

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

PROPOSTA DE GESTÃO DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL PARA O DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FRANCISCO ROBERTO TABOZA SIGNORI

ORIENTADOR: CLAUDIO HENRIQUE DE ALMEIDA
FEITOSA PEREIRA

CO-ORIENTADOR: FRANCISCO JAVIER CONTRERAS
PINEDA

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL EM ENGENHARIA
AMBIENTAL

BRASÍLIA / DF: DEZEMBRO / 2018

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**PROPOSTA DE GESTÃO DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL PARA O DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

FRANCISCO ROBERTO TABOZA SIGNORI

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA AMBIENTAL.

APROVADA POR:

**CLAUDIO HENRIQUE DE ALMEIDA FEITOSA PEREIRA, DSc. (UnB)
(ORIENTADOR)**

**CLAUDIA MARCIA COUTINHO GURJÃO, DSc. (UnB)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**MARCOS HONORATO DE OLIVEIRA, DSc. (UnB)
(EXAMINADOR EXTERNO)**

DATA: BRASÍLIA/DF, 07 de dezembro de 2018.

FICHA CATALOGRÁFICA

SIGNORI, FRANCISCO ROBERTO TABOZA

Proposta de gestão de resíduos da construção civil para o Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília. [Distrito Federal] 2018.

vi, 86 p., 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Ambiental, 2018)

Monografia de Projeto Final - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Gestão Ambiental

2. Resíduos da Construção Civil

3. Plano de gerenciamento de resíduos

4. Resolução CONAMA 307/2002

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SIGNORI, F.R.T. (2018). Proposta de gestão de resíduos da construção civil para o Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 86 p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Francisco Roberto Taboza Signori

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: Proposta de gestão de resíduos da construção civil para o Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília.

GRAU / ANO: Bacharel em Engenharia Ambiental / 2018.

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Francisco Roberto Taboza Signori

Cond. M. Entre Lagos, Etapa 2.

73255-900 - Brasília/DF – Brasil

ftaboza@gmail.com

AGRADECIMENTOS

Ao término desta etapa, gostaria de agradecer à força estranha pela oportunidade da vida, doce mistério. Agradeço também à minha mãe, pois dela tudo veio, e ao meu pai, pelo apoio.

Agradeço à minha família por serem a base incondicional no decorrer de todo este período, em especial às minhas irmãs Adriana e Amanda e irmão Alexandre. Meu cerne, amo vocês.

Aos Professores Claudio Pereira e Francisco Contreras, meus agradecimentos pela orientação, disponibilidade e paciência a mim direcionadas durante a realização deste trabalho. Ao Professor Marcos Honorato e Professora Claudia pelas excelentes contribuições na banca examinadora.

A todos os docentes de Engenharia Ambiental da Universidade de Brasília pela dedicação e compromisso com todos os seus alunos. À própria Universidade de Brasília, lugar amistoso, pela excelência em oferecer um ensino público de qualidade.

Ao A.O.A. que, enquanto se fez presente, me proporcionou momentos felizes e boas amizades durante a graduação. Romário, Marianna, Bela, Pâmella, Tayline, Yuseiji, Taynara, Lorena, Nicole: gente é pra brilhar. Brilhem!

À Dra. Joyce Machado que trabalhou judicialmente e de maneira solidária para que a minha matrícula na UnB fosse efetivada. Agradeço.

Helena Marques, meu amor e intensamente interessada nestas próximas páginas, obrigado por ter aparecido na minha vida e permanecer. A tua presença morena dá sentido a tudo o que eu percebo no mundo. Transborda-me e reinventa diariamente o modo de ser feliz. Amo-te em essência!

Ao Caetano Emanuel, por ser responsável não só pela trilha sonora de tantas horas de estudo, mas também por ser a pessoa pela qual eu me espelho em aspectos comportamentais, artísticos e estéticos. Abraço.

A todos aqueles que não foram mencionados, mas que colaboraram de alguma forma para que eu chegasse até aqui. Gratidão!

RESUMO

PROPOSTA DE GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA O DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Autor: Francisco Roberto Taboza Signori

Orientador: Claudio Henrique de Almeida Feitosa Pereira

Co-orientador: Francisco Javier Contreras Pineda

Graduação em Engenharia Ambiental (ENC/FT/UnB)

Brasília, Dezembro de 2018.

O *construbusiness* intensifica os impactos negativos no meio ambiente através da disposição inadequada de resíduos da construção civil - RCC, que representam parte relevante do total de resíduos sólidos produzidos nas grandes cidades. Com isso, surge a necessidade da proposição da gestão ambiental destes materiais a partir da definição de política, planejamento e gerenciamento ambiental. Este projeto teve como objetivo geral propor a gestão adequada de RCC de Classe A – de acordo com a Resolução CONAMA 307/2002 - para o Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – ENC localizado na Faculdade de Tecnologia – FT da Universidade de Brasília – UnB. Para isso, identificou-se como geradores de RCC o Laboratório de Estruturas – LABEST, Laboratório de Geotecnia e Laboratório de Ensaio de Materiais – LEM. O entendimento dos fluxos de resíduos foi realizado a partir de consulta e visita técnica. Como resultados, obteve-se que LABEST gera resíduos de pequenas dimensões na montagem dos ensaios (resíduos frescos) e resíduos de grandes dimensões (resíduos endurecidos) no descarte de peças ensaiadas. Estes resíduos são acondicionados na parte interna do laboratório para posterior transporte até a destinação final. O Laboratório de Geotecnia gera em sua maioria solos e realiza o acondicionamento final numa baía de concreto localizada na parte externa do prédio SG-12. O LEM utiliza materiais como blocos cerâmicos, agregados, concreto e argamassa e acondiciona estes resíduos na mesma baía externa utilizada pelo Laboratório de Geotecnia. Todos os laboratórios geram resíduos de Classe B, como plásticos e papéis. Os laboratórios não realizam a triagem de resíduos e seus destinos finais são o aterro controlado do Jóquei e Áreas de Transbordo e Triagem de Resíduos - ATTR. A partir destas informações foi elaborado um plano de gerenciamento de RCC para cada laboratório, contendo as etapas de planejamento, mobilização, implementação e monitoramento, priorizando o aproveitamento de resíduos dentro da própria UnB. Por fim, foram elaboradas diretrizes gerais para a implementação do plano, contendo fluxograma e cronograma para o estabelecimento de cada etapa proposta.

SUMÁRIO

Capítulo	Página
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS	xiii
1 – INTRODUÇÃO	1
2 – OBJETIVOS	3
2.1 – OBJETIVO GERAL	3
2.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3 – DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	4
4 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
4.1 – GESTÃO AMBIENTAL	5
4.1.1 – Da Agenda 21 até a Agenda 2030	6
4.1.2 – Construção Civil e Desenvolvimento Sustentável	7
4.2 – RESÍDUOS SÓLIDOS	7
4.2.1 – Conceituação e Classificação	7
4.2.2 – Painel dos resíduos sólidos urbanos no Brasil	8
4.3 – RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	8
4.3.1 – Conceituação e classificação	9
4.3.2 – Origem, geração e composição	9
4.3.3 – Impactos ambientais	11
4.3.4 – Gestão de RCC	13
4.3.5 – Reutilização e Reciclagem	16
4.3.6 – Gestão de RCC no Distrito Federal	17
4.4 – LEGISLAÇÕES VIGENTES	19
4.4.1 – Política Nacional de Resíduos Sólidos	19
4.4.2 – Resolução CONAMA 307/2002	19
4.4.3 – Lei Distrital 4.704/2011	20
4.5 – PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – PGRCC	21
4.5.1 – Caracterização e triagem	22
4.5.2 – Acondicionamento	24
4.5.3 – Transporte	26
4.5.4 – Destinação	29

5 – METODOLOGIA	30
5.1 – IDENTIFICAÇÃO DOS GERADORES.....	31
5.2 – DIAGNÓSTICO DO FLUXO DE RESÍDUOS	31
5.3 – PLANO DE GERENCIAMENTO DE RCC	31
5.3.1 – Planejamento e mobilização	31
5.3.2 – Caracterização e triagem	32
5.3.3 – Acondicionamento e transporte interno.....	32
5.3.4 – Transporte externo e destinação final.....	32
5.3.5 – Monitoramento do plano.....	32
5.4 – DIRETRIZES GERAIS PARA IMPLANTAÇÃO DO PLANO.....	34
6 – RESULTADOS.....	35
6.1 – IDENTIFICAÇÃO DOS GERADORES.....	35
6.1.1 – Laboratório de Estruturas – LABEST	35
6.1.2 – Laboratório de Geotecnia	37
6.1.3 – Laboratório de Ensaio de Materiais.....	37
6.2 – DIAGNÓSTICO DO FLUXO DE RESÍDUOS.....	38
6.2.1 – Laboratório de Estruturas – LABEST.....	38
6.2.2 – Laboratório de Geotecnia.....	42
6.2.3 – Laboratório de Ensaio de Materiais – LEM.....	46
6.3 – PLANEJAMENTO E MOBILIZAÇÃO PARA OS PGRCC	50
6.3.1 – Planejamento.....	50
6.3.2 – Mobilização.....	50
6.4 – PLANO DE GERENCIAMENTO DE RCC PARA O LABORATÓRIO DE ESTRUTURAS – LABEST	52
6.4.1 – Caracterização e triagem.....	52
6.4.2 – Acondicionamento inicial	52
6.4.3 – Transporte interno	52
6.4.4 – Acondicionamento final.....	53
6.4.5 – Aproveitamento.....	54
6.4.6 – Transporte externo	55
6.4.7 – Destinação final	55
6.5 – PLANO DE GERENCIAMENTO DE RCC PARA O LABORATÓRIO DE GEOTECNIA	56
6.5.1 – Caracterização e triagem.....	56
6.5.2 – Acondicionamento inicial	56

6.5.3 – Transporte interno	59
6.5.4 – Acondicionamento final	59
6.5.5 – Transporte externo	60
6.5.6 – Aproveitamento.....	60
6.5.7 – Destinação final	61
6.6 – PLANO DE GERENCIAMENTO DE RCC PARA O LABORATÓRIO DE ENSAIO DE MATERIAIS - LEM	61
6.6.1 – Caracterização e triagem.....	61
6.6.2 – Acondicionamento inicial	62
6.6.3 – Transporte interno	64
6.6.4 – Acondicionamento final	64
6.6.5 – Aproveitamento.....	65
6.6.6 – Transporte externo	66
6.6.7 – Destinação final	66
6.7 – MONITORAMENTO DOS PGRCC	66
6.8 – DIRETRIZES GERAIS PARA A IMPLANTAÇÃO DOS PGRCC	67
6.8.1 – Laboratório de Estruturas – LABEST.....	68
6.8.2 – Laboratório de Geotecnia.....	71
6.8.3 – Laboratório de Ensaio de Materiais – LEM.....	74
7 – CONCLUSÕES.....	77
8 – SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
APÊNDICE A – MODELO DE CHECKLIST DE MONITORAMENTO DA GESTÃO DE RCC PARA O ENC/FT/UNB.....	85
APÊNDICE B – MODELO DE RELATÓRIO DE MONITORAMENTO DA GESTÃO DE RCC PARA O ENC/FT/UNB	86

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 4.1 – Cadeia da construção civil (Karspink <i>et al.</i> 2008, modificado).....	11
Figura 4.2 – Impactos da indústria da construção (Blumenschein 2004, modificado).....	12
Figura 4.3 – Etapas da gestão dos RCC (Martins, 2012)	14
Figura 4.4 – Logística da rede de Ecopontos (Distrito Federal, 2013).....	14
Figura 4.5 – Modelo de ATT (Distrito Federal 2013, modificado).....	15
Figura 4.6 – Fluxograma de aterro de RCC (Pinto e Gonzáles 2005, modificado).....	15
Figura 4.7 – Disposições irregulares de RCC no DF	18
Figura 4.8 – Balança para quantificação de RCC (Tozzi, 2006).....	23
Figura 4.9 - Figura 4.9 – Quantificação de RCC através de cubagem (Brum, 2013).....	23
Figura 4.10 – Dispositivos para acondicionamento de RCC (São Paulo, 2010)	24
Figura 5.1 – Fluxograma metodológico	30
Figura 5.2 – Fatores de avaliação: limpeza e segregação na fonte (Pinto 2005, modificado).....	33
Figura 5.3 – Registro de problemas durante a limpeza e segregação na fonte (Pinto 2005, modificado).....	33
Figura 5.4 – Fatores de avaliação para acondicionamento final (Pinto 2005, modificado).....	33
Figura 6.1 – Localização dos laboratórios na UnB (Google, 2018).....	35
Figura 6.2 – Laboratório de Estruturas do ENC.....	36
Figura 6.3 – Peças de concreto no LABEST	36
Figura 6.4 – Prédio SG – 12.....	37
Figura 6.5 – Amostras de solos para ensaios no Laboratório de Geotecnia	37
Figura 6.6 – Materiais para ensaios no LEM.....	38
Figura 6.7 – Fluxo de RCC no LABEST	38
Figura 6.8 – Resíduos de pequenas dimensões gerados pelo LABEST	39
Figura 6.9 – Resíduos de grande dimensão gerado pelo LABEST	39
Figura 6.10 – Pilha de resíduos de pequenas dimensões endurecidos no LABEST	40
Figura 6.11 – Rampas construídas a partir de resíduos frescos gerados pelo LABEST	40
Figura 6.12 – Acondicionamento de resíduos de grandes dimensões no LABEST	41

Figura 6.13 – Realização do transporte externo no LABEST	41
Figura 6.14 – Caminhão Munck (JZMunck, 2018).....	42
Figura 6.15 – Fluxo de RCC no Laboratório de Geotecnia.....	42
Figura 6.16 – Solo e areia durante ensaio no Laboratório de Geotecnia	43
Figura 6.17 – Resíduos descartados após a realização dos ensaios.....	43
Figura 6.18 – Acondicionamento inicial de RCC no Laboratório de Geotecnia.....	44
Figura 6.19 – Baía para acondicionamento final de RCC no SG-12.....	44
Figura 6.20 – Placa de sinalização da baía de concreto na parte externa do SG-12	45
Figura 6.21 – Lâmpada, galão, palha e folhas acondicionadas na baía de concreto	45
Figura 6.22 – Fluxo de RCC no LEM	46
Figura 6.23 – Resíduos endurecidos descartados pelo LEM.....	47
Figura 6.24 – Resíduos frescos descartados pelo LEM.....	47
Figura 6.25 – Acondicionamento inicial de RCC no LEM	48
Figura 6.26 – Estudantes durante o descarte de RCC frescos na baía de concreto	48
Figura 6.27 – Acondicionamento final de resíduos na baía	49
Figura 6.28 – Evolução do depósito de RCC na baía do SG-12	49
Figura 6.29 – Modelo de placa para sinalização de área de acondicionamento de resíduos no Laboratório de Geotecnia (ENC/FT/UnB)	51
Figura 6.30 – Modelo de placa para triagem de resíduos no Laboratório de Geotecnia (ENC/FT/UnB).....	51
Figura 6.31 – Carrinho de mão e suas especificações técnicas para o LABEST	53
Figura 6.32 – Bombonas e suas especificações técnicas para o LABEST.....	53
Figura 6.33 – Área de acondicionamento final de RCC no LABEST.....	54
Figura 6.34 – Fabricação de meio-fio pelo método manual (Crédito: Janutt).....	55
Figura 6.35 – Bombona e suas especificações técnicas para o Lab. De Geotecnia.....	57
Figura 6.36 – Alocação das bombonas no Laboratório de Geotecnia	58
Figura 6.37 – Carrinho de mão e suas especificações técnicas para o Lab. De Geotecnia	59
Figura 6.38 – Carrinho utilizado para o transporte de bombonas para o Lab. De Geotecnia.	59
Figura 6.39 – Caçamba estacionária e suas especificações técnicas para o Lab. De Geotecnia.....	60
Figura 6.40 – Bombonas e suas especificações técnicas para o LEM.....	62
Figura 6.41 – Alocação das bombonas no Laboratório de Ensaio de Materiais.....	63

Figura 6.42 – Carrinho de mão e suas especificações técnicas para o LEM.....	64
Figura 6.43 – Carrinho utilizado para o transporte de bombonas para o LEM.....	64
Figura 6.44 – Caçamba estacionária e suas especificações técnicas para o LEM.....	65
Figura 6.45 – Fabricação de bloquetes para calçadas (Crédito: Pideju Metal)	65
Figura 6.46 – Fluxograma do Plano de Gerenciamento de RCC do LABEST	68
Figura 6.47 – Fluxograma do Plano de Gerenciamento de RCC do Laboratório de Geotecnia.....	71
Figura 6.48 - Fluxograma do Plano de Gerenciamento de RCC do LEM	75

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
Tabela 4.1 – Unidades de gestão de RCC no Brasil (SNIS, 2016)	16
Tabela 4.2 – Tipos de resíduos e suas finalidades (Lima e Lima 2009, modificado)	17
Tabela 4.3 – Acondicionamento inicial e final de RCC (Pinto 2005, modificado).....	25
Tabela 4.4 – Transporte interno de RCC (Pinto 2005, modificado)	27
Tabela 4.5 – Remoção de RCC (Pinto 2005, modificado).....	28
Tabela 4.6 – Classificação e destinação adequada de RCC (Brasil 2002, modificado).....	29
Tabela 6.1 – Código de cores para os resíduos gerados pelo LABEST	54
Tabela 6.2 – Código de cores para os resíduos gerados pelo Lab. De Geotecnia	57
Tabela 6.3 – Código de cores para os resíduos gerados pelo LEM.....	62
Tabela 6.4 – Cronograma para implementação do PGRCC do LABEST	69
Tabela 6.5 – Cronograma para implementação do PGRCC do Lab. De Geotecnia.....	72
Tabela 6.6 – Cronograma para implementação do PGRCC do LEM	74

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

Sigla ou símbolo	Significado
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza pública e Resíduos Especiais
ATI	Aterro de Inertes
ATT	Áreas de Transbordo e Triagem
ATTR	Áreas de Transbordo, Triagem e Reciclagem
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CTR	Controle de Transporte de Resíduos
DF	Distrito Federal
ENC	Departamento de Engenharia Civil e Ambiental
FT	Faculdade de Tecnologia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MG	Minas Gerais
NBR	Norma Brasileira
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PEV	Ponto de Entrega Voluntária
PGRCC	Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PIGRCC	Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil e Resíduos Volumosos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PR	Paraná
RCC	Resíduos da Construção Civil
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SLU	Sistema de Limpeza Urbana
SNIS	Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento
UnB	Universidade de Brasília
Hab	Habitante
Kg	Quilograma
t	Tonelada

1 – INTRODUÇÃO

O contexto socioeconômico brasileiro desde a segunda metade do século XX tem desenvolvido novas dinâmicas de organização no sentido da urbanização do seu território. Com isso, 85% da população do Brasil já vive em cidades (IBGE, 2010), gerando a intensificação de impactos ambientais, de acordo com Agopyan e John (2011).

O crescimento econômico insustentável e a manutenção de tecnologias inadequadas contribuem para que o gerenciamento de resíduos sólidos seja um desafio para a gestão ambiental. De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE (2017), 41,7 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos - RSU foram dispostos em aterros sanitários, o que corresponde a 58,4% do total coletado. O restante dos resíduos continua sendo descartado em locais impróprios, prática comum em 60% dos municípios brasileiros.

A fim de estabelecer normas que promovam a minimização de impactos ambientais mediante a gestão integrada de resíduos, se instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS por meio da Lei 12.305/2010, buscando zelar, assim, pelo direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado - previsto no art. 225 da Constituição Federal (BRASIL, 1988).

Segundo Marques Neto (2005), do total de resíduos urbanos gerados, 50% a 70% são provenientes da construção civil. Por isso, a falta de soluções alternativas – como reutilização e reciclagem - à sua disposição final influencia diretamente a redução da vida útil de aterros. A ausência do gerenciamento adequado de Resíduos da Construção Civil - RCC é preocupante quanto à sua problemática ambiental, já que no Brasil, para ABRELPE (2017), foram coletados 45,1 milhões de toneladas destes resíduos em 2016, equivalente a 0,08% a menos do que o observado no ano anterior, mesmo com o aumento da geração.

Como resultado, os RCC são comumente destinados de forma clandestina em corpos d'água, periferias de zonas urbanas e locais de fácil acesso; por exemplo, matas, margens de estrada e terrenos baldios, o que causa, segundo Mendes et al. (2004), problemas socioambientais, como a contaminação do solo e proliferação de insetos. Há também riscos de obstrução de galerias de águas pluviais, poluição visual, assoreamento, deslizamentos e inundações.

Para Souza et al. (2004), desperdiçar materiais provenientes da construção civil, seja na forma de resíduo (chamado de “entulho de construção”) ou sob outra natureza, acarreta no desperdício de recursos naturais, o que inclui a indústria da construção em

discussões em relação à busca pelo desenvolvimento sustentável.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA estabelece na Resolução 307/2002 as diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. A resolução dita que os geradores devem ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, por conseguinte, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Apesar da existência de legislações específicas para a gestão de seus resíduos, algumas atividades ligadas à construção civil não apresentam adequação às estas normativas, evidenciando, portanto a necessidade de aplicação de planos de gerenciamento a fim de minimizar os impactos da geração de RCC no meio ambiente.

A Universidade de Brasília – UnB através da Resolução da Reitoria nº 73/2017 instituiu a Comissão de Elaboração do seu Plano de Logística Sustentável – PLS. O plano tem por objetivo a apresentação de ações estratégicas e desenvolvimento de projetos sustentáveis na instituição federal no interstício de 2018 a 2021.

O presente trabalho faz parte da ação do PLS da Faculdade de Tecnologia – FT da UnB e, a partir da meta de elaborar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos na universidade, visa ao estudo de diretrizes para o estabelecimento do gerenciamento de RCC gerados pelo Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – ENC/FT/UnB, no âmbito de um projeto final de conclusão de curso de Engenharia Ambiental da Universidade de Brasília.

2 – OBJETIVOS

2.1 - OBJETIVO GERAL

Este projeto tem como objetivo geral a proposta de plano de gerenciamento dos resíduos de construção civil do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – ENC da Universidade de Brasília - UnB, com base nas diretrizes e legislações vigentes.

2.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Visando ao alcance do objetivo geral foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Identificação dos geradores de resíduos;
- Entendimento do fluxo produtivo de resíduos gerados;
- Criação de plano de gerenciamento de resíduos em conformidade com as legislações vigentes;
- Formulação de diretrizes gerais para implantação de plano de gerenciamento de resíduos de construção civil para o ENC/FT/UnB.

3 – DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O foco deste estudo é a gestão ambiental de resíduos de construção civil de Classe A e de Classe B de acordo com a classificação estabelecida na Resolução CONAMA 307/2002, no âmbito das legislações e normativas que contemplam as atividades da Universidade de Brasília.

4 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, serão revisados conceitos referentes à gestão ambiental e acordos internacionais sobre o tema. Posteriormente, serão relatadas a classificação e o papel dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. Em relação aos resíduos da construção civil – RCC serão discutidos aspectos como conceituação, classificação, impactos ambientais, gestão, reutilização e reciclagem. Após, serão estudadas as políticas e legislações vigentes acerca do gerenciamento destes resíduos, com ênfase na Resolução CONAMA 307/2002 e nas etapas do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC.

4.1 – GESTÃO AMBIENTAL

A gestão ambiental de uma região ou sistema dá-se através do desenvolvimento econômico aliado ao bem estar e à sustentabilidade, por meio da melhoria da qualidade de vida, conservação dos recursos naturais e preocupação com os impactos causados pela sua prática.

A gestão do meio ambiente comporta-se como prática importante para o alcance do equilíbrio nos mais diversos ecossistemas, envolvendo questões naturais, mas também as dimensões econômicas, sociais, políticas e culturais (TEODORO *et al.*, 2004). Este tipo de sistema de gestão visa à utilização racional e sustentável dos recursos naturais, se fundamentando com base em três aspectos: política ambiental, planejamento ambiental e gerenciamento ambiental.

A NBR 14.001 conceitua política ambiental como as intenções e princípios gerais de uma organização em relação ao seu desempenho ambiental, provendo de uma estrutura para ação e definição de seus objetivos e metas ambientais (ABNT, 2015). O planejamento ambiental estabelece os meios para o alcance das metas e objetivos, abrangendo diagnósticos e prognósticos sobre as potencialidades e fragilidades do ambiente (SANTOS, 2004).

Para Santos (2004) este planejamento resulta em aproveitamento do espaço físico, economia de energia, alocação e priorização de recursos para as necessidades imediatas e previsão de situações. Em relação ao gerenciamento ambiental, afirma que suas funções estão atreladas à aplicação, administração, controle e monitoramento das alternativas delimitadas no planejamento.

Portanto, a gestão ambiental pode ser entendida como o processo que inicia com a definição de uma política que direcionará o planejamento de ações a fim de estabelecer o gerenciamento sustentável do meio ambiente. Esta compreensão é fundamental para a

proposição de sistemas de gestão ambiental, como a gestão de recursos naturais ou de resíduos.

4.1.1 – Da Agenda 21 até a Agenda 2030

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – ECO 92 teve relevância para a proposição de ações para a sustentabilidade no século XXI. Com a presença de 179 países membros da ONU, a reunião produziu a Agenda 21 que, para Santos (2009), se constituiu como um documento amplo, consensual, de normas programáticas, em que constam os meios para atingir o desenvolvimento sustentável, com objetivo de subsidiar as ações dos poderes públicos e da própria sociedade.

O vigésimo primeiro capítulo da Agenda 21 foi integralmente dedicado ao manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com esgotos. Afirma-se nele a necessidade de mudança dos padrões não sustentáveis de produção e consumo, estruturando a ação necessária a partir de quatro áreas de programas relacionadas com resíduos:

- Redução ao mínimo dos resíduos;
- Aumento ao máximo da reutilização e reciclagem ambientalmente saudáveis dos resíduos;
- Promoção do depósito e tratamento ambientalmente saudável dos resíduos;
- Ampliação do alcance dos serviços que se ocupam dos resíduos.

De acordo com Andrade (2017), duas décadas após a formulação da Agenda 21, houve necessidade de definir novas metas para o desenvolvimento sustentável durante a realização da Conferência Rio + 20, em 2012. Com este objetivo, em 2015, 193 países membros da Organização das Nações Unidas - ONU adotaram a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, intitulada “Transformando o Nosso Mundo”.

Composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS e 169 metas, a nova Agenda reconhece que a gestão sustentável é fundamental para a qualidade de vida, assumindo por isso, o compromisso de até 2030 mitigar os impactos ambientais negativos das cidades, especialmente em relação à gestão de resíduos municipais, reduzindo a sua geração por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso.

Sua abrangência e seus valores de inclusão são a maior prova de avanço em relação às agendas anteriores, formando, assim, a maior promessa para desenvolvimento sustentável em nível global (ANDRADE, 2017).

Santos (2009) afirma que a legislação ambiental brasileira experimentou impulsos

significativos após a conferência formuladora da Agenda 21 e que, além disso, houve o estabelecimento de diretrizes para políticas públicas nesta questão, inclusive a formulação da Agenda 21 brasileira em 2002. Constata-se, portanto, a importância de eventos e acordos internacionais de temática ambiental para o fomento de ações de sistemas de gestão mais sustentáveis no país.

4.1.2 – Construção Civil e Desenvolvimento Sustentável

Sabe-se que o *construbusiness*, a cadeia produtiva da construção civil, acarreta impactos ambientais em todas as suas etapas, desde a extração de matéria-prima até a fase de demolição (SILVA, 2007). De acordo com Hansen (2008), a construção civil consome 66% do total de madeira extraída, gerando 40% dos resíduos em zonas urbanas.

Com o objetivo de mitigar o desperdício de recursos naturais, Almeida *et al.* (2015) ressaltam a importância de implantar o modelo de produção + limpa, que consiste na aplicação de uma estratégia econômica, ambiental e técnica que aumente a eficiência na utilização de matérias-primas, água e energia.

Araújo *et al.* (2016) elenca práticas que visem ao desenvolvimento sustentável na indústria da construção civil no Brasil:

- Uso de energia renovável;
- Estratégias de ventilação e iluminação natural;
- Conforto térmico;
- Gestão da água e dos materiais;
- Certificações ambientais.

De acordo com os autores, estas práticas e a utilização de recursos naturais de forma sustentável na construção civil são viáveis para o desenvolvimento econômico da sua indústria, havendo ainda a necessidade de novas orientações para as políticas de meio ambiente nesta área.

4.2 – RESÍDUOS SÓLIDOS

De acordo com Gouveia (2012), o progresso econômico, o crescimento populacional, o fenômeno da urbanização e o avanço de novas tecnologias acarretam em mudanças nas formas de consumo da sociedade, promovendo a aceleração da produção, o que leva ao crescimento significativo tanto em volume como na variedade dos resíduos sólidos produzidos.

4.2.1 – Conceituação e classificação

A Lei 12.305/2010 define os resíduos sólidos desta forma:

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 técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

A classificação dos resíduos sólidos é realizada a partir da identificação do processo que lhes deu origem, de sua composição e características. De acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004), os resíduos sólidos são categorizados quanto à periculosidade como:

- Resíduos de Classe I – perigosos: aqueles que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas podem apresentar risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices; ou riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada;
- Resíduos de Classe II – não perigosos: aqueles não enquadrados na definição acima, podendo ainda ser classificados em: Resíduos de Classe II A – não inertes; e Resíduos de Classe II B – inertes, sendo os não inertes aqueles que têm como características a biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

4.2.2 – Painel dos resíduos sólidos urbanos no Brasil

De acordo com ABRELPE (2017), em 2016 foram gerados 78,3 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos - RSU no Brasil. Em termos de geração de resíduos per capita, obteve-se 1,040 kg/hab/dia, 3% a menos que o ano anterior.

A pesquisa mostra o declínio de 1,7% da coleta total de resíduos em relação a 2015, evidenciando que 7 milhões de toneladas de resíduos não foram coletados - 9% do total gerado.

Para os índices de disposição final de RSU, verificou-se que 58,4% do montante anual coletado foram dispostos em aterros sanitários (ABRELPE, 2017). O restante continua sendo disposto de maneira inadequada em aterros controlados (24,2%) e em lixões (17,4%).

Através dos dados expostos, confere-se a necessidade do aperfeiçoamento das práticas de gerenciamento de RSU no Brasil, a fim de elevar os resultados de coleta e disposição final adequada de resíduos.

4.3 – RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Este tópico do trabalho se aprofunda nos principais aspectos acerca dos resíduos

gerados pela construção civil.

4.3.1 – Conceituação e classificação

Resíduos da construção civil são aqueles gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluindo os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis (BRASIL, 2010). A maioria dos RCC enquadra-se na classe II-B da NBR 10.004 (ABNT, 2004), considerados não perigosos e inertes.

A Resolução CONAMA 307/2002 cita exemplos de RCC:

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 (BRASIL, 2002).

De acordo com a resolução supracitada, os resíduos da construção civil devem ser classificados da seguinte maneira:

- Classe A: são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como materiais de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de edificações, como componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento), argamassa, concreto e solos;
- Classe B: resíduos recicláveis para outras destinações, como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;
- Classe C: resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;
- Classe D: resíduos perigosos oriundos do processo de construção, como tintas, solventes, óleos, telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

A classificação acima possibilita a adequada segregação e manejo dos resíduos de construção civil, a fim de que seja possível o planejamento de soluções de beneficiamento para cada tipo de material, como reutilização e reciclagem, anterior à sua destinação final.

4.3.2 – Origem, geração e composição

Praticamente todas as atividades desenvolvidas na construção civil são geradoras de resíduos. Em todo o setor, o índice elevado de perdas é a principal causa desta geração (SILVA, 2007). De acordo com Silva (2007), os fatores que contribuem para a geração excessiva de RCC são:

- Falhas em projetos de arquitetura, de estruturas, formas, instalações, entre outros;
- Qualidade inferior dos materiais e componentes de construção disponíveis no mercado;
- Mão de obra não qualificada;
- Ausência de procedimentos operacionais e mecanismos de controle de execução e inspeção.

De acordo com ABRELPE (2017), os municípios brasileiros coletaram cerca de 45,1 milhões de toneladas de RCC, 0,08% a menos em comparação com o ano anterior. O índice de coleta per capita diminuiu de 0,605 kg/hab/dia para 0,600 kg/hab/dia. De acordo com a associação, esta redução exige atenção, pois a quantidade de RCC é ainda maior, visto que os municípios, em geral, coletam apenas os resíduos lançados ou abandonados nos logradouros públicos.

Rocha (2006) afirma que os resíduos da construção civil podem apresentar quantidade e composição diferenciadas em função do nível de desenvolvimento da construção, dos tipos de materiais disponíveis na região, do desenvolvimento econômico e da demanda por novos empreendimentos.

De acordo com Fernandez (2012), estima-se que em média 63% dos resíduos da construção civil descartados são compostos por argamassas; além de concreto e blocos (29%) e outros (7%).

Para Carneiro *et al.* (2001), os RCC são constituídos pelos seguintes materiais:

- Concretos: todo material composto pela mistura de areia, cimento e pedra cuja identificação é possível. Apresentam alto potencial de reciclagem;
- Argamassas: toda parcela constituída por areia e um material aglutinante (cimento ou cal) e sem a presença de agregados graúdos (brita ou pedrisco). Também apresentam alto potencial de reciclagem;
- Pedras: fragmento de rocha ainda sem uso ou que já fez parte de concreto, portanto, ligado a uma argamassa, sem, no entanto, estar unido com outra pedra. Em princípio, apresentam em sua totalidade bom potencial para reciclagem;
- Cerâmica: todo material cerâmico não esmaltado, constituído basicamente por telhas, lajotas e tijolos cerâmicos, que apresentam também alto potencial de utilização, sem necessitar de processo sofisticado de tratamento;
- Cerâmica esmaltada: materiais cerâmicos de acabamento com pelo menos uma das faces polidas, como azulejos, pisos cerâmicos vitrificados, ladrilhos, manilhas e outros;
- Solos, areia e argila, que podem ser facilmente separados dos outros materiais por

- peneiramento;
- Asfalto: material com alto potencial de reciclagem em obras viárias;
 - Metais ferrosos: recicláveis pelo setor de metalurgia;
 - Madeiras: material apenas parcialmente reciclável, sendo que madeiras com proteção impermeabilizante ou pinturas devem ser consideradas como material poluente e tratadas como resíduos químicos perigosos devido ao risco de contaminação;
 - Outros materiais (plástico, borracha, papel, papelão, etc.) passíveis de reciclagem, embora esse processo nem sempre apresente vantagens que possam ser suportadas pelo atual estágio de desenvolvimento tecnológico.

A identificação dos materiais que compõem os resíduos de construção civil dá suporte à sua gestão, já que a definição das alternativas de reaproveitamento ou destinação é realizada a partir da caracterização e segregação destes resíduos.

4.3.3 – Impactos ambientais

A identificação das atividades da cadeia produtiva da construção civil que geram impactos ambientais negativos é fundamental para o planejamento de medidas mitigadoras. A Figura 4.1 ilustra a cadeia da construção civil e as atividades produtoras de impactos ambientais.

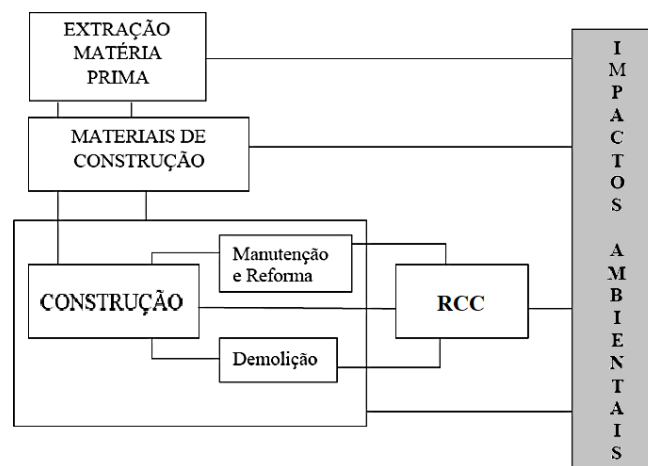


Figura 4.1 – Cadeia da construção civil (Karpinsk *et al.* 2008, modificado)

Para Karpinsk *et al.* (2008), os impactos ambientais da construção civil são gerados por: extração de matéria-prima, materiais de construção civil; e manutenção, reforma e demolição de construções através da geração de RCC.

De acordo com Pinto e Gonzáles (2005b), as destinações irregulares de RCC constituem-se como uma das principais causas de impactos ambientais, impondo à população um elevado número de áreas degradadas que podem ser chamadas de bota-foras

clandestinos ou deposições irregulares, definidas a seguir.

Bota-foras clandestinos: área procedente da deposição irregular de resíduos executada, principalmente, por empresas privadas de transporte de RCC, o qual utilizam grandes áreas sem licenças ambientais ou com consentimento tácito, ou explícito, das administrações locais;

Deposição irregular: resultado da disposição de resíduos gerados por pequenas obras e reformas realizadas pela população mais carente, que não dispõem de recursos financeiros para contratar empresas de transporte. Em geral há um maior número deste tipo de área em relação aos bota-foras e são mais próximas dos locais de origem dos resíduos (Pinto e Gonzáles, 2005b).

Para os autores, independente do tipo de área de disposição inadequada de RCC, os efeitos provenientes destas ações são:

- Degradação da paisagem;
- Comprometimento do tráfego de pedestres e de veículos ao ocupar vias públicas;
- Assoreamento, degradação de áreas de mananciais e de proteção ambiental permanente;
- Prejuízo às redes de drenagem de águas pluviais, provocando enchentes;
- Atração de resíduos não inertes, como resíduos domiciliares, vegetais e industriais;
- Multiplicação de vetores de doenças, comprometendo a saúde pública;
- Instabilidade de encostas, no caso de deposição em vales.

É possível avaliar a intensidade dos impactos ambientais da construção civil a partir de matrizes, como a ilustrada na Figura 4.2.

Atividades	Impactos Ambientais							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Ocupação de terras	Alta	Alta	Média	Alta	Alta	Média	Alta	Alta
Extração de matéria-prima	Alta	Alta	Média	Alta	Alta	Alta	Alta	Média
Processamento da matéria-prima	Média	Média	Média	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Transporte			Média	Média	Média		Média	Média
Processo Construtivo	Alta	Média	Média		Alta	Média	Alta	
Disposição resíduos	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta			
Legenda:	I	Solo e lençol freático			II	Água superficial		
	III	Ar			IV	Flora/ fauna		
	V	Paisagem			VI	Barulho		
	VII	Clima			VIII	Energia		
Intensidade do impacto:	baixa		média		alta			

Figura 4.2 – Impactos da indústria da construção (Blumenschein 2004, modificado)

A ocupação de terras, extração de matéria-prima e disposição de resíduos são as atividades que causam maior intensidade de impactos ambientais; e o transporte, o que menos é prejudicial. Além disso, a paisagem é o recurso natural que mais é impactado, seguido pela flora e fauna, de acordo com Blumenschein (2004).

4.3.4 – Gestão de RCC

A Resolução CONAMA 448/2012 conceitua 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 (BRASIL, 2012).

Pinto (1999) argumenta que a gestão de RCC deve ser baseada em ações que promovam a sustentabilidade ambiental através dos processos seguintes:

- **Facilitação da disposição:** Dá-se através da construção de rede de atração de resíduos, ou seja, por meio da implementação de Pontos de Entrega Voluntária – PEV ou Ecopontos e Áreas de Transbordo e Triagem – ATT. Deve haver a oferta mais abrangente possível de áreas públicas de pequeno e médio porte para o recebimento de RCC, incentivando a entrega voluntária por parte dos geradores.
- **Diferenciação na captação:** É essencial para a destinação ambientalmente adequada dos resíduos e inserção da reciclagem no processo de gestão. Permite interromper a mistura irracional de resíduos sólidos no momento de descarte. Para implementar este processo, faz-se necessário que as redes de atração de resíduos possam adequar-se aos tipos e volumes de resíduos recebidos, segregando os materiais de acordo com a sua classificação. Materiais densos e materiais leves também devem ser separados a fim de facilitar a etapa de transporte de resíduos.
- **Alteração da destinação:** O objetivo deste processo é interromper o contínuo aterramento de materiais passíveis de reutilização e reciclagem, para que a vida útil de áreas de disposição final seja prolongada. Dentre as possibilidades de reaproveitamento de resíduos estão: a reciclagem de RCC e embalagens, desmontagem e reaproveitamento de resíduos volumosos e a compostagem de resíduos orgânicos e restos de poda.

Martins (2012) elencou as etapas da gestão de RCC, ilustradas na Figura 4.3.

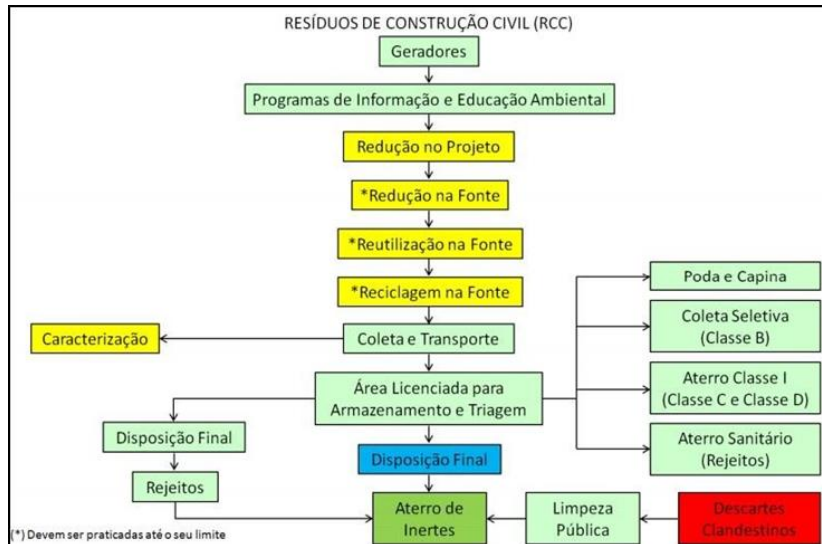


Figura 4.3 – Etapas da gestão dos RCC (Martins, 2012)

Verifica-se a necessidade de programas de informação e educação ambiental a fim de obter a redução de resíduos já na fase de projeto. Esgotadas todas as possibilidades de redução, reutilização e reciclagem, a disposição final deve ser realizada de acordo com a classificação dos resíduos. Não havendo a possibilidade de triagem na fonte geradora, os RCC devem ser levados para áreas licenciadas de armazenamento e triagem.

Em relação ao sistema de recebimento de resíduos da construção civil, este se divide em procedimentos para pequenos, médios e grandes geradores. De acordo com Moreira e Cunha (2008), os Ecopontos são destinados a atender aos pequenos e médios geradores de RCC, com distribuição em locais estratégicos de modo a atender toda a população. A distribuição uniforme destes pontos de recebimento inibe a disposição inadequada de resíduos da construção civil. A logística de funcionamento dos Ecopontos encontra-se ilustrada na Figura 4.4.

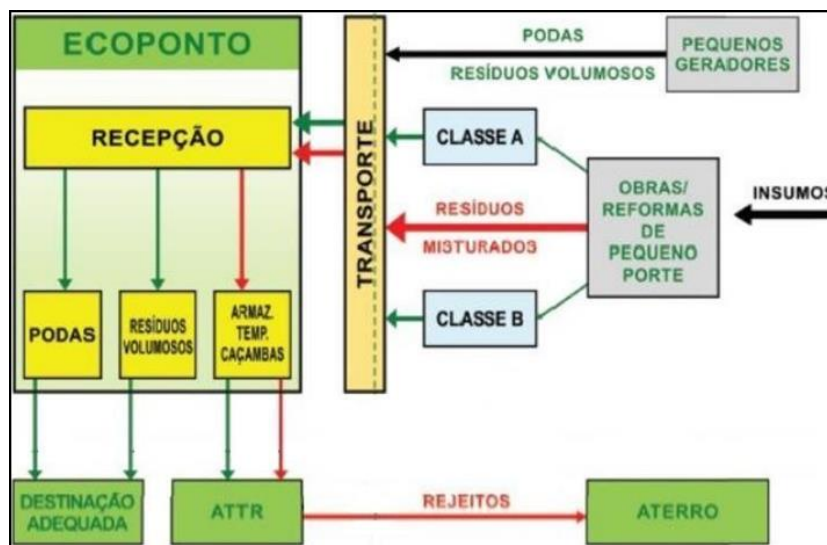


Figura 4.4 – Logística da rede de Ecopontos (Distrito Federal, 2013)

Verifica-se que estas unidades são planejadas para receber materiais de

classificação A e B, resíduos misturados, resíduos volumosos e podas. Os resíduos misturados devem ser armazenados temporariamente em caçambas e enviados posteriormente para áreas de transbordo e triagem juntamente com os resíduos de Classe A e B.

Para atender ao sistema de grandes geradores, as Áreas de Transbordo e Triagem são espaços destinados ao recebimento de RCC para que sejam submetidos à triagem, armazenamento temporário, transformação e remoção para destinação adequada, de acordo com sua classificação, destinando-se a receber resíduos de Classe A e Classe B conforme estabelecido pela Resolução CONAMA 307/2002. A Figura 4.5 ilustra o modelo de ATT.



Figura 4.5 – Modelo de ATT (Distrito Federal 2013, modificado)

De acordo com Brasil (2002), os aterros para resíduos de construção civil de Classe A objetivam a reservação destes materiais de modo que seja preservada sua utilização futura e a futura utilização da área, dispondo os resíduos em menor volume possível. A Figura 4.6 apresenta o fluxograma de atividades desenvolvidas em um aterro destinado a receber resíduos da construção civil.

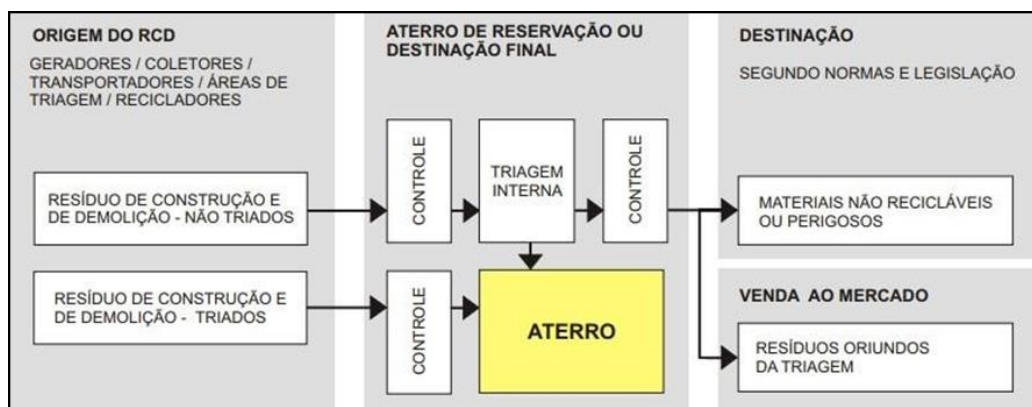


Figura 4.6 – Fluxograma de aterro de RCC (Pinto e González 2005a, modificado)

Após o controle da chegada de RCC, os aterros de reservação ou destinação final possuem etapa de triagem interna a fim de segregar materiais não recicláveis ou perigosos dos materiais que podem ser aterrados. Além disso, os resíduos com potencial de reciclagem são submetidos à venda ao mercado.

O Diagnóstico do Manejo de RSU (SNIS, 2016) mostra a quantidade de unidades de gestão de RCC no Brasil, apresentada na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Unidades de gestão de RCC no Brasil (SNIS, 2016)

Unidade de gestão de RCC	Quantidade de unidades
ATT e Volumosos	37
Area de reciclagem	24
Aterro	55

Cabe ressaltar que a pesquisa realizada contempla 65,9% dos municípios brasileiros. A quantidade de RCC recebida pela soma das unidades foi igual a 4 milhões de toneladas. SNIS (2016) ressalta a precariedade de informações no setor da construção civil e argumenta que estas unidades nem sempre são de utilização exclusiva de RCC, principalmente as áreas de transbordo e triagem.

4.3.5 – Reutilização e Reciclagem

Para Lima e Lima (2009), a reutilização e a reciclagem são princípios que devem nortear o planejamento da gestão de resíduos da construção civil. Estabelecidos na Resolução CONAMA 307/2002, são objetivos prioritários antecedentes ao tratamento e à disposição final, cabendo ao gerador assegurar as suas condições.

A reutilização de RCC é definida como o aproveitamento de resíduos da construção civil sem transformação física ou físico-química, assegurando, quando necessário, o tratamento destinado ao cumprimento dos padrões de saúde pública e meio ambiente (MOREIRA e CUNHA, 2008).

Para Moraes (2010), o reaproveitamento de materiais implica em redução dos custos financeiros para descarte dos resíduos e em redução de impactos ambientais, pois se consome menos matéria-prima.

A reciclagem é o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos (BRASIL, 2010). Este processo de reaproveitamento de resíduo possui importância ambiental e econômica, pois de acordo com Lima e Lima (2009), 90% dos resíduos gerados em obras são passíveis de reciclagem.

Rocha (2006) relaciona as vantagens da reciclagem de resíduos da construção civil:

- Redução de volume de extração de matérias-primas;
- Conservação de matérias-primas não renováveis;
- Correção dos problemas ambientais urbanos gerados pela deposição indiscriminada de resíduos de construção na malha urbana;
- Colocação no mercado de materiais de construção de custo mais baixo;
- Criação de novos postos de trabalho.

Além disso, Piovezan Júnior (2007) afirma que a reciclagem reduz o custo energético para produção e transporte do produto; e aumenta a vida útil de áreas de destinação final. De acordo com Silva (2007), a depender do tipo de resíduo, da tecnologia empregada e da utilização proposta para o resíduo, a reciclagem pode tornar-se mais impactante ao meio ambiente do que o próprio resíduo antes de reciclado.

Por conta disso, faz-se necessário que a escolha pelo processo de reciclagem seja realizada de maneira fundamentada, levando em consideração todas as alternativas possíveis, baseando a escolha em critérios como consumo de energia e utilização de matéria-prima.

O material que resulta dos processos de reciclagem dos resíduos da construção civil é chamado de agregado reciclado. A transformação de resíduos de Classe A nestes novos materiais ocorre em usinas de reciclagem, sendo posteriormente empregados na fabricação de artefatos de concreto sem fins estruturais – como o meio fio - ou para serviços regularização de pavimentação, de acordo com Moreira e Cunha (2008).

Para Lima e Lima (2009), as possíveis finalidades para cada tipo de RCC após a reutilização e reciclagem estão dispostas na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Tipos de resíduos e suas finalidades (Lima e Lima 2009, modificado)

Tipos de resíduos gerados	Finalidade
Madeiras	Material de enchimento para correção de taludes, compostagem, estacas para plantas.
Solos	Aterros de estradas, acerto topográfico.
Blocos cerâmicos e de concreto; Argamassa	Fabricação de agregados.
Papel, Plástico	Reciclagem e incineração como recuperação energética.
Blocos Cerâmicos; Concreto; Argamassa; Pisos e azulejos	Fabricação de agregados.

4.3.6 – Gestão de RCC no Distrito Federal

O Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil e Resíduos

Volumosos - PIGRCC do Distrito Federal - DF foi aprovado em 2013 com o objetivo de implantar diretrizes técnicas, procedimentos e critérios do sistema de limpeza urbana distrital para estes resíduos. De acordo com Distrito Federal (2013), o diagnóstico para a elaboração do PIGRCC foi realizado em 2008 e, já nesta época, havia a necessidade de política para a gestão destes resíduos no DF, pois devido à ineficiência de gestão, os RCC eram coletados juntamente com resíduos domiciliares e restos de podas.

Para Distrito Federal (2018), em 2017 foram coletadas 2033 t/dia de RCC pelo Sistema de Limpeza Urbana - SLU e 4000 t/dia de resíduos pela iniciativa privada no Distrito Federal. Destes, o aterro controlado do Jóquei recebeu 6.033 t/dia, constituindo-se como principal receptor de RCC no DF, que tem recém-inaugurado seu primeiro aterro sanitário, localizado na Região Administrativa de Samambaia e projetado para recebimento de rejeitos.

Devido ao histórico da falta de gerenciamento adequado para os resíduos da construção civil no Distrito Federal, foram identificadas 600 áreas de “bota-fora”, conforme ilustra a Figura 4.7

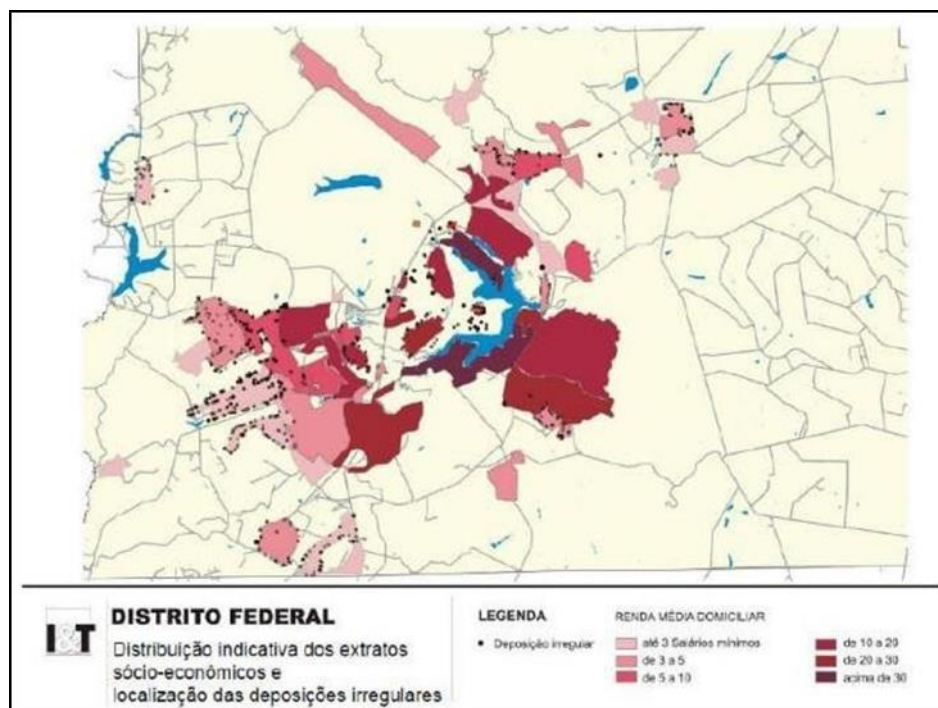


Figura 4.7 – Disposições irregulares de RCC no DF (Distrito Federal, 2013)

Estas localizações, segundo Distrito Federal (2013), estão relacionadas às áreas de menor renda, já que a movimentação de resíduos por carroceiros tem importância como atividade de geração de emprego para a manutenção das famílias dos trabalhadores. Distrito Federal (2013) avalia que 85% dos materiais identificados em depósitos irregulares no DF são RCC, sendo 12% resíduos volumosos e 3% RSU.

A fim de substituir os pontos de bota-fora, o PIGRCC prevê a disponibilização de

100 Ecopontos para recebimento de pequenos volumes. Para grandes volumes, foram pré-selecionadas seis áreas para a implantação das Áreas de Transbordo, Triagem e Reciclagem - ATTR, que devem receber resíduos de responsabilidade privada e os encaminhados pelo SLU.

Em relação ao provimento de Aterro de Inertes – ATI, o plano prevê a instalação dessas áreas entre as Regiões Administrativas de Santa Maria e Gama, além de Planaltina e Ceilândia. Em 2017 foram entregues à população do DF sete Ecopontos, o que resultou no recebimento de 1300 toneladas de resíduos nestas unidades.

4.4 – LEGISLAÇÕES VIGENTES

4.4.1 – Política Nacional de Resíduos Sólidos

A Lei 12.305/2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS no Brasil, definindo princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes e responsabilidades dos atores envolvidos na gestão integrada e no gerenciamento dos resíduos sólidos.

Por meio desta política foi possível à União, Estados e Municípios, setor produtivo e sociedade em geral se articularem institucionalmente na busca de soluções para problemas ambientais que afetam a qualidade de vida dos brasileiros (ARRUDA, 2015).

A Lei 12.305/2010 conceitua disposição final ambientalmente adequada como a distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos. Com isso, deixa claro que apenas rejeitos – e não resíduos – devem ser dispostos em aterros. Esta norma influencia ações entorno da reutilização, recuperação e aproveitamento energético para cessar as alternativas de aproveitamento para cada tipo de material descartado.

A Política Nacional determina que empresas de construção civil sejam sujeitas à elaboração do plano de gerenciamento de resíduos, que deve conter a descrição do empreendimento, diagnósticos de resíduos sólidos gerados, definição de procedimentos operacionais e ações preventivas e corretivas.

4.4.2 – Resolução CONAMA 307/2002

A Resolução CONAMA 307/2002 é norteadora da gestão dos resíduos da construção civil no país. Esta resolução objetiva estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, considerando a necessidade de reduzir substancialmente os impactos ambientais gerados pelos RCC quando dispostos em locais inadequados.

Este documento, após nova redação dada pela Resolução CONAMA 448/2012, entrou em conformidade com PNRS, no que se refere ao objetivo prioritário para os geradores a não geração de resíduos. Além disso, a resolução complementar incluiu a proibição de disposição de RCC em aterros de resíduos sólidos urbanos, bem como em áreas de “bota-fora”, encostas, corpos d’água, lotes baldios e em áreas protegidas por lei.

A Resolução CONAMA 307/2002 estabelece como instrumento para a implementação da gestão destes resíduos o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, que deve ser elaborado pelos municípios e pelo Distrito Federal. Este plano deve conter os seguintes aspectos:

I - 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; (nova redação dada pela Resolução 448/12);

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

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

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

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

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

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

VIII - as ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação (BRASIL, 2002).

Tendo em vista que os geradores de RCC devem ser responsáveis pela gestão dos resíduos provenientes das atividades as quais ele exerce - como construções, reformas, reparos e demolições de estruturas e estradas, a Resolução CONAMA 307/2002 estabelece a necessidade dos grandes geradores em elaborar seus Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, que têm como objetivo o estabelecimento de procedimentos para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos RCC.

4.4.3 - Lei Distrital 4.704/2011

A Lei Distrital 4.704/2011 dispõe sobre a gestão integrada de resíduos da construção civil e de resíduos volumosos no Distrito Federal. Dentre suas diretrizes e

princípios, tem-se: melhoria e manutenção da limpeza urbana; implantação em rede das infraestruturas de recepção e entrega de resíduos e recuperação de áreas ambientalmente degradadas.

A lei passou a diferenciar pequenos e grandes geradores, definindo como grandes geradores aqueles que produzem volume de resíduos superior a 1 m³. Para Cruvinel (2016), a diferenciação entre pequenos e grandes geradores é fundamental para o estabelecimento de gestão integrada desses resíduos.

De acordo com a legislação, a gestão integrada dos RCC é constituída a partir de conjunto de áreas físicas e de ações, por exemplo, a rede de pontos de entrega e serviço de coleta para pequenos volumes de RCC e de resíduos volumosos; rede de áreas para recepção e grandes volumes e ações para informação e educação ambiental dos atores envolvidos na gestão dos resíduos.

A Lei 4.704/2011 determina que os geradores de grandes volumes de resíduos, ao contratar serviços de transporte, triagem e destinação de resíduos, devem especificar os agentes responsáveis por estas etapas. Previamente, o gerador de RCC deve realizar triagem de acordo com classificação da Resolução CONAMA 307/2002. Ademais, os geradores de resíduos da construção civil e de resíduos volumosos são responsáveis pela segregação, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento, transbordo, manejo e destinação final dos resíduos por eles gerados (Distrito Federal, 2011).

4.5 – PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – PGRCC

De acordo com a Resolução CONAMA 307/2002, o gerenciamento de resíduos é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo o planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos.

Pinto (2005) elenca os princípios gerais que devem orientar a elaboração dos planos de gerenciamento: promover a facilitação das ações do conjunto de agentes envolvidos, disciplinar tais ações institucionalizando atividades e fluxos; e, por último, incentivar a adesão por parte dos atores envolvidos, tornando vantajosos os novos procedimentos.

De acordo com Ros e Mazoni (2006), o plano necessita estar integrado à estrutura organizacional do empreendimento que o estabelece, evitando que seja uma ação pontual. Além disso, salientam a importância da participação de todos os atores, de modo que estes

passem da condição de observadores do processo para o papel de gestores autônomos. Lordêlo *et al.* (2006) afirmam que o não comprometimento da equipe gerencial traz dificuldades para o sucesso do PGRCC. Por conta disso, a educação ambiental é fundamental para a implantação do plano, pois se constitui como instrumento indispensável nos processos de gestão ambiental, atuando na capacitação de cada participante do processo, segundo Maia *et al.* (2009).

Lordêlo *et al.* (2006) afirmam que o processo de implantação de um programa de gestão de resíduos abrange o desenvolvimento de um conjunto de atividades, a saber: treinamento inicial, planejamento, implantação e monitoramento.

- Treinamento Inicial: possui o objetivo de sensibilizar os atores envolvidos quanto aos impactos ambientais causados pela gestão indevida dos resíduos da construção civil. Além disso, orienta quanto às normas específicas para a gestão ambiental destes resíduos, salientando a importância de se realizar o PGRCC;
- Planejamento: Esta etapa baseia-se na elaboração do plano de gerenciamento, contemplando aspectos desde o diagnóstico dos resíduos gerados até a disposição final ambientalmente adequada. Aspectos como a proposta para aquisição e dispositivos de coleta, caracterização, definição de fluxos e locais para destinação de resíduos; além da verificação se a reciclagem e aproveitamento de resíduos gerados podem incorporar o planejamento do PGRCC, em conformidade com as legislações vigentes.
- Implantação: Caracteriza-se pela instituição do PGRCC e se inicia com a disposição dos dispositivos de coleta no local gerador de resíduos. Para Lima e Lima (2009), esta fase contempla também ações de mobilização, sensibilização e educação socioambiental para os atores da gestão de resíduos da construção civil.
- Monitoramento: Faz parte do controle de qualidade dos processos que envolvem a implementação do PGRCC. Instrumentos como *check-lists* e relatórios periódicos são capazes de avaliar o desempenho do plano de gerenciamento. A realização desta etapa torna capaz a correção de falhas cometidas durante o gerenciamento dos resíduos em relação à limpeza do local e, também; à triagem e destinação dos RCC.

As etapas do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil são definidas de acordo com a Resolução CONAMA 307/2002 e apresentadas a seguir.

4.5.1 – Caracterização e triagem

A etapa de caracterização deve ser realizada a partir da identificação e

quantificação de todo o resíduo gerado, objetivando o planejamento para a redução, reutilização e reciclagem dos mesmos. Para Fraga (2006), o método de quantificação do volume de RCC depende dos padrões de qualidade da área geradora, da tecnologia construtiva adotada, da instrução dos responsáveis e do nível de gerenciamento dos resíduos gerados. Tozzi (2006) a fim de classificar e quantificar os resíduos gerados em duas obras no Município de Curitiba – PR utilizou uma balança antropométrica Filizola, com capacidade para 150 kg e graduação para 0,1 kg, ilustrada da Figura 4.8.



Figura 4.8 – Balança para quantificação de RCC (Tozzi, 2006)

Já Brum (2013) com o objetivo de propor diretrizes para a gestão de resíduos em canteiros de obras públicas através do estudo de caso em um canteiro situado na Universidade Federal de Juiz de Fora - MG, utilizou o método de cubagem para quantificação dos volumes de RCC. Foi realizado o registro dos volumes de caçambas estacionárias e carrocerias de caminhões para resíduos de maiores volumes; e para menores volumes, a cubagem foi realizada empregando recipientes com capacidade volumétrica conhecida, como ilustra a Figura 4.9.



Figura 4.9 – Quantificação de RCC através de cubagem (Brum, 2013)

Após a etapa de caracterização, procede-se à triagem dos resíduos da construção civil, que deve ser realizada preferencialmente pelo gerador na origem ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade. Sua implementação evita a contaminação dos resíduos e viabiliza procedimentos de reutilização e reciclagem. Para

Morais (2010) é fundamental o treinamento dos responsáveis por esta etapa, a fim de que a classificação dos RCC de acordo com a Resolução CONAMA 307/2002 e sua importância ambiental sejam compreendidas. De acordo com Lima e Lima (2009), a comunicação visual nesta etapa do gerenciamento de RCC é fundamental, pois a sinalização informativa orienta a segregação eficaz dos resíduos. Além disso, Pinto (2005) recomenda que esta comunicação seja através de etiquetas que identifiquem o tipo de resíduo.

4.5.2 – Acondicionamento

O gerador deve garantir o confinamento dos resíduos em dispositivos próprios após a geração até a etapa de transporte, mantendo-os segregados conforme estabelecido na etapa anterior. Silva *et al.* (2015) afirmam que estes dispositivos devem ser compatíveis com o tipo e quantidade de resíduos; sendo devidamente sinalizados, a fim de evitar acidentes, impacto visual negativo e odores.

Os recipientes para acondicionamento dos resíduos gerados na construção civil devem estar em bom estado de conservação, sendo resistentes ao contato com o resíduo e às condições climáticas, considerando o tempo de armazenamento (ANDRADE *et al.*, 2013). De acordo com Pinto (2005), os dispositivos mais utilizados são bombonas (recipientes plásticos com capacidade de 50 litros); *bags* (sacos de rafia com alças e capacidade de 1 m³); baias (depósitos fixos construídos geralmente em madeira) e caçambas estacionárias (recipientes metálicos com capacidade de 3 a 5 m³). A Figura 4.10 relaciona os tipos de dispositivos para armazenamento.

Dispositivos/finalidades		Descrição	Acessórios
Bombonas		Recipiente plástico com capacidade para 50 litros. Originalmente utilizado para conter substâncias líquidas. Reutilizável como dispositivo para coleta após lavagem.	1-Sacos de rafia 2-Sacos de lixo simples (para resíduos orgânicos) 3-Adesivos de sinalização
Bags		Saco de rafia reforçado, dotado de quatro alças, revestimento interno para melhor acondicionamento dos resíduos e fita para amarração. Tem capacidade para armazenamento em torno de um m ³ .	1-Suporte de madeira ou metálico para encaixe e o uso contínuo dos big-bags 2-Adesivos de sinalização 3-Plaquetas para fixação dos adesivos
Baias		Geralmente construída em madeira, e com dimensões compatíveis com a necessidade de armazenamento e com o espaço disponível em canteiro.	1-Adesivos de sinalização 2-Plaquetas para fixação dos adesivos de sinalização, se necessário
Caçambas estacionárias		Recipiente metálico com capacidade volumétrica de três a cinco m ³ .	Recomendável o uso de dispositivo de cobertura (lona plástica, por exemplo) quando disposta em via pública.

Figura 4.10 – Dispositivos para acondicionamento de RCC (São Paulo, 2010)

O acondicionamento pode ser realizado em estágios inicial e final. Lima e Lima (2009) afirmam que o acondicionamento inicial deve ocorrer o mais próximo possível de onde é gerado o RCC, para manter a boa organização do local, atentando-se para o volume gerado. Segundo os autores, o acondicionamento final destina-se a armazenar os resíduos até a etapa do transporte, facilitando a retirada dos materiais pelos transportadores.

Scalone (2013) afirma que o acondicionamento final de resíduos de Classe A deve ser realizado preferencialmente em caçambas, devido ao seu alto volume de geração. Caso seja submetido ao uso de *bags* ou baias, sua eficácia fica comprometida por conta da dificuldade de transporte. Para resíduos perigosos, madeira, ferro e materiais recicláveis, indica-se o uso de baias. A Tabela 4.3 apresenta possíveis dispositivos que podem ser utilizados para o acondicionamento inicial e final de RCC.

Tabela 4.3 – Acondicionamento inicial e final de RCC (Pinto 2005, modificado)

Tipos de resíduos	Acondicionamento inicial	Acondicionamento final
Blocos de concreto, blocos cerâmicos, argamassas, outros componentes cerâmicos, concreto, tijolos e assemelhados	Em pilhas formadas próximas aos locais de geração, nos respectivos pavimentos.	Preferencialmente em caçambas estacionárias.
Madeira	Em bombonas sinalizadas e revestidas internamente por saco de rafia (pequenas peças) ou em pilhas formadas nas proximidades da própria bombona e dos dispositivos para transporte vertical (grandes peças).	Preferencialmente em baias sinalizadas, podendo ser utilizadas caçambas estacionárias.
Plásticos (sacaria de embalagens, aparas de tubulações)	Em bombonas sinalizadas e revestidas internamente por saco de rafia.	Em <i>bags</i> sinalizados.
Papelão (sacos e caixas de embalagens dos insumos utilizados durante a obra) e papéis (escritório)	Em bombonas sinalizadas e revestidas internamente por saco de rafia, para pequenos volumes. Como alternativa para grandes volumes: <i>bags</i> ou fardos.	Em <i>bags</i> sinalizados ou em fardos, mantidos ambos em local coberto.
Metal (ferro, aço, fiação revestida, arame, etc)	Em bombonas sinalizadas e revestidas internamente por saco de rafia ou em fardos.	Em baias sinalizadas.

Tipos de resíduos	Acondicionamento inicial	Acondicionamento final
Serragem	Em sacos de rafia próximos aos locais de geração.	Baia para acúmulo dos sacos contendo o resíduo.
Gesso de revestimento, placas acartonadas e artefatos	Em pilhas formadas próximas aos locais de geração dos resíduos, nos respectivos pavimentos.	Em caçambas estacionárias, respeitando condições de segregação em relação aos resíduos de alvenaria e concreto.
Solos	Eventualmente em pilhas e, preferencialmente, para imediata remoção (carregamento dos caminhões ou caçambas estacionárias logo após a remoção dos resíduos de seu local de origem).	Em caçambas estacionárias, preferencialmente separados dos resíduos de alvenaria e concreto.
EPS (Poliestireno expandido) – Exemplo: isopor	Quando em pequenos pedaços, colocar em sacos de rafia. Em placas, formar fardos.	Baia para acúmulo dos sacos contendo o resíduo ou fardos.
Resíduos perigosos presentes em embalagens plásticas e de metal, instrumentos de aplicação como broxas, pincéis, trinchas e outros materiais auxiliares como panos, trapos, estopas, etc.	Manuseio com cuidados observados pelo fabricante do insumo na ficha de segurança da embalagem ou do elemento contaminante do instrumento de trabalho. Imediato transporte pelo usuário para o local de acondicionamento final.	Em baias devidamente sinalizadas e para uso restrito das pessoas que, durante suas tarefas, manuseiam estes resíduos.
Restos de uniforme, botas e panos sem contaminação por produtos químicos.	Disposição nos <i>bags</i> para outros resíduos.	Em <i>bags</i> para outros resíduos.

4.5.3 – Transporte

Faz-se necessário implantar uma logística para o transporte, a partir do provimento de acessos adequados, horários e controle de entrada e saída dos veículos que irão retirar os resíduos devidamente acondicionados, de modo a combater o acúmulo excessivo destes materiais (SILVA, 2015).

De acordo com Lima e Lima (2009), o transporte de resíduos da construção civil é dividido em interno e externo. O transporte interno é aquele que transfere os resíduos do acondicionamento inicial para o acondicionamento final, realizado usualmente por carros de mão, elevadores de carga, guias ou guinchos. A Tabela 4.4 ilustra o transporte interno para cada tipo de material.

Tabela 4.4 – Transporte interno de RCC (Pinto 2005, modificado)

Tipo de resíduo	Transporte interno
Blocos de concreto, blocos cerâmicos, argamassas, outros componentes cerâmicos, concreto, tijolos e assemelhados.	Carrinhos ou giricas para deslocamento horizontal e condutor de entulho, elevador de carga ou grua para transporte vertical.
Madeira	Grandes volumes: transporte manual (em fardos) com auxílio de giricas ou carrinhos associados a elevador de carga ou grua. Pequenos volumes: deslocamento horizontal manual (dentro dos sacos de rafia) e vertical com auxílio de elevador de carga ou grua, quando necessário.
Plástico, papelão, papéis, metal, serragem e EPS (poliestireno expandido, por exemplo, isopor)	Transporte dos resíduos contidos em sacos, bags ou em fardos com o auxílio de elevador de carga ou grua, quando necessário.
Gesso de revestimento, placas acartonadas e artefatos	Carrinhos ou giricas para deslocamento horizontal e elevador de carga ou grua para transporte vertical.
Solos	Equipamentos disponíveis para escavação e transporte (pá-carregadeira, “bobcat” etc.). Para pequenos volumes, carrinhos e giricas.

Já o transporte externo de resíduos deve ser realizado por empresas cadastradas, que utilizam caminhões com equipamento poliguindaste ou caminhões com caçamba basculante, devendo estar protegidos contra possíveis derramamentos de resíduos em vias públicas (Lima e Lima, 2009).

De acordo com Pinto (2005), nesta etapa deve ser realizado o Controle de Transporte de Resíduos – CTR, que contém informações das principais etapas da gestão dos resíduos.

Este documento é emitido pelo transportador de resíduos, em formato padronizado pelo Poder Executivo, que declara gerador, origem, quantidade e descrição dos resíduos e seu destino (Distrito Federal, 2011). A Tabela 4.5 apresenta soluções para

coleta e remoção de resíduos de construção civil da área geradora.

Tabela 4.5 – Remoção de RCC (Pinto 2005, modificado)

Tipos de resíduo	Remoção dos resíduos
Blocos de concreto, blocos cerâmicos, outros componentes cerâmicos, argamassas, concreto, tijolos e assemelhados.	Caminhão com equipamento poliguindaste ou caminhão com caçamba basculante, sempre coberto com lona.
Madeira	Caminhão com equipamento poliguindaste, caçamba basculante ou carroceria de madeira, respeitando as condições de segurança para a acomodação da carga na carroceria do veículo, sempre coberto com lona.
Plásticos (sacaria de embalagens, aparas de tubulações etc.)	Caminhão ou outro veículo de carga, desde que os bags sejam retirados fechados para impedir mistura com outros resíduos na carroceria e dispersão durante o transporte.
Papelão (sacos e caixas de embalagens dos insumos utilizados durante a obra) e papéis (escritório).	Caminhão ou outro veículo de carga, desde que os bags sejam retirados fechados para impedir mistura com outros resíduos na carroceria e dispersão durante o transporte.
Metal (ferro, aço, fiação revestida, arames etc.).	Caminhão preferencialmente equipado com guindaste para elevação de cargas pesadas ou outro veículo de carga.
Serragem e EPS (poliestireno expandido, exemplo: isopor).	Caminhão ou outro veículo de carga, desde que os sacos ou bags sejam retirados fechados para impedir mistura com outros resíduos na carroceria e dispersão durante o transporte
Gesso de revestimento, placas acartonadas e artefatos.	Caminhão com equipamento poliguindaste ou caçamba basculante, sempre coberto com lona.
Solo	Caminhão com equipamento poliguindaste ou caçamba basculantes, sempre coberto com lona.
Telas de fachada e de proteção	Caminhão ou outro veículo de carga, com cuidado para contenção da carga durante o transporte.
Materiais, instrumentos e embalagens contaminados por resíduos perigosos	Caminhão ou outro veículo de carga, sempre coberto.

4.5.4 – Destinação

Para Lima e Lima (2009), os resíduos de Classe A podem ser encaminhados para áreas de transbordo e triagem, áreas de reciclagem ou aterros de resíduos da construção civil. Em relação aos resíduos de Classe B, estes podem ser comercializados com empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva. Resíduos de Classes C e D requerem participação dos fornecedores para que se estabeleça a corresponsabilidade na destinação dos mesmos. A Resolução CONAMA 307/2002 preconiza que a destinação adequada de RCC deve ser realizada com o material já triado e de acordo com a classe do resíduo. A Tabela 4.6 ilustra a destinação adequada de RCC.

Tabela 4.6 – Classificação e destinação adequada de RCC (Brasil 2002, modificado)

Resíduo	Classificação	Destinação
A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas, reparos de pavimentação, de edificações e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplenagem.	Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduo Classe A de reservação de material para usos futuros.
B	Resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso.	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
C	Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou a sua recuperação.	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
D	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.	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

5 – METODOLOGIA

A metodologia fundamentou-se na proposição de plano de gerenciamento de resíduos da construção civil para o Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – ENC da Universidade de Brasília, com base na Resolução CONAMA 307/2002.

Na 1ª etapa identificaram-se os geradores de resíduos da construção civil do ENC. A 2ª etapa consistiu em realizar o diagnóstico atual do gerenciamento de RCC, a fim de entender o fluxo produtivo dos resíduos gerados. Por conseguinte, na 3ª etapa criou-se um plano de gerenciamento de resíduos da construção civil para cada gerador, antecedendo a 4ª etapa, caracterizando-se pela formulação de diretrizes gerais para a implantação do gerenciamento de RCC no Departamento. Com isso, foi proposto o seguinte fluxograma para o desenvolvimento metodológico deste trabalho.

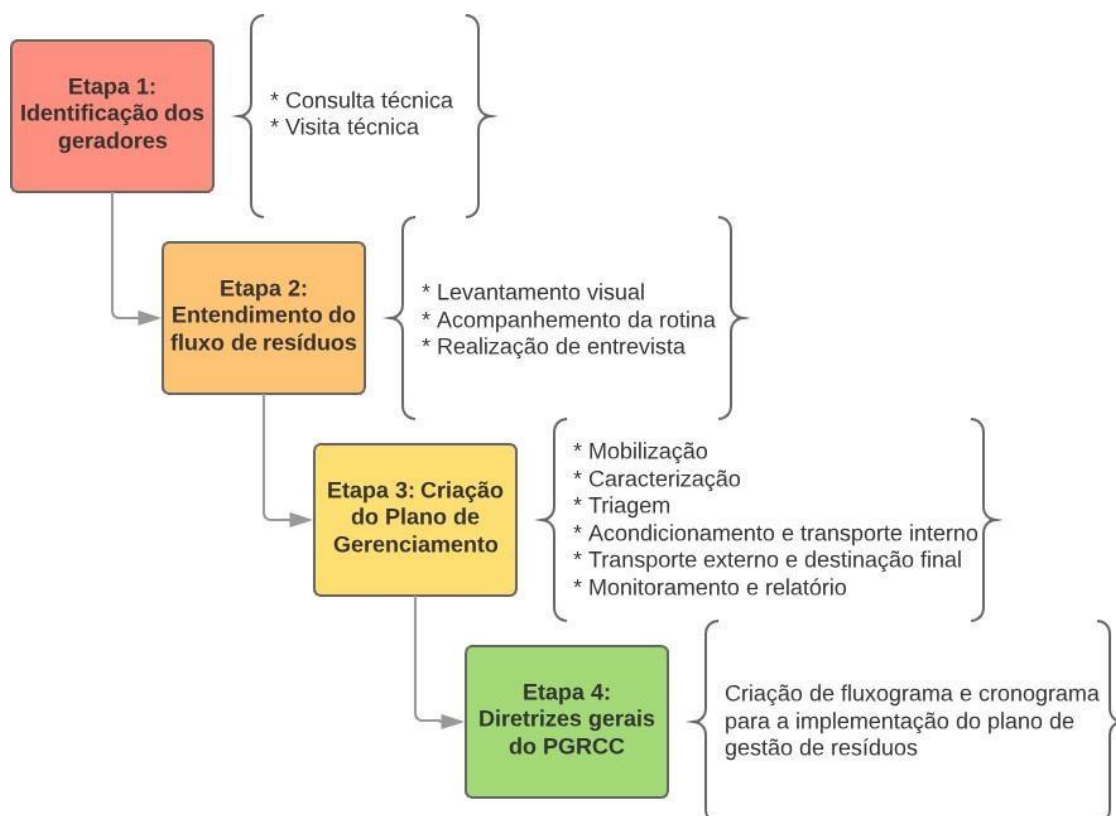


Figura 5.1 – Fluxograma metodológico

5.1 – IDENTIFICAÇÃO DOS GERADORES

A identificação dos geradores de RCC ocorreu através de consulta técnica e visita técnica. A consulta técnica foi realizada por meio do acesso às informações disponíveis no endereço eletrônico do ENC e da Faculdade de Tecnologia - FT e identificou:

- Os cursos de graduação e pós-graduação ofertados;
- Os geradores de resíduos da construção civil pertencentes ao ENC.

Após, a visita técnica foi feita por meio de cinco visitas aos geradores de RCC identificados durante o período de duas semanas a fim de realizar o registro fotográfico dos locais e o levantamento das seguintes informações:

- Nome;
- Localização;
- Principais atividades realizadas;

5.2 – DIAGNÓSTICO DO FLUXO DE RESÍDUOS

O diagnóstico do fluxo de resíduos identificou as etapas percorridas pelos RCC desde a sua geração até a destinação final em cada gerador através de levantamento visual, acompanhamento da rotina dos geradores e realização de entrevista dirigida aos responsáveis pela gestão de resíduos. As diretrizes para as questões levantadas durante as entrevistas foram as seguintes:

- Identificação dos resíduos da construção civil gerados;
- Método atual de triagem e acondicionamento dos resíduos;
- Tipo de transporte interno e externo e sua periodicidade;
- Destinação final dos resíduos;
- Outros processos que envolvem o fluxo de resíduos.

5.3 – PLANO DE GERENCIAMENTO DE RCC

Com base nas informações levantadas durante o diagnóstico do fluxo de resíduos e a partir da Resolução CONAMA 307/2002, os planos de gerenciamento de resíduos da construção civil para os geradores do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da UnB foram elaborados com base nas seguintes etapas.

5.3.1 – Planejamento e Mobilização

Nesta etapa buscou-se elencar aspectos importantes para o planejamento dos

PGRCC, anterior à sua implementação. Em relação à mobilização dos atores envolvidos na gestão dos resíduos, procurou-se estabelecer estratégias para divulgação e orientação do pessoal envolvido na gestão dos resíduos.

5.3.2 – Caracterização e triagem

Propôs-se que a caracterização dos resíduos da construção civil fosse feita de acordo com a Resolução CONAMA 307/2002. Além disso, foram propostos critérios de triagem de RCC com base na identificação dos tipos de resíduos gerados em cada ponto gerador.

5.3.3 – Acondicionamento e transporte interno

O acondicionamento e o transporte interno foram determinados de acordo com o tipo de resíduo gerado, tendo como base as Tabelas 4.3 e 4.4 deste trabalho.

5.3.4 – Transporte externo e destinação final

Neste item foram identificados os tipos de transporte externo que mais se adequam aos resíduos gerados em cada ponto gerador. Em relação à destinação final, buscou-se elencar as determinações da Resolução CONAMA 307/2002 para cada classe de resíduo gerado.

5.3.5 – Monitoramento do plano

O monitoramento do plano de gerenciamento é instrumento essencial para a correta gestão de resíduos. Para a aplicação desta etapa, foi utilizado como referência o *checklist* elaborado por Pinto (2005). Nele, a avaliação é feita com base nos aspectos de limpeza e segregação na fonte, sendo atribuídas as seguintes pontuações para cada local analisado. As Figuras 5.2 a 5.4 ilustram as três etapas do *checklist* que foi utilizado como referencial na construção do monitoramento dos PGRCC do ENC/FT/UnB.

A Figura 5.2 apresenta os locais geradores de resíduos ao lado dos respectivos fatores de ponderação. Para cada local é atribuída uma nota para limpeza e segregação de resíduos. À direita há espaço para marcação da quantidade de dispositivos alocados para cada local gerador e espaço para observações.

Local gerador (ENC/FT/UnB):				Data:		
Espaços avaliados	Fatores de ponderação	Notas de 1 a 5		Quant. de dispositivos		
		Limpeza	Segreg. na fonte	A1	A2	Obs.
Médias		=====>				

Figura 5.2 – Fatores de avaliação: limpeza e segregação na fonte (Pinto 2005, modificado)

Os problemas frequentes em relação à limpeza e segregação na fonte são assinalados caso ocorram. Além disso, problemas que não estejam listados podem ser adicionados nas colunas em branco. A Figura 5.3 ilustra a segunda parte do *checklist*.

CHECK-LIST LIMPEZA E SEGREGAÇÃO												
Reg. Foto-gráfico	Principais problemas identificados											Observações Gerais

Figura 5.3 – Registro de problemas durante a limpeza e segregação na fonte (Pinto 2005, modificado)

Por último, tem-se por objetivo avaliar o acondicionamento final dos resíduos a partir da ponderação entre os dispositivos utilizados para este fim. Há colunas reservadas para a identificação dos resíduos acondicionados nos tipos de dispositivos, além de espaços para registro de desconformidades.

Acondicionamento final	Nota de 1 a 5	A1	A2	Problemas enfrentados												
Utilização bags																
Utilização baias																
Caçambas																
MÉDIAS	=====>															
MÉDIAS FINAIS	Limpeza	<input type="text"/>	Segregação na fonte	<input type="text"/>	Acondicionamento final	<input type="text"/>	Segregação geral	<input type="text"/>								

Figura 5.4 - Fatores de avaliação para acondicionamento final (Pinto 2005, modificado)

Para a aplicação na gestão de RCC no ENC, este *checklist* foi adaptado levando em consideração as particularidades de cada gerador. Propôs-se também a construção de relatório sintetizando os seguintes resultados obtidos no *checklist*:

- Sinalização;

- Segregação na fonte;
- Acondicionamento de resíduos;
- Aproveitamento de resíduos;
- Transporte interno e externo;
- Limpeza e organização geral;
- Outros itens pertinentes à gestão de RCC.

Determinou-se também a periodicidade de elaboração do *checklist* e do relatório de monitoramento.

5.4 - DIRETRIZES GERAIS PARA IMPLANTAÇÃO DO PLANO

Foram elaborados um fluxograma e um cronograma para a implementação das etapas dos planos de gerenciamento de resíduos para cada ponto gerador.

6 – RESULTADOS

6.1 – IDENTIFICAÇÃO DOS GERADORES

O Departamento de Engenharia Civil e Ambiental - ENC localiza-se na Faculdade de Tecnologia – FT, no *campus* universitário Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília – UnB. O ENC oferece os cursos de graduação em Engenharia Civil e Engenharia Ambiental e possui quatro programas de pós-graduação nas áreas de Estruturas e Construção Civil, Geotecnia, Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos; e Transportes.

Foram identificados três geradores de RCC pertencentes ao ENC:

- Laboratório de Estruturas – LABEST;
- Laboratório de Geotecnia;
- Laboratório de Ensaio de Materiais – LEM.

O LEM e o Laboratório de Geotecnia situam-se no prédio SG - 12, pertencente ao ENC, enquanto o LABEST localiza-se na FT. A Figura 6.1 ilustra a localização dos laboratórios.

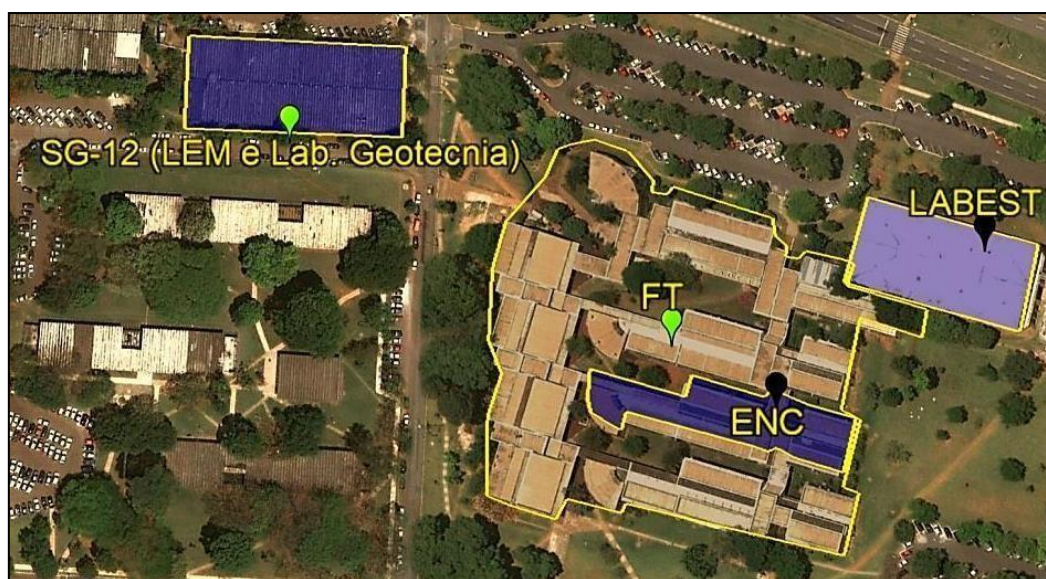


Figura 6.1 – Localização dos laboratórios na UnB (Google, 2018)

6.1.1 – Laboratório de Estruturas – LABEST

O LABEST localiza-se no Bloco F da Faculdade de Tecnologia da UnB e realiza ensaios experimentais e dinâmicos de elementos estruturais em escala reduzida e em escala real, em estruturas de concreto armado, concreto protendido e estruturas metálicas a fim de analisar a capacidade de resistência dos materiais.

As disciplinas ministradas com integração ao LABEST são: Mecânica experimental; Patologia, recuperação e manutenção das estruturas de concreto e Estruturas

de Concreto Armado. Além disso, são desenvolvidos projetos de pesquisa em nível de graduação e pós-graduação com recursos de agências públicas ou por meio de parcerias com empresas privadas. A Figura 6.2 apresenta a fachada do Laboratório de Estruturas do ENC.



Figura 6.2 – Laboratório de Estruturas do ENC

A Figura 6.3 mostra a parte interna do laboratório, onde peças de concreto são submetidas aos ensaios.



Figura 6.3 – Peças de concreto para ensaio no LABEST

6.1.2 – Laboratório de Geotecnia

O Laboratório de Geotecnia localiza-se no subsolo do prédio SG-12 e realiza ensaios de caracterização físico-química de solos, cisalhamento direto e adensamento, sondagens, ensaios geoquímicos e microscopia eletrônica e de transmissão, entre outros. A Figura 6.4 ilustra o prédio SG – 12.



Figura 6.4 – Prédio SG – 12

A Figura 6.5 apresenta local de acondicionamento de solos utilizados nos ensaios do Laboratório de Geotecnia.



Figura 6.5 – Amostras de solos para ensaios no Laboratório de Geotecnia

6.1.3 – Laboratório de Ensaio de Materiais – LEM

O Laboratório de Ensaio de Materiais encontra-se também no subsolo do prédio SG – 12 e desenvolve pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico de durabilidade e patologia das construções, tendo atuado em processos de diagnósticos das anomalias e da qualificação da degradação dos elementos que compõem os edifícios.

A Figura 6.6 apresenta o acondicionamento de materiais, como areia e cimento

utilizados em ensaios no LEM.



Figura 6.6 – Materiais para ensaios no LEM

6.2 - DIAGNÓSTICO DO FLUXO DE RESÍDUOS

São apresentados a seguir os diagnósticos dos fluxos de resíduos da construção civil em cada ponto gerador identificado.

6.2.1 – Laboratório de Estruturas – LABEST

O fluxo de resíduos da construção civil no Laboratório de Estruturas – LABEST é apresentado na Figura 6.7.

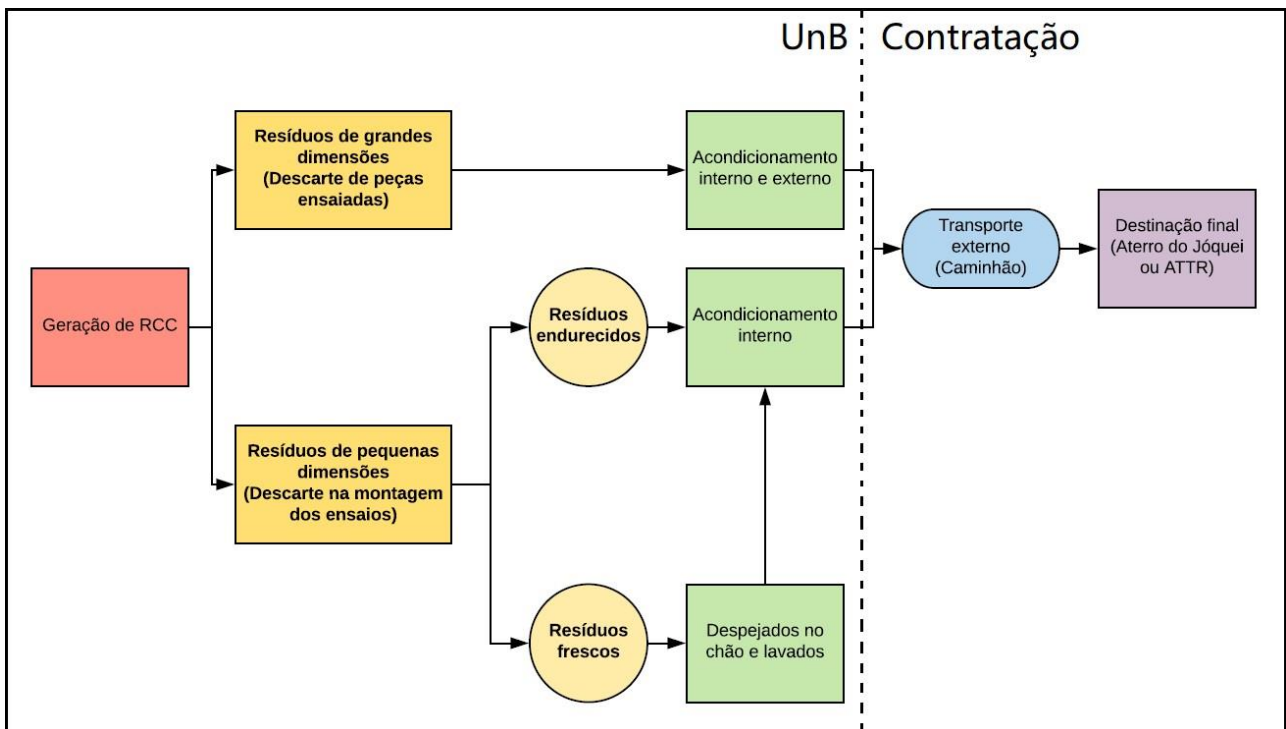


Figura 6.7 – Fluxo de RCC no LABEST

Não há quantificação ou triagem dos resíduos de acordo com a sua classificação estabelecida pela Resolução CONAMA 307/2002. A geração de resíduos da construção civil no Laboratório de Estruturas ocorre durante as seguintes etapas:

- Montagem dos ensaios – que gera resíduos de pequenas dimensões endurecidos (restos de concreto endurecido, plásticos, papéis, metais e madeiras) e frescos (concreto fresco utilizado na concretagem de peças). A Figura 6.8 mostra resíduos de pequenas dimensões endurecidos.



Figura 6.8 – Resíduos de pequenas dimensões gerados pelo LABEST

- Descarte de peças após a realização do ensaio – caracterizando-se como resíduos de grandes dimensões (peças de concreto), como mostra a Figura 6.9.



Figura 6.9 – Resíduo de grande dimensão gerado pelo LABEST

Após a montagem dos ensaios, os resíduos de pequenas dimensões endurecidos são acondicionados pelos usuários inicialmente em pilhas próximas ao seu local de geração. Deste modo, plásticos, papéis, madeiras e metais são acumulados na parte interna do laboratório até formarem volume suficiente que justifique a contratação do transporte

externo. Não há definição de áreas próprias para o acondicionamento de resíduos dentro do laboratório. A Figura 6.10 mostra pilha formada de resíduos para a realização do transporte externo.



Figura 6.10 – Pilha de resíduos de pequenas dimensões endurecidos no LABEST

Os resíduos de pequenas dimensões frescos (concreto fresco remanescente da concretagem das peças) são despejados no chão e lavados após a montagem dos ensaios. O material já foi pontualmente utilizado para a construção de rampas dentro do LABEST, como mostra a Figura 6.11, mas atualmente não há alternativas efetivas para o aproveitamento destes resíduos.



Figura 6.11 – Rampas construídas a partir de resíduos frescos gerados pelo LABEST

Os resíduos de grandes dimensões são alocados inicialmente próximos do seu local

de geração e, durante a realização do transporte externo, pode haver o acondicionamento temporário na parte externa do laboratório. A Figura 6.12 mostra peças de concreto acondicionadas no chão do laboratório após a realização dos ensaios.



Figura 6.12 – Acondicionamento de resíduos de grandes dimensões no LABEST

O transporte externo de resíduos é de responsabilidade do LABEST. Os resíduos de pequenas dimensões são transportados em caminhões contratados e é realizado quando há volume suficiente que viabilize esta etapa. A Figura 6.13 mostra os usuários do laboratório acondicionando os resíduos de pequenas dimensões no caminhão para o seu posterior transporte.



Figura 6.13 – Realização do transporte externo no LABEST

O transporte externo dos RCC de grandes dimensões é realizado através de caminhões Munck, como ilustra a Figura 6.14. A sua realização ocorre sempre que há volume suficiente para a contratação do serviço.



Figura 6.14 – Caminhão Munck (JZMunck, 2018)

A definição do destino final dos resíduos é de responsabilidade da empresa contratada para o transporte externo que envia os RCC para o aterro controlado do Jóquei ou para ATTR em Santa Maria - DF.

6.2.2 – Laboratório de Geotecnia

O fluxo de resíduos da construção civil no Laboratório de Geotecnia é apresentado na Figura 6.15.

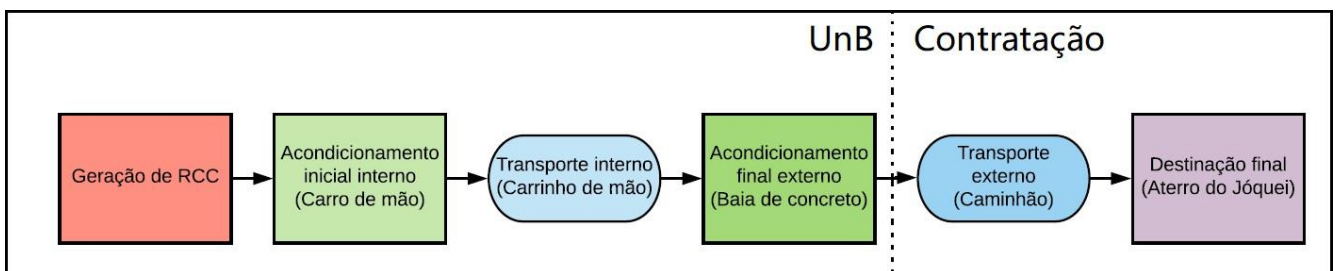


Figura 6.15 – Fluxo de RCC no Laboratório de Geotecnia

Após a sua geração, os RCC não passam por etapas de quantificação e triagem de acordo com a sua classificação estabelecida pela Resolução CONAMA 307/2002. Desta forma, os resíduos de Classe A (solos e demais agregados, como areia e bentonita) são misturados com papéis e plásticos de embalagens (Classe B) e demais resíduos oriundos dos ensaios. A Figura 6.16 apresenta amostras de solo e areia durante realização de ensaios e a Figura 6.17 mostra resíduos misturados sendo descartados no laboratório.



Figura 6.16 – Solo e areia durante ensaio no Laboratório de Geotecnia



Figura 6.17 – Resíduos descartados após a realização dos ensaios

Os resíduos são acondicionados pelos usuários inicialmente num carrinho de mão alocado em uma das salas do laboratório, sem nenhuma sinalização, conforme a Figura 6.18.



Figura 6.18 – Acondicionamento inicial de RCC no Laboratório de Geotecnia

O transporte interno de RCC é realizado pelos técnicos do laboratório sempre que o carrinho de mão fica lotado, sem periodicidade de remoção definida. Os resíduos são levados da parte interna do laboratório até uma baia de concreto que se localiza na parte externa do prédio SG-12, onde é realizado então o acondicionamento final dos RCC. A Figura 6.19 apresenta a baia de acondicionamento final de resíduos do laboratório.



Figura 6.19 – Baia para acondicionamento final de RCC do SG-12

O acondicionamento final não possui dispositivos de cobertura dos resíduos, o que expõe os RCC às condições climáticas, possibilitando o carreamento de materiais para fora do espaço destinado. Os resíduos são confinados diretamente no chão, o que dificulta a etapa de transporte externo.

A baia contém uma placa com os dizeres: “Proibido depositar lixo ou entulho”,

conforme mostra a Figura 6.20. Porém, constatou-se que a orientação é ineficaz, pois se encontra em precário estado de conservação e sem a visibilidade necessária.



Figura 6.20 – Placa de sinalização da baía de concreto na parte externa do SG-12

A falta de isolamento dos resíduos e a sinalização precária da área possibilitam a mistura dos materiais descartados pelo laboratório com outros resíduos deixados por transeuntes, restos de poda e varrição. Há também o acondicionamento de resíduos do laboratório que não são provenientes dos ensaios. A Figura 6.21 mostra exemplos de resíduos que não deveriam ser descartados junto com resíduos da construção civil.



Figura 6.21 – Lâmpada, galão, palha e folhas acondicionadas na baía de concreto

O transporte externo de RCC do Laboratório de Geotecnia é de responsabilidade da Diretoria de Serviços da Prefeitura da UnB, que contrata uma empresa para a remoção dos

resíduos. Não há periodicidade de remoção definida, sendo esta atividade realizada sempre que há volume suficiente que viabilize o seu transporte, o que ocorre geralmente ao final do semestre letivo.

A destinação final dos resíduos é de responsabilidade da empresa contratada pela Prefeitura da UnB para sua remoção. Os RCC são encaminhados para o aterro controlado do Jóquei e não são submetidos a processos de aproveitamento ou reciclagem.

6.2.3 – Laboratório de Ensaio de Materiais – LEM

O fluxo de resíduos da construção civil no Laboratório de Ensaio de Materiais – LEM, apresentado na Figura 6.22.

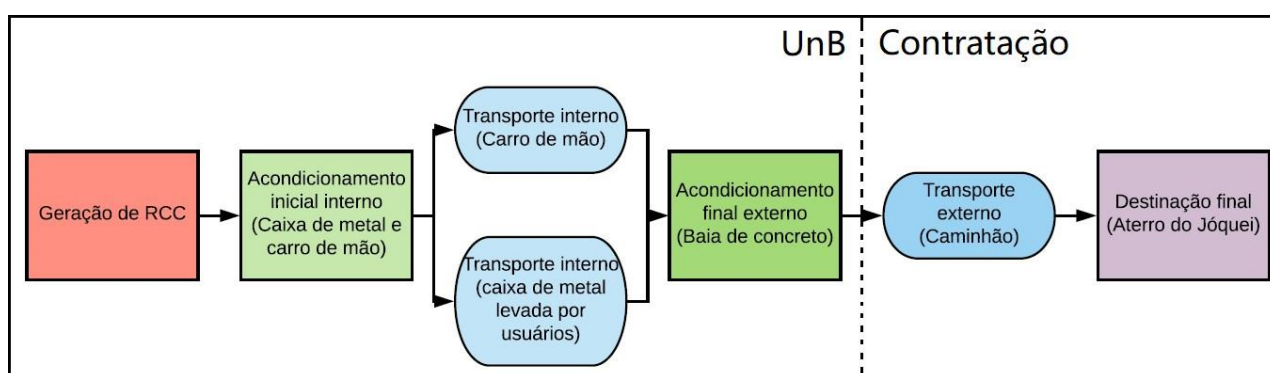


Figura 6.22 – Fluxo de RCC no LEM

Não há quantificação e triagem dos RCC de acordo com a sua classificação estabelecida pela Resolução CONAMA 307/2002. A geração de resíduos da construção civil no Laboratório de Ensaio de Materiais ocorre durante a montagem dos ensaios e após a sua realização, no processo de descarte do material ensaiado.

São gerados resíduos de Classe A endurecidos (blocos cerâmicos e de concreto, agregados (areia e brita) e argamassa) e resíduos de Classe A frescos (concreto e argamassa), além de resíduos de Classe B (plásticos e papéis). As Figuras 6.23 e 6.24 mostram os resíduos de Classe A endurecidos e resíduos frescos gerados pelo LEM, respectivamente.



Figura 6.23 – Resíduos endurecidos descartados pelo LEM



Figura 6.24 – Resíduos frescos descartados pelo LEM

Após a geração, o acondicionamento inicial dos RCC é realizado por meio de uma caixa de metal ou um carrinho de mão que são alocados próximos aos locais de geração nas salas do laboratório, conforme mostra a Figura 6.25. Não há sinalização que oriente o correto acondicionamento de resíduos.



Figura 6.25 – Acondicionamento inicial de RCC no LEM

O transporte interno é realizado pelos usuários ao utilizarem o carrinho de mão ou diretamente a caixa de metal transferindo os resíduos das salas do laboratório até a baía localizada na parte externa do prédio SG-12, a mesma utilizada pelo Laboratório de Geotecnia. Os usuários do laboratório são orientados a transportar os resíduos logo após a realização dos ensaios. A Figura 6.26 mostra estudantes acondicionando resíduos frescos na baía de concreto.



Figura 6.26 – Estudantes durante o descarte de RCC frescos na baía de concreto

A Figura 6.27 mostra o acondicionamento final dos resíduos de ensaios do Laboratório de Geotecnia e Laboratório de Ensaio de Materiais – LEM na baía de concreto.



Figura 6.27 – Acondicionamento final de resíduos na baia

Registrou-se a evolução do depósito de resíduos do Laboratório de Geotecnia e do LEM na baia de concreto durante o primeiro semestre letivo de 2018, conforme a Figura 6.28. A maior geração de resíduos ao final do semestre letivo deveu-se ao avanço das práticas metodológicas das disciplinas lecionadas e projetos de pesquisa desenvolvidos.



Figura 6.28 – Evolução do depósito de RCC na baia do SG-12

O transporte externo de resíduos da construção civil do LEM é de responsabilidade da Diretoria de Serviços da Prefeitura da UnB, que contrata uma empresa para a remoção dos resíduos. Não há periodicidade de remoção definida, sendo realizada sempre que há volume que viabilize o transporte.

A destinação final dos resíduos é de responsabilidade da empresa contratada para

sua remoção, sendo encaminhados para o aterro controlado do Jóquei e não são submetidos a processos de aproveitamento ou reciclagem.

6.3 – PLANEJAMENTO E MOBILIZAÇÃO PARA OS PGRCC

Esta etapa baseia-se nas ações de planejamento das ações e mobilização dos usuários dos laboratórios. Tais medidas são de responsabilidade de cada laboratório e devem servir como base para a implantação dos planos de gerenciamento de resíduos da construção civil para o ENC.

6.3.1 – Planejamento

O planejamento da gestão dos resíduos da construção civil no ENC envolve os seguintes aspectos:

- Definição das responsabilidades dos usuários e técnicos do laboratório em cada etapa do plano;
- Definição dos fluxos de resíduos e áreas internas para o gerenciamento de RCC;
- Construção da comunicação visual e sinalização para o gerenciamento de RCC;
- Aquisição de dispositivos de acondicionamento, transporte interno e aproveitamento de RCC;
- Construção da parceria com a Prefeitura da UnB para implantação do aproveitamento de resíduos no próprio *campus*;
- Definição do transporte externo e destinação final dos resíduos.

6.3.2 – Mobilização

A mobilização do pessoal envolvido na gestão de resíduos da construção civil no ENC tem por objetivo incentivar e orientar os usuários do laboratório quanto às novas regras da gestão de resíduos. O plano de gerenciamento de RCC deverá ser amplamente divulgado entre os usuários do laboratório via comunicados, endereço eletrônico e redes sociais.

Nesta etapa deve ser realizada uma reunião inaugural em cada laboratório com o objetivo de explicar aos seus usuários (alunos, professores, pesquisadores e técnicos) sobre as diretrizes da nova gestão de resíduos. Posteriormente, propõe-se uma campanha de conscientização e treinamento direcionados aos usuários e técnicos do laboratório a fim de implantar as novas práticas na rotina do laboratório. Deve-se estimular que no plano de trabalho de pesquisas e projetos realizados nos laboratórios sejam contemplados itens referentes à gestão de resíduos gerados. Além disso, podem ser estabelecidas práticas punitivas quando forem identificadas desconformidades com o PGRCC.

A comunicação visual da gestão de RCC deverá ser realizada utilizando-se placas ou adesivos a serem fixados nos laboratórios identificando os seguintes itens:

- Etapas do PGRCC;
- Critérios de triagem dos resíduos;
- Áreas de gerenciamento de resíduos (acondicionamento e aproveitamento);
- Dispositivos de acondicionamento e transporte interno.

Apresentam-se a seguir modelos de comunicação visual a serem distribuídos nos laboratórios. Nas Figuras 6.29 e 6.30, como exemplos, mostra-se placas que orientam sobre a área de acondicionamento de resíduos e sobre o tipo de triagem a ser realizada no Laboratório de Geotecnia, respectivamente.



Figura 6.29 – Modelo de placa para sinalização de área de acondicionamento de resíduos no Laboratório de Geotecnia (ENC/FT/UnB)



Figura 6.30 – Modelo de placa para triagem de resíduos no Laboratório de Geotecnia (ENC/FT/UnB)

6.4 – PLANO DE GERENCIAMENTO DE RCC PARA O LABORATÓRIO DE ESTRUTURAS – LABEST

Depois de realizadas as fases de Planejamento e Mobilização do PGRCC do LABEST, propõem-se a seguir as etapas para o gerenciamento de resíduos no laboratório.

6.4.1 – Caracterização e triagem

Os resíduos da construção civil do LABEST devem ser identificados de acordo com a classificação estabelecida pela Resolução CONAMA 307/2002. A triagem deve ser realizada pelo usuário prioritariamente na origem da geração, garantindo a limpeza e organização do espaço. Os resíduos oriundos de outras atividades do laboratório, como na parte administrativa, não devem ser misturados com os resíduos da construção civil.

Os RCC gerados serão segregados da seguinte forma:

- Resíduos de grandes dimensões;
- Resíduos de pequenas dimensões frescos;
- Resíduos de pequenas dimensões endurecidos.

Por sua vez, os resíduos de pequenas dimensões endurecidos devem ser segregados da seguinte maneira:

- Resíduos de Classe A;
- Plásticos e papéis (Classe B);
- Metais (Classe B);
- Madeiras (Classe B).

A segregação dos resíduos deve ser garantida da geração até a destinação final.

6.4.2 – Acondicionamento inicial

Os resíduos de pequenas dimensões endurecidos não são passíveis de aproveitamento no próprio laboratório, portanto o usuário deve promover o seu acondicionamento inicial em pilhas próximas à geração enquanto durar o ensaio, respeitando os critérios de triagem previamente estabelecidos.

6.4.3 – Transporte interno

Terminados os ensaios e caso seja necessário, os resíduos de pequenas dimensões endurecidos podem ser transportados internamente por meio de um carrinho de mão, cujas especificações técnicas são apresentadas na Figura 6.31.

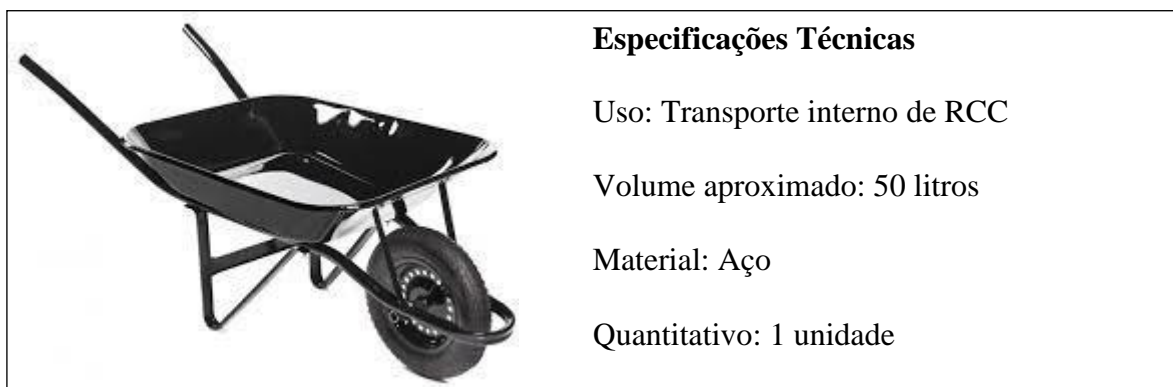


Figura 6.31 – Carrinho de mão e suas especificações técnicas para o LABEST

6.4.4 – Acondicionamento final

Deve-se definir no LABEST uma área para o acondicionamento final de RCC onde serão instaladas bombonas para cada tipo de resíduo. Esta área deve ser instalada na parte interna do laboratório, próxima à saída e deverá conter no mínimo 4 bombonas, de acordo com a triagem estabelecida para os resíduos de pequenas dimensões endurecidos:

- Resíduos de Classe A;
- Plásticos e papéis;
- Madeira;
- Metais.

Resíduos de madeiras e metais devem ter suas dimensões padronizadas em segmentos de 1 metro de comprimento, a fim de facilitar o acondicionamento dos resíduos nos dispositivos. A Figura 6.32 apresenta as especificações técnicas de uma bombona.

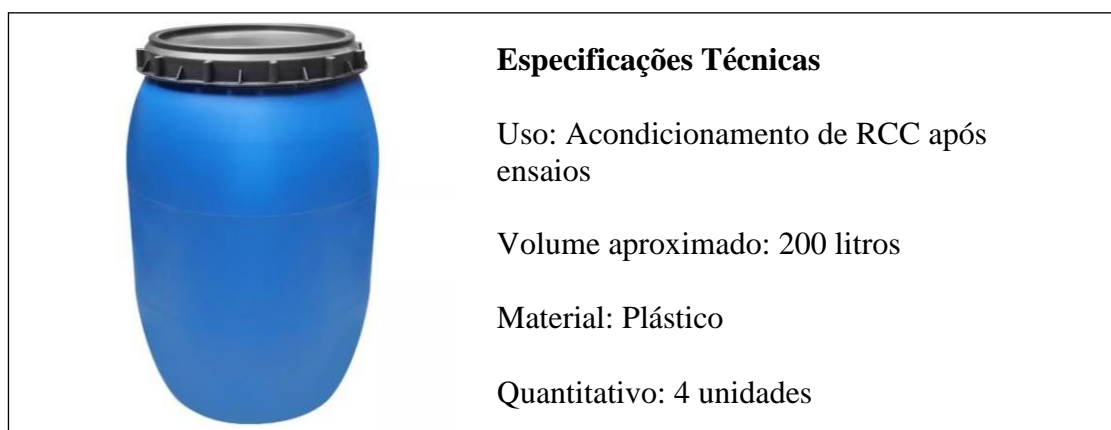


Figura 6.32 – Bombonas e suas especificações técnicas para o LABEST

A sinalização das bombonas terá como base o código de cores para diferentes tipos de resíduos estabelecidos na Resolução CONAMA 275/2001. A Tabela 6.1 mostra a adoção de cores para os resíduos gerados no LABEST.

Tabela 6.1 – Código de cores para os resíduos gerados pelo LABEST

Cor	Resíduo
	Classe A
	Plástico e papel
	Metal
	Madeira

Na ocorrência de lotação das bombonas em uso, os RCC devem ser acondicionados alternativamente em caixotes de madeira dentro da área delimitada para acondicionamento de resíduos no laboratório, prezando pela sinalização, limpeza e organização do espaço.

A Figura 6.33 sugere a vista de cima da área de acondicionamento final dos resíduos a ser instalada e exemplifica o esquema de disposição das bombonas.

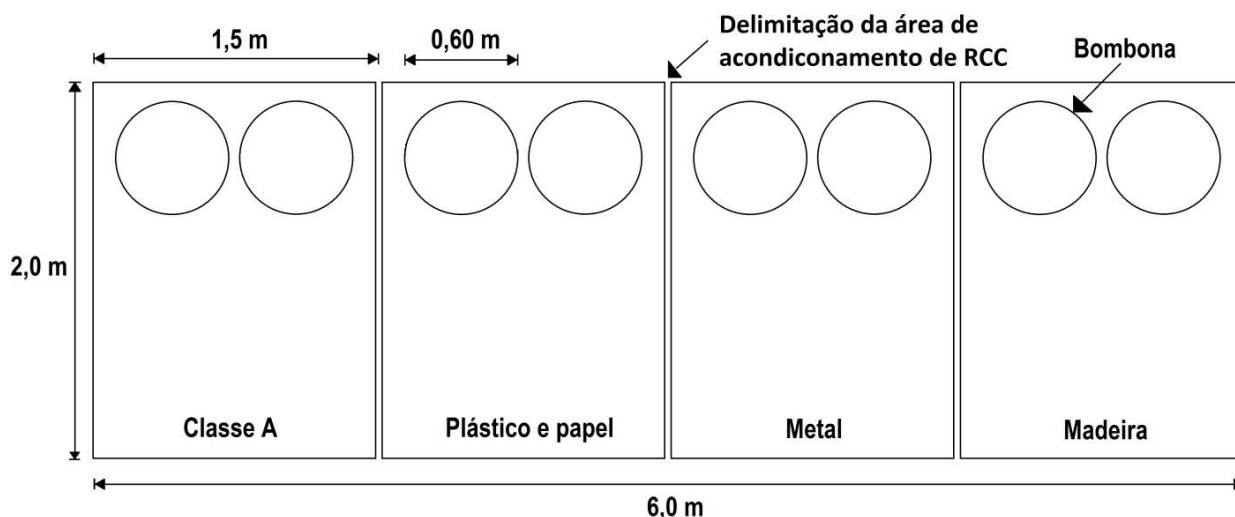


Figura 6.33 – Área de acondicionamento final de RCC no LABEST

Os resíduos de grandes dimensões, por conta das suas características que inviabilizam o transporte interno, devem ser sinalizados e acondicionados em áreas próximas à geração sem que haja obstrução da passagem. Fazendo-se necessário, após a sua geração deve haver a fragmentação destes resíduos para que o acondicionamento final e transporte externo sejam facilitados.

6.4.5 – Aproveitamento

Os resíduos de pequenas dimensões frescos devem ser aproveitados após a geração na fabricação manual de peças pré-moldadas, como meios-fios. Para a sua realização é recomendada a aquisição dos seguintes itens:

- Moldes metálicos de meios-fios;
- Mesa vibratória.

O concreto fresco remanescente dos ensaios será despejado em formas para a

moldagem das peças pré-moldadas sobre a mesa vibratória. O LABEST deve definir área interna para a secagem e para o acondicionamento interno das peças já produzidas. A Figura 6.34 apresenta a moldagem de meio-fio utilizando uma forma metálica.

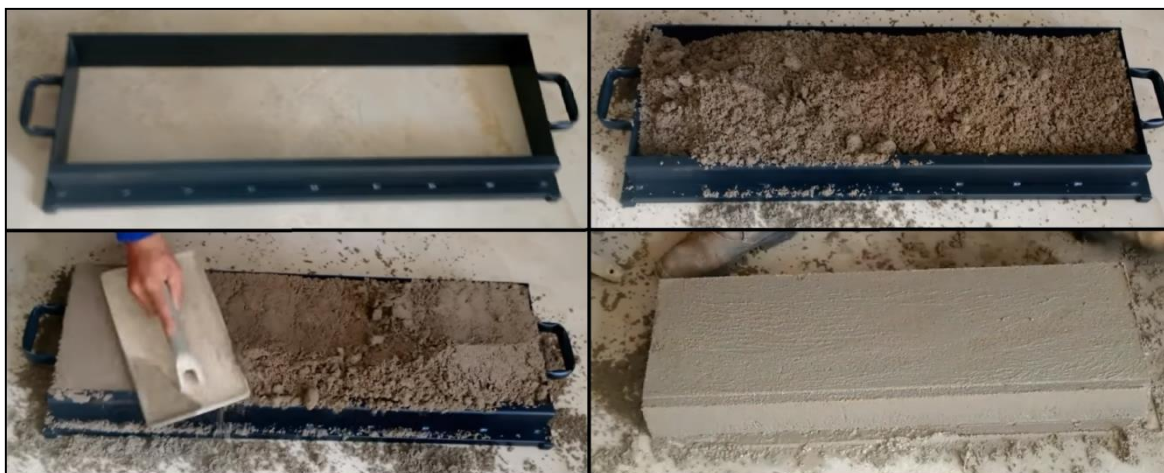


Figura 6.34 – Fabricação de meio-fio pelo método manual (Crédito: Janutt)

6.4.6 – Transporte externo

A logística de transporte externo de resíduos é de responsabilidade do LABEST e deve ser realizada mediante a contratação de empresa que utilize caminhões basculantes para a retirada dos resíduos de pequenas dimensões endurecidos, e de caminhões do tipo muncck para resíduos de grandes dimensões. O transporte deve ocorrer sempre que verificado volume suficiente de resíduos para realização desta etapa, prezando pela limpeza e organização do espaço.

Nesta fase será produzido o Controle de Transporte de Resíduos – CTR, documento onde constam informações do gerador e do transportador, descrição dos resíduos e seu destino final, conforme prevê o Sistema de Limpeza Urbana do Distrito Federal.

O transporte externo das peças pré-moldadas será de responsabilidade da Prefeitura da UnB.

6.4.7 – Destinação final

A destinação final dos resíduos da construção civil do LABEST deve ser realizada da seguinte forma, como estabelece a Resolução CONAMA 307/2002:

- Resíduos de Classe A devem ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos “Classe A” de reservação de material para usos futuros. Neste PGRCC propõe-se que os resíduos sejam prioritariamente enviados para usinas de reciclagem;
- Resíduos de Classe B devem ser reutilizados, reciclados ou encaminhados para

áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo que permita a utilização ou reciclagem futura. Propõe-se aqui que estes resíduos sejam enviados para cooperativas que promovam a reciclagem dos materiais.

O LABEST deve estabelecer parceria com a Universidade de Brasília para que as peças pré-moldadas fabricadas na etapa de aproveitamento sejam aproveitadas na própria instituição, sob a responsabilidade da Prefeitura da UnB. Por exemplo, meios-fios podem ser utilizados na manutenção de vias da universidade.

6.5 – PLANO DE GERENCIAMENTO DE RCC PARA O LABORATÓRIO DE GEOTECNIA

Depois de realizadas as fases de Planejamento e Mobilização do PGRCC do Laboratório de Geotecnia, propõem-se a seguir as etapas para o gerenciamento de resíduos da construção civil.

6.5.1 – Caracterização e triagem

Os RCC gerados no Laboratório de Geotecnia serão identificados de acordo com a classificação estabelecida pela Resolução CONAMA 307/2002. A triagem deve ser realizada pelo usuário prioritariamente na origem da geração, garantindo a limpeza e organização do espaço. Os resíduos oriundos de outras atividades do laboratório, como na parte administrativa, não devem ser misturados com os resíduos da construção civil.

Os resíduos gerados durante a realização dos ensaios devem ser triados de acordo com a seguinte orientação:

- Resíduos de solos;
- Resíduos de Classe A (com exceção dos solos);
- Resíduos de Classe B (plásticos e papéis).

A segregação dos resíduos deve ser garantida da geração até a destinação final.

6.5.2 – Acondicionamento inicial

Logo após a geração, sugere-se que os resíduos serão acondicionados inicialmente por meio de:

- 2 bombonas para resíduos de solos;
- 1 bombona para resíduos de Classe A;
- 1 bombona para resíduos de Classe B.

A Figura 6.35 apresenta as especificações técnicas das bombonas a serem

utilizadas.

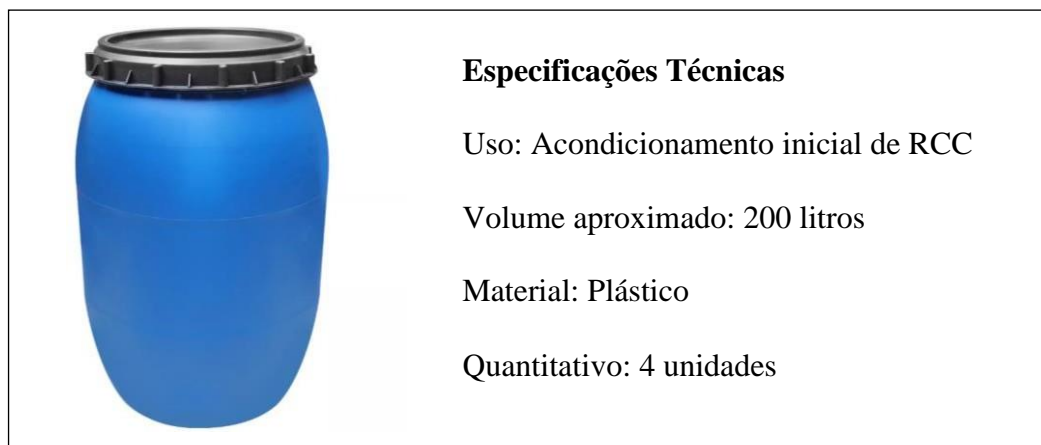


Figura 6.35 – Bombona e suas especificações técnicas para o Lab. de Geotecnia

Para orientar os usuários e facilitar a triagem dos resíduos, as bombonas devem ser sinalizadas com cores diferentes para cada tipo de resíduo. A Tabela 6.2 mostra a adoção de cores para os resíduos gerados pelo Laboratório de Geotecnia.

Tabela 6.2 – Código de cores para os resíduos gerados pelo Lab. de Geotecnia

Cor	Tipo de resíduo
Gray	Classe A (menos solos)
Red	Classe B
Yellow	Solos

A sugestão para os locais de alocação das bombonas priorizou os aspectos de facilidade de transporte interno dos resíduos e proximidade com as salas onde há geração de RCC. A Figura 6.36 ilustra os locais para o acondicionamento inicial dos resíduos.

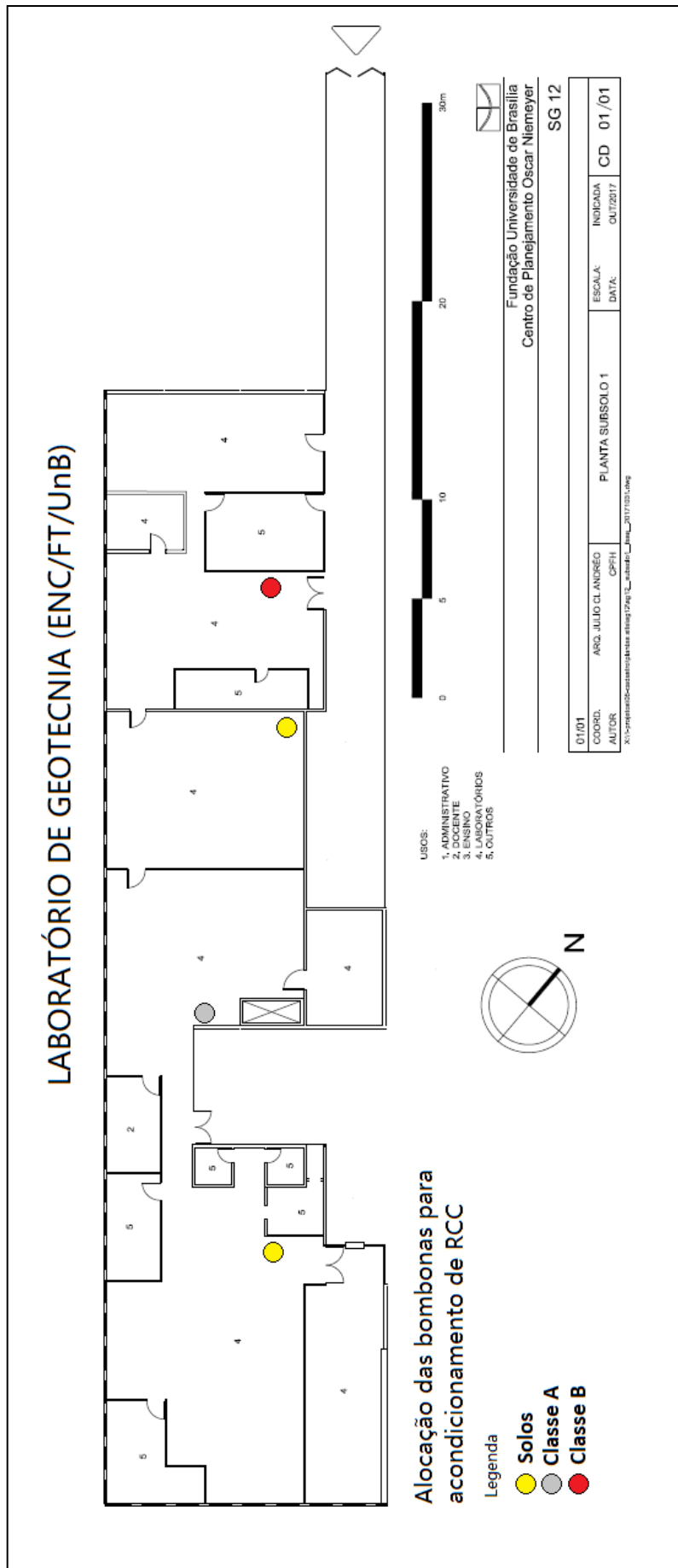


Figura 6.36 – Alocação das bombas no Laboratório de Geotecnia

6.5.3 – Transporte interno

Terminados os ensaios e caso seja necessário, os resíduos podem ser transportados internamente por meio de um carrinho de mão, cujas especificações técnicas são apresentadas na Figura 6.37.

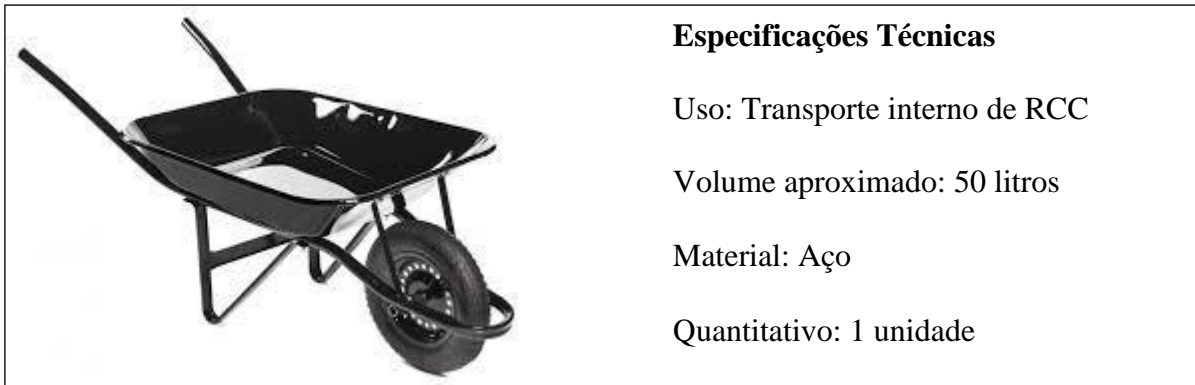


Figura 6.37 – Carrinho de mão e suas especificações técnicas para o Lab. de Geotecnia

Outra possibilidade para o transporte interno de resíduos é a utilização de carrinhos de transporte de bombonas. A Figura 6.38 ilustra o carrinho utilizado para este fim.



Figura 6.38 – Carrinho utilizado para o transporte de bombonas para o Lab. De Geotecnia

Para que este tipo de transporte interno ocorra com eficiência, faz-se necessário que a capacidade de enchimento das bombonas seja limitada, a fim de que o usuário ou técnico não tenha dificuldades para carregá-las.

6.5.4 – Acondicionamento final

Os resíduos de Classe A serão transportados para a parte externa do prédio SG-12, onde devem ser acondicionados finalmente em uma caçamba estacionária no espaço onde atualmente encontra-se a baia de concreto. A caçamba deverá ser sinalizada e coberta por

lona plástica ou outro dispositivo a fim de evitar o descarte de outros tipos de resíduos por transeuntes. A Figura 6.39 apresenta as especificações técnicas da caçamba estacionária.

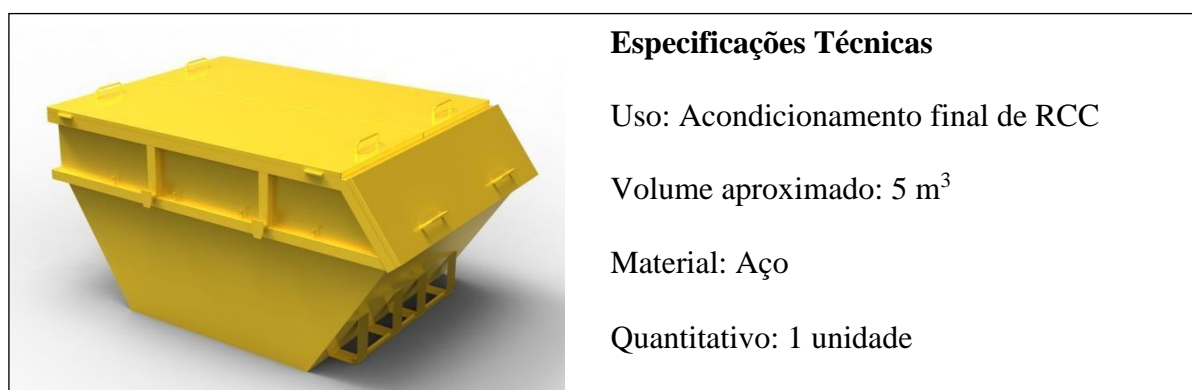


Figura 6.39 – Caçamba estacionária e suas especificações técnicas para o Lab. de Geotecnia

Os resíduos de Classe B devem ser armazenados finalmente nas próprias bombonas. O laboratório deve dispor de local para acondicionamento provisório das bombonas lotadas de RCC de Classe B até que ocorra a etapa de transporte externo.

6.5.5 – Transporte externo

A logística de transporte externo de resíduos do Laboratório de Geotecnia é de responsabilidade da Prefeitura da Universidade de Brasília e deve ser realizada mediante a contratação de empresa que utilize caminhões poliguindastes para a retirada dos resíduos de Classes A, e caminhões basculantes para a retirada de resíduos de Classe B. O transporte deve ocorrer sempre que verificado volume suficiente de resíduos para realização desta etapa.

Nesta fase será produzido o Controle de Transporte de Resíduos – CTR, documento onde constam informações do gerador e do transportador, descrição dos resíduos e seu destino final, conforme prevê o Sistema de Limpeza Urbana do Distrito Federal.

O transporte externo dos resíduos de solos fica sob a responsabilidade da Prefeitura da UnB.

6.5.6 – Aproveitamento

Sugere-se que o Laboratório de Geotecnia promova parceria com a Universidade de Brasília para que os resíduos de solos sejam aproveitados na própria universidade para a manutenção dos jardins ou para acertos topográficos, sob a responsabilidade da Prefeitura da instituição. O laboratório deve dispor de área de acondicionamento provisório de resíduos de solos antes sejam transportados posteriormente pela Prefeitura da UnB para a realização do aproveitamento.

6.5.7 - Destinação final

A destinação final dos resíduos da construção civil do LABEST deve ser realizada da seguinte forma, como estabelece a Resolução CONAMA 307/2002:

- Resíduos de Classe A devem ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos “Classe A” de reservação de material para usos futuros. Neste PGRCC propõe-se que os resíduos sejam prioritariamente enviados para usinas de reciclagem;
- Resíduos de Classe B devem ser reutilizados, reciclados ou encaminhados para áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo que permita a utilização ou reciclagem futura. Propõe-se aqui que estes resíduos sejam enviados para cooperativas que promovam a reciclagem dos materiais.

6.6 – PLANO DE GERENCIAMENTO DE RCC PARA O LABORATÓRIO DE ENSAIO DE MATERIAIS

Depois de realizadas as fases de Planejamento e Mobilização do PGRCC do LEM, propõem-se a seguir as etapas para o gerenciamento de resíduos.

6.6.1 – Caracterização e triagem

Os resíduos da construção civil gerados no Laboratório de Ensaio de Materiais serão identificados de acordo com a classificação estabelecida pela Resolução CONAMA 307/2002. A triagem deve ser realizada pelo usuário do laboratório prioritariamente na origem da geração, garantindo a limpeza e organização do espaço. Os resíduos oriundos de outras atividades do LEM, como na parte administrativa, não devem ser misturados com os resíduos da construção civil.

Os RCC gerados devem ser segregados da seguinte forma:

- Resíduos frescos;
- Resíduos endurecidos.

Por sua vez, os resíduos endurecidos devem ser segregados da seguinte maneira:

- Resíduos de Classe A (blocos cerâmicos e de concreto, agregados (areia e brita) e argamassa);
- Resíduos de Classe B (plásticos e papéis).

A segregação dos resíduos deve ser garantida da geração até a destinação final.

6.6.2 – Acondicionamento inicial

Logo após a geração, os resíduos serão acondicionados inicialmente por meio de:

- 6 bombonas para resíduos de Classe A;
- 3 bombonas para resíduos de Classe B;

A Figura 6.40 apresenta as especificações técnicas das bombonas a serem utilizadas.

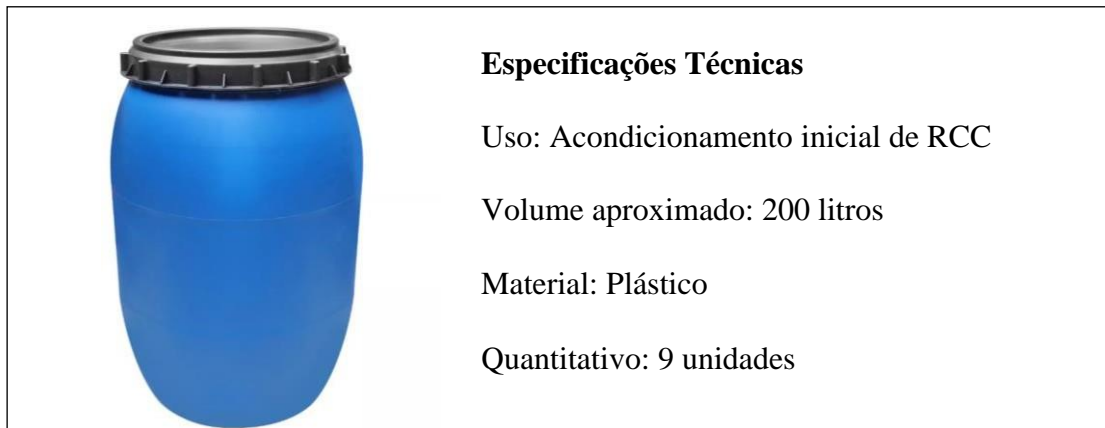


Figura 6.40 – Bombona e suas especificações técnicas para o LEM

Para orientar os usuários e facilitar a triagem dos resíduos, as bombonas devem ser sinalizadas com cores diferentes para cada tipo de resíduo. A Tabela 6.2 mostra a adoção de cores para os resíduos endurecidos gerados pelo Laboratório de Ensaio de Materiais.

Tabela 6.3 – Código de cores para os resíduos gerados pelo LEM

Cor	Tipo de resíduo
Gray	Classe A
Red	Classe B

A sugestão para os locais de alocação das bombonas priorizou os aspectos de facilidade de transporte interno de resíduos e proximidade com os locais onde há geração de RCC. A Figura 6.41 ilustra os locais para o acondicionamento inicial dos resíduos.

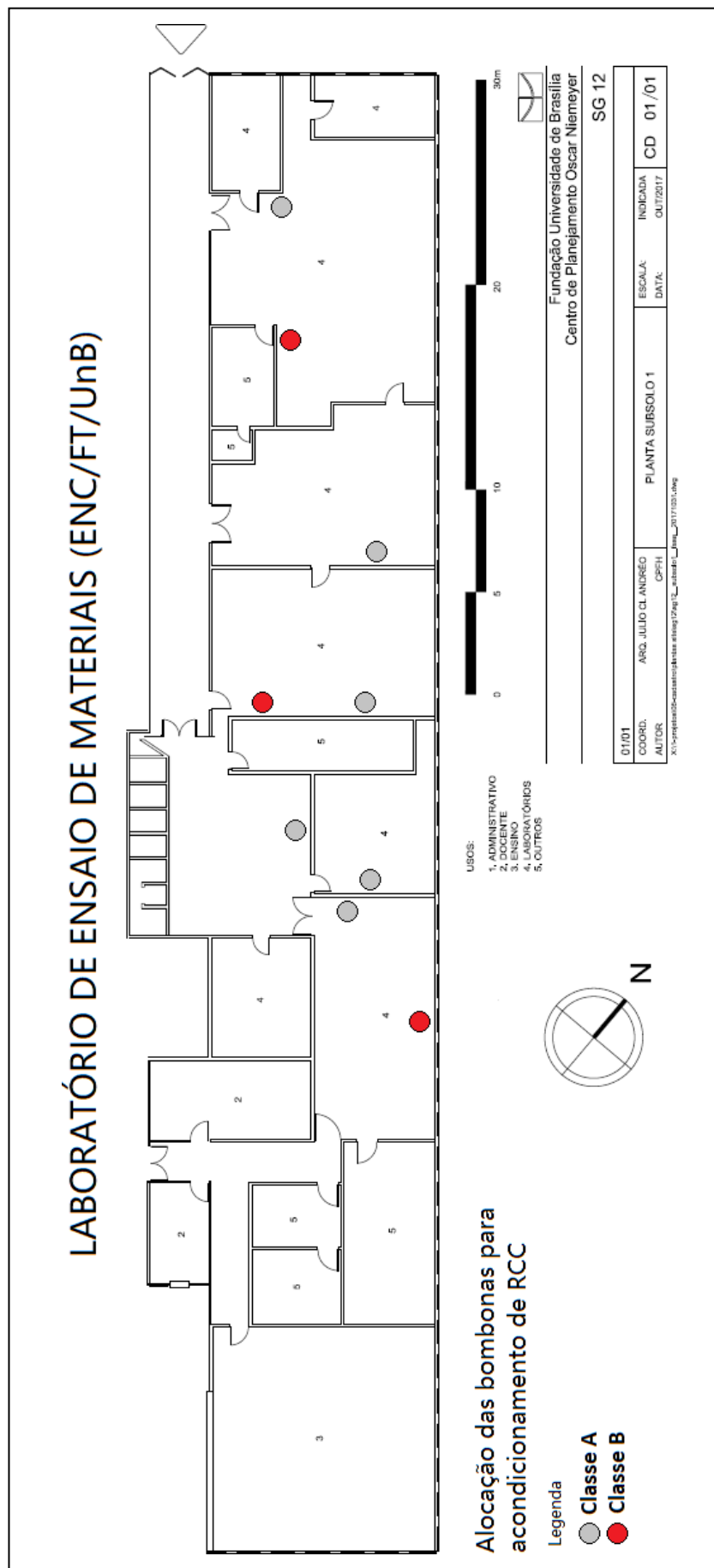


Figura 6.41 – Alocação das bombonas no Laboratório de Ensaio de Materiais

6.6.3 – Transporte interno

Ao término dos ensaios e caso seja necessário, o usuário ou técnico poderá realizar o transporte interno de resíduos endurecidos por meio da utilização de carrinho de mão, levando os resíduos do local de geração até o acondicionamento final. A Figura 6.42 apresenta as especificações técnicas do carrinho de mão.



Figura 6.42 – Carrinho de mão e suas especificações técnicas para o LEM

Outra possibilidade para o transporte interno de resíduos é a utilização de carrinhos de transporte de bombonas. A Figura 6.43 ilustra o carrinho utilizado para transportar bombonas.



Figura 6.43 – Carrinho utilizado para o transporte de bombonas para o LEM

Para que este tipo de transporte interno ocorra com eficiência, faz-se necessário que a capacidade de enchimento das bombonas seja limitada, a fim de que o usuário ou técnico não tenha dificuldades para carregá-las.

6.6.4 – Acondicionamento final

Os resíduos endurecidos de Classe A serão transportados para a parte externa do

prédio SG-12, onde devem ser acondicionados finalmente em uma caçamba estacionária no espaço onde atualmente encontra-se a baía de concreto. A caçamba estacionária deverá ser sinalizada e coberta por lona plástica ou outro dispositivo a fim de evitar o descarte de outros tipos de resíduos. A Figura 6.44 apresenta as especificações técnicas da caçamba estacionária.

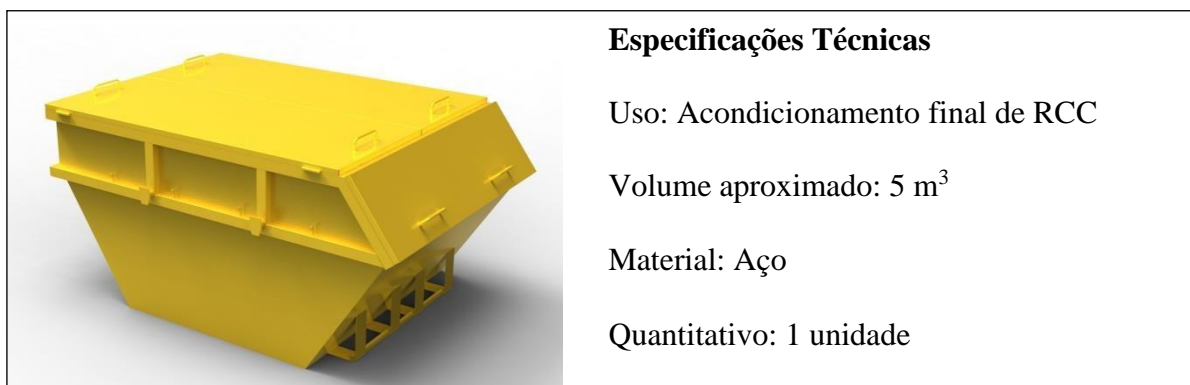


Figura 6.44 – Caçamba estacionária e suas especificações técnicas para o LEM

Os resíduos de Classe B devem ser armazenados finalmente nas próprias bombonas. O laboratório deve dispor de local para acondicionamento provisório das bombonas lotadas de RCC de Classe B até que ocorra a etapa de transporte externo.

6.6.5 - Aproveitamento

Os resíduos frescos devem ser aproveitados na fabricação de peças pré-moldadas, por exemplo, placas para calçadas. Após a realização dos ensaios, os resíduos remanescentes devem ser despejados em formas e, posteriormente, alocados para a secagem.

O LEM deve reservar local interno para o acondicionamento das peças pré-moldadas produzidas. A Figura 6.45 apresenta formas para produção de bloquetes de calçadas.



Figura 6.45 – Fabricação de bloquetes para calçadas (Crédito: Pideju Metal)

6.6.6 – Transporte externo

A logística de transporte externo de resíduos do LEM é de responsabilidade da Prefeitura da Universidade de Brasília e deve ser realizada mediante a contratação de empresa que utilize caminhão poliguindaste para a retirada dos resíduos de Classes A, e caminhão basculante para o transporte de resíduos de Classe B. O transporte deve ocorrer sempre que verificado volume suficiente de resíduos para realização desta etapa, prezando pela limpeza e organização do espaço.

Nesta fase será produzido o Controle de Transporte de Resíduos – CTR, documento onde constam informações do gerador e do transportador, descrição dos resíduos e seu destino final, conforme prevê o Sistema de Limpeza Urbana do Distrito Federal.

O transporte externo das peças pré-moldadas deve ficar sob a responsabilidade da Prefeitura da UnB após o estabelecimento da parceria.

6.6.7 – Destinação final

A destinação final dos resíduos da construção civil do LABEST deve ser realizada da seguinte forma, como estabelece a Resolução CONAMA 307/2002:

- Resíduos de Classe A devem ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos “Classe A” de reservação de material para usos futuros. Neste PGRCC propõe-se que os resíduos sejam prioritariamente enviados para usinas de reciclagem;
- Resíduos de Classe B devem ser reutilizados, reciclados ou encaminhados para áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo que permita a utilização ou reciclagem futura. Propõe-se aqui que estes resíduos sejam enviados para cooperativas que promovam a reciclagem dos materiais.

Em relação às peças pré-moldadas fabricadas no laboratório, a Prefeitura da Universidade de Brasília pode utilizar materiais na própria instituição, na construção de calçadas e manutenção das já existentes, por exemplo.

6.7 – MONITORAMENTO DOS PGRCC

O monitoramento dos planos de gerenciamento de RCC do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental é caracterizado por duas etapas: o *checklist* e o relatório.

O *checklist* deve ser realizado através da atribuição de notas para os aspectos de limpeza, segregação, aproveitamento e acondicionamento de resíduos. A avaliação realizada

é revertida em pontuação seguindo o critério estabelecido por Lordêlo (2007) – com adaptações:

- 5 - Ótimo: Sistemática implementada de forma eficaz;
- 4 - Bom: Sistemática adequadamente implementada, porém com falhas pontuais e em pequeno volume;
- 3 - Regular: Sistemática ineficaz. Presença de problemas pontuais em diferentes locais ou em volume significativo;
- 2 - Fraco: Sistemática parcialmente implementada. Resíduo acumulado e não segregado de forma generalizada;
- 1 - Péssimo: Sistemática não implementada. Muito resíduo acumulado por muito tempo;
- 0 - Sem acesso: não foi possível avaliar este aspecto da gestão de resíduos.

Com base nas notas atribuídas, os principais problemas enfrentados deverão ser identificados e descritos para cada laboratório. O *checklist* deve ter periodicidade de realização mensal e encontra-se no Apêndice A deste trabalho.

O relatório tem por objetivo compilar os resultados obtidos na realização dos *checklists*, permitindo a avaliação geral do gerenciamento dos RCC e deve ser realizado ao término de cada semestre letivo. A destinação final dos resíduos deverá ser registrada no relatório de monitoramento. O modelo de relatório encontra-se no Apêndice B deste trabalho e, depois de realizado, deve ser divulgado para os usuários dos laboratórios.

6.8 – DIRETRIZES GERAIS PARA A IMPLANTAÇÃO DOS PGRCC

São apresentados a seguir o fluxograma e o cronograma de implantação dos planos de gerenciamento de resíduos da construção civil para cada laboratório do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da UnB.

6.8.1 – Laboratório de Estruturas – LABEST

O fluxograma do plano de gerenciamento de RCC para o Laboratório de Estruturas é apresentado na Figura 6.46.

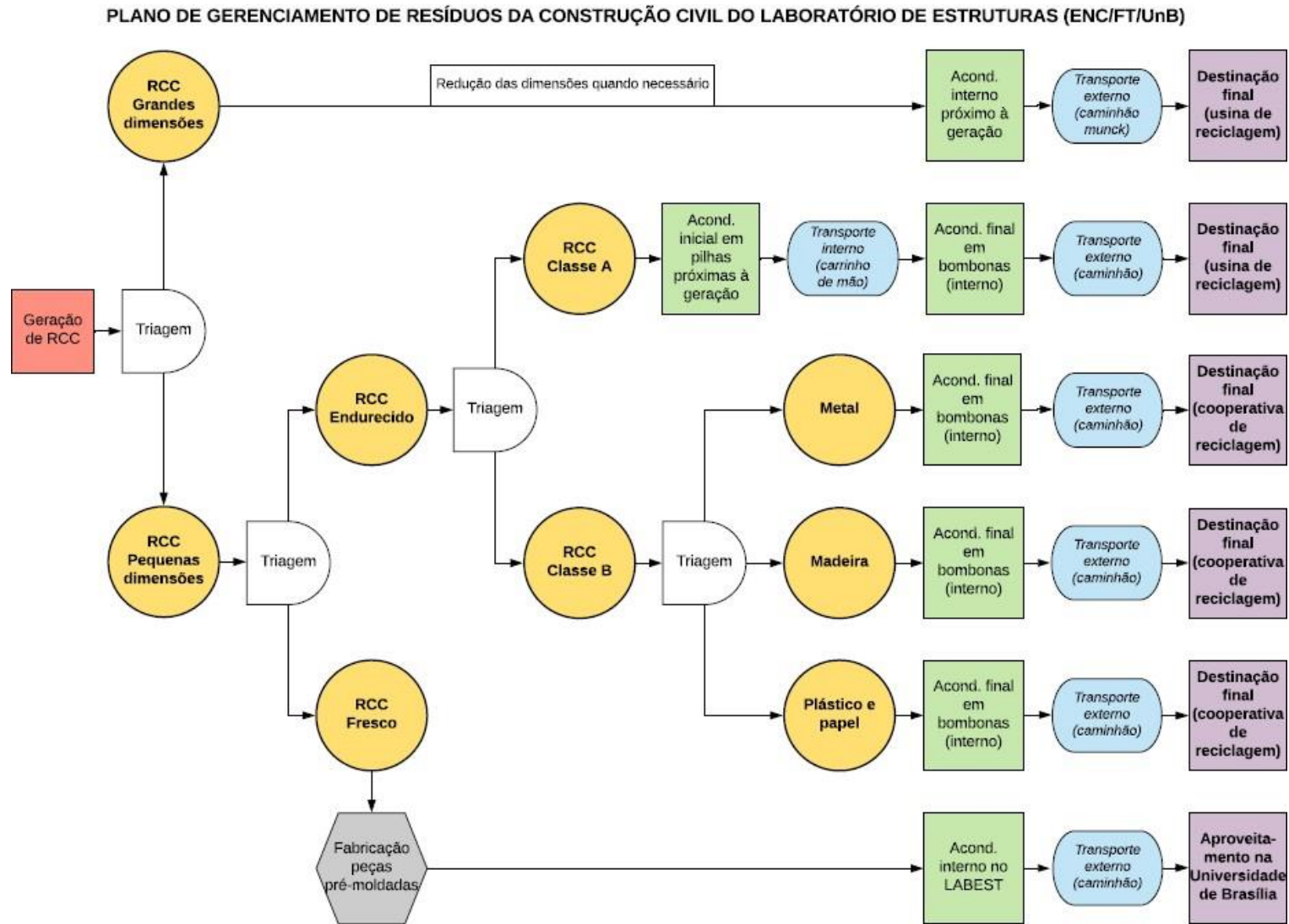


Figura 6.46 – Fluxograma do Plano de Gerenciamento de RCC do LABEST

O cronograma para a implementação das etapas do plano de gerenciamento de RCC para o Laboratório de Estruturas é apresentado na Tabela 6.4.

Tabela 6.4 – Cronograma para implementação do PGRCC do Laboratório de Estruturas

PLANO DE GERENCIAMENTO DE RCC DO LABORATÓRIO DE ESTRUTURAS (ENC/FT/UnB)			RESPONSÁVEIS	CRONOGRAMA		
ITEM	OBJETIVO	AÇÃO		1º/2019	2º/2019	1º/2020
Planejamento	Planejar as ações para implementação do plano	Definição das responsabilidades dos usuários e técnicos do laboratório em cada etapa do plano.	LABEST	X		
		Definição dos fluxos de resíduos e áreas internas para o gerenciamento de RCC.	LABEST	X		
		Construção da comunicação visual e sinalização para o gerenciamento de RCC.	LABEST	X		
		Aquisição de dispositivos de acondicionamento, transporte interno e aproveitamento de RCC.	LABEST	X		
		Construção da parceria com a Prefeitura da UnB para o aproveitamento de resíduos no próprio <i>campus</i> .	LABEST	X		
		Definição da empresa para o transporte externo dos resíduos e definição da sua destinação final, priorizando a reciclagem de RCC.	LABEST	X		
Mobilização	Incentivar e orientar os usuários do laboratório em relação ao plano	Divulgação do plano de gerenciamento de RCC entre os usuários do laboratório via comunicados, endereço eletrônico e redes sociais do ENC.	LABEST		X	
		Realização de reunião inaugural.	LABEST		X	
		Distribuição da sinalização nas áreas de gerenciamento de resíduos no laboratório.	LABEST		X	
		Distribuição dos dispositivos de acondicionamento, transporte interno e aproveitamento de resíduos.	LABEST		X	
Implementação do plano de gerenciamento de RCC	Caracterização e triagem dos resíduos	Triagem realizada em: a) resíduos de grandes dimensões (peças de concreto já ensaiadas); b) resíduos de pequenas dimensões frescos (concreto fresco); c) resíduos de pequenas dimensões endurecidos. Triagem dos resíduos endurecidos realizada em: a) Resíduos de Classe A; Plásticos e papéis (Classe B); Metais (Classe B); Madeiras (Classe B).	Usuário			X
	Acondicionamento inicial	Os resíduos de pequenas dimensões endurecidos podem ser acondicionados em pilhas logo após a geração.	Usuário			X

PLANO DE GERENCIAMENTO DE RCC DO LABORATÓRIO DE ESTRUTURAS (ENC/FT/UnB)			RESPONSÁVEIS	CRONOGRAMA		
ITEM	OBJETIVO	AÇÃO		1º/2019	2º/2019	1º/2020
Implementação do plano de gerenciamento de RCC	Transporte interno	Caso necessário, o transporte interno de resíduos deve ser realizado com um carrinho de mão.	Usuário e técnicos			X
	Acondicionamento final	Os resíduos de pequenas dimensões endurecidos serão levados para a área de acondicionamento final de resíduos que deve ser instalada próxima à saída do laboratório, na parte interna. Esta área de armazenamento provisório de RCC deverá conter no mínimo 4 bombonas, de acordo com a triagem estabelecida. Os resíduos de grandes dimensões, por conta das suas características que dificultam o transporte interno, devem ser acondicionados em áreas próximas à geração.	Usuário e técnicos			X
	Aproveitamento	Os resíduos frescos (concreto fresco) gerados na montagem dos ensaios devem ser utilizados na fabricação de peças pré-moldadas que devem ser acondicionadas em área interna do laboratório.	Usuários e técnicos			X
	Transporte externo	Realização do transporte externo de resíduos com uso de caminhão basculante para resíduos de pequenas dimensões e caminhão munck para resíduos de grandes dimensões. As peças pré-moldadas devem ser transportadas pela Prefeitura da Universidade de Brasília para posterior aproveitamento.	Empresa contratada (para resíduos) e Prefeitura da UnB (para peças pré-moldadas)			X
	Destinação final	Encaminhamento dos resíduos de Classe A para usinas de reciclagem, prioritariamente. Resíduos de Classe B devem ser encaminhados para cooperativas de reciclagem. As peças pré-moldadas podem ser aproveitadas dentro da própria UnB. Por exemplo, meios-fios podem ser utilizados na manutenção de vias da universidade.	Empresa contratada e LABEST (para resíduos) e Prefeitura da UnB (para peças pré-moldadas)			X
Monitoramento do plano	Monitorar o funcionamento do plano	Realização do checklist e relatório de monitoramento e divulgação dos resultados.	LABEST			X

6.8.2 – Laboratório de Geotecnia

O fluxograma do plano de gerenciamento de RCC para o Laboratório de Geotecnia é apresentado na Figura 6.47.

PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO LABORATÓRIO DE GEOTECNIA (ENC/FT/UnB)

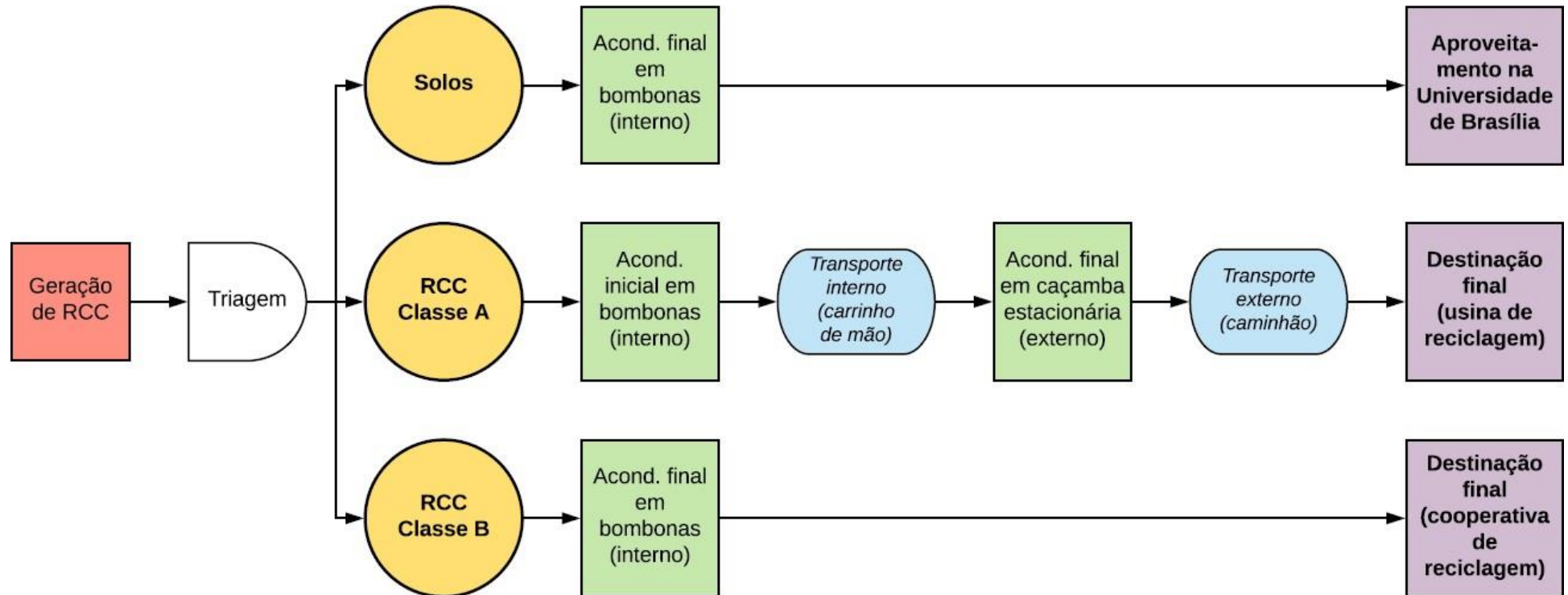


Figura 6.47 – Fluxograma do Plano de Gerenciamento de RCC do Laboratório de Geotecnia

O cronograma para a implementação das etapas do plano de gerenciamento de RCC para o Laboratório de Geotecnia é apresentado na Tabela 6.5.

Tabela 6.5 – Cronograma para implementação do PGRCC do Laboratório de Geotecnia

PLANO DE GERENCIAMENTO DE RCC DO LABORATÓRIO DE GEOTECNIA (ENC/FT/UnB)			RESPONSÁVEIS	CRONOGRAMA		
ITEM	OBJETIVO	AÇÃO		1º/2019	2º/2019	1º/2020
Planejamento	Planejar as ações para implementação do plano	Definição das responsabilidades dos usuários e técnicos do laboratório em cada etapa do plano.	Lab. Geotecnia	X		
		Definição dos fluxos de resíduos e áreas internas para o gerenciamento de RCC.	Lab. Geotecnia	X		
		Construção da comunicação visual e sinalização para o gerenciamento de RCC.	Lab. Geotecnia	X		
		Aquisição de dispositivos de acondicionamento, transporte interno e aproveitamento de RCC.	Lab. Geotecnia	X		
		Construção da parceria com a Prefeitura da UnB para o aproveitamento de resíduos no próprio <i>campus</i> .	Lab. Geotecnia	X		
		Definição da empresa para o transporte externo dos resíduos e definição da sua destinação final, priorizando a reciclagem de RCC.	Lab. Geotecnia	X		
Mobilização	Incentivar e orientar os usuários do laboratório em relação ao plano	Divulgação do plano de gerenciamento de RCC entre os usuários do laboratório via comunicados, endereço eletrônico e redes sociais do ENC.	Lab. Geotecnia		X	
		Realização de reunião inaugural.	Lab. Geotecnia		X	
		Distribuição da sinalização nas áreas de gerenciamento de resíduos no laboratório.	Lab. Geotecnia		X	
		Distribuição dos dispositivos de acondicionamento, transporte interno e aproveitamento de resíduos.	Lab. Geotecnia		X	
Implementação do plano de gerenciamento de RCC	Caracterização e triagem dos resíduos	Triagem realizada em solos; resíduos de Classe A (exceto solos) e resíduos de Classe B.	Usuário			X
	Acondicionamento inicial	Os resíduos serão triados e acondicionados por meio de bombonas alocadas nas salas do laboratório. Sugere-se que sejam distribuídas 2 bombonas para resíduos de solos, 1 bombona para resíduos de Classe A e 1 bombona para resíduos de Classe B.	Usuário			X
	Transporte interno	Os resíduos podem ser transportados internamente por meio de um carrinho de mão. Outra alternativa é o transporte de bombonas através de carrinhos. Neste caso capacidade de enchimento das bombonas deve ser limitada, a fim de que o usuário ou técnico não tenha dificuldades para a realização desta etapa.	Usuário e técnico			X
	Acondicionamento final	Os resíduos de Classe A (que não sejam solos) serão transportados para a parte externa do prédio SG-12, onde devem ser acondicionados finalmente em uma caçamba estacionária no espaço onde atualmente encontra-se a baía de concreto.	Usuário e técnico			X

PLANO DE GERENCIAMENTO DE RCC DO LABORATÓRIO DE GEOTECNIA (ENC/FT/UnB)			RESPONSÁVEIS	CRONOGRAMA		
ITEM	OBJETIVO	AÇÃO		1º/2019	2º/2019	1º/2020
Implementação do plano de gerenciamento de RCC	Transporte externo	Realização do transporte externo de resíduos da construção civil de Classe A por meio de caminhão poliguindaste. O transporte externo de resíduos de Classe B e de solos deve ser feito através de caminhão basculante. O transporte externo de resíduos de solos deve ser responsabilidade da Prefeitura da Universidade de Brasília.	Empresa contratada (Classe A e B) e Prefeitura da UnB (solos)			X
	Aproveitamento	Os solos podem ser utilizados na própria universidade para a manutenção dos jardins ou para acertos topográficos.	Prefeitura da UnB			X
	Destinação final	Resíduos de Classe A devem ser encaminhados prioritariamente para usinas de reciclagem. Resíduos de Classe B (plásticos e papéis) devem ser encaminhados para cooperativas de reciclagem.	Empresa contratada e Lab. Geotecnia			X
Monitoramento do plano	Monitorar o funcionamento do plano	Realização do checklist e relatório de monitoramento e divulgação dos resultados.	Lab. Geotecnia			X

6.8.3 – Laboratório de Ensaio de Materiais - LEM

O fluxograma do plano de gerenciamento de RCC para o Laboratório de Ensaio de Materiais é apresentado na Figura 6.48.

PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO LABORATÓRIO DE ENSAIO DE MATERIAIS (ENC/FT/UnB)

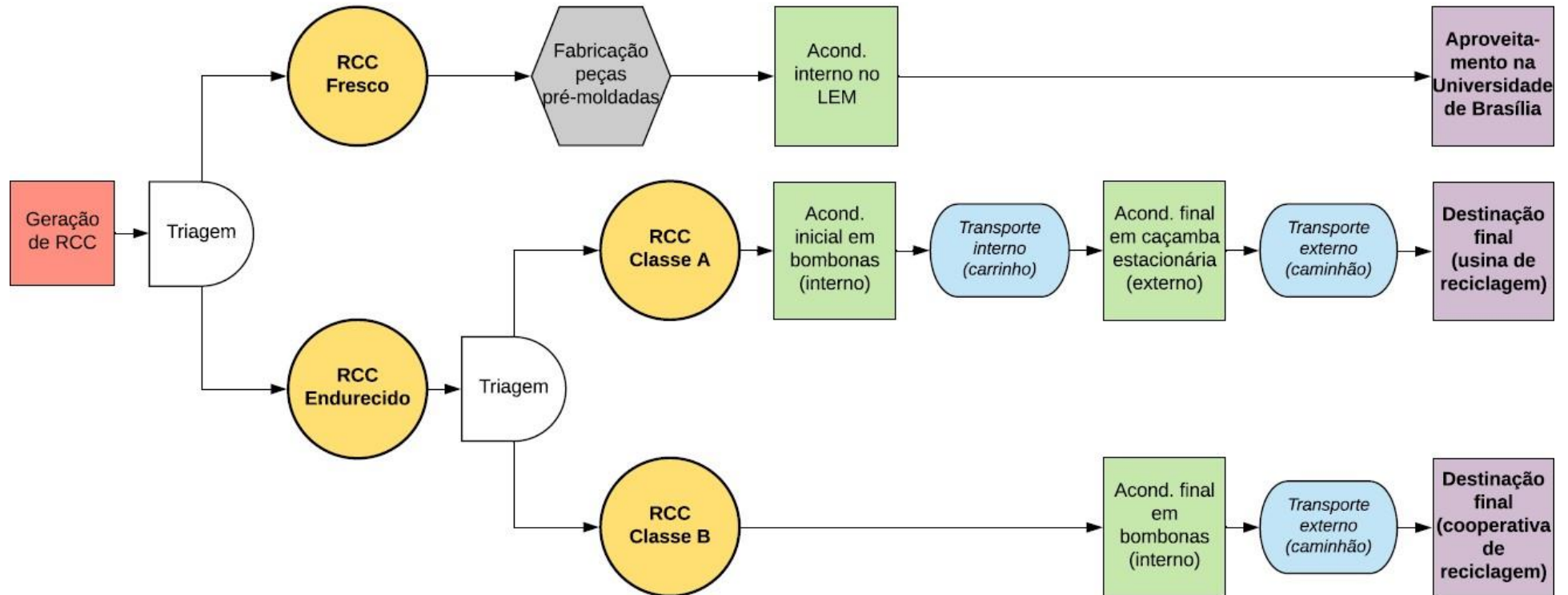


Figura 6.48 – Fluxograma do Plano de Gerenciamento de RCC do LEM

O cronograma para a implementação das etapas do plano de gerenciamento de RCC para o Laboratório de Ensaio de Materiais é apresentado na Tabela 6.6.

Tabela 6.6 – Cronograma para implementação do PGRCC do Laboratório de Ensaio de Materiais

PLANO DE GERENCIAMENTO DE RCC DO LABORATÓRIO DE ENSAIO DE MATERIAIS (ENC/FT/UnB)			RESPONSÁVEIS	CRONOGRAMA		
ITEM	OBJETIVO	AÇÃO		1º/2019	2º/2019	1º/2020
Planejamento	Planejar as ações para implementação do plano	Definição das responsabilidades dos usuários e técnicos do laboratório em cada etapa do plano.	LEM	X		
		Definição dos fluxos de resíduos e áreas internas para o gerenciamento de RCC.	LEM	X		
		Construção da comunicação visual e sinalização para o gerenciamento de RCC.	LEM	X		
		Aquisição de dispositivos de acondicionamento, transporte interno e aproveitamento de RCC.	LEM	X		
		Construção da parceria com a Prefeitura da UnB para o aproveitamento de resíduos no próprio <i>campus</i> .	LEM	X		
		Definição da empresa para o transporte externo dos resíduos e definição da sua destinação final, priorizando a reciclagem de RCC.	LEM	X		
Mobilização	Incentivar e orientar os usuários do laboratório em relação ao plano	Divulgação do plano de gerenciamento de RCC entre os usuários do laboratório via comunicados, endereço eletrônico e redes sociais do ENC.	LEM		X	
		Realização de reunião inaugural.	LEM		X	
		Distribuição da sinalização nas áreas de gerenciamento de resíduos no laboratório.	LEM		X	
		Distribuição dos dispositivos de acondicionamento, transporte interno e aproveitamento de resíduos.	LEM		X	
Implementação do plano de gerenciamento de RCC	Caracterização e triagem dos resíduos	Triagem dos RCC em: resíduos frescos e resíduos endurecidos. Por sua vez, os resíduos endurecidos devem ser segregados em resíduos de Classe A e Classe B.	Usuário			X
	Acondicionamento inicial	Os resíduos devem ser acondicionados inicialmente em bombonas. Sugere-se que sejam alocadas 6 bombonas para resíduos de Classe A e 3 bombonas para resíduos de Classe B.	Usuário			X

PLANO DE GERENCIAMENTO DE RCC DO LABORATÓRIO DE ENSAIO DE MATERIAIS (ENC/FT/UnB)			RESPONSÁVEIS	CRONOGRAMA		
ITEM	OBJETIVO	AÇÃO		1º/2019	2º/2019	1º/2020
Implementação do plano de gerenciamento de RCC	Transporte interno	Os resíduos podem ser transportados internamente por meio de um carrinho de mão. Outra alternativa é o transporte de bombonas através de carrinhos. Neste caso capacidade de enchimento das bombonas deve ser limitada, a fim de que o usuário ou técnico não tenha dificuldades para a realização desta etapa.	Usuário e técnico			X
	Acondicionamento final	Os resíduos endurecidos de Classe A devem ser acondicionados finalmente em caçamba estacionária na parte externa do prédio SG-12.	Usuário e técnico			X
	Aproveitamento	Os resíduos frescos devem ser aproveitados na fabricação de peças pré-moldadas, por exemplo, placas para calçadas. Após a realização dos ensaios, os resíduos remanescentes devem ser despejados em formas e, posteriormente, alocados para a secagem.	Usuário e técnico			X
	Transporte externo	Realização do transporte externo de RCC de Classe A por meio de caminhão poliguindaste e de Classe B por meio de caminhão basculante. O transporte externo das peças pré-moldadas na etapa de aproveitamento devem ser de responsabilidade da Prefeitura da Universidade de Brasília.	Empresa contratada (para os resíduos) e Prefeitura da UnB (para peças pré-moldadas)			X
	Destinação final	Encaminhamento dos resíduos para usinas de reciclagem, prioritariamente. Resíduos de Classe B (plásticos e papéis) devem ser encaminhados para cooperativas de reciclagem. As peças pré-moldadas devem ser utilizadas na manutenção de calçadas da própria instituição, por exemplo.	Empresa contratada e LEM (para resíduos) e Prefeitura da UnB (para peças pré-moldadas)			X
Monitoramento do plano	Monitorar o funcionamento do plano	Realização do checklist e relatório de monitoramento e divulgação dos resultados.	LEM			X

7 – CONCLUSÕES

Neste trabalho procedeu-se à construção de proposta de gestão de resíduos da construção civil para o Departamento de Engenharia Civil e Ambiental - ENC da Universidade de Brasília em consonância com o Plano de Logística Sustentável lançado pela instituição federal em 2018.

Em relação aos objetivos propostos neste trabalho, é possível afirmar que estes foram atingidos com sucesso. Por meio da metodologia aplicada, identificou-se que o ENC possui três pontos geradores de RCC, sendo eles o Laboratório de Estruturas – LABEST, Laboratório de Geotecnia e Laboratório de Ensaio de Materiais - LEM.

As visitas técnicas evidenciaram que o LABEST gera resíduos frescos (concreto fresco remanescente da montagem dos ensaios) e endurecidos (resíduos de pequenas dimensões de Classe A e peças de concreto de grandes dimensões já ensaiadas). O Laboratório de Geotecnia gera resíduos de Classe A, principalmente solos e agregados; enquanto o LEM descarta resíduos de blocos cerâmicos e de concreto, agregados, concreto fresco e argamassa. Os três laboratórios geram resíduos de Classe B, como plástico e papel.

Outro objetivo alcançado neste trabalho foi a realização do diagnóstico do fluxo de resíduos em cada laboratório estudado. No LABEST, identificou-se que após o término da montagem dos ensaios os resíduos frescos são despejados no chão e lavados. Os resíduos endurecidos de grandes e pequenas dimensões são acondicionados na parte interna do laboratório sem triagem e sinalização até formarem volume suficiente para o transporte externo que é contratado pelo laboratório. Os resíduos são encaminhados para o aterro controlado do Jóquei ou para ATTR.

Os RCC gerados pelo Laboratório de Geotecnia e LEM não passam por triagem logo após a geração e são acondicionados inicialmente em carrinhos de mão ou caixas de metal (para resíduos frescos no LEM), de onde são transportados para uma baia de concreto alocada na parte externa do prédio SG-12. O transporte externo até o aterro controlado do Jóquei é realizado por uma empresa contratada pela Prefeitura da UnB.

A partir do entendimento do fluxo de resíduos foi possível a criação de plano de gerenciamento de RCC para cada laboratório com base na Resolução CONAMA 307/2002. Procurou-se adequar as propostas de gerenciamento de resíduos às dinâmicas de funcionamento já existentes em cada local.

Anterior à implementação dos planos, foram propostas as etapas de planejamento das etapas e mobilização dos usuários. No caso do LABEST e LEM, o plano englobou a proposta de fabricação de peças pré-moldadas, como meios-fios e placas de calçadas, a

partir da geração dos resíduos frescos. No Laboratório de Geotecnia, foi proposto que os solos utilizados para os ensaios fossem aproveitados pela Prefeitura da UnB para manutenção dos jardins da instituição, por exemplo.

Em relação ao gerenciamento de resíduos não passíveis de aproveitamento nos próprios laboratórios, planejou-se a triagem, o acondicionamento interno em áreas sinalizadas logo após a geração, o transporte interno e externo e a destinação final priorizando a reciclagem dos resíduos. O monitoramento dos PGRCC foi elaborado a partir da construção de *checklists* e relatórios de acompanhamento da gestão de resíduos, constituindo-se como etapa fundamental para a garantia da eficiência da gestão proposta. Foram elaborados também fluxogramas das etapas dos planos de gerenciamento de RCC e propostas de cronogramas para a sua implementação em cada laboratório estudado.

Por fim, é importante ressaltar que são danosos os impactos ambientais causados pela gestão inadequada de resíduos da construção civil. Por conta disso, tornam-se imprescindíveis o planejamento, mobilização, implantação e monitoramento de planos de gerenciamento de RCC que contemplem as melhores práticas para mitigação dos seus impactos ambientais. Espera-se, portanto, que o domínio do conhecimento científico e o desenvolvimento das técnicas apresentadas neste trabalho possam reestruturar no sentido da gestão ambiental a gestão dos resíduos da construção civil do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília.

8 – SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se que, em trabalhos futuros acerca do tema abordado, sejam realizados estudos sobre os seguintes tópicos:

- Avaliação da geração de resíduos da construção civil durante o período letivo (levantamento das massas e volumes gerados e avaliação da sua composição);
- Criação de diretrizes para a redução da geração de resíduos da construção civil produzidos pelos laboratórios do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental;
- Ampliação das possibilidades de aproveitamento de resíduos da construção civil dos laboratórios do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental no *campus* universitário Darcy Ribeiro da UnB.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agopyan, V.; John, V. M. (2011). *O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil*. Ed. Blucher. v. 5. São Paulo – SP. 20p.
- Almeida, R.R.P. de; Silva, M.A. da; Chaves, A.D.C.G.; Formiga, W.A.; Medeiros, A.P. de; Crispim, D.L.; Cajá, D.F.; Paiva, A.C.C. de; Silva, F. T. da. (2015). “Identificação e análise dos impactos ambientais gerados na indústria da construção civil”. *Informativo Técnico do Semiárido*, **9**(1), 39-46.
- Andrade, A.A.; Souza, A.F.M. de; Souza, J.M.T. de; Silva, K.N.M. da; Celestino, J.E.M. (2013). “Plano de gerenciamento de resíduos da construção civil: um estudo de caso na obra do prédio dos laboratórios dos cursos de engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte”. *Anais do XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Vol. 1, 1-25, Salvador, Brasil.
- Andrade, J.A.S. de. (2017). *Avaliação e Acompanhamento no Nível Global da Implementação da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto, Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade Socioeconômica Ambiental, Ouro Preto, MG, 106p.
- Araújo, J.K.T. de; Xavier, M.A.P.; Silva Sobrinho Júnior, Antônio da; Rocha, Rochanna A. S. da; Carvalho, V.I.M. de; Rodrigues, R.M. (2016). “Avaliação de práticas sustentáveis nas construtoras brasileiras: uma revisão da literatura”. *Revista Interscientia*, **4**(1), 46-52.
- Arruda, M.C. (2015). *A Gestão de Resíduos Sólidos da Construção Civil no Distrito Federal*. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Planaltina, Universidade de Brasília, Planaltina, DF, 56 p.
- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE. (2017). *Panorama de resíduos sólidos no Brasil 2016*. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2018.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. (2004). NBR 10004:2004. *Resíduos sólidos - Classificação*. Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=936>>. Acesso em: 03 jun. 2018. 19p.

- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. (2015). NBR ISO 14.001:2015. *Sistema de gestão ambiental: requisitos com orientações para uso*. Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=345116#>>. Acesso em: 31 mai. 2018. 47p.
- Beltrão, L.M.P. (2014). *Resíduos Sólidos da Construção Civil: planos para sua redução, reutilização e reciclagem no Distrito Federal*. Monografia de Projeto Final, Publicação G.PF-002/14, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 131p.
- Blumenschein, R.N. (2004). *A Sustentabilidade na Cadeia Produtiva da Indústria da Construção*. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Brasília, DF, 88p.
- Brasil. (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado Federal.
- Brasil. (2010). *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília – DF, 2 ago. 2010.
- Brasil. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. (2018). *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2016*. Brasília – DF, 2018. 188p.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. (2002). *Resolução 307, de 05 de julho de 2002*. 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. (2012). *Resolução 448, de 18 de janeiro de 2002*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília. DF, nº 14, 19 de janeiro de 2012, Seção 1, p. 76.
- Brasil. Universidade de Brasília. (2018). *Plano de Logística Sustentável da Universidade de Brasília (PLS 2018/2021)*. Comissão de Elaboração do Plano de Gestão de Logística Sustentável (PLS) da UnB. 57p.
- Brum, F.M. (2013). *Implantação de um Programa de Gestão de Resíduos da Construção Civil em Canteiro de Obra Pública: o Caso da UFJF*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Juiz de Fora, Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído, Juiz de Fora, MG, 107p.
- Carneiro, A.P.; Cassa, J.C.S.; Brum, I.A.S. (2001). *Reciclagem de Entulho para a Produção de Materiais de Construção*. Projeto Entulho Bom. EDUFBA. Salvador –

- BA. 312p.
- Cruvinel, P.B. (2016). *Análise da Gestão de Resíduos da Construção e Demolição no Distrito Federal com Proposição de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília, DF, 121p.
- Distrito Federal. (2011). *Lei nº 4.704, de 20 de Dezembro de 2011*. Dispõe sobre a gestão integrada de resíduos da construção civil e de resíduos volumosos, e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial do Distrito Federal. Brasília – DF, 21 dez. 2011.
- Distrito Federal (2013). *Resíduos de Construção Civil no Distrito Federal: Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Volumosos*. Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal e I&T Informações E Técnicas. Brasília, DF. 35p.
- Distrito Federal (2018). *Serviço De Limpeza Urbana - SLU. Relatório dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos do Distrito Federal 2017*. Brasília - DF. 101p.
- Fernandez, J.A.B. (2012). *Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil*. Relatório de Pesquisa. Brasília – DF. 42p.
- Fraga, M.F. (2006). *Panorama da Geração de Resíduos da Construção Civil em Belo Horizonte: Medidas de Minimização com Base em Projeto e Planejamento de Obras*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Belo Horizonte, MG, 75p.
- Gouveia, N. (2012). “Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social”. *Ciência & saúde coletiva*, **17**(6), 1503-1510.
- Hansen, S. (2008). *Gestão socioambiental: Meio Ambiente na Construção Civil*. SENAI/SC. Florianópolis – SC. 45p.
- Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística - IBGE. (2010). *Sinopse do censo demográfico 2010: População do Brasil*. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=8>>. Acesso em: 7 mai. 2018.
- Karpinsk, L.A.; Michel, P.D.L.; Maculan, L.S.; Guimarães, J.; Saúgo, A. (2008). “Proposta de gestão de resíduos da construção civil para o município de Passo Fundo – RS”. *Anais do XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP*. Vol. 1,

Rio de Janeiro – RJ, Brasil.

- Lima, R.S.; Lima, R.R.R. (2009). *Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil*. CREA – PR. Paraná. 58p.
- Lordêlo, P.M. (2007). “Gestão de resíduos na construção civil: redução, reutilização e reciclagem”. SENAI. Salvador, Bahia. 80p.
- Lordêlo, P.M.; Evangelista, P.P.A.; Ferraz, T.G.A. (2006). “Programa de gestão de resíduos em canteiros de obras: método, implantação e resultados”. *Anais do IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis*, Vol. 1, 1037-1046, Campo Grande, Brasil.
- Maia, A.L.; Machado, F.M.; Freitas, F.A.M. de; Silva, L.M.C. da; Santos, R.R.D.; Ferreira, R.H. (2009). *Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil – PGIRCC*. Fundação Estadual do Meio Ambiente: Fundação Israel Pinheiro. Belo Horizonte - MG. 44p.
- Marques Neto, J. da C. (2005). *Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição no Brasil*. Rima. São Carlos – SP. 162 p.
- Martins, F.G. (2012). *Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil em Obras de Grande Porte – Estudos de Caso*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, SP, 188p.
- Mendes, T.A.; Rezende, L.R.; Oliveira, J.C.; Guimarães, R.C.; Carvalho, J. C. de; Veiga, R. (2004). “Parâmetros de uma pista experimental executada com entulho reciclado”. *Anais da 35ª Reunião Anual de Pavimentação*, Vol. 19, Rio de Janeiro – RJ, Brasil.
- Morais, H.M. do C. (2010). *Diagnóstico dos Resíduos da Construção Civil Coletados por Empresas Privadas de Goiânia*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil, Goiânia, GO, 60p.
- Moreira, E.H.; Cunha, N.B.J. (Coord.). (2008). *Alternativas para a Destinação de Resíduos da Construção Civil*. 2ª ed. SINDUSCON – MG. Belo Horizonte - MG. 84p.
- Organização das Nações Unidas – ONU. (1992). Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento. *Agenda 21*. Disponível em:
<<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf>>. Rio de Janeiro – RJ.
Acesso em: 15 mai. 2018.
- Organização das Nações Unidas – ONU. (2015). *Transformando nosso mundo: A Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável*. Disponível em:
< <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

- Pinto, T. de P. (1999). *Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção urbana*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, SP, 189p.
- Pinto, T. de P. (Coord.). (2005). *Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil: a experiência do SindusCon - SP*. Obra Lima. São Paulo – SP. 48p.
- Pinto, T. de P., Gonzáles, J.L.R. (Coord.). (2005a). *Guia Profissional para uma Gestão Correta dos Resíduos da Construção*. Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado de São Paulo. v. 1. São Paulo – SP. 47p.
- Pinto, T. de P., Gonzáles, J.L.R. (Coord.). (2005b). *Manejo e Gestão dos Resíduos da Construção Civil*. Vol. 1. Manual de Orientação: como implementar um sistema de manejo e gestão nos municípios. Brasília - DF. 194p.
- Piovezan Júnior, G.T.A. (2007). *Avaliação dos Resíduos da Construção Civil (RCC) Gerados no Município de Santa Maria*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Santa Maria, RS, 76p.
- Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil. Universidade de Brasília. Disponível em: <<http://www.pecc.unb.br>>. Acesso em: 20 jun. 2018.
- Pós-graduação em Geotecnia. Universidade de Brasília. Disponível em: <<http://www.geotecnia.unb.br/>>. Acesso em: 20 jun. 2018.
- Rocha, E.G. de A. (2006). *Os Resíduos Sólidos de Construção e Demolição: Gerenciamento, Quantificação e Caracterização. Um Estudo de Caso no Distrito Federal*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília, DF, 155p.
- Ros, D.C., Mazoni, P. (2006). *Porquê e Como elaborar o Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil*. 1ª edição. Rbucar. Brasília-DF. 54p.
- Santos, J.V. dos. (2009). *A Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos: um Desafio*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Faculdade de Direito do Largo São Francisco, São Paulo, SP, 271p.
- Santos, R.F. dos. (2004). *Planejamento ambiental: teoria e prática*. Oficina de Textos, São Paulo - SP. 184p.
- São Paulo (Estado). (2010). Secretaria da Educação. Fundação para o Desenvolvimento da Educação. *Manual para Gestão de Resíduos em Construções Escolares*. São Paulo – SP. 40 p.
- Scalone, P.A. (2013). *Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil: Estudo de Caso*

em Empreendimentos Comercial e Residencial em Londrina/PR. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Coordenação de Engenharia Ambiental, Londrina, PR, 103p.

Silva, A.F.F. da. (2007). *Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de acordo com a Resolução Conama nº. 307/02 - Estudo de Caso para um Conjunto de Obras de Pequeno Porte*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, MG, 102p.


Silva, O.H. da, Umada, M.K., Polastri, P., Angelis Neto, G. de, Angelis, B.L.D. de, Miotto, J.L. (2015). “Etapas do Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil”. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, **19**(1), 39-48.

Souza, U.E.L., Paliari, J.C., Agopyan, V., Andrade, A.C. de. (2004). “Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva”. *Ambiente Construído*, **4**(4), 33-46.


Teodoro, S.H., Cordeiro, P.M.F., Beke, Z. (2004). “Gestão ambiental: uma prática para mediar conflitos socioambientais”. *Anais do Encontro da Associação Nacional de Pós Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade*, Vol. 1, 1-17, São Paulo, Brasil.

Tozzi, R.F. (2006). *Estudo da Influência do Gerenciamento na Geração dos Resíduos da Construção Civil (RCC) – Estudo de Caso de Duas Obras em Curitiba/PR*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Setor de Tecnologia, Curitiba, PR, 99p.

APÊNDICE A – MODELO DE CHECKLIST DE MONITORAMENTO DA GESTÃO DE RCC PARA O ENC/FT/UNB

 Checklist de Monitoramento da Gestão de RCC para o ENC/FT/UnB														
Responsável:					Principais problemas enfrentados (marcar com um "X")									
Data:	Nota de 1 a 5				Sem acesso	Não sinalizado	Varição insuficiente	Resíduos espalhados	Utilização inadequada	Transporte inadequado	Mistura com outros RCC	Lotado	Preseça de res. orgânicos	Outro
Espaço gerador de RCC	Limpeza	Segregação na fonte	Aproveitamento	Acondicionamento										
Legenda: 5 - Ótimo; 4 - Bom; 3 - Regular; 2 - Fraco; 1 - Péssimo; 0 - Sem acesso.														
Observações:														

APÊNDICE B – MODELO DE RELATÓRIO DE MONITORAMENTO DA GESTÃO DE RCC PARA O ENC/FT/UNB

		Relatório de Monitoramento da Gestão de RCC para o ENC/FT/UnB				
Nome do laboratório (ENC/FT/UnB)		Semestre avaliado				
Responsável		Data				
AVALIAÇÃO GERAL						
Itens	Conformidade com o plano	Observações				
Sinalização	<input type="checkbox"/> Conforme					
	<input type="checkbox"/> Não conforme					
Segregação na fonte	<input type="checkbox"/> Conforme					
	<input type="checkbox"/> Não conforme					
Acondicionamento interno e externo	<input type="checkbox"/> Conforme					
	<input type="checkbox"/> Não conforme					
Aproveitamento de resíduos	<input type="checkbox"/> Conforme					
	<input type="checkbox"/> Não conforme					
Transporte interno e externo	<input type="checkbox"/> Conforme					
	<input type="checkbox"/> Não conforme					
Limpeza e organização geral	<input type="checkbox"/> Conforme					
	<input type="checkbox"/> Não conforme					
Outro. Qual?	<input type="checkbox"/> Conforme					
	<input type="checkbox"/> Não conforme					
Destinação compromissada dos resíduos (quando houver)						
Destino Final					Data da retirada	
Média das pontuações obtidas no Checklist						
Item avaliado	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Média final	Observações
Limpeza						
Segregação na fonte						
Aproveitamento						
Acondicionamento						
Legenda: 5 - Ótimo; 4 - Bom; 3 - Regular; 2 - Fraco; 1 - Péssimo; 0 - Sem acesso.						