resíduos Maquiné - CTR Maquiné, o Mapa CTR Maquiné está apresentado na Figura 15 e algumas fotos estão apresentadas na Figura 16, empreendimento localizado na Rodovia BR 381, KM 444, bairro Bom Destino, Santa Luzia, MG, administrado pela CONSITA, o qual possui as seguintes Licenças Ambientais vigentes: Licença de Operação para a

atividade "Aterro e/ou área de reciclagem de resíduos classe "A" da construção civil, e/ou áreas de triagem, transbordo e armazenamento transitório de resíduos da construção civil e volumosos" e Autorização Ambiental de Funcionamento para "Reciclagem ou regeneração de outros resíduos classe 2 (não-perigosos) não especificados" para segregação, reciclagem e disposição final.

Segundo o Sr. Flávio, gerente da Empresa CONSITA, a CTR Maquiné atualmente está recebendo apenas resíduos do Município de BH, porém, como é uma empresa privada, poderá passar a receber de outros municípios futuramente.

Figura 15 - Mapa CTR Maquiné



Fonte: CONSITA, 2016

Figura 16 - Fotos CTR Maquiné



Fonte: Fotografia feita pelo próprio autor, 2016

Os resíduos são de propriedade da Empresa e futuramente pretendem proceder à reciclagem dos mesmos.

Durante a realização do presente trabalho, Maíra de Souza Heneine, Engenheira Ambiental da CONSITA, relatou que a CTR Maquiné recebe RCC Classe A, em conformidade com as legislações pertinentes, em destaque a Resolução CONAMA 307/2002 e a NBR 15112/2004. São recebidos também os resíduos volumosos como móveis e equipamentos domésticos inutilizados, grandes embalagens e peças de madeira, podas e outros assemelhados, não provenientes de processos industriais.

Segundo a RT da CONSITA, estes resíduos veem misturados, e, após serem descarregados na Área de Transbordo e Triagem, passam por um processo de separação, gerando RCC classe A, que são aterrados para futuro aproveitamento, e papel e papelão, metais, plásticos e madeiras, que são armazenados em caçambas separadas por material, e coletados por empresa licenciada que realiza o transporte até o destino adequado para reciclagem.

As madeiras de podas e de móveis são separadas e direcionadas ao Picador para se transformarem em cavaco e destinadas como fonte de energia para empresas interessadas.

Conforme parecer único SUPRAM CM N° 068/2014 (Protocolo SIAM: 0287178/2014), item 2. A CTR Maquiné atualmente consiste de:

- 1 aterro de RCC classe “A”;
- 1 área de triagem, transbordo e acúmulo transitório de RCCV;
- LO de seis anos cedida em 27/08 /2012, com condicionantes; e
- capacidade para dispor até 2.000 m³/dia de RCC.

Neste processo de licenciamento ambiental, é pleiteado a Licença Prévia - LP - para a futura instalação e operação de um aterro sanitário com capacidade de operar uma quantidade de até 1.020 toneladas/dia de RSU e de uma usina de reciclagem de RCC classe “A”, de forma a ampliar a capacidade de recebimento do empreendimento de 2.000 m³ /dia para 4.000 m³ /dia de RCC.

A área total do empreendimento possui aproximadamente 107,62 hectares, sendo 27,5 ha destinados à implantação do aterro sanitário, ou seja, 25,6% da área disponível. Aproximadamente 34,72 ha serão destinados a áreas verdes de preservação permanente, composta de mata ciliar ao longo do córrego Maquiné, remanescendo 42% da área total.

4.2.2.4 Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos – SIBR

Cabe ressaltar que durante a busca das ações praticadas no município de Belo Horizonte, no que tange à gestão de resíduos, buscando alternativas praticadas pelas empresas, pudemos vislumbrar uma ação que corrobora diretamente com uma das premissas da Lei: a Reutilização de RCC.

O Sistema Integrado de Bolsas de Resíduos (SIBR) é um sistema de oferta ou procura por resíduos que possam substituir matérias-primas, com menor custo, desenvolvido em seis estados. O objetivo das Bolsas de Resíduos é promover a Reutilização de RCC, baseado na livre negociação entre interessados, conciliando ganhos econômicos com ganhos ambientais, através do anúncio de resíduos para compra, venda, troca ou doação.

Transformar RCC em matérias-primas pode gerar inúmeras oportunidades de negócios e empregos para a indústria. Podem participar das Bolsas de Resíduos qualquer empresa estabelecida legalmente no país, ou de outros países que possuam um representante legal devidamente autorizado para comercialização de resíduos.

O SIBR é a união de diversas Bolsas de Resíduos existentes no Brasil em um único sistema virtual, que permite ao usuário um único cadastramento para uso de toda a base de informações disponíveis,

incluindo a negociação de resíduos em nível nacional. Em Minas Gerais, o SIBR é representado como Bolsa de Resíduos da FIEMG (<http://www.sibr.com.br>).

4.2.2.5 *Programas Auxiliares de Gestão e Gerenciamento de RCC*

Para auxiliar no funcionamento das Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes, em Belo Horizonte, conforme preconiza o Art. 12 da Lei Municipal nº 10.522/2012, a SLU criou programas ligados às redes físicas que fazem parte do Programa de Manejo Diferenciado e Reciclagem de Resíduos. São eles:

- ✓ Projeto Carroceiro;
- ✓ Programa de Comunicação e Mobilização Social;
- ✓ Programa de Fiscalização; e
- ✓ Programa para Recuperação de Áreas Degradadas.

a) Projeto Carroceiro

Segundo a SLU, o Projeto Carroceiro, mostrado na Figura 17, foi criado em 1998, é uma parceria da PBH com os carroceiros, criada com o objetivo de incentivar o transporte de RCC de pequenos geradores até as URPV e reduzir a deposição irregular de resíduos sólidos na malha urbana da capital, que muitas vezes era feita pelos próprios carroceiros. São promovidas palestras de conscientização aos carroceiros que jogar lixo em vias públicas, lotes vagos e cursos d'água causam prejuízo ao meio ambiente urbano.

Além disso, recebem orientações sobre o trato dos animais e as formas de associação. Ainda segundo SLU, para contratar um carroceiro é preciso ligar para a URPV mais próxima de sua casa e pedir o telefone de um carroceiro que trabalhe na região. O valor do trabalho é combinado diretamente com o carroceiro (Belo Horizonte, 2014).

Figura 17 - Projeto Carroceiro



Fonte: SLU, 2010

Segundo a SLU, todos os carroceiros participantes do projeto recebem os seguintes documentos:

- ✓ Condutor de Veículo de Tração Animal - válido por cinco anos;
- ✓ Certificado de Registro e Licenciamento de Veículos de Tração Animal - renovação ao ano, por intermédio da BHTrans;
- ✓ Alvará de Licenciamento da Atividade de Carroceiro - produzida pela Gerência de Licenciamento da Regional: válido por um ano.
- ✓ Identificação do cavalo, que é cadastrado e marcado com nitrogênio líquido.

Segundo a SLU, o Projeto é desenvolvido em três frentes (social, veterinária e técnica), de forma integrada:

- ✓ No aspecto social, os carroceiros são incentivados a se organizarem enquanto classe profissional, a partir do conhecimento da importância da sua atuação de forma responsável e profissional junto à comunidade;
- ✓ Na frente de ações veterinárias, a Escola de Veterinária da UFMG realiza intervenções de assistência, além de reuniões e palestras para orientação aos carroceiros quanto ao adequado manejo dos animais. A vacinação contra a raiva visa ao cumprimento do estabelecido no Código Sanitário Municipal de Belo Horizonte; a marcação, à identificação e controle dos animais (hoje são 3450 cavalos marcados);
- ✓ No aspecto técnico-ambiental, a SLU informa ao carroceiro sobre as implicações negativas da deposição indiscriminada de entulho na malha urbana, orientando-o a depositar entulho, poda e objetos volumosos (móveis e eletrodomésticos) nas atuais 29 Unidades de

Recebimento de Pequenos Volumes – URPV já implantadas. Assim, os carroceiros devidamente cadastrados, ao apresentarem-se ao município para a retirada do entulho com sua "carteira de cadastramento", se colocam como ambientalmente corretos. Além disso, a criação do "Disque-carroça" facilitou a comunicação entre a sociedade e o carroceiro, quando da solicitação do serviço.

Segundo a SLU, o Projeto é detentor de vários prêmios, reconhecido pela Fundação Getúlio Vargas, Fundação Oswaldo Cruz, ONU, Revista Superinteressante e pelo programa Minas sem Lixões, promovido pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) e Fundação Israel Pinheiro (FIP).

b) Programa de Comunicação e Mobilização Social

Segundo a SLU o Programa de Comunicação e Mobilização Social (PCMS) é instrumento norteador das ações que viabilizaram o processo de informação, consulta e manifestação pública durante e após a implantação das URPVs e EREs, visando evitar o descontentamento da população circunvizinha às áreas que recebem resíduos de construção civil e objetivando mudanças de atitudes, individual e coletiva, em relação ao meio ambiente.

Este programa é divulgado através de cartilhas impressas, peças teatrais, contato direto com comerciantes, setores organizados, comunidades religiosas, postos de saúde, contatos de porta a porta com a população residente, bem como recebendo visitaçõ das escolas objetivando-se a informação e o envolvimento da comunidade.

A SLU circulou panfletos informativos, orientando a população e os agentes envolvidos na geração e no transporte do entulho na cidade, de caráter educativo, focando a divulgação das unidades instaladas para recebimento e reciclagem de entulho, como apresentado na Figura 18.

Figura 18 - Impresso Informativo SLU

O QUE FAZER COM ENTULHO, TERRA, PODAS E BAGULHOS?



Se você quer se desfazer de entulho, terra, podas e bagulhos (colchões, eletrodomésticos, mobiliário) não os jogue na rua, nem contrate serviço inadequado.

Procure as Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes da PBH. Os carroceiros e a população em geral podem levar até 2m³ (cerca de 10 tambores de 200 litros) desses materiais, por viagem, exceto lixo e animais mortos. Após a entrega do material, será fornecido comprovante de despejo.



**PREFEITURA
BELO HORIZONTE**

Fonte: SLU, 2010

c) Programa de Fiscalização

O programa de Fiscalização, criado pela SLU, para auxiliar na Redução de Deposição Clandestina, é executado por agentes da SLU que desenvolvem as seguintes funções:

- ✓ Fiscalizar pontos de deposição clandestina de entulhos visando a identificação dos depositantes e no primeiro momento esclarecê-los sobre a infração que cometem e suas consequências ao meio ambiente e à saúde dos cidadãos.
- ✓ Em um segundo momento, continuando as deposições clandestinas, punir-se-ão os infratores persistentes.
- ✓ Tem-se através da fiscalização um caráter não só corretivo, mas sobretudo educador.

A SLU conta hoje com um sistema de monitoramento contínuo, com uma sala equipada com equipamentos eletrônicos, onde são mostrados os pontos de deposição clandestina de todos os tipos de resíduos, inclusive os RCC. As fotos com evidencia dos fragrantés são feitas por 9 supervisores de campo, através de tabletes e enviadas para o sistema, quase que em tempo real.

d) Pontos de deposição Clandestina

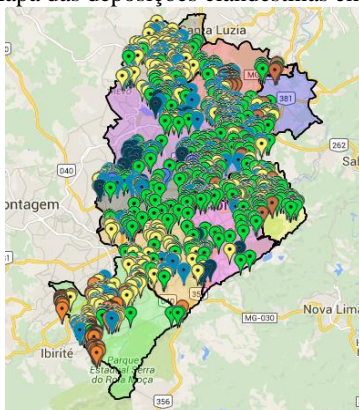
O Município de BH sofre impactos por deposições clandestinas em todas as regiões da cidade. Os entulhos são colocados em locais não apropriados em horários mais adversos pela população residente em BH, bem como por alguns municípios integrantes da RMBH, destacando-se as regiões limítrofes, uma vez que os geradores dos RCC desses municípios também contribuem com a deposição clandestina, visto que não há uma separação física dos municípios.

Todas as formas de deposição clandestina mostradas causam impacto ao meio ambiente. As deposições “irresponsáveis” causam danos muitas vezes irrecuperáveis. Essa quantidade considerável de resíduos de construção e demolição dispostos inadequadamente, depositados em vias e logradouros públicos, terrenos baldios, margens de cursos de água, etc., comprometem a paisagem urbana, invadem pistas, dificultam o tráfego de pedestres e de veículos, obstruem a drenagem urbana, causam ou contribuem com o assoreamento de córregos.

Não obstante, as deposições clandestinas propiciam a atração para lançamento de resíduos não inertes, constituindo-se em foco de proliferação de vetores e doenças, contribuindo para a degradação de áreas urbanas, o que afeta a qualidade de vida da sociedade como um todo. Além de afetar a qualidade dos resíduos, muitas vezes os tornando impróprios para reutilização ou mesmo elevando o custo ou tornando inviável para tratamento e reciclagem.

A Figura 19 mostra o mapa deposição clandestina em 2014 e a Figura 20 apresenta algumas fotos realizadas ao longo do trabalho e algumas disponibilizadas pela Superintendência de Limpeza Urbana para fins acadêmicos e evidenciam alguns pontos de Deposição Clandestina, encontrados na cidade de Belo Horizonte, para demonstrar as diversas maneiras, locais e tipos de entulhos depositados, porém, por razão de sigilo os endereços não serão expostos:

Figura 19 - Mapa das deposições clandestinas em abril de 2014



Fonte: SLU, 2016

Figura 20 – Fotos de deposição clandestina

Deposição Clandestina em beira de córrego



Deposição clandestina em frente a URPV



Deposição clandestina obstruindo até a via



Remoção do entulho pela equipe da SLU



Fonte: SLU, 2016

e) Programa para recuperação de Áreas degradadas

Junto ao programa de fiscalização tem-se o programa para recuperação de áreas degradadas cujo objetivo é revigorar seu aspecto físico e paisagístico nas áreas onde ocorreram depósitos clandestinos de entulhos, apresentado na Figura 21. Dentre as intervenções destacam-se a intimação do proprietário para murar ou fazer passeios em terrenos vagos e a execução de plantio de vegetação de pequeno e/ou médio porte, contribuindo com a redução de Gás de GEE.

Figura 21 - Ação do subprograma de Recuperação de Áreas degradadas no município de Belo Horizonte



Fonte: SLU, 2010

4.2.3 Dados Qualitativos e Quantitativos de RCC

4.2.3.1 Dados Qualitativos

O município de Belo Horizonte possui o Sistema de Gestão (SGRCC) e o Plano Municipal (PMRCC), instituídos pela Lei 10.522, que dão amparo legal ao conjunto de ações dos gestores e de toda estrutura necessária à gestão adequada dos RCC, conhecido e já referendado como Manejo Diferenciado de RCC. Porém, o que se observou foi a falta de um profissional da área técnica para dar orientação aos pequenos geradores sobre como manejar o seu resíduo, desde a geração na origem até a destinação final.

Segundo levantamentos, os programas auxiliares contribuíram de forma positiva para os seus propósitos. A introdução dos carroceiros no Programa de Correção das Deposições Clandestinas e Reciclagem de RCC do município de Belo Horizonte auxiliam na redução dos problemas decorrentes do manejo inadequado e conscientizaram os carroceiros de seus direitos, pelo reconhecimento de sua função social,

melhoria das condições de trabalho e aumento de renda, e aos seus deveres para com a cidade, em especial na extinção da prática de deposição clandestina do entulho na área urbana. Desta feita, foram dadas as condições necessárias para que os carroceiros pudessem trabalhar com dignidade, sendo responsáveis por 68 % das viagens recebidas nas URPV, segundo a SLU.

Segundo a SLU o Programa de Comunicação e Mobilização Social (PCMS) garantem-se as condições de operação e manutenção das URPVs e EREs, e a minimização dos diversos problemas sociais e ambientais causados pelo descarte aleatório de RCC, consolidando a redução das áreas de deposição clandestina, em prol da qualidade de vida na região. A divulgação externa tem-se reduzido, porém, as visitas às instalações pelas escolas continuam viabilizadas.

O programa de fiscalização tem gerado dados importantes e significativos para o auxílio do combate à erradicação da deposição clandestina. Estima-se que são realizadas 200 mil deposições clandestinas por ano. No período de 06 a 30 de abril de 2015 foram fiscalizadas 1.738 deposições. De novembro de 2014 a novembro de 2015 foram realizadas 14.000 vistorias de locais de deposição clandestina somente de entulho de construção civil. Com estes dados e identificação dos pontos torna possível à prefeitura promover ações de recuperação e prevenção de criação de pontos de deposição irregular.

O Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos – SIBR continua em funcionamento, e como sistema virtual, é uma ferramenta considerada moderna para a atualidade, cumprindo com seu propósito: fomento de reutilização de RCC. Como este sistema funciona de maneira em que os negócios são feitos diretamente com os interessados, não temos informações sobre quantidades. Segundo informações do SINDUSCON, inúmeros negócios foram concretizados.

a) Das URPVs

As 32 URPVs, utilizadas no manejo dos RCC, ocupando as bacias de resíduos, espalhadas em pontos da cidade, oferecem facilidade para os pequenos geradores, possibilitando a descarga dos resíduos de maneira correta, segregada e sem contaminação.

Conforme SINDUSCON, o que viabiliza uma URPV é o êxito do compartilhamento do interesse público e das necessidades com o interesse da comunidade em sua implantação. Dessa feita, distribuem-se

responsabilidades e somam-se esforços em prol da melhoria da qualidade de vida local com reflexos na cidade em seu conjunto.

O trabalho realizado pela equipe de mobilização social do município é de grande importância, pois, faz a interlocução com instituições locais ligadas diretamente à sociedade, como associações comunitárias, antes da implantação de uma URPV e durante o seu funcionamento. Isso garante maior eficiência das URPV's, e sua qualificação com caráter de serviço público de limpeza urbana, que apesar de contar com um transporte particular das fontes geradoras, o recebimento e o armazenamento é realizado pelo próprio município.

b) Das Caçambas Estacionárias

As caçambas estacionárias utilizadas pela SLU em pontos pilotos contribuem para a redução de deposição irregular, apresentando uma opção para os pequenos geradores depositarem seu RCC em local adequado. As caçambas estacionárias utilizadas pelos grandes geradores também contribuem, porém, não há garantia da destinação final, visto que não são prestadas as informações sobre volumes e classificação dos RCC coletados. Até o momento, ainda não foi implantada a ferramenta de rastreabilidade das caçambas para monitoramento e nem exigida a informação da massa e caracterização dos RCC. Desta maneira, os dados não foram informados.

c) Das EREs, Destinação e Disposição Final

As Estações de Reciclagem de Entulho são responsáveis diretos pela preservação do meio ambiente tanto no que se refere à redução da retirada dos recursos naturais quanto pela degradação causada por deposição irregular de RCC.

O incentivo à segregação trouxe ganhos tanto para o gerador, que pôde entregar seu resíduo para reciclagem, quanto para o meio socioeconômico e ambiental. Conforme mencionado, vários produtos foram confeccionados nas ERE's, com aproveitamento pelo próprio município, com destaque para o ECOBLOCO, originado de um Projeto ousado de cunho social, empreendedor e ecológico, visto que estimula a inclusão da população de rua no mercado de trabalho, incentiva o empreendedorismo dessas pessoas a partir de grupos produtivos e reduz os impactos ambientais causados pela deposição clandestina de RCC.

Com Licenças Ambientais vigentes para Operação de diversas atividades na gestão de RCCV, a CTR Maquiné, que no momento não

recicla inertes, atualmente opera com 1 aterro de RCC classe “A” e 1 ATT, com capacidade para dispor até 2.000 m³/dia de RCC.

4.2.3.2 *Dados Quantitativos*

De acordo com o levantamento realizado, a geração de RCC no município de Belo Horizonte é grande, podendo representar mais da metade dos resíduos sólidos urbanos. Estima-se que a geração de resíduos da construção civil – RCC – situa-se em torno de 450 kg / habitante / ano, variando com a oscilação da economia (SLU, 2005).

Como não temos informações de monitoramento destes dados de geração, nem elementos comprobatórios, utilizaremos os dados de resíduos destinados consolidados pela SLU, a partir de 2009, para nossos estudos.

a) **Destinação**

O Panorama da Limpeza Urbana em Belo Horizonte foi fornecido pela seção de Estatística da SLU, que consiste nos seguintes dados.

PANORAMA DA LIMPEZA URBANA EM BELO HORIZONTE

População Residente (*): 2.491.109

% de Atendimento com os serviços de limpeza Urbana (**): 96%

População atendida pelo serviço de limpeza urbana: 2.391.465

(*) Estimativa da população em julho de 2014. IBGE (disponível em: www.ibge.gov.br)

(**) Fonte: Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte. Este índice tem como base a cobertura de atendimento do serviço regular de coleta domiciliar porta-a-porta.

A Tabela 5 mostra o levantamento estatístico da Série histórica do Ano de 2009 a 2014 de coleta e destinação da massa dos resíduos do município de Belo Horizonte, e os percentuais de cada resíduo em relação ao total destinado, com destaque para os RCC, feito pela SLU.

Tabela 5 - Histórico da evolução de resíduos destinados - massa (tonelada)

		ANO					
DESTINAÇÃO		2009	2010	2011	2012	2013	2014
RCC	ATERRAGEM	791.911,76	297.736,92	299.891,43	617.101,21	345.745,20	354.909,07
	RECICLAGEM RCC	104.853,80	136.424,40	102.114,80	103.252,20	45.819,60	49.839,24
RCC Soma		896.765,56	434.161,32	402.006,23	720.353,41	391.564,80	404.748,31
RSS	ATERRAGEM	12.219,20	11.662,58	10.277,17	10.652,79	11.298,14	9.168,53
RSS Soma		12.219,20	11.662,58	10.277,17	10.652,79	11.298,14	9.168,53
RSU	ATERRAGEM	1.335.556,05	1.041.165,57	1.062.873,87	987.758,88	917.362,19	828.157,80
	COL PÚBLICA PMPV	6.586,65	6.851,22	7.304,62	7.487,59	7.238,45	6.636,51
	RECICLAGEM ORG.	1.732,26	3.288,40	3.026,45	3.037,27	2.963,64	2.525,02
RSU Soma		1.343.874,97	1.051.305,18	1.073.204,94	998.283,73	927.564,28	837.319,33
RPO	RECICLAGEM ORG.	1.087,40	863,11	637,11	619,22	723,74	261,46
RPO Soma		1.087,40	863,11	637,11	619,22	723,74	261,46
Total Geral		2.253.947,13	1.497.992,19	1.486.125,44	1.729.909,15	1.331.150,96	1.251.497,64
RCC		39,79%	28,98%	27,05%	41,64%	29,42%	32,34%
RSS		0,54%	0,78%	0,69%	0,62%	0,85%	0,73%
RSU		59,62%	70,18%	72,21%	57,71%	69,68%	66,91%
RPO		0,05%	0,06%	0,04%	0,04%	0,05%	0,02%

Fonte: SLU, 2015¹

A figura 22 mostra a evolução dos resíduos sólidos gerados, fazendo a relação entre os resíduos da construção Civil e os resíduos urbanos.

¹ Legenda da tabela 5:

PMP: Papel, metal e plástico. Relativo a coleta seletiva de materiais recicláveis;
PMPV: Papel, metal, plástico e vidro. Relativo a coleta seletiva de materiais recicláveis;

RCC: Resíduos da construção civil e demolições (inclui terra);

RDO: Resíduos sólidos domiciliares;

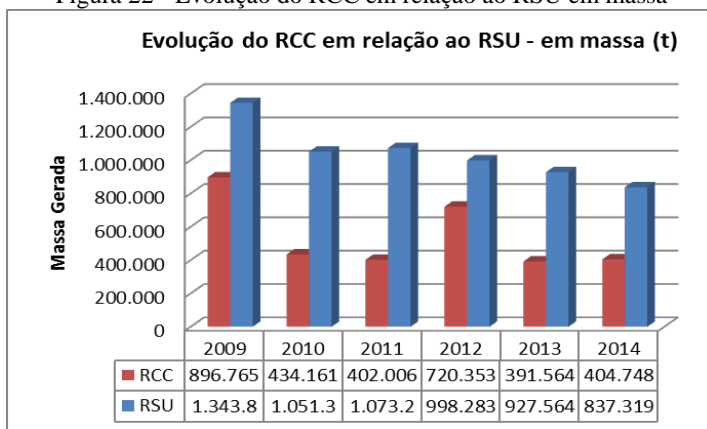
RPO: Resíduos de poda de árvores;

RPU: Resíduos sólidos públicos;

RSS: Resíduos sólidos dos serviços de saúde;

RSU: Resíduos sólidos urbanos

Figura 22 - Evolução do RCC em relação ao RSU em massa



Fonte: SLU, 2015

A Tabela 6 mostra o levantamento estatístico do Ano de 2014 de coleta e destinação da massa dos resíduos do município de BH, e os percentuais de cada resíduo por destinação.

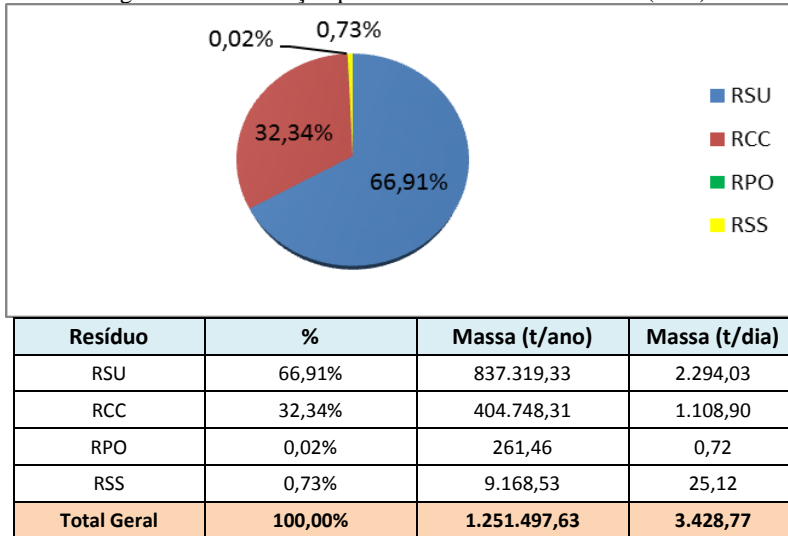
Tabela 6 - Resíduos destinados em Belo Horizonte – Massa (t)

Destinação	Resíduo	Massa (t)	Média diária	%
ATERRAGEM	RCC	354.909,07	972,35	28,40%
	RSS	9.168,53	25,12	0,70%
	RSU	828.157,80	2.268,93	66,20%
ATERRAGEM Total		1.192.235,40	3.266,40	95,30%
COL. PÚBLICA PMPV	RSU	6.636,51	18,18	0,50%
COL. PÚBLICA PMPV Total		6.636,51	18,18	0,50%
RECICLAGEM ORG.	RSU	2.525,02	6,92	0,20%
	RPO	261,46	0,72	0,00%
RECICLAGEM ORG. Total		2.786,48	7,64	0,20%
RECICLAGEM RCC	RCC	49.839,24	136,55	4,00%
RECICLAGEM RCC Total		49.839,24	136,55	4,00%
Total Geral		1.251.497,63	3.428,77	100,00%

Fonte: SLU, 2015

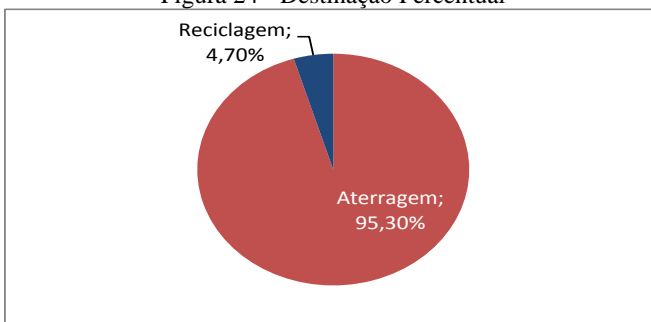
Para melhor visualização destes dados estão apresentados na figura 23 os percentuais de destinação por classe de resíduos com os totais de massa anual e diária em toneladas e a figura 24 mostra o percentual de destinação destes resíduos.

Figura 23 - Destinação por classe de resíduo – Massa (t/dia)



Fonte: SLU, 2015

Figura 24 - Destinação Percentual



Fonte: SLU, 2015

Considerando o levantamento de dados da SLU, no ano de 2014, e conforme os percentuais de distribuição recomendados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA,2011), a geração estratificada por classe de resíduos e rejeitos é conforme Tabela7:

Tabela 7 - geração estratificada por classe de resíduos e rejeitos – Massa (t)

Quantidade de RCC Gerada em BH	Classe A (80%)	Classe B (15%)	Classe C (2,5%)	Classe D (0,2%)	Rejeitos (2,3%)
Média (t/dia)	887,12	166,33	27,72	2,22	25,50

Fonte: SLU, 2015

b) Geração

Conforme relatório de atividades da SLU, em 2014, os resíduos coletados de deposição clandestina somaram-se 117.151,58 toneladas, não tendo informação sobre a classificação dos mesmos, contudo, grande parte se refere à RCC. Também em 2014 foram destinados pelas URPVs 138.811,51T.

Para determinarmos a Geração de RCC em BH por habitante, adotaremos para 2014 a População Residente, estimada pelo IBGE, que é de 2.491.109. Desta feita, a Geração de RCC por habitante por ano é 162,48 kg/hab/ano e por habitante por dia é de 0,445kg/hab/dia. Para a média de geração de RCC de 2009 a 2014, igual a 223,46 kg/hab/ano, a geração por habitante por dia é de 0,61kg/hab/dia.

c) Dados de Estações de reciclagem de entulho

Foi feito um levantamento de produtividade, capacidade de recebimento e estocagem de massa e volume de RCC nas EREs da SLU, em condições normais de funcionamento dos equipamentos disponíveis.

A Tabela 8 apresenta o cálculo da capacidade de recebimento de RCC, a Tabela 9 apresenta o cálculo da capacidade de britagem de RCC e a Tabela 10 apresenta o cálculo da capacidade de estocagem do RCC britado.

Tabela 8 - Capacidade de Recebimento de RCC nas ERE'S da SLU

Item	Unidade	Quantidade		
		ERE Pampulha	ERE BR-040	Total
Capacidade de Britagem	t/h	30	50	80
Horas de britagem por dia	h/dia	6	6	6
Nº de dias trabalhados por mês	dias/mês	21	21	21
Massa britada no mês	t/mês	3.780	6.300	10.080
Percentual de RCC limpo	%	90%	90%	90%
Percentual de rejeitos diários	%	10%	10%	10%
Capacidade de recebimento de RCC	t/mês	4.200	7.000	11.200
Densidade do RCC recebido	t/m ³	1,2	1,2	1,2
Capacidade de recebimentode RCC	m³/mês	3.500	5.833	9.333

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2015

Tabela 9 - Capacidade de britagem de RCC nas ERE'S da SLU

Item	Unidade	Quantidade		
		ERE Pampulha	ERE BR-040	Total
Capacidade de Britagem	t/h	30	50	80
Horas de britagem por dia	h/dia	6	6	6
Nº de dias trabalhados por mês	dias/mês	21	21	21
Massa britada no mês	t/mês	3.780	6.300	10.080
Densidade do RCC bruto triado	t/m ³	1,4	1,4	1,4
Capacidade de britagem de RCC	t/mês	2.700	4.500	7.200

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2015

Tabela 10 - Capacidade de estocagem de RCC reciclado nas ERE'S da SLU

Item	Unidade	Quantidade		
		ERE Pampulha	ERE BR-040	Total
Massa produzida no mês	t/mês	3.780	6.300	10.080
Densidade do RCC bruto triado	t/m ³	1,6	1,6	1,6
Capacidade de produção/estocagem de RCC	t/mês	2.363	3.938	6.300

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2015

Para compatibilização dos dados, foi elaborada a Tabela 11, considerando a geração de RCC por dia, dividindo-se a massa de geração anual por 264 dias, que é a quantidade de dias de trabalho dos equipamentos das EREs.

Tabela 11 - Massa de RCC gerada

Ano	RCC-t/ano	Geração de RCC-t/dia
2009	896.765,56	3.396,84
2010	434.161,32	1.644,55
2011	402.006,23	1.522,75
2012	720.353,41	2.728,61
2013	391.564,80	1.483,20
2014	404.748,31	1.533,14

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2015

Conforme informações do Joaquim, os resíduos de construção e demolição respondem por significativa parcela dos rejeitos gerados nos grandes centros urbanos. Esse material representa 26% do total de resíduos destinados no município e respondem por 80% da coleta de materiais recicláveis. Em 2013, foram produzidas 125 toneladas por dia de material britado nas usinas de reciclagem. Salientamos que, conforme informação da SLU, a Usina de Reciclagem Estoril operou até junho de 2013, e a Usina de Reciclagem Pampulha funcionou apenas nos dois primeiros meses de 2013, voltando às atividades em 2014.

Cerca de 90% de todo o material recolhido são utilizados em obras públicas e 10% são vendidos para empresas privadas.

De acordo com Catapreta (2008), a primeira, Estação Estoril, teve suas atividades iniciadas em 1995, e a segunda, Estação Pampulha, iniciou sua operação em 1996. A terceira, Estação BR 040, foi implantada em 2006. Juntas, essas unidades têm capacidade nominal para processar cerca de 1.000 t/dia de resíduos.

Maquiné

Atualmente, recebe-se uma média 1.100 Ton/dia de resíduos. Destes, a partir do processo de triagem, são gerados os recicláveis mencionados acima, na seguinte proporção:

- cavaco: 4,5 T/dia (1 coleta/dia);
- metal: 4,20 T/carga (1 coleta/dia);
- plástico: 1,18 T/carga (cerca de 10 coletas/mês);
- papelão: 1,09 T/carga (2 a 3 coletas/mês).
- Inertes, não triados, recicláveis: 1,09 t/carga (2 a 3 coletas/mês)

4.2.4 Avaliação de Dados

A análise dos dados foi feita com base na descrição do diagnóstico da situação atual de RCC de BH, do modelo e dos programas de gestão dos RCC, em consonância com as etapas definidas pela Resolução Conama: caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação; considerando os principais elementos levantados, dentre os vistoriados, relacionados com a redução, reutilização e reciclagem de RCC.

4.2.4.1 Acondicionamento / Triagem / Caracterização

Nos levantamentos de dados, nem a SLU nem o município souberam informar a quantidade de RCC gerado por grandes geradores, dado imprescindível à elaboração do plano. A SLU forneceu os dados dos resíduos destinados, onde se incluem os RCC coletados pela SLU e parte dos grandes geradores destinados para reciclagem, se Classe A segregados.

No tocante aos grandes geradores, algumas empresas fazem o acondicionamento em caçambas contratadas por empresas “caçambeiras” que possuem locais para destinação. Quando o resíduo sai triado, é levado à ERE para reciclagem, até 25 m³/dia por empresa, condicionado à capacidade de acúmulo de 200m³/dia e à produção diária da usina. Os resíduos excedentes são levados a locais privados, às vezes sem licenciamento. Foi observado que todas as caçambas dispostas em vias públicas são abertas, sem divisões e passíveis de receber todo tipo de resíduo, contaminando os RCC.

Já em relação aos pequenos geradores, no que tange ao gerenciamento de responsabilidade do município, foi observado que o acondicionamento dos RCC nas URPVs é feito de modo não segregado, descumprindo sua função, porém, normalmente não contaminado por outro resíduo. Sendo assim, não há caracterização dos RCC, determinando seus constituintes e respectivos percentuais em massa e volume, etapa fundamental para traçar estratégias de gestão e gerenciamento, instituindo estudos e medidas que priorizem a redução, reutilização e reciclagem.

4.2.4.2 Transporte

Em BH, conforme pesquisa realizada, a coleta e transporte de RCC é realizado por caminhonetes, caminhões basculantes (caçambas) de condutores autônomos, poliguindastes e caçambas estacionárias. Normalmente, os condutores autônomos, denominados caçambeiros, são transportadores em grande parte informais e atuam tanto em grandes quanto em pequenas gerações de RCC, já os carroceiros integram o projeto carroceiro criado pelo município e atuam em pequenas gerações. A atividade de coletores autônomos na informalidade, sem prestar informações da origem e classificação de RCC, prejudica a gestão da administração pública, sendo necessária a implantação de ferramentas de controle dessa etapa de gerenciamento.

Uma ferramenta utilizada em outras prefeituras é o sistema eletrônico, tipo GPS, instalados nos veículos transportadores de RCC, que são monitorados desde a coleta até o destino do RCC. Apenas os transportadores de RCC das URPVs e deposições clandestinas possuem um bloco de controle de coleta e destinação dos RCC na ERE ou Maquiné, pois, são empresas contratadas pelo município. As informações sobre o transporte são necessárias para identificar os fluxos origem/destino, onde são aferidas as quantidades geradas e destinadas, e envolver os agentes na participação do processo de gerenciamento dos RCC, garantindo a sua eficácia.

4.2.4.3 Destinação

O município dispõe de uma estrutura com equipamentos para atender esta etapa, sendo 32 URPVs, que funcionam como ATT para pequenos geradores, duas usinas de reciclagem e a ATT Maquiné (equipamento privado), em Santa Luzia para destinação e disposição final dos RCC. Segundo informações da SMMA, foram identificadas 2 ATT no Bairro Calafate e 1 Aterro de Inertes na Bairro Palmeiras, de equipamentos privados não licenciados.

No diagnóstico os dados levantados nos relatórios de destinação de RCC da SLU, se referem aos RCC coletados nas URPVs e deposições clandestinas, tendo parte de grandes geradores destinada às EREs para reciclagem, devidamente triados e limpos.

Os resíduos nas URPVs, na maior parte, não são triados e os equipamentos são insuficientes para processar a reciclagem dos RCC.

Além disso, a falta de recursos para a manutenção dos equipamentos e desinteresse por parte do gestor público causa a sub utilização da estrutura já implantada pelo município, prejudicando o processo de reciclagem e aumentando o volume na aterragem.

4.2.4.4 A Situação Atual dos RCC no Município de BH

a. Geração

Pela série histórica de geração de RCC , 2009 a 2014, tabela 6, observa-se uma variação gerada de 391.564 a 896.765 T/ano. Conforme tabela 11, a quantidade de RCC/Hab/Ano gerado em BH, neste período, está dentro dos limites da geração média internacional, que segundo Pinto (1999) é entre 130 Kg/Hab/Ano a 3.000 Kg/Hab/Ano . Os anos de 2009 e 2012 apresentam uma geração maior em virtude das demolições de edificações para implantação de obras viárias e dos programas sociais do governo federal, para construções de moradias, executados tanto pela Prefeitura de Belo Horizonte, quanto por construtoras privadas, em função do acesso fácil ao crédito imobiliário com juros baixos.

Apresentado na Tabela 12, em 2014, com a queda desses financiamentos e redução no volume de obras, a geração de RCC fica em torno de 0,45 Kg/Hab/Dia, que é um volume médio em condições normais de BH, baixo para a média nacional, que é de 0,50 Kg/Hab/Dia.

Tabela 12 - Geração de RCC por habitantes no município de Belo Horizonte

Ano	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Nº hab BH	2.434.642	2.375.151	2.385.639	2.395.785	2.479.165	2.491.109
KG/Hab/Ano	368,34	182,79	168,51	300,68	157,94	162,48
KG/Hab/Dia	1,01	0,50	0,46	0,82	0,43	0,45

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2015

b. Reciclagem

Conforme levantamento da produtividade dos equipamentos de reciclagem de entulho da SLU, as duas usinas reciclam 11.200 t/mês de entulho, produzindo 10.080 t/mês (90%) de material reciclado e 10% de rejeito. Isto equivale a 533,33 t/dia. Se reativada a usina Estoril, as três passam a reciclar 1.000 t/dia.

No entanto, verifica-se que houve uma redução significativa da reciclagem nos anos 2013 e 2014, devido ao fechamento da usina Estoril em julho de 2013 e à paralisação da usina Pampulha em março, voltando às atividades só em 2014.

A reciclagem é uma das ações necessárias para alcançar o desenvolvimento sustentável e, sob a ótica da cadeia produtiva da construção civil, uma das formas de minimizar a exploração dos recursos naturais e, conseqüentemente, reduzir os impactos ambientais causados pelo setor. Ademais, a partir da reciclagem é possível reduzir a disposição de RCC possibilitando um ciclo reverso dos resíduos na cadeia de consumo dos mesmos.

c. Redução

Na maioria das obras de reforma a falta de cultura na reutilização e reciclagem do material e o desconhecimento da potencialidade do resíduo reciclado como material de construção são as principais causas da geração de resíduos nessas etapas, portanto, não relacionados ao desperdício, mas a não reutilização do material.

d. Reutilização

O Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos – SIBR continua em funcionamento, e, como sistema virtual, é uma ferramenta considerada moderna para a atualidade, cumprindo com seu propósito: fomento de reutilização de RCC.

e. Gerenciamento existente

No tocante ao objetivo prioritário da Legislação vigente, “Não Geração” e aos não menos importantes: Redução, Reutilização, Reciclagem, Tratamento e Disposição Final, os equipamentos disponíveis são insuficientes, exceto para a disposição final. As Estações de Reciclagem de Entulho operam reciclando apenas 10% dos resíduos gerados, com a destinação correta dos produtos gerados. Vale ressaltar o projeto Ecobloco, que deu certo, mas atualmente paralisado.

O programa de comunicação social tem dado resultados positivos, juntamente com o programa de fiscalização, que vem sendo modernizado após implantação do sistema de monitoramento contínuo.

O Programa Para Recuperação de Áreas Degradadas vem apresentando resultados positivos, mas não satisfatórios, visto que muitas áreas de deposição clandestina voltam a receber entulhos, pela falta de uma URPV nas proximidades.

A SLU mapeia os pontos para efetiva correção. É de fundamental importância reconhecer estes pontos de deposição, bem como a composição gravimétrica dos resíduos, para o planejamento estratégico

das ações de redução desses pontos, com o objetivo de se chegar à erradicação, visto que, uma vez contaminados os RCC, fica prejudicado o manejo para a reutilização, reciclagem ou disposição final adequada em aterro de inertes.

Falta um sistema integrado municipal, onde os grandes geradores possuidores ou não de um plano de gerenciamento de RCC, sejam obrigados a fornecer informações sobre seus resíduos, em conformidade com as diretrizes das resoluções do Conama.

Falta um profissional da engenharia civil/ambiental para orientação da população desde a fase de concepção de projeto até a fase final das obras.

Amparado nestas avaliações, as bases para um PGIRSCC foram descritas num plano de trabalho, com a definição das responsabilidades tanto para o município quanto para os geradores.

4.3 ETAPA DE PROPOSIÇÕES GERAIS, DE CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZO

4.3.1 Bases para um PGIRS de RCC

I. Plano de trabalho

As bases para um PGIRS de RCC em BH estão fundamentadas no aparato legal e normativo, em bibliografias e trabalhos já realizados sobre RCC e na realidade do conjunto de ações, serviços, infraestruturas e instalações operacionais que visam à gestão adequada dos RCC do município, conforme preceitua a Lei 10.522, de 24 de agosto de 2012. As atividades definidas no plano de trabalho para atingir os objetivos propostos estão estruturadas com o seguinte escopo:

- ✓ Diretrizes para a elaboração do Plano;
- ✓ Referências Bibliográficas;
- ✓ Conceitos e aspectos gerais dos RCC;
- ✓ Caracterização do campo de estudo, Município de BH;
- ✓ Diagnóstico;
- ✓ Situação atual dos RCC;
- ✓ Audiências Públicas;
- ✓ Aparato Legal e Normativo para os RCC;
- ✓ Gerenciamento dos RCC;

- ✓ Diálogos com agentes envolvidos na gestão e gerenciamento dos RCC;

Levantados esses elementos, deve-se proceder à análise, propiciando discussões, propósitos e resultados apropriados, buscando coerência e viabilidade no âmbito do campo de estudo, com fulcro aos benefícios de ordem social, econômica e ambiental.

II. Responsabilidades pelo Plano de trabalho

a) Dos Municípios

A Resolução CONAMA estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, para que os municípios e o Distrito Federal a desenvolvam e programem políticas estruturadas e dimensionadas a partir de cada realidade local, tendo em vista a diversidade das características dos agentes envolvidos na geração, coleta, reutilização, reaproveitamento, reciclagem, aproveitamento energético (ex: co-processamento) e disposição dos resíduos oriundos da construção e demolição. Essas políticas devem assumir a forma de um Plano de Gestão de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), disciplinador do conjunto dos agentes, incorporando, necessariamente:

- ✓ As diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local e para os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil a serem elaborados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores;
- ✓ O cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento;
- ✓ O estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e reservação de resíduos e de disposição final de rejeitos;
- ✓ A proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;
- ✓ O incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no

ciclo produtivo;

- ✓ A definição de critérios para o cadastramento de transportadores;
- ✓ As ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos; e
- ✓ As ações educativas visando reduzir a geração de resíduos.

Desta feita, cabe aos Municípios elaborar Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil que incorpore:

- ✓ **Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**, com as diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores e transportadores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local.
- ✓ **Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil** que orientem, disciplinem e expressem o compromisso de ação correta por parte dos grandes geradores de resíduos, tanto públicos quanto privados.

A classificação de pequenos e grandes geradores é estabelecida pelo município e usualmente contempla o volume de resíduo gerado, conforme a Lei Nº 10.522, descrito neste documento no item de legislação. A diferenciação das nomenclaturas, Planos e Programa, para melhor entendimento e fixação, está descrita no Art.6º desta Lei.

b) Dos Geradores

Aos Geradores, cabe elaborar e implementar o Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil - PGRCC com o objetivo de estabelecer os procedimentos necessários ao gerenciamento adequado no decorrer da construção da obra por meio da caracterização e adoção da segregação dos resíduos, conforme as classes estabelecidas, triagem, acondicionamento, transporte e destinação ou disposição final.

Vale salientar que as responsabilidades para os pequenos e os grandes geradores são as mesmas, sendo que, para os pequenos, o poder público municipal se encarregará do gerenciamento, já os grandes geradores serão responsáveis pelo próprio gerenciamento. No entanto, o Poder Público deverá exigir uma série de regras para os pequenos geradores, a começar pela segregação na fonte conforme dispõe a norma legal.

Da mesma maneira que na coleta de Resíduos Sólidos Urbanos

(RSU), cujo gerenciamento é de responsabilidade do poder público municipal, são exigidas regras específicas (acondicionamento, horários de coleta, taxas de coleta e de disposição final, e outras). Salienta-se ainda que a responsabilidade pelo gerenciamento não implica que o mesmo seja gratuito. A Lei da PNRS diz, inclusive, que os serviços devem ser remunerados pelos geradores.

Com base nos estudos e levantamentos, com fulcro nas normas e legislações vigentes, é Sugerido um Roteiro Básico para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, elaborado pelo autor com base nos estudos bibliográficos e levantamento realizado no município de Belo Horizonte.

III. Roteiro para elaboração de projeto de gerenciamento de RCC

Informações gerais

a) Identificação do empreendedor

- ✓ Pessoa Jurídica: Razão social, nome fantasia, endereço, CNPJ, responsável legal pela empresa (nome, CPF, telefone, e-mail);
- ✓ Pessoa Física: Nome, endereço, CPF, N° de identidade.
- ✓ Responsável técnico pela obra
- ✓ Nome, CPF, endereço, telefone, e-mail e n° CREA ou CAU.
- ✓ Responsável técnico pela elaboração do projeto de RCC
- ✓ Nome, endereço, telefone, e-mail e n° CREA ou CAU;
- ✓ Cópia da Anotação de Responsabilidade Técnica – ART no respectivo Conselho Profissional.
- ✓ Equipe técnica responsável pela elaboração do projeto
- ✓ Nome, formação profissional e inscrição em Conselho Profissional.

b) Caracterização do empreendimento

- ✓ Localização: endereço completo (croquis de localização);
- ✓ Caracterização do sistema construtivo;
- ✓ Apresentação de planta arquitetônica de implantação da obra, incluindo o canteiro de obras, área total do terreno, área de projeção da construção e área total construída;
- ✓ Números totais de trabalhadores, incluindo os terceirizados;
- ✓ Cronograma de execução da obra.
- ✓ Obs. No caso de demolições, apresentar licença de demolição, com projeto de gerenciamento do respectivo resíduo.

Etapas do projeto de gerenciamento de RCC

i) Caracterização e quantificação dos resíduos sólidos

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

ii) Minimização dos resíduos

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

iii) Triagem/segregação dos resíduos

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

iv) Acondicionamento/armazenamento

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

v) Transporte interno

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

vi) Reutilização e reciclagem

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

vii) Transporte externo

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

viii) Transbordo de Resíduos

Localização: endereço completo (croquis de localização)

ix) Destinação dos resíduos

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

c) Comunicação e educação sócio ambiental

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

d) Cronograma da implantação do projeto de gerenciamento de RCC

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

4.3.2 Estudos de Prognósticos para a Situação Futura

Após análise dos dados e avaliação da situação atual da gestão e gerenciamento dos RCC em BH, com base no diagnóstico, foram montados três cenários, com a estimativa de geração para os próximos 24 anos, sendo o último ano de 2040. Para tal, foi calculada a taxa de crescimento médio de 0,45205% dos anos de 2011 a 2015, exceto 2013, visto que a taxa de crescimento para 2013 foi de 3,48%, um tanto alta e desproporcional aos outros anos.

Para estimar a população do ano de 2016, multiplicou-se o fator de crescimento anual de 1,0045205 pela população de 2015, e assim sucessivamente até 2040.

Para o prognóstico dos RCC, foi considerado o crescimento da massa (T) na mesma taxa do crescimento da população até 2040, desta feita, para estimar a massa do ano de 2015, multiplicou-se o fator de crescimento anual de 2014 a 2015, igual a 1,00459554 pela média das massas relatadas do ano de 2009 a 2014, para 2016 multiplicou-se o fator de crescimento anual de 1,00452049, e assim sucessivamente até 2040. A partir de então, foi elaborada uma planilha no excel (conforme a tabela 13, apresentada no apêndice A) com o Prognóstico de geração de RCC até o ano de 2040, para ser a base de três situações possíveis, configuradas como Cenário 1, 2 e 3. Serão considerados os seguintes dados:

CTR Maquiné:

- Capacidade de Aterragem de RCC por ano → 1.022.000 T/Ano
- Capacidade Total de Aterragem de RCC → 2.800 T/dia
- Densidade de RCC = 1,4T/m³;
- considera-se que 90% de RCC é Classe A
- em 20 anos a capacidade total de Maquiné será de **20.440.000,00 T.**

a) Cenário 1

Nas condições atuais, a média de geração de RCC, considerando uma taxa de crescimento da população de BH de 0,45% ao ano e considerando a respectiva evolução da geração de resíduos e mantendo a taxa de reciclagem (17,81%) e aterragem (82,19%), média dos anos de

2009 a 2014, o cenário será conforme a tabela 14, apresentada no apêndice B.

b) Cenário 2

Mantendo a taxa de crescimento da população de BH de 0,45% e adotando a taxa de reciclagem (31,42%) e aterragem (68,58%), média do ano de 2010, o cenário será conforme tabela 15, apresentada no apêndice C.

c) Cenário 3

Mantendo a taxa de crescimento da população de BH de 0,45% e adotando a taxa de reciclagem máxima (90 %) e aterragem (10%), o cenário será conforme tabela 16, apresentada no apêndice D.

Considerando a manutenção dos equipamentos e serviços de manejo adequado de RCC, bem como mantendo em funcionamento as EREs, e considerando que não vai haver recebimento de RCC de outros municípios, temos uma situação confortável para o ano de 2040, visto que o Cenário 1, que é o pior, atinge pouco mais de 2/3 (dois terços) da capacidade de aterragem da CTR Maquiné.

Caso a CTR Maquiné passe a receber RCC de outros municípios da RMBH, há de se levantar a massa enviada, para outros prognósticos.

O cenário 2, que considera um percentual maior de reciclagem de RCC, com os equipamentos da CTR BR040 e CTR Pampulha funcionando e considerando os equipamentos da CTR Estoril transferido e montado em outro local, foi pouco alterado para 2040, atingindo também quase a metade da sua capacidade de aterragem da CTR Maquiné.

O cenário 3 apresenta um Prognóstico com a capacidade máxima possível de reciclagem de RCC, reduzindo consideravelmente a massa de RCC destinado à disposição final: aterragem. Este é o cenário ideal para qual o PGIRSCC deve focar, visto que não é só a quantidade de RCC aterrado que é significativa. A outra “face” deste resultado é a transformação dos RCC em matérias primas e insumos para a Construção Civil, reduzindo a extração dessas da natureza, preservando os recursos naturais e degradando menos o meio ambiente.

Para atender à demanda de reciclagem resultante do cenário 3 foi elaborada a tabela 17, apresentada no apêndice E para Aquisição de Equipamentos de Reciclagem. Esta tabela permite dimensionar equipamentos em função das respectivas produtividades e do saldo de

RCC a reciclar, possibilitando auxiliar na elaboração de proposições de curto, médio e longo prazo. Os parâmetros dos equipamentos são os mesmos dos equipamentos já utilizados pelo município, não tendo que ser necessariamente os mesmos equipamentos, visto que já existem outros modelos de equipamentos com tecnologias mais modernas. Mas, em termos de produção, são as seguintes:

- ✓ O equipamento Pampulha produz 200,00 t/dia;
- ✓ O equipamento da BR040 produz 333,33 t/dia;
- ✓ O equipamento Estoril produz 466,67 t/dia;

4.3.3 Proposições Gerais, de Curto, Médio e Longo Prazo

As proposições elencadas neste tópico têm a finalidade de contribuir com o PGIRSCC e assegurar que os objetivos citados nas legislações vigentes sejam atingidos, no âmbito Federal, Estadual e Municipal, em conformidade com os princípios da não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos RCC, enfatizando a Redução, Reutilização e Reciclagem.

4.3.3.1 Proposições Gerais

Diretriz 1: Articular os Agentes Envolvidos na Gestão de RCC.

Estratégia 1: Identificar e mapear, sistematicamente, todos os agentes públicos e privados envolvidos na gestão e no gerenciamento dos RCC.

Estratégia 2: Definir responsabilidades aos agentes envolvidos;

Estratégia 3: Valorizar a atuação dos agentes envolvidos;

Diretriz 2: Orientação Ambiental

Estratégia 1: Instituir a figura do engenheiro público, profissional da área ambiental, para orientações à comunidade sobre concepções de projetos de construções, de demolições e de gestão de RCC.

Diretriz 3: Comunicação e Educação Ambiental

Estratégia 1: Introduzir nas escolas públicas e privadas a disciplina de educação ambiental;

Estratégia 2: Implementar ações de informação e comunicação, sistemática, à população e agentes envolvidos com a gestão de RCC;

Estratégia 3: Desenvolver e implementar programas de mobilização social, visando conscientização dos impactos ambientais e preservação dos recursos naturais;

Diretriz 4: Erradicação das Deposição Clandestina

Estratégia 1: Criação de URPVs em áreas, ou próximas dessas, constantemente utilizadas para deposições irregulares;

Estratégia 2: Monitorar permanentemente as áreas de preservação ambiental e terrenos vagos, visando coibir a criação de novas áreas de deposição Clandestina e recuperar as áreas já degradadas.

Estratégia 3: Implantar sistema de rastreabilidade de todas as caçambas com origem e destino dos RCC, em toda a RMBH, visando uniformizar os procedimentos de cadastramento e licenciamento dos agentes transportadores de RCC.

Estratégia 1: Estabelecer uma meta de erradicação de deposição clandestina de RCC para 2020.

Diretriz 5: Sistema de Informação Atualizado da Gestão de RCC

Estratégia 1: Manter nas URPVs e CTRs banco de dados para informações quanto à origem, caracterização e volume do RCC;

Estratégia 2: Manter nas CTRs banco de dados para informações quanto à produção de insumos recicláveis;

Estratégia 3: Manter atualizado o diagnóstico quantitativo e qualitativo da geração, coleta e destinação e rever o plano de gestão dos RCC, a cada quatro anos, a partir de 2020

Diretriz 6: Inovações Tecnológicas para Gestão de RCC

Estratégia 1: Estimular pesquisas de novas tecnologias destinadas à reutilização e reciclagem de RCC;

Estratégia 2: Promover ações de capacitação e divulgação de novas tecnologias voltadas para reutilização e reciclagem de RCC.

4.3.3.2 Proposições de Curto Prazo

Diretriz 1: Enfatizando Redução de RCC

Estratégia 1: não permitir a execução de qualquer obra ou reforma de Construção sem o acompanhamento por um Responsável Técnico;

Estratégia 2: exigir projeto de gestão de resíduo para qualquer obra ou reforma de Construção por um Responsável Técnico;

Estratégia 3: Cobrar do setor da construção civil práticas que melhorem o desempenho socioambiental desde o projeto até a construção, com especificação de materiais duráveis.

Estratégia 4: Fazer cumprir a lei de Logística Reversa para grandes geradores.

Estratégia 5: Promover campanhas para substituição das formas e escoramentos de madeira por outros reutilizáveis e/ou recicláveis;

Diretriz 2: Enfatizando a Reutilização de RCC

Estratégia 1: Promover a nível municipal e de Região Metropolitana o incentivo à Bolsa de RCC;

Estratégia 2: Exigir contêiner para segregação e recolhimento de RCC, em obras de pequeno porte;

Estratégia 3: Induzir a elaboração de projetos obras civis contemplando peças pré moldadas, painéis removíveis e passíveis de recuperação;

Estratégia 4: Disponibilizar apoio técnico para auxiliar nas construções passíveis de recuperação, para setores de baixa renda.

Estratégia 5: Promover campanha para substituição de embalagens descartáveis por embalagens reutilizáveis em obras de construção civil.

Diretriz 3: Enfatizando a Reciclagem de RCC

Estratégia 1: Regulamentar a obrigatoriedade de caçambas fechadas.

Estratégia 2: Exigir a adoção de caçambas com repartições, para segregação de resíduos na origem;

Estratégia 3: Valorizar os RCC segregados;

Estratégia 4: Promover manutenção preventiva nos equipamentos das Estações de Reciclagem de Entulho.

Estratégia 5: Dobrar o número de equipamentos de reciclagem RCC para atender à demanda de RCC gerado, para início do ano de 2017.

Estratégia 6: Promover a manutenção dos equipamentos de reciclagem RCC e colocá-los em funcionamento, inclusive do Estoril.

Estratégia 7: Promover campanha para substituição de embalagens

descartáveis por embalagens recicláveis em obras de construção civil;

Estratégia 8 implementar ações para melhorar a qualidade dos RCC.

Estratégia 9: Estabelecer uma meta de reciclagem de RCC classe A de grandes geradores no mínimo de 30% para 2020, tomando como data base o ano de 2016;

4.3.3.3 Proposições de Médio Prazo

Diretriz 1: Enfatizando Redução de RCC

Estratégia 1: Estabelecer uma meta de redução da geração de RCC em obras de construção civil, no mínimo de 7% para 2028, tomando como data base o ano de 2016;

Estratégia 2: Proibir utilização de escoramentos de madeiras em obras de construção civil, sugerindo utilização de escoras reutilizáveis;

Estratégia 3: Proibir utilização de formas de madeiras em obras de construção civil, sugerindo utilização de formas reutilizáveis.

Diretriz 2: Enfatizando a Reutilização de RCC

Estratégia 1: Permitir apenas escoramento reutilizáveis em obras de construção civil, metálicos ou outros aprovados pelo CREA;

Estratégia 2: Permitir apenas formas reutilizáveis em obras de construção civil, metálicos ou outros aprovados pelo CREA;

Estratégia 3: Estabelecer uma meta de reutilização de RCC Classe A no mínimo de 10% para 2028, tomando como data base o ano de 2016;

Diretriz 3: Enfatizando a Reciclagem de RCC

Estratégia 1: Manter a qualidade dos RCC

Estratégia 2: Estabelecer uma meta para que até 2028 todas as URPVs estejam interligadas com as EREs por sistema ferroviário.

Estratégia 3: Adquirir mais um equipamento tipo Pampulha para em 2020 está em plena atividade de reciclagem;

Estratégia 4: Estabelecer uma meta de reciclagem de RCC classe A de grandes geradores no mínimo de 60% para 2030, tomando como data base o ano de 2016;

4.3.3.4 *Proposições de Longo Prazo*

Diretriz 1: Enfatizando Redução de RCC

Estratégia 1: Estabelecer uma meta de redução da geração de RCC em obras de construção civil , no mínimo de 15% para 2040, tomando como data base o ano de 2016;

Diretriz 2: Enfatizando a Reutilização de RCC

Estratégia 1: Estabelecer uma meta de reutilização de RCC Classe A no mínimo de 10% para 2040, tomando como data base o ano de 2016;

Diretriz 3: Enfatizando a Reciclagem de RCC

Estratégia 1: Manter a qualidade dos RCC

Estratégia 2: Adquirir mais um equipamento tipo Pampulha para em 2030 está em plena atividade de reciclagem;

Estratégia 3: Estabelecer uma meta de reciclagem de RCC classe A de grandes geradores de 90% para 2040, tomando como data base o ano de 2016;

5 CONCLUSÃO

Elaborar um PGIRCC exige-se uma equipe multidisciplinar, sendo imprescindíveis profissionais da área de engenharia com vasto conhecimento em administração de obras e gestão ambiental. O conhecimento do material utilizado em cada tipo de construção facilita o planejamento da gestão e gerenciamento do resíduo.

Através do trabalho aqui desenvolvido, foi possível verificar que a deposição irregular de entulhos é prática comum e causadora de impactos ambientais negativos que podem ser irreversíveis e a maneira de coibir essas atitudes é com educação ambiental a nível escolar, mobilização social e valorização dos RCC.

A proposição do cenário 3, reciclar 90% do RCC gerado, deve ser objetivo do PGIRCC desde o início de sua implantação, devendo consignar para tal, a exigência da segregação na origem, fundamental para o cumprimento da meta proposta. Isto é relevante para uma eficiente gestão e gerenciamento dos RCCV, especialmente para planejar ações e desenvolver projetos de redução, reutilização e reciclagem, dimensionar os tipos e as quantidades de equipamentos, bem como para escolha do local de implantação, que visa atender à demanda de RCC gerada.

Por meio deste trabalho, espera-se contribuir com um Plano de Gestão Integrada de Resíduos da Construção Civil, onde num futuro breve, o RCC possa ter status de matéria prima. Para isso, é necessário que o poder público e a população estejam conscientes do manejo deste material, evitando sua contaminação e possibilitando sua reinserção na indústria da construção.

Levando em conta os estudos realizados ao longo deste trabalho, fica claro que não podemos pensar em sustentabilidade apenas com as reposições, mas, com saldo de recuperação do meio ambiente já degradado. Desta forma, propõe-se uma nova definição de Sustentabilidade, passando a tratar esta como princípio de uma sociedade que mantém as características necessárias para um sistema social justo, ambientalmente equilibrado e economicamente próspero por um período de tempo longo e indefinido, com saldo de recuperação do meio ambiente já degradado.

6 REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas NBR. 10.004: **Resíduos sólidos**. Classificação. ABNT, Rio de Janeiro, 31 mai, 2004.

ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 7.500: 2013. **Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos**. ABNT, Rio de Janeiro, 19 mai, 2013.

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

ABNT, Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 12.235:1992. **Armazenamento de resíduos sólidos perigosos** – Procedimento. ABNT, Rio de Janeiro, 30 mai, 1992.

ÂNGULO, Sérgio Cirelli. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos da construção e demolição reciclados**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Politécnica, São Paulo, 2000.

ARAÚJO, Joyce Maria de. **Caçambas metálicas nas vias públicas para a coleta de resíduos sólidos inertes e riscos à saúde pública**: um enfoque para a gestão ambientalmente adequada de resíduos sólidos. Disponível em < URL: http://www.ciesp.org.br/bolsa/outros_textos/detalhes_textos> Acesso em: 02 dez. 2015.

BARRETO, Alcyrus Vieira Pinto; HONORATO, Cezar de Freitas. **Manual de sobrevivência na selva acadêmica**. Rio de Janeiro: Objeto Direto, 1998.

BELO HORIZONTE. SLU - **Superintendência de Limpeza Urbana**. Disponível em: <http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2015

BELO HORIZONTE, Diário oficial do município, **LEI Nº 10.522, DE 24 DE AGOSTO DE 2012***

<http://portal6.pbh.gov.br/dom/iniciaEdicao.do?method=DetalheArtigo&pk=1086436>> Acesso em: 02 dez. 2015.

BERNARDES, Alexandre. **Quantificação e classificação dos resíduos da construção e demolição na cidade de Passo Fundo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia, Infraestrutura e Meio Ambiente) – Universidade de Passo Fundo, 2006

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução 307, de 05 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, nº 136, 17 de julho de 2002. Seção 1, p. 95-96.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução 348, de 16 de agosto de 2004**.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 307, de 5 jul. 2002**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília-DF. Disponível em:<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/praias/res_conama_357_05.pdf> Acesso em: 07 out. 2015.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 07 out. 2015.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 001, de 23 jan. 1986**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 07 out. 2015.

BRASIL. **Lei 12.305, de 02/08/2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº431, de 24 de maio de 2011**, que altera o artigo 3º da Resolução nº 307. 2011. Diário Oficial da União, n. 96, de 25 de maio de 2011, p. 123.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Ministério do Meio Ambiente, 2010.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 18 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção**. Disponível em:

<<http://www.mtb.gov.br/Temas/SegSau/Legislacao/Normas/Download/NR18.zip>>. Acesso em: 17 dez. 2015. 2003f.

BRASIL. **Resolução nº237, de 19 de Dezembro de 1997**. Ministério do Meio Ambiente: CONAMA, 2002.

CAMARGO, Antônio. **Minas de Entulho**. Técnica, no 15. São Paulo: Ed. Pini, mar/abr 1995.

CARNEIRO, Fabiana Padilha. **Diagnóstico e ações da atual situação dos resíduos de construção e demolição na cidade do Recife**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana, Gerenciamento e Planejamento do Uso de Água e Resíduos) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa - PB, 2005.

CHEN, J. J.; CHAMBERS, D. **Sustainability and the impact of chinese policy initiatives upon construction**. J Construction Management and Economics. Nº 17, p 679-687, 1999.

CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso futuro comum**. 2a ed. Tradução de Our common future. 1a ed. 1988. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

COSTA, Adriano L.; FORMOSO, Carlos Torres. Perdas na construção civil-uma proposta conceitual e ferramentas para prevenção. In: **Anais do VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – Qualidade no processo construtivo UFSC/ANTAC**. Florianópolis-SC, 27 a 30 de abril/1998. P. 1-7.

EBAH. **Ramos da engenharia civil.** Disponível em: <<http://www.ebah.com.br>>. Acesso em: Acesso em: 07 out. 2015.

ENCONTRO DE HISTÓRIA. **Moradia e governo Vargas.** Disponível em: <<http://encontro2008.rj.anpuh.org/>> Acesso em: Acesso em: 07 out. 2015.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010

GONZALEZ, M.A.S.; RAMIRES, M.V.V. **Análise de gestão dos resíduos gerados dentro dos canteiros de obras.** In: IV SIBRAGEC, I ELAGEC, 2005, Porto Alegre. Anais..Porto Alegre, 2005. CD-ROM.

HAGUETTE, T. M. F. **Metodologias qualitativas na sociologia.** 9a. ed, Petrópolis, Vozes, 2003.

JOHN, Vanderly M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** 2000. 113f. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo. 2000.

KARPINSK, L. A. et al. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental.** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2009.

LAYRARGUES, P. Pomier: **Do ecodesenvolvimento ao desenvolvimento sustentável: evolução de um conceito?** In: Proposta. Vol 25, nº71. São Paulo: Dez/Fev, 1997. p. 5-10

LEITE.B. M. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição.** 2001 Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

LIMA, Paulo Rolando; KRÜGER, Eduardo L. **Políticas públicas e desenvolvimento urbano sustentável.** Desenvolvimento e Meio ambiente, n.09. Curitiba: Editora UFPR, Jan/jun.2004. p.09-21

MENDES, T. A. et al. **Parâmetros de uma pista experimental executada com entulho reciclado**. Reunião Anual de Pavimentação. Rio de Janeiro, 2004. p. 1-12.

MESEGUER, AG. **Controle e garantia da qualidade na construção**. Trad. Roberto Falcão Bauer, Antonio Carmona, Paulo Roberto do Lago Helene, São Paulo, Sinduscon – SP/Projeto/PW, 1991.

PINTO, T. P. **Entulho de construção: problema urbano que pode gerar soluções**. Construção, São Paulo, nº2325, 31 ago. 1992.

PINTO, T. P. (Coord.) **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do Sinduscon-SP**, São Paulo: Obra Limpa: I&T: Sinduscon-SP, 2005.

PINTO, T. P.; GONZÁLES, J. L. R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Brasília: CEF, v. 1. (Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios, v. 1). 2005.

PINTO, Tarcísio P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 1999.

PINTO, T.P. **Reaproveitamento de resíduos da construção**. Projeto nº 98, 1987, p. 137-138.

PINTO, T.P. **Reciclagem no canteiro de obras -responsabilidade ambiental e redução de custos**. Revista de Tecnologia da Construção - Tèchne, ano 9, nº 49, 2000. p. 64-68.

RODRIGUES, Marcelo Abelha. **Instituições de direito ambiental**. Vol I – Parte Geral, São Paulo: Max Limonad, 2002.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos** - formulação e aplicação de uma metodologia. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1989.

SANTOS, C. **Prevenção a Poluição Industrial: oportunidades, análise dos benefícios e barreiras**. 2005. 287f. Tese (Doutorado em

Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005).

SCHENINI, P. C.; BAGNATI, A. M. Z.; CARDOSO, A. C. F. **Gestão de Resíduos da Construção Civil**. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. COBRAC 2004. Florianópolis, 2004.

SCHNEIDER, D. M. **Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo**. Dissertação de Mestrado (Faculdade de Saúde Pública). Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, 2003. 131p.

SINDUSCON-MG; SENAI-MG. **Gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil**. 2ª Edição. Belo Horizonte: Sinduscon-MG. 2005.

SHINGO, S. **A study of Toyota production system from an industrial engineering viewpoint**. Toquio, Japan Management Association, 1981.

SOUZA, U.E.L. de et. al., **Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva**. Ambiente Construído, v.4, nº 4, 2004. p.33-46.

WOLBERT, Ana Maria Soares. **O Projeto Ecobloco: trabalho e geração de renda para a população de rua em Belo**. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2011. 173p.

7 APÊNDICES

APÊNDICE A: TABELA DE PROGNÓSTICO DE RCC ATÉ O ANO DE 2040

Tabela 13 - Prognóstico de RCC até o ano de 2040

Ano	Nº hab BH	kg/hab/ano	kg/hab/dia	Fator cresc população	Geração RCC-t/ano
2009	2.434.64	368,34	1,0091		896.765,56
2010	2.375.15	182,79	0,5008		434.161,32
2011	2.385.63	168,51	0,4617	1,0044	402.006,23
2012	2.395.78	300,68	0,8238	1,0043	720.353,41
2013	2.479.16	157,94	0,4327	1,0348	391.564,80
2014	2.491.10	162,48	0,4451	1,0048	404.748,31
2015	2.502.55	224,48	0,615	1,0046	561.780,61
2016	2.513.87	225,5	0,6178	1,0045	566.871,14
2017	2.525.23	226,52	0,6206	1,0045	572.007,79
2018	2.536.64	227,54	0,6234	1,0045	577.190,99
2019	2.548.11	228,57	0,6262	1,0045	582.421,16
2020	2.559.63	229,6	0,629	1,0045	587.698,72
2021	2.571.20	230,64	0,6319	1,0045	593.024,10
2022	2.582.82	231,68	0,6347	1,0045	598.397,74
2023	2.594.50	232,73	0,6376	1,0045	603.820,07
2024	2.606.23	233,78	0,6405	1,0045	609.291,54
2025	2.618.01	234,84	0,6434	1,0045	614.812,58
2026	2.629.84	235,9	0,6463	1,0045	620.383,65
2027	2.641.73	236,97	0,6492	1,0045	626.005,21
2028	2.653.67	238,04	0,6522	1,0045	631.677,70
2029	2.665.67	239,11	0,6551	1,0045	637.401,60
2030	2.677.72	240,2	0,6581	1,0045	643.177,36
2031	2.689.83	241,28	0,661	1,0045	649.005,46
2032	2.701.98	242,37	0,664	1,0045	654.886,36
2033	2.714.20	243,47	0,667	1,0045	660.820,56
2034	2.726.47	244,57	0,67	1,0045	666.808,53
2035	2.738.79	245,67	0,6731	1,0045	672.850,76
2036	2.751.17	246,78	0,6761	1,0045	678.947,74
2037	2.763.61	247,9	0,6792	1,0045	685.099,97
2038	2.776.10	249,02	0,6822	1,0045	691.307,95
2039	2.788.65	250,15	0,6853	1,0045	697.572,17
2040	2.801.26	251,28	0,6884	1,0045	703.893,17

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2015

APÊNDICE B: TABELA DE PROGNÓSTICO DE ATERRAGEM DE 82,19% DE RCC ACUMULADO

Tabela 14 - Prognóstico de Aterragem de 82,19% de RCC acumulado

Ano	Nº hab BH	Geração RCC-t/ano	Reciclagem RCC-t/ano	Aterragem RCC- t/ano	
				Por Ano	Acumulado
2009	2.434.642	896.765,56	104.853,80	791.911,76	
2010	2.375.151	434.161,32	136.424,40	297.736,92	
2011	2.385.639	402.006,23	102.114,80	299.891,43	
2012	2.395.785	720.353,41	103.252,20	617.101,21	
2013	2.479.165	391.564,80	45.819,60	345.745,20	401.500,00
2014	2.491.109	404.748,31	49.839,24	354.909,07	803.000,00
2015	2.502.557	561.780,61	100.057,91	461.722,70	1.204.500,00
2016	2.513.870	566.871,14	100.964,57	465.906,56	1.670.406,56
2017	2.525.234	572.007,79	101.879,45	470.128,34	2.140.534,90
2018	2.536.649	577.190,99	102.802,63	474.388,37	2.614.923,27
2019	2.548.116	582.421,16	103.734,16	478.687,00	3.093.610,27
2020	2.559.635	587.698,72	104.674,14	483.024,58	3.576.634,84
2021	2.571.205	593.024,10	105.622,64	487.401,47	4.064.036,31
2022	2.582.829	598.397,74	106.579,73	491.818,01	4.555.854,32
2023	2.594.504	603.820,07	107.545,49	496.274,58	5.052.128,90
2024	2.606.233	609.291,54	108.520,01	500.771,53	5.552.900,44
2025	2.618.014	614.812,58	109.503,35	505.309,23	6.058.209,67
2026	2.629.849	620.383,65	110.495,61	509.888,05	6.568.097,71
2027	2.641.737	626.005,21	111.496,85	514.508,36	7.082.606,07
2028	2.653.679	631.677,70	112.507,17	519.170,53	7.601.776,60
2029	2.665.675	637.401,60	113.526,65	523.874,95	8.125.651,55
2030	2.677.725	643.177,36	114.555,36	528.622,00	8.654.273,55
2031	2.689.830	649.005,46	115.593,39	533.412,06	9.187.685,61
2032	2.701.989	654.886,36	116.640,83	538.245,53	9.725.931,14
2033	2.714.203	660.820,56	117.697,76	543.122,80	10.269.053,94
2034	2.726.473	666.808,53	118.764,27	548.044,26	10.817.098,20
2035	2.738.798	672.850,76	119.840,44	553.010,32	11.370.108,52
2036	2.751.179	678.947,74	120.926,37	558.021,37	11.928.129,89
2037	2.763.615	685.099,97	122.022,13	563.077,84	12.491.207,73
2038	2.776.108	691.307,95	123.127,83	568.180,12	13.059.387,85
2039	2.788.658	697.572,17	124.243,54	573.328,64	13.632.716,48
2040	2.801.264	703.893,17	125.369,36	578.523,81	14.211.240,29

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2015

APÊNDICE C: TABELA DE PROGNÓSTICO DE ATERRAGEM DE 68,58% DE RCC ACUMULADO

Tabela 15 - Prognóstico de Aterragem de 68,58% de RCC Acumulado

Ano	Nº hab BH	Geração RCC-t/ano	Reciclagem RCC-t/ano	Aterragem RCC- t/ano	
				Por Ano	Acumulado
2009	2.434.642	896.765,56	104.853,80	791.911,76	
2010	2.375.151	434.161,32	136.424,40	297.736,92	
2011	2.385.639	402.006,23	102.114,80	299.891,43	
2012	2.395.785	720.353,41	103.252,20	617.101,21	
2013	2.479.165	391.564,80	45.819,60	345.745,20	401.500,00
2014	2.491.109	404.748,31	49.839,24	354.909,07	803.000,00
2015	2.502.557	561.780,61	100.057,91	461.722,70	1.204.500,00
2016	2.513.870	566.871,14	100.964,57	465.906,56	1.670.406,56
2017	2.525.234	572.007,79	179.739,22	392.268,57	2.062.675,13
2018	2.536.649	577.190,99	181.367,92	395.823,08	2.458.498,21
2019	2.548.116	582.421,16	183.011,37	399.409,79	2.857.908,00
2020	2.559.635	587.698,72	184.669,71	403.029,01	3.260.937,01
2021	2.571.205	593.024,10	186.343,08	406.681,03	3.667.618,04
2022	2.582.829	598.397,74	188.031,61	410.366,13	4.077.984,17
2023	2.594.504	603.820,07	189.735,44	414.084,63	4.492.068,80
2024	2.606.233	609.291,54	191.454,71	417.836,82	4.909.905,62
2025	2.618.014	614.812,58	193.189,57	421.623,02	5.331.528,64
2026	2.629.849	620.383,65	194.940,14	425.443,52	5.756.972,15
2027	2.641.737	626.005,21	196.706,57	429.298,64	6.186.270,79
2028	2.653.679	631.677,70	198.489,01	433.188,69	6.619.459,48
2029	2.665.675	637.401,60	200.287,60	437.113,99	7.056.573,48
2030	2.677.725	643.177,36	202.102,49	441.074,87	7.497.648,34
2031	2.689.830	649.005,46	203.933,83	445.071,63	7.942.719,97
2032	2.701.989	654.886,36	205.781,76	449.104,61	8.391.824,58
2033	2.714.203	660.820,56	207.646,43	453.174,13	8.844.998,72
2034	2.726.473	666.808,53	209.528,00	457.280,53	9.302.279,25
2035	2.738.798	672.850,76	211.426,62	461.424,14	9.763.703,39
2036	2.751.179	678.947,74	213.342,44	465.605,30	10.229.308,69
2037	2.763.615	685.099,97	215.275,63	469.824,34	10.699.133,03
2038	2.776.108	691.307,95	217.226,33	474.081,61	11.173.214,64
2039	2.788.658	697.572,17	219.194,71	478.377,47	11.651.592,11
2040	2.801.264	703.893,17	221.180,92	482.712,24	12.053.092,11

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2015

APÊNDICE D: TABELA DE PROGNÓSTICO DE ATERRAGEM DE 10% DE RCC ACUMULADO

Tabela 16 - Prognóstico de Aterragem de 10% de RCC Acumulado

Ano	Nº hab BH	RCC-t/ano	Reciclagem RCC-t/ano	Aterragem RCC – t/ano	
				Por Ano	Acumulado
2009	2.434.642	896.765,56	104.853,80	791.911,76	
2010	2.375.151	434.161,32	136.424,40	297.736,92	
2011	2.385.639	402.006,23	102.114,80	299.891,43	
2012	2.395.785	720.353,41	103.252,20	617.101,21	
2013	2.479.165	391.564,80	45.819,60	345.745,20	401.500,00
2014	2.491.109	404.748,31	49.839,24	354.909,07	803.000,00
2015	2.502.557	561.780,61	100.057,91	461.722,70	1.204.500,00
2016	2.513.870	566.871,14	100.964,57	465.906,56	1.670.406,56
2017	2.525.234	572.007,79	514.807,01	57.200,78	1.727.607,34
2018	2.536.649	577.190,99	519.471,89	57.719,10	1.785.326,44
2019	2.548.116	582.421,16	524.179,04	58.242,12	1.843.568,56
2020	2.559.635	587.698,72	528.928,85	58.769,87	1.902.338,43
2021	2.571.205	593.024,10	533.721,69	59.302,41	1.961.640,84
2022	2.582.829	598.397,74	538.557,97	59.839,77	2.021.480,62
2023	2.594.504	603.820,07	543.438,06	60.382,01	2.081.862,62
2024	2.606.233	609.291,54	548.362,38	60.929,15	2.142.791,78
2025	2.618.014	614.812,58	553.331,32	61.481,26	2.204.273,03
2026	2.629.849	620.383,65	558.345,29	62.038,37	2.266.311,40
2027	2.641.737	626.005,21	563.404,69	62.600,52	2.328.911,92
2028	2.653.679	631.677,70	568.509,93	63.167,77	2.392.079,69
2029	2.665.675	637.401,60	573.661,44	63.740,16	2.455.819,85
2030	2.677.725	643.177,36	578.859,62	64.317,74	2.520.137,59
2031	2.689.830	649.005,46	584.104,91	64.900,55	2.585.038,13
2032	2.701.989	654.886,36	589.397,73	65.488,64	2.650.526,77
2033	2.714.203	660.820,56	594.738,51	66.082,06	2.716.608,82
2034	2.726.473	666.808,53	600.127,68	66.680,85	2.783.289,68
2035	2.738.798	672.850,76	605.565,69	67.285,08	2.850.574,75
2036	2.751.179	678.947,74	611.052,97	67.894,77	2.918.469,53
2037	2.763.615	685.099,97	616.589,97	68.510,00	2.986.979,53
2038	2.776.108	691.307,95	622.177,15	69.130,79	3.056.110,32
2039	2.788.658	697.572,17	627.814,96	69.757,22	3.125.867,54
2040	2.801.264	703.893,17	633.503,85	70.389,32	3.527.367,54

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2015

APÊNDICE E: TABELA DE AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE RECICLAGEM

Tabela 17 - Aquisição de Equipamentos de Reciclagem

Ano	Dias trabalho no ano	Cenário 3 Reciclagem RCC-t/dia	Equip Existente prod t/dia	Saldo a Reciclar t/dia	Previsão Aquisição Equipamento
2009	264	397,17	1.000,00		
2010	264	516,76	1.000,00		
2011	264	386,8	1.000,00		
2012	264	391,11	1.000,00		
2013	264	173,56	1.000,00		
2014	264	188,79	1.000,00		
2015	264	379,01	1.000,00		
2016	264	382,44	1.000,00		
2017	264	1.950,03	1.000,00	950,03	dobrar quantidade Equipamentos
2018	264	1.967,70	1.000,00	967,7	
2019	264	1.985,53	1.000,00	985,53	
2020	264	2.003,52	1.000,00	1.003,52	mais 1 equipamento pampulha
2021	264	2.021,67	1.000,00	1.021,67	
2022	264	2.039,99	1.000,00	1.039,99	
2023	264	2.058,48	1.000,00	1.058,48	
2024	264	2.077,13	1.000,00	1.077,13	
2025	264	2.095,95	1.000,00	1.095,95	
2026	264	2.114,94	1.000,00	1.114,94	
2027	264	2.134,11	1.000,00	1.134,11	
2028	264	2.153,45	1.000,00	1.153,45	
2029	264	2.172,96	1.000,00	1.172,96	
2030	264	2.192,65	1.000,00	1.192,65	mais 1 equipamento pampulha
2031	264	2.212,52	1.000,00	1.212,52	
2032	264	2.232,57	1.000,00	1.232,57	
2033	264	2.252,80	1.000,00	1.252,80	
2034	264	2.273,21	1.000,00	1.273,21	
2035	264	2.293,81	1.000,00	1.293,81	
2036	264	2.314,59	1.000,00	1.314,59	
2037	264	2.335,57	1.000,00	1.335,57	
2038	264	2.356,73	1.000,00	1.356,73	
2039	264	2.378,09	1.000,00	1.378,09	
2040	264	2.399,64	1.000,00	1.399,64	

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2015