SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL

SEDAM

PERS

PLANO ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO ESTADO DE RONDÔNIA

RELATÓRIO FINAL

Produto 4: Elaboração das diretrizes e estratégias para a implementação do PERS/RO e Documentos Consolidado.

Subproduto 4.2 : Proposição de normas e diretrizes para a disposição final ambientalmente adequada de rejeitos.

RONDÔNIA Governo do Estado | Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental | RONDÔNIA Governo do Estado | CAIXA | FLORAM ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE

REALIZAÇÃO

RONDÔNIA
Governo do Estado

Ministério do
Meio Ambiente

GOVERNO FEDERAL
BRASIL

EXECUÇÃO

FLORAM
ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE

Primeira versão: fevereiro 2019
Versão final aprovada: junho 2020

EUNÁPOLIS – BA
JUNHO/2020

PLANO ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE RONDÔNIA

PERS/RO

GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA

Marcos José Rocha dos Santos

Governador do Estado de Rondônia

Jose Atílio Salazar Martins

Vice Governador do Estado de Rondônia

RELATÓRIO FINAL DE ETAPA

PRODUTO 4

Elaboração das diretrizes e estratégias para a implementação do PERS/RO e Documento Consolidado.

SUBPRODUTO 4.2

Proposição de normas e diretrizes para a disposição final ambientalmente adequada de rejeitos

EXECUÇÃO

Floram Engenharia e Meio Ambiente Ltda.

Contrato nº 488/PGE-2018

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL DE RONDÔNIA

SEDAM/RO

Marcílio Leite Lopes
Secretário de Estado do Desenvolvimento Ambiental

Edgard Menezes Cardoso
Secretário de Estado Adjunto do Desenvolvimento Ambiental

Daniely da Cunha Oliveira Sant'Anna
Coordenadora de Recursos Hídricos – COREH

GESTORES DO PLANO ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS – PERS/RO

Portaria nº 353/2019/SEDAM-GAB

Fiscais do Contrato

Paulo Sérgio Mendes dos Santos Júnior – Me. Geólogo (Titular)

Diego Enrique Gonçalves Monteiro – Esp. Engenheiro Florestal (Substituto)

Comissão de Acompanhamento e Fiscalização do PERS/RO

Daniely da Cunha Oliveira Sant'Anna – Esp. Bióloga / Presidente

Ana Carolina Pintar – Engenheira Ambiental / Membro

Fabrício Francisco de Araújo – Engenheiro Sanitarista / Membro

Janeide Paiva dos Santos – Me. Bióloga / Membro

João Paulo Papaleo Costa Moreira – Esp. Engenheiro Ambiental / Membro

José Trajano dos Santos – Esp. Geólogo / Membro

Maiara Oliveira Castro – Gestora Ambiental / Membro

Miguel Penha – Me. Engenheiro Agrônomo / Membro

Equipe de Recebimento de Serviços

Anderson Criston Nascimento Alves – Esp. Geógrafo

Silvia Regina de Oliveira – Geógrafa

Comitê Diretor do Plano Estadual de Resíduos Sólidos

Decreto Estadual nº 23.322/2018

Elias Rezende de Oliveira
SEDAM/RO – Presidente

Naraiel Pereira Ferrari
SEPOG/RO – Membro Titular

Denise de Oliveira Chaves
SEPOG/RO – Membro Titular

Paulo Renato Haddad
SEAGRI/RO – Membro Titular

Rosiane Maciel Batista Ximenes
AGEVISA/RO – Membro Titular

José Maria Campos Prestes
AGEVISA/RO – Membro Suplente

Tauane Singara Moreira de Amorim
SESAU/RO – Membro Titular

Reginalda Maia de Sá
SESAU/RO – Membro Suplente

Roger André Fernandes
AROM – Membro Titular

Ivonete Rodrigues Caja
AROM – Membro Suplente

Ricardo Alexandre Mendonça de Melo
IBAMA – Membro Titular

Francisca Mariana Maciel Santos
IBAMA – Membro Suplente

Arnaldo Teixeira
FUNASA – Membro Titular

Nildo Milhomem Lacerda
FUNASA – Membro Suplente

Amílcar Adamy
CPRM – Membro Titular

Katarina Rempel
CPRM – Membro Suplente

Luana de Oliveira e Silva
CIMCERO/RO – Membro Titular

Comitê Diretor do Plano Estadual de Resíduos Sólidos

Decreto Estadual nº 23.322/2018

William Luiz Pereira
Consórcio CISAN Central – Membro Titular

Colaboradores SEDAM

Arquimedes Ernesto longo – Engenheiro Agrícola

Cleiton Silva de Amorim – Administrador

Douglas Silvério Gomes – Esp. Engenheiro Ambiental

Eliane Rocha Monteiro - Administradora

Ester dos Santos Dourado Silva – Gestora Ambiental

Guilherme Jordão Cardoso – Esp. Engenheiro Civil

Jussara Rojas e Silva Aizzo – Me.Bióloga

Ricardo Furlan – Esp. Engenheiro Ambiental

Valdir Hamartiuk – Esp. Engenheiro Agrícola

Colaboradores Externos

Cibelle Mendes Cabral – AGEVISA/RO

Paulo Sérgio Souza Marques – ANVISA

Raimundo Jonas de Sá – ANVISA

Danila Colucci Valeck – AROM

Euzilene do Nascimento Pereira – CES/RO

Glauco Rodrigo Kozerski – Consórcio CISAN CENTRAL/RO

Luiz Antônio da Costa Pereira – CPRM

Claudite Maria Ferreira Ribas – IBAMA

Émerson Luiz Nunes Aguiar – IBAMA

João Alberto Ribeiro – IBAMA

Reneide M. da Silva – IBAMA

José de Jesus Bezerra – SEAGRI/RO

Roberto Cláudio Santiago – SEAGRI/RO

Jorge Luís Rodrigues das Neves – SEAS/RO

Sandra Leite Coura – SEAS/RO

Colaboradores Externos

Arlindo Sérgio Cardoso – SEPOG/RO

Hermenegildo Henrique Soares – SEPOG/RO

Rosalina Sousa Oliveira Moreira – SEPOG/RO

Beatriz Perboni – SUEST/RO

Célia de Lima Gomes Pordeus – SUEST/RO

Vitor Matheus Francischini – SEPOG/RO

Marli Lustosa Nogueira – Ex Servidora da SEDAM/RO

Robison Borges da Silva – Ex Servidor da SEDAM/RO

Tathyana Rodrigues Leal Rocha – Ex Servidora da SEDAM/RO

FLORAM ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE

Rua 23 de Maio, 140 – Centro

Eunápolis/BA - CEP: 45.820-075

Tel.: (73) 3281-3190

www.floram.com.br

REPRESENTANTE LEGAL

Paulo Tarcísio Cassa Louzada

Engenheiro Agrônomo

Mestre em Solos

MBA Internacional em Gestão Ambiental

paulo@floram.com.br

EQUIPE CHAVE

Eng. Civil, Dr. Cícero Antunes Catapreta

Coordenador Geral

Biol., Me. Augusto Luciani Carvalho Braga

Coordenador Executivo

Biol., Dr. Bruno Senna Corrêa

Especialista em Resíduos Sólidos – Meio Ambiente

Eng. Civil, Dr. Eduardo Lucena Cavalcante de Amorim

Especialista em Resíduos Sólidos – Engenharia Sanitária

Sociol. Dr., Aldemir Inácio Azevedo

Especialista em Resíduos Sólidos – Socioeconomia

EQUIPE DE APOIO

Eng. Ambiental, Sanitarista, Esp. Marconi Vieira da Silva

Eng. Ambiental, Esp. Pedro Alves Duarte

Economista Adelmo Mota

Biol. Esp. Andreia Lucas da Silva

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 13

1 PROPOSIÇÃO DE NORMAS E DIRETRIZES PARA A DISPOSIÇÃO FINAL AMBIENTALMENTE ADEQUADA DE REJEITOS 14

1.1 Dispositivos legais e normativos 14

1.2 Definições 18

1.3 Considerações gerais sobre rejeitos e unidades de disposição final 21

2 NORMAS E DIRETRIZES PARA O MANEJO DIFERENCIADO, INTEGRADO, REGULADO EM INSTALAÇÕES NORMATIZADAS DE DISPOSIÇÃO FINAL DE REJEITOS 21

2.1 Resíduos Sólidos Urbanos – Aterros Sanitários 21

2.1.1 Projetos dos aterros sanitários 21

2.1.2 Resíduos Sólidos Urbanos – Aterros Sanitários de Pequeno Porte (ASPP) 31

2.1.3 Resíduos de Construção Civil – Aterro de Resíduos de Construção Civil (ARCC) 32

2.1.4 Resíduos dos Serviços de Saúde (RSS) 34

2.1.5 Resíduos Industriais 38

2.1.6 Resíduos de Transporte 40

2.1.7 Resíduos de Mineração (RMI) 42

2.1.8 Resíduos Agrossilvopastoris 43

2.1.9 Resíduos de Serviços de Saneamento 44

3 DIRETRIZES E MEIOS PARA A CRIAÇÃO DE FUNDO ESTADUAL E MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS 48

3.1 Do Fundo Estadual de Resíduos Sólidos 48

3.1.1 Objetivo 48

3.1.2 Diretrizes e meios de criação 49

3.1.3 Recursos que poderão constituir o Fundo 49

3.1.4 Da administração do Fundo 49

3.2 Dos Fundos Municipais 50

4 DIRETRIZES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE LOGÍSTICA REVERSA 50

4.1 Objetivos da Logística Reversa 51

4.2 Abrangência 51

4.3 Responsabilidades 51

4.4 Diretrizes Normativas 52

4.4.1 Embalagens de Agrotóxicos e fertilizantes 54

4.4.2 Pilhas e baterias 55

4.4.3 Pneus 55

4.5 Descrição do fluxo de resíduos, operacionalização e ciclo de vida de um resíduo do Sistema de Logística Reversa 55

4.5.1 Fluxo de resíduos 55

4.5.2 Operacionalização e ciclo de vida 56

4.6 Diretrizes gerais para a implantação do sistema de Logística Reversa 56

4.6.1 Critérios de seleção de locais para implantação de unidades recebedoras de resíduos da LR 57
4.6.2 Metas e Cronogramas de Implementação dos Sistemas de Logística Reversa 58
4.6.3 Formas de Financiamento 58
4.6.4 Acompanhamento da Implementação e Divulgação dos Sistemas de Logística Reversa .. 59
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Gestão ideal de resíduos sólidos preconizada pela PNRS. 21
Figura 2.1 - Descarga dos resíduos próxima à frente de serviço. 26
Figura 2.2 - Espalhamento inicial dos resíduos em rampa 3:1. 26
Figura 2.3 - Espalhamento para posterior compactação dos resíduos em rampa 3:1. 27
Figura 2.4. – Cobertura diária dos resíduos compactados. 27
Figura 2.5 - Resíduos não perigosos se misturados aos resíduos perigosos, todo o total passa a ser considerados perigoso. 36
Figura 2.6 – Gerenciamento das embalagens de agrotóxicos e fertilizantes. 44

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Exemplo de planilha de controle de acesso de veículos no aterro sanitário. 26
Quadro 3.2 - Critérios para a dispensa do sistema de drenagem de gases do aterro sanitário de pequeno porte. 31
Quadro 3.3 - Critérios para a dispensa de impermeabilização complementar na base do aterro sanitário de pequeno porte. 31
Quadro 3.4 – Concentração máxima de elementos inorgânicos permitida no lodo de esgoto para uso agrícola. 46
Quadro 3.5 **–** Concentração máxima permitida no lodo de esgoto para uso agrícola. 46

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ARCC – Aterro de Resíduos de Construção Civil

ARIP – Aterro de Resíduos Industriais Perigosos

AS – Aterro Sanitário

ASA – Área de Segurança Aeroportuária

ASPP – Aterro Sanitário de Pequeno Porte

ATT – Área de Triagem e Transbordo de Resíduos de Construção Civil

CDL – Câmara dos Dirigentes Lojistas

CIMCERO – Consórcio Intermunicipal da Região Centro Leste do Estado de Rondônia

CISAN CENTRAL – Consórcio de Saneamento Básico da Região Central de Rondônia

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

CORI - Comitê Orientador para Implementação de Sistemas de Logística Reversa

ET – Estação de Transbordo

ETA – Estação de Tratamento de Água

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPEV – Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

GAP – Grupo de Acompanhamento de Performance

LR – Logística Reversa

SLR – Sistemas de Logística Reversa

MMA – Ministério do Meio Ambiente

ONG – Organização Não Governamental

PERS – Plano Estadual de Resíduos Sólidos

PEV – Ponto de Entrega Voluntária

PGRS – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

PGRSS – Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde

PIGIRS – Planos Intermunicipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PNSB – Plano Nacional de Saneamento Básico

PNUD – Programa das Nações Unidas

PPP – Parceiras Público-Privadas

RAG – Resíduos Agrosilvospastoris

RC – Responsabilidade Compartilhada

RCC – Resíduos de Construção Civil

RCPS – Resíduos de Estabelecimentos Comerciais e Prestadores de Serviços

RMI – Resíduos de Mineração

RO - Rondônia

RSAN – Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico

RSI – Resíduos Sólidos Industriais

RSS – Resíduo dos Serviços de Saúde

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

RST – Resíduos dos Serviços de Transporte

SEDAM – Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável

SNVS – Sistema Nacional de Vigilância Sanitária

SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente

SINIR – Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos

SUASA - Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária

APRESENTAÇÃO

A Floram Engenharia e Meio Ambiente foi contratada pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM) - por meio do Contrato 488/PGE - 2018, em conformidade ao resultado da Concorrência Pública Nº 050/2016/CEL/SUPEL/RO – tendo como objeto a "Contratação de Empresa Especializada para elaborar os estudos técnicos e documento consolidado do Plano Estadual de Resíduos Sólidos – PERS para o Estado de Rondônia (Produtos 3, 4, 5 e 6 deste PROJETO BÁSICO), nos termos previstos nos artigos 16 e 17 da Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 e seu Decreto Regulamentador nº 7.704 de 23 de dezembro de 2010".

O presente Relatório Parcial, se refere ao Subproduto 4.2 – "Proposição de normas e diretrizes para a disposição final ambientalmente adequada de rejeitos", que, por sua vez, integra o PRODUTO 4 – Diretrizes e estratégias para a implementação do PERS/RO e documento consolidado.

Este subproduto abrange as proposições de normas para a disposição final ambientalmente adequada de rejeitos no estado de Rondônia, sendo estes caracterizados como aqueles resíduos sólidos que não são mais passíveis de reutilização, reaproveitamento, reciclagem ou recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentando outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.

Aqui são apresentados os critérios normativos e diretrizes que deverão ser observados para promover e orientar as ações de destinação de rejeitos no estado de Rondônia, em consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei 12.305/2010, de forma a garantir a gestão integrada e a eficácia na gestão dos resíduos sólidos em todos os 52 municípios rondonienses, com consequente promoção da inclusão social de catadores, salubridade social e ambiental.

O presente documento, assim como todo o conteúdo do Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de Rondônia – PERS/RO, deverá ser revisado e atualizado a cada 4 anos. Trata-se de um estudo que é sujeito a constantes alterações mediante consequências de natureza política, econômica e também estrutural.

1 PROPOSIÇÃO DE NORMAS E DIRETRIZES PARA A DISPOSIÇÃO FINAL AMBIENTALMENTE ADEQUADA DE REJEITOS

1.1 Dispositivos legais e normativos

A implantação de toda e qualquer obra/projeto para o recebimento de resíduos sólidos, independentemente de sua tipologia, deve, obrigatoriamente, observar os preceitos e diretrizes estabelecidos em leis e normas já existentes sobre o tema.

Sem a pretensão de esgotar a matéria e salvo pela possível atualização ou edição de diretrizes legais e normativas relacionadas à gestão dos Resíduos Sólidos, citam-se as leis, os decretos, as resoluções e as normas de âmbito nacional e estadual, quando existentes:

a) LEIS FEDERAIS

- Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989 - Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.
- Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 - Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, nº 8.666, de 21 de junho de 1993 e nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.
- 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.

b) LEIS ESTADUAIS

- Lei nº 506 de 03/08/1993 - Dispõe sobre a coleta seletiva de lixo e dá outras providências.
- Lei nº 592 de 05/10/1994 - Dispõe sobre os resíduos sólidos provenientes de serviços de saúde e dá outras providências.
- Lei nº 1.101 de 06/08/2002 - Dispõe sobre a coleta, o recolhimento e o destino final, de pilhas, baterias e lâmpadas e dá outras providências.
- Lei nº 1.145 de 12/12/2002 - Institui a Política, cria o sistema de gerenciamento de resíduos sólidos do estado de Rondônia e dá outras providências.
- Lei nº 1.220 de 22/09/2003 - Dispõe sobre a Política Estadual de Reciclagem de Materiais e dá outras providências.

c) DECRETOS FEDERAIS

- Decreto n° 875, de 19 de julho de 1993 - Promulga o texto da Convenção sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito.
- Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002 - Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.

- Decreto nº 5.940, de 25 de outubro de 2006 - Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências.

- Decreto n° 7.404, de 23 de dezembro de 2010 - Regulamenta a Lei n° 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências.

- Decreto nº 7.405, de 23 de dezembro de 2010 - Institui o Programa Pró-Catador, denomina Comitê Interministerial para Inclusão Social e Econômica dos Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis o Comitê Interministerial da Inclusão Social de Catadores de Lixo criado pelo Decreto de 11 de setembro de 2003, dispõe sobre sua organização e funcionamento, e dá outras providências.

d) RESOLUÇÕES

- Resolução CONAMA nº 5, de 05 de agosto de 1993 - Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.

- Resolução CONAMA nº 6, de 19 de setembro de 1991 - Dispõe sobre o tratamento de resíduos sólidos provenientes de estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos.

- Resolução CONAMA N° 264 de 26 de agosto de 1999 - Trata de co-processamento de resíduos em fornos de *clinquer* para fabricação de cimento.

- Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001. - Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.

- Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002 - Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

- Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002 - Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.

- Resolução CONAMA nº 316, de 29 de outubro de 2002 - Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos. Foi alterada pela Resolução 386/06.

- Resolução CONAMA nº 348 de 16 de agosto de 2004 - altera a Resolução CONAMA n. 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.

- Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005 - "Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.". Alterada pelas Resoluções nº 370, de 2006, nº 397, de 2008, nº 410, de 2009, e nº 430, de 2011. Complementada pela Resolução nº 393, de 2009.

- Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005 - Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.

- Resolução CONAMA nº 362, de 23 de junho de 2005 - Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. *Revoga a Resolução nº 09, de 1993. Alterada pela Resolução nº 450, de 2012*.

- Resolução CONAMA n° 375 de 29 de agosto de 2006 - Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências.
- RESOLUÇÃO CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008 – "Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências".
- Resolução CONAMA nº 401 de 4 de novembro de 2008 - Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências.
- Resolução CONAMA nº 404, de 11 de novembro de 2008 - Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos.
- Resolução CONAMA nº 420 de 28 de dezembro de 2009 - Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.
- Resolução CONAMA nº 431 de 24 de maio de 2011 - Altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso.
- Resolução CONAMA nº 448 de 19 de janeiro de 2012 - Altera os artigos 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nas definições de: Aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros, área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, gerenciamento de resíduos sólidos, gestão integrada de resíduos sólidos.
- Resolução CONAMA nº 450 de 23 de junho de 2012 - Altera a Resolução CONAMA nº 362/05 art. 24 – A Resolução nº 362, de 23 de junho de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA, que dispõe sobre recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado.
- Resolução CONAMA nº 452 de 02 de julho de 2012 - "Dispõe sobre os procedimentos de controle da importação de resíduos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basiléia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito." Revoga as Resoluções nº 08/1991, nº 23/1996, nº 235/1998 e n° 244/1998.
- Resolução CONAMA nº 465 de 05 de dezembro de 2014 - Dispõe sobre os requisitos e critérios técnicos mínimos necessários para o licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens de agrotóxicos e afins, vazias ou contendo resíduos.
- Resolução RDC ANVISA nº 222 de 18 de março de 2018 - Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências. *Revoga a Resolução RDC Anvisa nº 306, de 7 de dezembro de 2004*.

e) PORTARIAS

- Portaria Ministério da Saúde nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 - Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

f) NORMAS ABNT

Da mesma forma, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, também estabelece em algumas Normas os critérios que deverão ser seguidos considerando a gestão dos resíduos sólidos e sua destinação e disposição final ambientalmente adequada, quais sejam:

-
- NBR 8.419/1992 (versão corrigida em 1996) - Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – procedimento.
- NBR 10.004/2004 - Resíduos Sólidos – Classificação.
- NBR 10.005/2004 - Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos.
- NBR 10.006/2004 - Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.
- NBR 10.007/2004 - Amostragem de resíduos sólidos.
- NBR ISO/IEC 17.025/2005 - Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração.
- NBR 10.157/1987 - Aterros de resíduos perigosos - critérios para projeto, construção e operação – procedimento.
- NBR 10.318-1/2018 – Geossintéticos – Termos e Definições.
- NBR 10.321/2013 - Geossintéticos - Ensaio de tração de emendas pelo método da faixa larga.
- NBR 11.175/1990 - Incineração de resíduos sólidos perigosos - padrões de desempenho – procedimento.
- NBR 11.174/1990 - Armazenamento de resíduos classes II - não inertes e III - inertes – procedimento.
- NBR 12.235/1992 - Armazenamento de resíduos sólidos perigosos – procedimento.
- NBR 12.807/2013 - Resíduos de serviços de saúde – terminologia.
- NBR 12.808/2016 - Resíduos de serviços de saúde – classificação.
- NBR 12.809/2013 - Resíduos de serviços de saúde — Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde intraestabelecimento.
- NBR 12.810/2016 - Resíduos de serviços de saúde — Gerenciamento extraestabelecimento — Requisitos.
- NBR 12.980/1993 - Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos.
- NBR 12.988/1993 - Líquidos livres – Verificação em amostra de resíduos - Método de ensaio.
- NBR 13.221/2017 - Transporte terrestre de resíduos.
- NBR 13.332/2010 - Coletor-compactador de resíduos sólidos e seus principais componentes - terminologia.
- NBR 13.333/2003 - Máquinas rodoviárias - Dispositivos de suporte da caçamba basculante e de suporte de inclinação da cabine do operador.
- NBR 13.334/2017 - Contentores metálicos 0,8 m^3 a 1,6 m^3 para coleta de resíduos sólidos por coletores-compactadores de carregamento traseiro - Requisitos para fabricação e utilização.
- NBR 13.463/1995 - Coleta de resíduos sólidos.

- NBR 13.853-1/2018 - Recipientes para resíduos de serviços de saúde perfurantes ou cortantes - Requisitos e métodos de ensaio Parte 1: Recipientes descartáveis.
- NBR 13.894/1997 - Tratamento no solo (landfarming) – procedimento.
- NBR 13.896/1997 - Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para Projeto, Implantação e Operação.
- NBR 13.968/1997 - Embalagem rígida vazia de agrotóxico – procedimentos de lavagens.
- NBR 14.719/2001 - Embalagem rígida vazia de agrotóxico - destinação final da embalagem lavada – procedimento.
- NBR 14.935/2003 - Embalagem vazia de agrotóxico - Destinação final de embalagem não lavada – procedimento.
- NBR 15.113/2004 - Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação.
- NBR 15.495-1/2007. Versão Corrigida 2:2009 - Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulados - Parte 1: Projeto e construção.
- NBR 15.849/2010. Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento.

Além das Leis e Normas, também devem ser igualmente considerados e observados, no âmbito municipal, os Planos Diretores, as Leis de Uso e Ocupação de Solo, as Áreas de Preservação Permanente, Reservas Ecológicas, Áreas de Proteção Aeroportuária, dentre outros, se existentes.

1.2 Definições

Para um correto entendimento deste item, serão apresentados alguns conceitos e definições referentes às principais unidades de disposição final de rejeitos.

- Aterro Sanitário de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)

  De acordo com a norma da ABNT, NBR 8419/1992, o Aterro Sanitário (AS) consiste em uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza os princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos ao menor volume possível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho ou a intervalos menores, se for necessário.

  Do ponto de vista construtivo, a minimização dos impactos ambientais da disposição de resíduos nos aterros sanitários ocorre a partir da impermeabilização da base do aterro com materiais sintéticos (plásticos) combinados com solo argiloso de baixa permeabilidade, a fim de minimizar a infiltração de chorume no solo e consequente poluição deste e das águas subsuperificiais. Além disso, faz-se a drenagem e o tratamento de chorumes gerados no aterro visando reduzir a poluição dos corpos hídricos receptores, respeitando os padrões legais de lançamento de efluentes e a drenagem do gás gerado no aterro, seguida pelo aproveitamento ou, pelo menos, queima do metano, visando reduzir a poluição atmosférica.

- Aterro Sanitário de Pequeno Porte

  De acordo com a Resolução CONAMA nº 404/2008 são considerados Aterros Sanitários de Pequeno Porte (ASPP) aqueles com disposição diária de até 20 t (vinte toneladas) de resíduos sólidos urbanos. As diretrizes para localização, implantação, operação e encerramento de aterros sanitários de pequeno porte são apresentadas na ABNT NBR 15849/2010.

De uma forma geral os critérios para implantação e operação de aterros sanitários de pequeno porte (ASPP) são similares aos dos aterros sanitários (AS), entretanto, como o impacto associado ao empreendimento é menor, em função do porte, os requisitos para proteção ambiental e definições operacionais podem ser menos restritivos nos ASPP.

- Aterro de Resíduos Não Perigosos

  A ABNT lançou ainda a NBR 13.896/1997 definindo os critérios para localização, projeto, construção e operação de aterros de resíduos não perigosos prevendo impermeabilização do fundo (base) do aterro, sistemas de drenagem e tratamento do líquido percolado e de gases além do recobrimento diário do resíduo compactado.

  O aterro sanitário é um aterro de resíduos não perigosos, assim, as normas NBR 8.419/1992 (versão corrigida em 1996) e NBR 13.896/1997 podem ser utilizadas em conjunto para elaboração de projetos de aterros sanitários para resíduos sólidos urbanos, além de outras pertinentes.

- Aterros para disposição final de resíduos industriais

  Os aterros industriais são unidades projetadas para receber a disposição final de resíduos industriais, para tanto, utilizam-se de técnicas que permitam a disposição controlada destes resíduos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e minimizando os impactos ambientais. Essas técnicas consistem em confinar os resíduos industriais na menor área e volume possível, cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho ou intervalos menores, caso necessário.

  Nas indústrias são gerados resíduos Classe I (perigosos) e Classe II (não perigosos) dependendo da tipologia industrial, dos processos adotados e produtos fabricados. Assim, do ponto de vista de disposição de resíduos e rejeitos industriais, há os aterros de resíduos industriais não perigosos e perigosos.

  Os aterros de resíduos sólidos industriais (RSI) não perigosos são regidos pela NBR 13.896/1997 abordada no item anterior sobre aterros de resíduos não perigosos. Nos aterros de resíduos industriais perigosos, regidos pela norma de projetos e NBR 10.157/1987, os sistemas de proteção ambiental são mais eficientes, em função da natureza dos resíduos. Assim, podem ser utilizados, por exemplo, sistemas de cobertura móvel ou fixo para evitar qualquer contato de águas pluviais com os resíduos ou sistemas de impermeabilização contendo mais de uma camada de geomembrana e argila para maximizar a proteção do solo e subsolo.

- Aterro para resíduos de construção civil e de resíduos inertes

  De acordo com a Resolução CONAMA nº 307/2002, os resíduos de construção civil Classe “A” são aqueles compostos por materiais não perigosos como agregados cerâmicos, argamassa, concreto, solos e quaisquer outros agregados, com alto potencial de reciclagem. O Art. 10, parágrafo I, da referida resolução prevê a seguinte forma de reciclagem/disposição para os resíduos Classe A: “(...) deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos Classe A de reservação de material para usos futuros; (nova redação dada pela Resolução CONAMA nº 448/12).”

  Assim, o aterro de resíduos de construção civil (ARCC) é uma área tecnicamente adequada onde serão empregadas técnicas de destinação de resíduos da construção civil Classe A no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente e devidamente licenciado pelo órgão ambiental competente (CONAMA, 2002; ABNT, 2004).

  Desta forma, podemos considerar o aterro de RCC não como uma disposição final, mas intermediária, uma vez que os resíduos podem ser reservados para usos futuros. A norma ABNT NBR 15.113/2004 define as diretrizes para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos de construção civil.

- Chorume

  Líquido de cor escura e odor desagradável produzido pela decomposição de substâncias contidas nos resíduos sólidos. Neste relatório o termo lixiviado será usado com o mesmo significado de chorume para de facilitar o entendimento, apesar de tecnicamente haver diferença entre os conceitos dos termos.

- Disposição final ambientalmente adequada

  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 (BRASIL, 2010).

- Estação de transbordo (ET) e triagem de resíduos de construção civil (RCC)

  Área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (ATT) são áreas destinadas ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (CONAMA, 2002).

  Observa-se que esta unidade não é uma unidade de disposição final dos resíduos da construção civil, porém sua implantação promove uma melhora no gerenciamento de resíduos no município, uma vez que, além de ser uma opção de descarte dos resíduos, coibindo ações de descarte ilegal em áreas de bota-fora, é onde ocorre a triagem dos RCC, com envio apenas dos resíduos Classe A para o aterro de resíduos de construção civil (ARCC).

- Rejeitos

  Resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

- Resíduos Sólidos

  Segundo a norma da ABNT, NBR 10.004/2004, resíduos sólidos são aqueles que:

  > *"resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cuja particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções, técnica e economicamente, inviáveis em face à melhor tecnologia disponível."*

  Já o Artigo 3º, inciso XVI da PNRS, 2010, define resíduos sólidos como:

  > *"XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível."*

- Resíduos Sólidos de Serviços de Saneamento

  São todos os resíduos gerados nessas atividades, excetuando os resíduos sólidos urbanos (Artigo 13 da Lei nº 12.305/2010).

1.3 Considerações gerais sobre rejeitos e unidades de disposição final

De acordo com a nova visão estabelecida na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), (BRASIL, Lei nº 12.305/2010), os resíduos sólidos são os materiais passíveis de aproveitamento, enquanto os rejeitos são materiais que devem ser enviados para a destinação final ambientalmente adequada depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento, recuperação ou reaproveitamento. A Figura 1.1 apresenta a ordem de prioridade na gestão de resíduos apontada na PNRS.

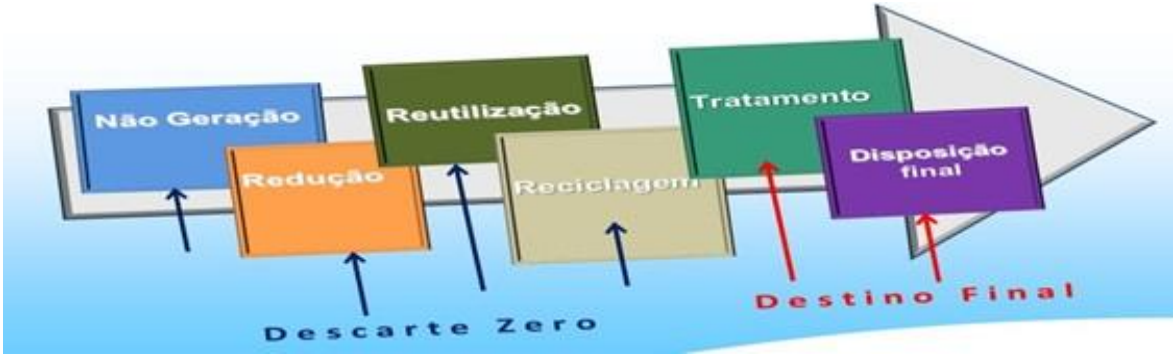

Figura 1.1 – Gestão ideal de resíduos sólidos preconizada pela PNRS.

Fonte: MMA (2014). Modificado por FLORAM.

Acerca dessa temática, vale ressaltar que a ordem de prioridade de gestão dos resíduos preconizada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, indicada na Figura 1.1, não está restrita aos resíduos sólidos urbanos, sendo válida para todas as tipologias de resíduos sólidos.

2 NORMAS E DIRETRIZES PARA O MANEJO DIFERENCIADO, INTEGRADO, REGULADO EM INSTALAÇÕES NORMATIZADAS DE DISPOSIÇÃO FINAL DE REJEITOS

2.1 Resíduos Sólidos Urbanos – Aterros Sanitários

As unidades para disposição ambientalmente adequada de resíduos sólidos urbanos e rejeitos são chamadas de aterros sanitários, sendo que o planejamento e o gerenciamento destes devem ser pautados sob a ótica ambiental, nas seis etapas listadas abaixo:

- Estudos de seleção de áreas para implantação do aterro sanitário;
- Projeto do aterro sanitário;
- Construção ou implantação do aterro sanitário;
- Operação do aterro;
- Encerramento do aterro;
- Monitoramento ambiental do aterro sanitário pós-encerramento.

Os critérios para seleção de áreas foram abordados no Subproduto 2.1, integrante do presente PERS. Neste sentido, são apresentadas adiante as normas aplicadas às demais etapas envolvidas na implementação dos aterros sanitários

2.1.1 Projetos dos aterros sanitários

Alguns critérios e parâmetros ora apresentados serão listados a título de sugestão. Entretanto, outros são decorrentes da aplicação de normas da ABNT e de Termos de Referência para Projetos de Aterro Sanitário.

2.1.1.1 Parâmetros e critérios de projetos

a) Vida útil

Os aterros sanitários deverão ser dimensionados para receber 100% dos resíduos sólidos urbanos gerados pela população urbana pelo período mínimo de 20 anos de vida útil. Desta forma, os projetos devem considerar o cenário atual de geração de resíduos independente das metas progressivas de reciclagem estabelecidas neste PERS.

Alguns termos de referência de projetos de aterro sanitário publicados pelo Governo Federal definem como vida útil do aterro sanitário o período de 30 anos, visando maximizar o período de disposição e reduzir eventuais problemas, inclusive com aquisição de terrenos. O aumento de 20 para 30 anos na vida útil do AS é uma alternativa interessante, entretanto, aumenta a área necessária para a construção do aterro, o que pode dificultar o processo de seleção de áreas que atendam as dimensões da unidade, dentre os outros aspectos.

b) Massa específica

Sugere-se a adoção de massa específica aparente dos resíduos sólidos urbanos dispostos em aterro sanitário máxima de 0,70 toneladas por metro cúbico para aterros operados com trator de esteiras, que é a forma mais usual no Brasil.

c) Utilização de materiais para Terraplenagem

Os projetos de aterros sanitários devem contemplar a identificação das jazidas e caracterização dos materiais que serão utilizados na obra: argila, solos, britas e rochas, informando a quantidade de material disponível (cubagem) e a distância até a área do empreendimento.

O projeto deve detalhar e quantificar as movimentações de solos e rochas que irão compor os elementos do projeto, apresentando o balanço de massa entre corte e aterro buscando minimizar as quantidades dos materiais de bota-fora.

d) Análise de estabilidade e monitoramento geotécnico

O projeto deverá apresentar a análise de estabilidade de taludes de resíduos e solos, para o cenário mais desfavorável. Deverá ser indicada a descrição e localização de instrumentos para o monitoramento dos movimentos horizontais e verticais dos taludes de resíduos, a periodicidade das leituras e os parâmetros de segurança.

2.1.1.2 Estruturas

a) Acessos, isolamento, segurança e sinalização

O projeto do aterro deverá considerar acessos internos e externos projetados para permitir o fluxo de veículos leves e pesados nas diversas frentes de serviços e em qualquer condição meteorológica. É importante também prever a implantação de uma via perimetral em toda a área, de forma a possibilitar o acesso à mesma em todos os seus pontos. Por esta via deverão circular todos os veículos, equipamentos e máquinas do aterro, bem como os veículos de vigilância ou segurança privada.

O isolamento é necessário para evitar a interferência de pessoas estranhas e animais, bem como para coibir possíveis efeitos na vizinhança. Assim deverá ser prevista uma cerca em todo o perímetro do aterro sanitário, além de portões para acesso de pessoas e veículos.

O local deverá ter placas de sinalização alertando que a área é perigosa e proibindo a entrada de pessoas não autorizadas.

Deverá ser construída uma guarita ou posto de vigilância para os vigilantes promoverem o controle de acesso à área do aterro, coibindo ou inibindo a entrada de pessoas estranhas às atividades executadas na área do aterro sanitário, bem como permitir o controle dos veículos que transportam resíduos para disposição. A guarita deverá ser dotada de instalação sanitária, iluminação (natural e artificial), e ventilação; a quantidade de vigilantes dependerá do porte do aterro e dos problemas

específicos que ali se fizerem presentes, como por exemplo, presença de catadores nas proximidades do aterro atraídos pelo empreendimento implantado.

Implantada a estrutura de cercamento e isolamento da área do aterro sanitário, deve-se implantar uma barreira vegetal, com função principal de contribuir com o sistema de isolamento da área. A estrutura deverá ser densa, atuando também na retenção partículas e gases poluentes da atmosfera originários da operação da unidade. As folhas podem absorver gases poluentes e prender partículas sobre sua superfície, especialmente as pequenas, miúdas, pilosas, cerosas ou espinhosas.

A cortina vegetal também contribuirá para impedir o contato visual dos que passam nas proximidades da área, diminuindo o seu impacto visual assim como atuará como um quebra-vento natural.

b) Estacionamento e Edificações

Para que operação do aterro sanitário seja eficiente é recomendado que o mesmo tenha no mínimo as seguintes estruturas: estacionamento (podendo haver diferenciação de áreas para funcionários e visitantes), escritório administrativo (com sala de reuniões, almoxarifado, vestiários, sanitários, cozinha, refeitório) e laboratório para realização de análises dos resíduos e lixiviados (chorumes).

c) Sistema de pesagem de resíduos

Deverá ser prevista uma estrutura coberta para a realização das pesagens dos veículos de carga, composta por uma balança rodoviária eletrônica com capacidade mínima para 30 toneladas e um escritório para abrigar os funcionários e o sistema de pesagem.

d) Sistema de drenagem pluvial

Deverá ser projetado um sistema de drenagem pluvial para coletar e conduzir as águas pluviais até os sistemas naturais hídricos ou galerias pluviais. O sistema poderá ser composto por canais escavados no solo, canaletas de concreto, tubulações de concreto ou PVC, galerias, bueiros e dissipadores de energia. Para dimensionamento do sistema poderá ser utilizado o Método Racional, considerando tempo de retorno de 10 anos para a chuva de projeto.

e) Impermeabilização da base e taludes

Deverá ser prevista a impermeabilização da base e taludes laterais do aterro sanitário com sistema proteção ambiental dos solos e águas subterrâneas, composto por uma camada argilo-mineral compactada, com espessura mínima de 50 cm e com coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-6} cm/s, e com uma segunda camada sobreposta de material geossintético, denominado geomembrana com espessura mínima de 2,0 mm e com soldas a quente. Deverá ser prevista ainda uma camada adicional de 50 cm de solo para proteção mecânica da geomembrana. Este solo deverá ser selecionado evitando formas pontiagudas e presença de materiais que possam perfurar a geomembrana.

f) Sistema de drenagem de lixiviados (chorume)

Deverá ser projetado um sistema de drenagem horizontal, em cada camada do aterro, que conduzirá os líquidos lixiviados até a saída, com base nas vazões máximas estimadas e na Lei de Darcy[1]. Este sistema preferencialmente deverá ser composto por tubos de drenagem envolvidos em material drenante, do tipo brita ou pedra-demão, oriundo de rochas regionais. Para este tipo de líquidos não é aconselhável o uso de material geotêxtil nos drenos, pois há a possibilidade de colmatação biológica.

g) Sistema de tratamento dos líquidos lixiviados (chorume)

O sistema de tratamento de lixiviados deverá ser concebido e projetado para que o efluente final atenda aos padrões de lançamento em corpos hídricos, os quais são determinados pelo órgão ambiental competente, considerando também a capacidade de depuração do corpo receptor, bem como os usos da água neste.

[1] Enunciada pelo Engenheiro Henry Darcy, em 1856, para a determinação da permeabilidade da água em solo.

A estimativa da geração de líquidos lixiviados pode ser feita a partir do balanço hídrico da região para cada mês, compreendendo o período de um ano, e considerando as características de infiltração dos solos e resíduos.

Ademais, recomenda-se a medição da vazão de lançamento de lixiviados bem como as características do efluente bruto quanto ao pH, Temperatura (°C), DQO (mgO_2/L), DBO_5 (mgO_2/L), Fósforo total (mg P/L), Nitrogênio Total (mg N/L), Nitrogênio amoniacal (mg N/L) e metais pesados com os parâmetros de qualidade do lixiviado tratado no efluente da estação (SNSA, 2011).

h) Sistema de drenagem de gases

A drenagem e controle do biogás proveniente de áreas de disposição de resíduos sólidos urbanos podem contribuir para a redução das emissões atmosféricas de metano (CH_4) e gás carbônico (CO_2), gerado pela decomposição anaeróbia da fração orgânica dos resíduos sólidos aterrados, assim como contribuem para reduzir problemas de odores e minimizar a migração de gases para as áreas vizinhas ao aterro.

O correto controle do biogás gerado também evita a ocorrência de incêndios espontâneos que podem se propagar de forma descontrolada. Adicionalmente, a implantação de sistema de drenagem de biogás evita o acúmulo de gás no interior do corpo do aterro. Acúmulos de gases em aterros formam bolsões que tornam os aterros instáveis do ponto de vista estrutural, além do risco de explosão, associado a altas concentrações de metano.

Portanto, nos projetos de aterros sanitários, deverá ser previsto um sistema de drenagem dos gases projetado para conduzir o biogás até a superfície do aterro. Sugere-se a utilização de tubos de drenagem com diâmetros superiores a 200 mm envoltos por material drenante, do tipo brita ou rachão, oriundo de rochas regionais.

Cada dreno deverá ser dimensionado considerando um raio de drenagem máxima de 25 m, interligando-se com o sistema de drenagem de líquidos a partir da base do aterro. Na superfície deverá ser projetado um queimador de gases para conversão do metano em gás carbônico, que é menos poluente.

i) Poços de Monitoramento de águas subterrâneas

Deverá ser prevista a construção de poços de monitoramento de águas subterrâneas, com base na norma NBR 15.495-1/2007 (Versão Corrigida 2:2009). Devem ser considerados, no mínimo quatro poços, sendo um à montante e 3 à jusante da área de disposição dos aterros sanitários, considerando o sentido do fluxo subterrâneo.

2.1.1.3 Uso futuro da área

O projeto do aterro sanitário de rejeitos deverá prever o uso que a área terá após o encerramento das atividades, indicando usos compatíveis com as limitações ambientais impostas pelo tipo da atividade.

2.1.1.4 Manual de Operação

O projeto do aterro deverá conter um manual de operação visando orientar as ações quanto aos procedimentos operacionais do sistema. Seu conteúdo deverá abordar, no mínimo, os seguintes itens (SNSA, 2011).

- Descrição do horário e dos dias de funcionamento do aterro sanitário;
- Descrição sucinta da concepção do sistema;
- Fluxograma dos processos e descrição das unidades operacionais;
- Instruções detalhadas para as partidas iniciais das unidades referentes aos processos de tratamento de lixiviados (chorumes);

- Operação das unidades constituintes, indicando as ações necessárias ao desenvolvimento e rendimento das unidades e/ou equipamentos eletromecânicos;
- Diagrama de decisão e de procedimentos dos processos operacionais nas situações normais e emergenciais;
- Manutenção preditiva e preventiva das unidades;
- Cuidados necessários para manutenção da segurança e higiene do trabalho, incluindo uso de EPI's, cartões de vacinação dos funcionários e livro para registro de ocorrências;
- Procedimentos e parâmetros das análises laboratoriais;
- Procedimentos básicos no caso de acidentes com veículos, incêndio, vazamentos de líquidos lixiviados, ruptura de taludes, descarga de resíduos perigosos, entre outros.
- Listagem dos órgãos públicos, com endereço e número de telefone, para serem acionados no caso de acidentes na unidade.

2.1.1.5 Plano de monitoramento do aterro sanitário

Na etapa de projeto deverá ser elaborado um Plano de Monitoramento do aterro prevendo a implantação de uma sistemática de monitoramento, desde o início da disposição de resíduos até, pelo menos, por mais 10 anos após o encerramento da disposição de resíduos sólidos na área.

O plano deverá considerar os seguintes aspectos, indicando a frequência de monitoramento e, no caso da qualidade das águas, indicando, além da frequência de coleta, os parâmetros de análise:

- Monitoramento geotécnico dos recalques e estabilidade da massa de resíduos, caso esse seja verticalizado;
- Monitoramento dos gases e lixiviados;
- Monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas considerando os quatro poços de monitoramento previstos.

2.1.1.6 Operação do aterro sanitário

A operação de um aterro sanitário normalmente envolve várias etapas sequenciais, sendo algumas primordiais: 1) recepção e controle dos resíduos, 2) disposição dos resíduos, 3) tratamento de lixiviados (chorume) e controle e 4) manutenção geral do aterro sanitário, além de outras (REICHERT, 2007).

2.1.1.6.1 Recepção e controle dos resíduos

Para a recepção dos resíduos deve-se prever a instalação de uma cancela próxima à área onde for implantada a guarita, tornando obrigatória a identificação do tipo de resíduo e, consequentemente, do usuário, antes de acessar o aterro.

Quando da chegada de um veículo coletor o fiscal da balança deverá fazer os seguintes registros para controle: placa, tipo de resíduo transportado, origem ou fonte do resíduo e peso do veículo na chegada e na saída (Quadro 2.1). Tal controle de acesso visa assegurar que os resíduos somente serão aceitos no aterro durante o horário de operação, além de garantir que não serão descarregados resíduos e rejeitos de outras tipologias não aceitas no aterro.

Um segundo aspecto do controle de acesso é garantir que os veículos façam a descarga dos resíduos no local correto (na frente de serviço), evitando a descarga desordenada. Sugere-se que os caminhões não excedam a velocidade máxima de 40 Km/h na área interna do aterro sanitário.

Quadro 2.1 – Exemplo de planilha de controle de acesso de veículos no aterro sanitário.

Data	Tipo de veículo	Placa	Tipo de material	Nº de cadastro	Horário de entrada	Horário de saída	Peso			Autorizado por
							Cheio	Tara	Líquido	

Fonte: FLORAM (2015).

2.1.1.6.2 Disposição dos resíduos

A disposição dos resíduos é realizada pelas operações de espalhamento e compactação dos resíduos seguida pela cobertura do material. A descarga feita pelo veículo coletor é realizada o mais próximo possível da frente de serviço (Figura 2.1). Neste momento, o funcionário do aterro tem o papel importante de orientar o motorista a não o deixar efetuar a descarga em qualquer lugar.

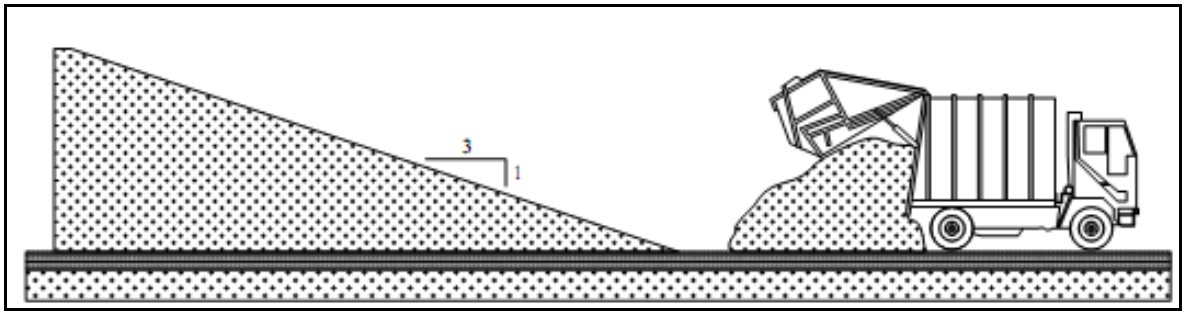

Figura 2.1 - Descarga dos resíduos próxima à frente de serviço.

Fonte: REICHERT (2007).

Na sequência, um trator de esteiras faz o espalhamento e a compactação dos resíduos em rampa (Figura 2.2 e Figura 2.3). A rampa deve ter declividade da ordem de 3:1 (Horizontal:Vertical), otimizando a distribuição do peso na roda de tração do trator e conferindo uma maior compactação aos resíduos. Rampas muito íngremes, além de levarem o trator de esteiras a patinar, também causam problemas de lubrificação do motor do trator. O espalhamento deve ser feito em camadas finas, que tenham entre 30 e 50 cm de espessura.

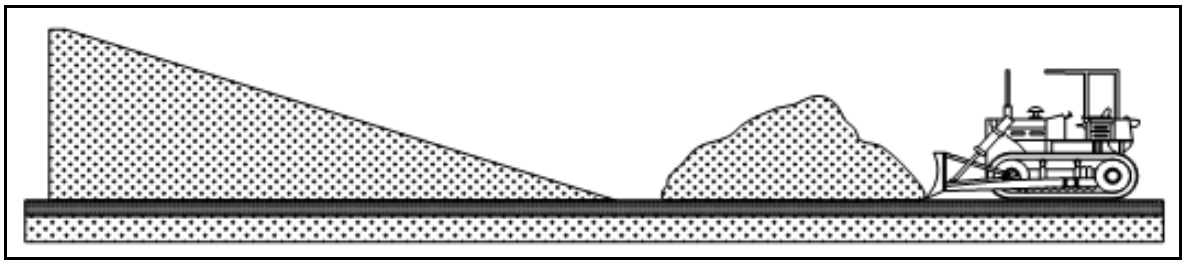

Figura 2.2 - Espalhamento inicial dos resíduos em rampa 3:1.

Fonte: REICHERT (2007).

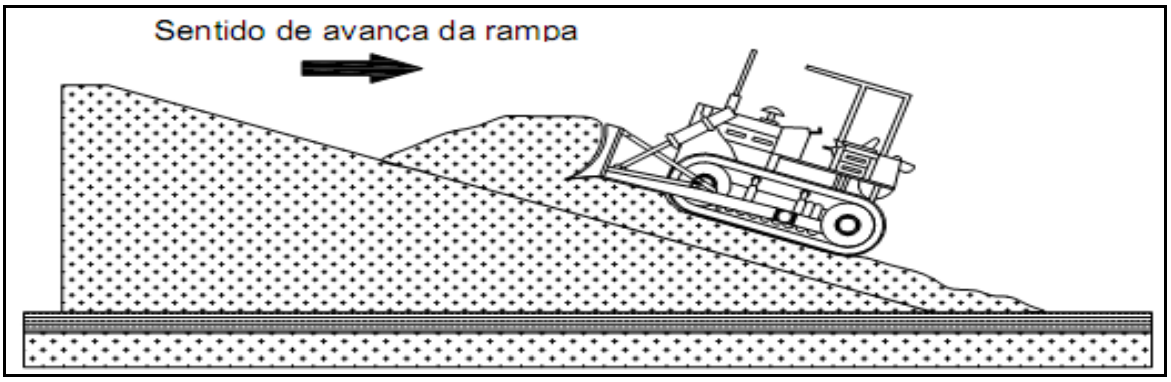

Figura 2.3 - Espalhamento para posterior compactação dos resíduos em rampa 3:1.

Fonte: REICHERT (2007).

Após o espalhamento destas finas camadas, a compactação é feita pela passagem sucessiva do trator de esteiras (atentar que o trator deverá estar com a lâmina frontal erguida, somente compactando, sem fazer o espalhamento dos resíduos). Geralmente são feitas de 3 a 5 passadas com o trator de esteiras no mesmo local de forma que a massa específica dos resíduos compactados seja, no mínimo, 0,70 toneladas por metro cúbico.

2.1.1.6.3 Recobrimento dos resíduos sólidos urbanos

Após a compactação dos resíduos faz-se a cobertura diária dos mesmos com uma camada de solo (Figura 2.4). Essa cobertura tem a função sanitária da eliminação da exposição dos resíduos e consequente espalhamento dos mesmos pela ação do vento, a proliferação de vetores, presença de animais e exalação de odores.

Tal cobertura deve ser feita de modo a permitir o tráfego de veículos e equipamentos, além de possibilitar o desvio de águas de chuva para o sistema de drenagem superficial. O espalhamento e compactação da cobertura diária são feitos pelo trator de esteira usado na compactação dos resíduos, atingindo uma espessura de 20 cm.

Esta cobertura deve ser feita com solo na parte superior e laterais da célula. Os solos utilizados podem ser provenientes da escavação do aterro e de jazidas identificadas na etapa de projeto. Para a cobertura também poderão ser utilizados RCC de Classe A selecionados.

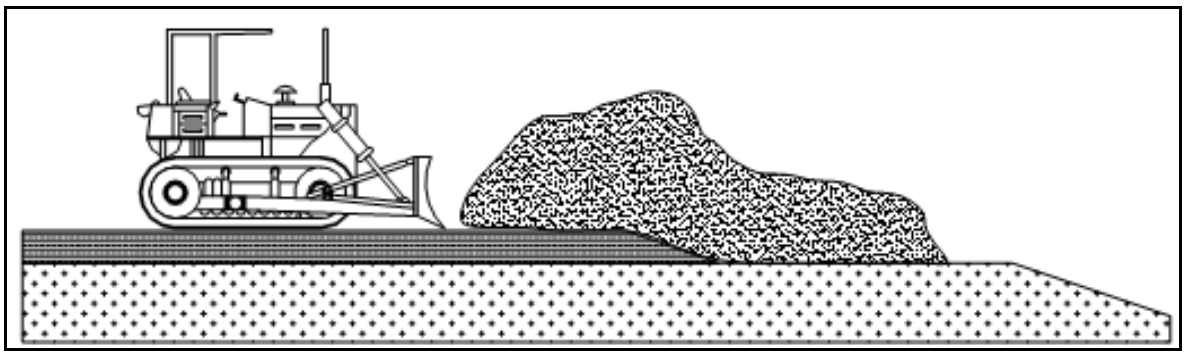

Figura 2.4. – Cobertura diária dos resíduos compactados.

Fonte: REICHERT (2007).

2.1.1.6.4 Implantação de cobertura vegetal com gramíneas nos maciços de resíduos encerrados.

Após o encerramento das atividades de aterramento deverá ser realizada cobertura final do aterro. Sugere-se a utilização de uma camada de argila, que pode estar associada à geomembrana ou a outros geossintéticos, com função de impermeabilização. Acima desta camada é recomendado a

aplicação de outra camada de solo comum para o plantio de uma cobertura vegetal nos taludes e platôs, que servirão como proteção contra erosão.

Deverão ser realizadas inspeções e manutenções periódicas no sistema de recobrimento final das plataformas, mantendo a cobertura vegetal sobre os taludes encerrados, de forma a protegê-los contra erosões.

2.1.1.6.5 Operação do sistema de tratamento de efluentes

A operação do sistema de tratamento de chorume visa avaliar a eficiência do sistema de tratamento existente e permitir que ações corretivas e preventivas possam ser planejadas a fim de manter a qualidade ambiental e o cumprimento da legislação. Tem também como objetivo monitorar a vazão de chorume gerado em função da decomposição da matéria orgânica no maciço de resíduos.

A recirculação do chorume poderá ser realizada com objetivo de reduzir os lançamentos de efluentes, desde que ocorra em períodos e condições que não prejudiquem a operação e não comprometa a estabilidade do aterro sanitário.

2.1.1.6.6 Controle da emissão de poluentes e queima do biogás

Uma vez que o processo de decomposição que ocorre no aterro é predominantemente anaeróbio, ocorre liberação de gases inodoros como o metano e de gases fétidos nitrogenados e sulfurosos, como a amônia (NH_3) e o gás sulfídrico (H_2S). No entanto, a minimização da geração de gases e da emanação dos odores pode ser feita considerando os seguintes critérios operacionais:

- Promover a compactação e a cobertura imediata dos resíduos aterrados, minimizando o escape de gases com odores pela superfície do aterro, sem a realização da queima;
- Realizar a construção dos drenos de gases e chorume;
- Promover a queima dos gases gerados e captados nos drenos.

A importância da queima dos gases pela instalação de *flares* na superfície do sistema de drenagem de gases se dá pela combustão do metano (CH_4), convertendo este em gás carbônico (CO_2), composto cerca de 21 vezes menos poluente em termos de efeito estufa.

Em condições normais, o início da geração de gás em maiores volumes no aterro ocorre no primeiro ano de operação. No entanto, já no primeiro mês de operação há geração de gás, que deve ser, no mínimo, queimado.

2.1.1.6.7 Controle da qualidade das águas superficiais e subterrâneas

A averiguação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas sob influência do Aterro Sanitário é uma etapa indispensável em um programa de monitoramento e acompanhamento da qualidade ambiental. Com esse monitoramento, é possível avaliar, com precisão, qualquer alteração ocorrida na qualidade dos recursos hídricos existentes e, caso seja necessário, adotar medidas para mitigar possíveis impactos em sua qualidade.

O controle da qualidade das águas superficiais e subterrâneas da área deverá ser feito por meio do monitoramento a partir de amostras de águas coletadas periodicamente nos poços e cursos d'águas superficiais eventualmente presentes na área do aterro. A análise deverá ser feita em laboratório devidamente credenciado, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação pertinente, com destaque para a Resolução CONAMA nº 357/2005 que "Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências" e também para a Resolução CONAMA nº 396/2008 que "Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências".

Os parâmetros e frequências de monitoramento deverão estar definidos e estabelecidos no Manual de Operação do Aterro Sanitário, na ocasião da elaboração dos projetos básicos e executivos, com consequente aprovação do Órgão Ambiental licenciador.

2.1.1.6.8 Monitoramento de recalques

O monitoramento geotécnico consiste basicamente no acompanhamento das condições de estabilidade do aterro, a partir da instalação de marcos superficiais e medidores de recalque. A partir destes marcos são realizadas medições topográficas com o objetivo de identificar eventuais deslocamentos horizontais e verticais ocorridos no maciço de resíduos.

O sistema de monitoramento geotécnico deve ser mantido durante e após o encerramento das atividades de operação do aterro. Os seguintes cuidados devem ser tomados para a manutenção da integridade dos mesmos:

- Proteção em volta dos marcos e medidores de recalque para que estes fiquem bem visíveis;
- Evitar o tráfego próximo aos marcos e medidores de recalque.

Sugere-se a realização de inspeções semanais para avaliar a condição dos taludes do maciço e promover o reparo, sempre que identificados eventuais problemas.

2.1.1.6.9 Manutenção da balança

Sugere-se que a aferição da balança seja feita trimestralmente, devendo ser emitido atestado de aferição do INMETRO. Esta frequência poderá ser alterada de acordo com a legislação vigente e com os critérios do órgão ambiental. A manutenção da balança pode ser realizada de acordo com o manual do fabricante.

2.1.1.6.10 Manutenção do sistema de drenagem pluvial

É importante manter sempre limpas e desobstruídas as canaletas e os demais dispositivos de drenagem pluvial, garantindo boas condições de escoamento pela retirada de eventuais resíduos carreados para dentro destas, pela ação do vento.

Deve-se proceder a inspeção diária a fim de evitar as quebras de tubulações e canaletas e caso ocorram, deve-se corrigir e restabelecer a drenagem. Em relação às depressões em taludes e bermas, deverão ser realizadas inspeções mensais à procura de possíveis danos. Se os mesmos ocorrerem, deve-se fazer um reaterro para restaurar as condições anteriores, evitando, principalmente, o acúmulo de água na superfície do maciço de resíduos.

2.1.1.6.11 Manutenção e limpeza das vias de acessos e área do aterro

No transporte e aterramento de resíduos podem ser espalhados resíduos nas vias de acessos, devido à ação dos ventos. Assim, deve ser realizada limpeza periódica das vias e de toda a área, visando melhorar o aspecto visual do aterro sanitário, transmitindo uma melhor impressão aos visitantes.

Sugere-se que sejam desenvolvidos trabalhos de inspeção ao longo dos acessos internos e externos uma vez por semana, sendo que, caso seja detectado algum dano, deve-se executar imediatamente os serviços necessários. Para permitir o trânsito de caminhões até a frente de trabalho, é necessária a implantação de acesso provisório sobre a área aterrada. Durante o período chuvoso, especial cuidado deve ser dado à manutenção destes acessos, procurando manter estoque suficiente de material granular, para a recomposição. Tais acessos provisórios podem ser implantados com resíduos de construção e demolição.

2.1.1.6.12 Manutenção das estruturas de isolamento do aterro

Deverá ser feita a manutenção da cerca de isolamento realizando o reparo e a reposição dos trechos de tela e mourões e do cinturão verde, inspecionando e combatendo a presença de pragas e moléstias nas mudas e evitando o acesso de pessoas não autorizadas e animais.

2.1.1.6.13 Manutenção de máquinas e equipamentos

Realizar a limpeza dos equipamentos e máquinas ao fim de cada dia de trabalho e os possíveis reparos para conservá-los é garantir a eficiência do aterro. Diariamente deve-se proceder a uma inspeção para verificação elementar e pré-determinada que apontem falhas.

A lavagem e lubrificação das máquinas são rotinas que preveem trocas de lubrificantes e filtros, bem como a limpeza de respiros e outros componentes. A lavagem da frota será feita com a periodicidade determinada pelo operador do sistema, em local específico e licenciado para tal finalidade. A lubrificação, troca e reposição de óleos lubrificantes obedecerão às normas de procedimento recomendadas pelos fabricantes. Deverá ser estabelecida também uma rotina de manutenção preventiva, sendo compreendida basicamente por revisões mecânicas, elétricas e hidráulicas.

2.1.1.7 Encerramento do aterro sanitário e uso futuro

O encerramento do aterro sanitário ocorre após o término da vida útil, ou seja, após o final da capacidade de recebimento de resíduos. Nesta etapa é feita a impermeabilização superficial do aterro através da implantação da camada de cobertura final do maciço do aterro, inclusive nos taludes laterais que deverá ser composta, no mínimo por uma camada de solo argiloso compactada de baixa permeabilidade. Deve ser avaliada a necessidade da utilização de membrana sintética antes da camada de argila para reduzir a infiltração de água pluvial no maciço.

Após o encerramento do aterro, deve ser implantada a cobertura vegetal final dos taludes e o sistema definitivo de drenagem superficial de águas pluviais. Assim como deve ser propiciada, continuamente, a manutenção, do sistema de drenagem de biogás e de coleta e tratamento dos lixiviados e de monitoramento da qualidade do solo e das águas subterrâneas, por um período que será definido pelo órgão ambiental em função das características locais.

As propostas para os usos futuros dos aterros sanitários devem considerar que os processos de decomposição dos resíduos continuarão ocorrendo por longos períodos, mesmo após o encerramento das atividades. Portanto, o uso futuro deverá considerar a proteção à saúde humana e ao meio ambiente, sendo a alternativa projetada passível de aprovação por parte do órgão ambiental competente (FEAM, 2010).

Assim, os sistemas de drenagem superficial de águas pluviais e de tratamento dos gases e líquidos percolados devem ser mantidos por um período de cerca de 20 anos. Este período padrão é adotado por ser considerado suficiente para o maciço de resíduos alcançar as condições de relativa estabilidade. Contudo, esse período padrão poderá ser reduzido em discussão com órgãos reguladores, respaldados de dados de monitoramento como recalque, volume de gás, qualidade, estabilidade dos líquidos lixiviados, cobertura vegetativa e inexistência da migração e infiltração do biogás. Além disso, mesmo após atingir a estabilização, o maciço de resíduos inertes apresentará uma resistência semelhante à turfa.

Cabe notar ainda que, em função dos possíveis problemas relacionados à baixa capacidade de suporte do terreno e à possibilidade de infiltração de gases com alto poder combustível e explosivo (metano), a implantação de edificações sobre locais de disposição de resíduos reabilitados é desaconselhável.

Para usos futuros de aterros sanitários encerrados é indicada a implantação de áreas verdes, com equipamentos comunitários como praças esportivas, campos de futebol e áreas de convívio. As áreas encerradas podem também ser utilizadas para pastagens ou plantações (lenhosas, viveiros de mudas etc.), observando-se, em ambos os casos, a recomendação de que a camada utilizada para o plantio (acima da camada selante argilosa) seja suficiente para garantir que as raízes não entrem em contato com os resíduos dispostos, sugerindo-se que as raízes cheguem, no máximo, até a camada de argila da cobertura final.

2.1.2 Resíduos Sólidos Urbanos – Aterros Sanitários de Pequeno Porte (ASPP)

As diretrizes para localização, implantação, operação e encerramento de ASPP são apresentadas na ABNT NBR 15.849/2010.

De uma forma geral, os critérios para implantação e operação são similares aos dos aterros sanitários. No entanto, como o impacto associado ao empreendimento é menor, devido ao porte, os requisitos para proteção ambiental e definições operacionais podem ser menos restritivos o processo de licenciamento ambiental pode dispensar a apresentação de Estudo de Impacto Ambiental (EIA).

De acordo com a ABNT NBR 15.849/2010 o sistema de drenagem de gases pode ser dispensado para o ASPP, em função da altura final do aterro e do percentual da fração orgânica dos resíduos dispostos (Quadro 2.2). Em aterros sanitários de pequeno porte com altura final maior que 3 metros e a fração orgânica dos resíduos acima de 30% o sistema de drenagem de gases deverá ser considerado.

Quadro 2.2 - Critérios para a dispensa do sistema de drenagem de gases do aterro sanitário de pequeno porte.

Características da operação		**Altura final do aterro (m)**	
		<3	>3
Fração orgânica dos resíduos **(%)**	<30	**Dispensar**	**Dispensar**
	> 30	**Dispensar**	**Considerar**

Fonte: ABNT (2010).

Segundo a ABNT NBR 15.849/2010 o sistema de impermeabilização complementar, executado com solo compactado ou com aplicação de geomembranas pode ser dispensado da base do ASPP, desde não ocorram riscos para as águas subterrâneas. Assim, no Quadro 2.3 são apresentados os critérios para a dispensa de impermeabilização complementar da base, com base no limite máximo do excedente hídrico admissível considerando a maior ou menor presença de resíduos orgânicos, a profundidade do lençol freático e a permeabilidade natural do solo local.

O excedente hídrico é a quantidade de água (mm/ano) que infiltra e percola através da camada de cobertura, atingindo a massa de resíduos e, posteriormente, chegando até a base do aterro. Este índice deve ser calculado com base nas séries anuais de precipitações médias, de temperaturas e o coeficiente de escoamento superficial. O coeficiente de escoamento superficial deve ser adotado em função das características de permeabilidade do solo da camada de cobertura.

Quadro 2.3 - Critérios para a dispensa de impermeabilização complementar na base do aterro sanitário de pequeno porte.

Limites máximos do excedente hídrico (mm/ano) para a dispensa da impermeabilização complementar		**Fração orgânica dos resíduos** ≤ 30%				**Fração orgânica dos resíduos** > 30 %			
		Profundidade do lençol freático (m)				**Profundidade do lençol freático (m)**			
		1,50 < n ≤ 3	**3 < n < 6**	**6< n < 9**	**n ≥ 9**	**1,50 < n ≤ 3**	**3 < n < 6**	**6< n < 9**	**n ≥ 9**
Coeficiente de permeabilidade do solo local **k** (cm/s)	**k < 1x10^{-6}**	250	500	1000	1500	188	375	750	1125
	1x10^{-5} < k < 1x10^{-5}	200	400	800	1200	150	300	600	900
	1 x10^{-5} < k < 1 x10^{-4}	150	300	600	900	113	225	450	675

Fonte: ABNT (2010).

2.1.3 Resíduos de Construção Civil – Aterro de Resíduos de Construção Civil (ARCC)

A principal referência normativa em relação ao projeto de aterros de resíduos de construção civil (Classe A e resíduos inertes) é a ABNT NBR 15.113/2004 intitulada “Resíduos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação”.

Conforme já abordado, de acordo com a Resolução CONAMA nº 307/2002 os resíduos de construção civil enquadrados como Classe “A” são aqueles compostos por materiais não perigosos como agregados cerâmicos, argamassa, concreto, solos e quaisquer outros agregados, com alto potencial de reciclagem.

Os resíduos inertes são aqueles que, quando amostrados de forma representativa, segundo ABNT NBR 10.007/2004, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ensaio de solubilização, segundo ABNT NBR 10.006/2004, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, conforme Portaria n° 2.914/2011 do Ministério da Saúde e Resolução CONAMA n° 357/2005, excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor.

As referências para implantação e operação de aterros apresentadas aqui derivam da norma ABNT 15.113/2004.

2.1.3.1 Condição de Implantação de aterros de resíduos da construção civil

2.1.3.1.1 Critérios para localização

A implantação de aterros de resíduos da construção civil deve ser feita de forma a minimizar o impacto ambiental a ser causado pela instalação além de considerar a aceitação pela população e a conformidade com a legislação ambiental e de uso do solo.

Assim, os seguintes aspectos deverão ser observados: geologia e tipos de solos existentes, hidrologia, passivo ambiental, vegetação, vias de acesso, área e volume disponíveis, vida útil e distância de núcleos populacionais.

2.1.3.1.2 Acessos, Isolamento e Sinalização

Deverão ser previstos acessos internos e externos protegidos, executados e mantidos de maneira a permitir sua utilização sob quaisquer condições climáticas. O projeto deverá prever cercamento no perímetro de toda a área do aterro e portão de controle, visando impedir o acesso de pessoas estranhas e animais na área. A cerca e o portão deverão possuir sinalização que identifique o empreendimento.

Também deverão ser previstos anteparos para proteção quanto aos aspectos relativos à vizinhança, aos ventos dominantes e aos padrões estéticos. O anteparo indicado nesse caso é a cerca viva, também conhecida como cerca arbustiva ou arbórea, que deve ser implantada no perímetro da instalação além da faixa de proteção interna ao perímetro, com largura justificada em projeto.

2.1.3.1.3 Iluminação e Energia

O local do aterro deve dispor de iluminação e energia elétrica que permitam a utilização dos diversos equipamentos, tais como bombas e compressores, além da realização imediata de ações de emergência, a qualquer tempo.

2.1.3.1.4 Proteção das águas subterrâneas e superficiais

Deverá ser previsto um sistema de monitoramento das águas subterrâneas, no aquífero mais próximo à superfície. Esse sistema pode ser dispensado, a critério do órgão ambiental competente, em função da condição hidrogeológica local. Aterros de pequeno porte, com área inferior a 10 000 m² e volume de disposição inferior a 10 000 m³, estão dispensados do monitoramento.

O sistema de poços de monitoramento, instalado na área do empreendimento, deve ser constituído de no mínimo quatro poços, sendo um a montante e três a jusante, no sentido do fluxo de

escoamento preferencial do aquífero. Os poços devem ser construídos de acordo com a ABNT NBR 13.895/1997 e NBR 15.495-1/2007.

2.1.3.1.5 Padrões de proteção das águas subterrâneas

A disposição de resíduos não deve comprometer a qualidade das águas subterrâneas na área de influência do aterro, devendo atender aos padrões de potabilidade estabelecidos na legislação.

Nos casos em que a água subterrânea apresentar qualquer um dos parâmetros listados na legislação, em concentrações superiores aos limites recomendados, o órgão ambiental competente poderá estabelecer padrões para cada caso, levando em conta a concentração do constituinte e os usos atuais e futuros do aquífero.

Caso os padrões estabelecidos sejam excedidos, os responsáveis pela operação do empreendimento devem recuperar a qualidade da água do aquífero contaminado, devendo apresentar um plano de recuperação da área contaminada ao órgão ambiental competente.

2.1.3.1.6 Padrões de proteção das águas superficiais

Devem ser previstas medidas para a proteção das águas superficiais respeitando-se as faixas de proteção de corpos de água e prevendo-se a implantação de sistemas de drenagem compatíveis com a macrodrenagem local e capazes de suportar chuva com períodos de recorrência de cinco anos, impedindo que as águas precipitadas na área do aterro sejam direcionadas para fora deste, com carreamento de material sólido.

2.1.3.2 Condição de operação de aterros de resíduos da construção civil

2.1.3.2.1 Controle do recebimento dos resíduos

Deve ser previsto um plano com controles de origem e quantidade dos resíduos recebidos e monitoramento periódico da qualidade dos resíduos dispostos, que permita a reconstituição da cadeia de responsabilidades. Este plano precisa conter:

a) o método de amostragem utilizado, de acordo com a NBR 10.007/2004;

b) os métodos de análise e ensaios a serem utilizados;

c) a frequência da análise.

Vale ressaltar que somente devem ser aceitos os resíduos provenientes da construção civil Classe A e os resíduos inertes e que, de acordo com a Norma, nenhum resíduo pode ser disposto no aterro sem que seja conhecida sua procedência e composição.

O Boletim publicado pela Universidade de São Paulo intitulado “Requisitos para a execução de aterros de resíduos de construção civil” (USP, 2006) que foi baseado em Normas e estudos realizados em aterros no Canadá, Estados Unidos e Europa, aponta que a presença de materiais como plásticos, asfaltos, pinturas, selantes, madeira tratada, lâmpadas fluorescentes, baterias, equipamentos elétricos, óleos de máquinas, resíduos vegetais, matéria-orgânica, dentre outros, pode contaminar os resíduos inertes. Pode ser tolerada a presença de plásticos, materiais betuminosos e resíduos orgânicos em pequenas quantidades nos aterros. Desta forma, a existência de mecanismos de seleção e triagem dos resíduos, como estações de transbordo, é indispensável para a viabilidade da execução de aterros inertes de RCC.

2.1.3.2.2 Procedimentos para registro da operação

Deve ser mantido na instalação, até o fim da vida útil e no período pós-fechamento, um registro da operação com as seguintes informações: descrição e quantidade de cada resíduo recebido e a data de disposição (incluídos os CTR – Controle de Transporte de Resíduos).

No caso de reservação de resíduos, o registro deverá indicar o setor onde o resíduo foi disposto bem como a descrição do tipo, quantidade e destinação dos resíduos rejeitados e reaproveitados, bem

como os resultados das análises efetuadas nos resíduos.

Também deverá haver registro das inspeções realizadas na área do aterro e dos incidentes ocorridos com as respectivas datas, bem como os dados referentes ao monitoramento das águas superficiais e subterrâneas.

O registro deve ser mantido em caso de alteração de titularidade da área ou empreendimento e para eventual apresentação de relatórios.

2.1.3.2.3 Triagem dos resíduos recebidos

Os resíduos recebidos devem ser previamente triados, na fonte geradora, em áreas de transbordo e triagem ou em área de triagem estabelecida no próprio aterro, de modo que nele sejam dispostos apenas os resíduos de construção civil classe A e/ou resíduos inertes.

Os resíduos de construção civil das classes B (recicláveis), C (sem tecnologias de reaproveitamento) ou D (perigosos) devem ser encaminhados à destinação adequada. Os resíduos classificados como classe D devem ser armazenados temporariamente protegidos de intempéries.

2.1.3.2.4 Disposição segregada de resíduos

Os resíduos devem ser dispostos em camadas sobrepostas e não será permitido o despejo pela linha de topo. Em áreas de reservação, em conformidade com o plano de reservação, a disposição dos resíduos deve ser feita de forma segregada, de modo a viabilizar a reutilização ou reciclagem futura.

Devem ser segregados os solos, os resíduos de concreto e alvenaria, os resíduos de pavimentos viários asfálticos e os resíduos inertes. A segregação por subtipos também pode ser adotada.

2.1.3.2.5 Treinamento

Os responsáveis pelo aterro devem fornecer treinamento adequado aos seus funcionários. Os treinamentos devem focar nas informações operacionais do aterro, dando ênfase à atividade específica a ser desenvolvida pelo funcionário, além de tratar dos procedimentos a serem adotados em casos de emergência.

2.1.4 Resíduos dos Serviços de Saúde (RSS)

Os resíduos de serviços de saúde resultam de todas as atividades exercidas no âmbito de atendimento à saúde, que por suas características, necessitam de processos diferenciados em seu manejo, exigindo ou não tratamento prévio antes da sua disposição final, conforme estabelecido na Resolução nº 358/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Se enquadram nestas atividades hospitais, clínicas, farmácias, laboratórios, funerárias, dentre outros.

Até pouco tempo na maioria dos municípios brasileiros, não havia um gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde – RSS, sendo estes tratados como os resíduos sólidos urbanos, o que ainda acontece em muitos municípios pequenos. Porém, a conscientização da população e das autoridades sobre os problemas ocasionados pela gestão incorreta dos RSS, juntamente com as legislações sobre esse tema, foram determinantes para que estes passassem a receber um manejo e tratamento diferenciado, com implementação de um gerenciamento específico para os resíduos de serviços de saúde - GRSS.

Esse gerenciamento constitui-se no conjunto de procedimentos de gestão, planejados e implementados a partir de bases científicas, técnicas, normativas e legais, com o propósito de minimizar a produção de resíduos, segregar os diferentes tipos e proporcionar transporte, tratamento e destinação final seguros, visando à proteção dos trabalhadores, a preservação da saúde pública e do meio ambiente. Esses procedimentos são propostos por meio do plano de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde – PGRSS de cada unidade.

Os geradores de resíduos de serviços de saúde em operação ou a serem implantados, devem elaborar e implantar o PGRSS, de acordo com a legislação vigente, especialmente a norma RDC 222/2018 da Agência Nacional da Vigilância Sanitária, ANVISA.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, instituída pela Lei nº 12.305 de 2010, possui uma subseção dedicada especialmente aos RSS, na qual define os estabelecimentos geradores de resíduos de saúde e determina que resíduos potencialmente infectantes não poderão receber disposição final sem tratamento prévio que assegure a eliminação de suas características de patogenicidade.

A PNRS ainda atribui aos serviços de saúde a responsabilidade pelo gerenciamento completo de seus resíduos, desde sua geração até a destinação e disposição final, e fixa que o importador, o fabricante e o distribuidor de medicamentos, bem como os prestadores de serviços de saúde são corresponsáveis pela coleta dos resíduos especiais resultantes dos produtos vencidos ou considerados inadequados ao consumo (Lei nº 12.305/2010).

Para facilitar o gerenciamento dos RSS, é recomendável que as administrações públicas optem pela terceirização do serviço, contratando empresas especializadas para o manejo dos resíduos, de modo que se exija a apresentação de documento que comprove a regularização ambiental da empresae que a empresa responsável pela destinação/disposição dos RSS, apresente fontes de comprovação sobre a atividade contratada.

2.1.4.1 Geração, caracterização e gerenciamento dos RSS

2.1.4.1.1 Geração

Como estabelecido na Resolução nº 222/2018 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, que regulamenta as boas práticas de gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde, são definidos como geradores de resíduos de serviços de saúde todos os serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento (tanatopraxia e somatoconservação); serviços de medicina legal; drogarias e farmácias, inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos, importadores, distribuidores e produtores de materiais e controles para diagnóstico *in vitro*; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de tatuagem, dentre outros similares.

Conforme citado em Brasil (2006 apud ALVES, 2009), a importância dos RSS não está na quantidade gerada, que no Brasil corresponde por apenas 1 a 3% do total de resíduos produzidos, mas no potencial de risco que representam à saúde humana e ao meio ambiente.

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS aponta uma geração média destes resíduos à base de 5 kg diários para cada 1.000 habitantes, relativos a uma taxa média de 0,5% em relação à quantidade de resíduos domiciliares e públicos coletada. Outra forma de construir-se uma estimativa é pela taxa anunciada no Manual de Saneamento da Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, que é de 2,63 kg diários por leito de internação existente, dos quais 0,5 kg são resíduos perigosos (MMA, 2012).

2.1.4.1.2 Caracterização

Segundo a Fundação Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM, 2011), os estabelecimentos prestadores de serviço de saúde geram uma quantidade significativa de resíduos, devido à diversidade de atividades que desenvolvem. Porém, de todos os resíduos gerados, só uma pequena parcela pode ser considerada de risco (biológico, químico, físico, etc.) e que exija cuidados especiais para a proteção de seus trabalhadores, da população em geral e do meio ambiente. A outra parcela é constituída por resíduos que podem ser equiparados aos domiciliares.

Se os resíduos perigosos forem misturados com os demais, temos dois cenários inapropriados: todo o resíduo passa a ser considerado perigoso, o que gera um custo elevado em seu tratamento e disposição, já que o volume de resíduos a ser tratado e disposto de forma especial passa a ser maior; ou o resíduo é disposto indevidamente e isso, além de ser ilegal, gera um grande problema ambiental e à saúde. Na Figura 2.5 são ilustrados esses dois cenários (FEAM, 2011).

Figura 2.5 - Resíduos não perigosos se misturados aos resíduos perigosos, todo o total passa a ser considerados perigoso.

Fonte: FEAM, 2011.

Para detalhar a composição dos RSS segundo as suas características biológicas, físicas, químicas, estado de matéria e origem, para o seu manejo seguro, os resíduos são divididos em cinco grupos, conforme a Resolução RDC nº 222/2018 da ANVISA:

Grupo A – Infectantes: resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção. Alguns exemplos são: resíduos de laboratórios de engenharia genética, bolsas de sangue, peças anatômicas, carcaças de animais provenientes de centros de experimentação, todos os resíduos provenientes de pacientes em isolamento, entre outros.

Grupo B – Químicos: resíduos contendo substâncias químicas que apresentam risco à saúde pública ou ao meio ambiente, independentemente de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. São exemplos: medicamentos vencidos, contaminados, apreendidos para descarte, parcialmente utilizados e demais medicamentos impróprios ao consumo; substâncias para revelação de filmes usados em Raio-X; entre outros resíduos contaminados com substâncias químicas perigosas.

Grupo C – Rejeitos Radioativos: quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção especificada na norma da Comissão Nacional de Energia Nuclear, CNEN–NE–6.02, e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista.

Grupo D – Resíduos Comuns: resíduos que não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares. São exemplos: resíduos gerados na recepção, escritório, administração, copa e cozinha.

Grupo E – Perfurocortantes ou Escarificantes: objetos e instrumentos contendo cantos, bordas, pontos ou protuberâncias rígidas e agudas, capazes de cortar ou perfurar. São exemplos: bisturis, agulhas, lâminas, bolsas de coleta incompleta quando descartadas acompanhadas de agulhas, entre outros.

A observação nos estabelecimentos de serviços de saúde tem demonstrado que, tipicamente, os resíduos de classe A, classe B, classe C e classe E são, no conjunto, 25% do volume total, enquanto os de classe D representam cerca de 75% do volume total dos resíduos de serviços de saúde (MMA, 2012).

2.1.4.1.3 Gerenciamento

- Armazenamento

Conforme mencionado anteriormente, dadas as características dos resíduos de serviços de saúde, são necessários a segregação e o armazenamento adequado diretamente na fonte geradora, de forma a minimizar os riscos de contaminação e proporcionar seu correto manejo e destinação final.

- Coleta e transporte

A forma e frequência da coleta e transporte dos RSS são etapas fundamentais no gerenciamento adequado dos resíduos de serviços de saúde. O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) relata que, predominantemente, os municípios brasileiros utilizam veículos que são exclusivos para esta atividade, no entanto há presença significativa de coleta sendo realizada concomitantemente por veículos responsáveis também pela coleta de resíduos domiciliares.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2012), é importante certificar se ocorre a coleta, se existem operadores privados inseridos nesta atividade e se a administração pública, quando atua removendo resíduos privados, cobra pelos serviços prestados.

- Reciclagem

Os resíduos oriundos do atendimento à saúde, na maioria das vezes, são associados apenas a material biológico ou radioativo, capazes de provocar danos. Todavia, como já apresentado anteriormente, um volume expressivo dos RSS gerados são de materiais que não sofreram nenhuma interação, ou seja, não apresentam qualquer contaminação.

No entanto, algumas vezes eles são coletados e descartados da mesma forma que os resíduos contaminados, por meio de tratamentos como a incineração e autoclave, trazendo custos onerosos ao seu gerador, ou então são dispostos em aterros para resíduos especiais. Ressalta-se que valores significativos poderiam ser economizados se os RSS que não precisam de tratamentos especiais não fossem incorretamente classificados, deixando de ir para locais de tratamento desnecessariamente.

Diversos materiais oriundos dos estabelecimentos de atendimento à saúde podem ser reciclados, tais como: papel de escritório, caixas de papelão, jornais e revistas, plásticos diversos, embalagens PET, copos descartáveis, vidros, metais, latas de alumínio, sobras alimentares, aparas de jardim, dentre outros.

- Tratamento e disposição final

Os resíduos de serviços de saúde Classe A devem ser submetidos a um tratamento correto antes de sua disposição final. Esse tratamento consiste na aplicação de uma técnica que modifique as características inerentes aos mesmos, reduzindo ou eliminando os riscos associados à presença de agentes patogênicos, como contaminação, acidentes ocupacionais ou danos ao meio ambiente (ANVISA 222/2018).

Os sistemas para tratamento e disposição final de RSS devem estar licenciados pelo órgão ambiental de acordo com a Resolução nº 358/2005 do CONAMA. Vários são os métodos empregados para tratamento, devendo ser submetidos a monitoramento de acordo com parâmetros e periodicidade definidos no licenciamento ambiental.

Dentre os diversos métodos para tratamento, destacam-se a incineração e autoclavagem, mais comuns no país. Ainda existe a técnica de tratamento por micro-ondas, que merece destaque.

A incineração é um processo de queima de resíduos em altas temperaturas, normalmente acima de 800ºC, a presença de excesso de oxigênio, no qual os materiais à base de carbono são decompostos, desprendendo calor e gerando um resíduo de cinzas. Esse método trata a maioria dos RSS, principalmente infecciosos, patológicos e perfurocortantes, tornando-os inócuos. Requer constante monitoramento das emissões gasosas, para evitar impactos ambientais (RECESA, 2008).

A autoclavagem é um processo aplicado para redução de carga microbiana de culturas e estoques de microrganismos. O processo combina temperaturas e pressões altas para provocar a inativação dos micro-organismos patogênicos.

Informações sobre os RSS gerados no estado de Rondônia constam no Produto 2 do Diagnóstico do Plano Estadual de Resíduos Sólidos.

2.1.5 Resíduos Industriais

Nas indústrias são gerados resíduos Classe I (perigosos) e Classe II (não perigosos) dependendo da tipologia industrial, dos processos adotados e produtos fabricados. Assim, do ponto de vista de disposição de resíduos e rejeitos industriais, há os aterros de resíduos industriais não perigosos e perigosos.

Os aterros de resíduos industriais não perigosos são regidos pela NBR 13.896/1997 e deve seguir os mesmos requisitos de projeto, implantação e operação dos aterros sanitários de RSU.

O aterro de resíduos industriais perigosos (ARIP) deve ser projetado de acordo com a ABNT 10.157/1987. Uma vez que a norma foi publicada há mais de duas décadas e as tecnologias de proteção ambiental evoluíram neste período, especialmente o uso de materiais geossintéticos nos aterros de rejeitos, critérios mais restritivos poderão ser adotados pelo órgão ambiental estadual nos processos de licenciamento ambiental.

As estruturas dos aterros de resíduos perigosos são as mesmas de aterros sanitários, entretanto, os sistemas de proteção ambiental são mais eficientes, em função da natureza dos resíduos. Assim, podem ser utilizados, por exemplo, sistemas de cobertura móvel ou fixo para evitar qualquer contato de águas pluviais com os resíduos ou um sistema de impermeabilização contendo mais de uma camada de geomembrana e argila para maximizar a proteção do solo e subsolo.

Os critérios locacionais, de implantação, operação e encerramento dos ARIP são muito similares aos dos aterros sanitários (AS) para RSU. Para não repetir informações, serão incluídos a seguir apenas os requisitos de proteção ambiental e operacionais mais restritivos para os aterros de resíduos industriais perigosos.

2.1.5.1 Requisitos de proteção ambiental

No sistema artificial de impermeabilização inferior, deve ser obrigatoriamente previsto no projeto um sistema de testemunho da eficiência e estanqueidade da impermeabilização. Esse sistema deve ser projetado, colocado e operado de forma a dar vazão a todo o fluxo de líquido percolado que porventura ocorra em caso de ruptura ou má colocação da impermeabilização, e deve conter um aparato capaz de acumular esse líquido por tempo suficiente que permita a completa restauração da impermeabilização. Além disso, esse sistema deve ser projetado de tal forma que permita a retirada do líquido antes deste atingir o lençol freático.

No caso da utilização de argila como material impermeabilizante, são necessários ainda:

- Ensaios e caracterizações geotécnicas detalhadas;
- Espessura total da impermeabilização;
- Espessura máxima de cada camada para compactação;
- Proteção da capa impermeável, no caso em que esta ficar exposta às intempéries por um longo período de tempo.

A camada de impermeabilização deve ser construída com materiais de propriedades químicas compatíveis com o resíduo, com suficiente espessura e resistência de modo a evitar rupturas devido a pressões hidrostáticas e hidrogeológicas, contato físico com o líquido percolado ou resíduo, condições climáticas, tensões da instalação da impermeabilização e aquelas originárias da operação diária.

2.1.5.2 Operação do aterro de resíduos industriais perigosos

A seguir serão apresentadas as diretrizes das normas da ABNT referentes à operação de aterros de resíduos industriais perigosos.

- Registro e caraterização dos resíduos

Na operação do ARIP deverá ser elaborado um sistema de registro de operação com as informações sobre a quantidade dos resíduos recebidos, o gerador desses resíduos, as análises feitas e o local de disposição dentro da área do aterro.

Deverá ser apresentada a caracterização qualitativa e quantitativa de cada resíduo, indicando as seguintes informações.

- Origem: em que etapa do processamento industrial ou tratamento dos efluentes o resíduo foi gerado;
- Nome químico ou vulgar juntamente com a fórmula química dos constituintes desse resíduo ou das substâncias que lhe deram origem. A comprovação da composição (através de análise química ou ensaios) deve ser fornecida quando for solicitada pelos órgãos ambientais;
- Estado físico e a densidade de cada resíduo;
- Quantidade diária e/ou mensal e a frequência de produção dos resíduos;
- Quantidade diária e/ou mensal de seus constituintes.

Desta forma é obrigatório que no aterro haja um laboratório para análises expeditas. Devem ser apresentados os resultados de ensaios de lixiviação dos resíduos quando solicitado pelos órgãos de fiscalização.

- Acondicionamento e estocagem dos resíduos no ARIP

Deve ser apresentada a forma de acondicionamento dos resíduos para estocagem, transporte e/ou disposição. Nos casos em que for prevista a estocagem dos resíduos por determinado período até sua disposição no aterro, devem ser indicados o período de estocagem e o local, bem como as medidas de segurança a serem tomadas, tais como isolamento da área de estocagem, cobertura dos resíduos e outras. O período de estocagem de resíduos deve ser inferior a 90 dias.

Devem ser apresentadas a forma em que os resíduos são transportados e dispostos no aterro, a frequência e as quantidades a serem dispostas de cada vez, bem como a sequência de operações de preenchimento do aterro.

Devem ser indicadas as espessuras das camadas de resíduos e de cobertura, bem como dos taludes formados na disposição dos resíduos.

Antes da disposição é necessário indicar se o resíduo, quando manipulado na instalação, apresenta incompatibilidade que possa provocar efeitos indesejáveis, tais como fogo, liberação de gases tóxicos ou que possa facilitar a lixiviação de substâncias tóxicas. Nestes casos, a disposição deverá prever a segregação dos resíduos com estas características de incompatibilidade.

2.1.6 Resíduos de Transporte

A Lei nº 12.305/2010, em seu artigo 13 define os resíduos sólidos de serviços de transporte como aqueles originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira.

A Resolução CONAMA nº 5 de 05/08/1993 dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários. Nos artigos 4º e 5º da referida resolução, há o estabelecimento da obrigatoriedade dos estabelecimentos no gerenciamento dos seus resíduos gerados bem como a elaboração e aprovação pelo órgão ambiental competente do Plano de Gerenciamento de Resíduos.

O Ministério da Saúde, através da Resolução 56/2008, a qual dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas Sanitárias no Gerenciamento de Resíduos Sólidos nas áreas de Portos, Aeroportos, Passagens de Fronteiras e Recintos Alfandegados, em seu artigo 1º, define os termos Transporte e o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, respectivamente, como o "translado de resíduos em qualquer etapa do gerenciamento de resíduos sólidos" e o "documento que aponta e descreve as ações relativas ao gerenciamento de Resíduos Sólidos, integrante de processo de licenciamento ambiental".

Uma dificuldade para a análise do desempenho das empresas na gestão dos resíduos sólidos desses terminais é a insuficiência na divulgação das informações ou até mesmo a ausência dessas.

O gerenciamento de resíduos sólidos em terminais rodoviários e ferroviários cabe às empresas responsáveis pelos mesmos, sendo estas obrigadas a apresentarem o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos à autoridade ambiental competente.

Para a elaboração do Caderno de Diagnóstico dos Resíduos Sólidos dos Serviços de Transporte no âmbito nacional, o IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, do Governo Federal, contatou a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). Entretanto, a referida agência ainda não divulgou dados consolidados sobre a gestão de resíduos em terminais rodoviários e ferroviários. Dados dessa natureza poderão estar disponíveis em bases de concessionárias e empresas que gerenciam terminais rodoviários e ferroviários.

De acordo com o IPEA (2011) há uma enorme quantidade de terminais rodoviários e ferroviários (com diferentes portes) e além de inúmeras empresas responsáveis pela gestão desses terminais. Esta realidade dificultou a obtenção de dados sobre o gerenciamento de resíduos nessas instalações, no curto espaço de tempo no qual foi realizado este diagnóstico, não sendo possível a coleta de dados primários. Assim, devido à ausência de uma base de dados que consolide essas informações e permita a verificação do setor (ferroviário/rodoviário), do porte do terminal e das concessionárias que ainda não gerenciam efetivamente os resíduos sólidos gerados em suas instalações ou o fazem de maneira precária, não foi possível realizar uma análise desse cenário para o Estado de Rondônia.

- Ferroviários

Não há dados disponíveis da geração de resíduos nos terminais ferroviários e, por isso, não foram aqui apresentados.

- Aeroportos

FACHINI (2002) estimou através de seu trabalho realizado no Aeroporto de Joinville, em Santa Catarina, que a geração de resíduos por viagem é, em média, de 300 gramas por passageiro, incluindo todos os tipos de resíduos gerados em uma aeronave. Dados da INFRAERO (2011) mostram que volume médio de resíduos gerados no Aeroporto Internacional de Porto Velho – Governador Jorge Teixeira de Oliveira foi 15 toneladas/mês, dos quais apenas 280 kg são disponibilizados à cooperativas.

Segundo a Infraero os terminais de cargas contam com câmaras frigoríficas, instalações para carga viva, áreas especiais para cargas valiosas, material radioativo e demais artigos perigosos, o que faz da Infraero referência na atividade de Logística de Carga e na disponibilização de facilidades e serviços para todos os integrantes da cadeia Logística multimodal. Diante disso, constata-se que em um aeroporto há a geração de todos os tipos de resíduos sólidos como aqueles gerados em uma cidade, porém em menor quantidade (CNT, 2011).

- Portos

De acordo com a Secretaria de Portos da Presidência da República (SEP, 2011), o sistema de transporte aquaviário no Brasil abrange uma costa de 8,5 mil quilômetros navegáveis e o setor portuário movimenta cerca de 700 milhões de toneladas por ano, de diversas mercadorias, respondendo por mais de 90% das exportações de carga no país.

Os resíduos gerados em portos compreendem os seguintes tipos (SCHINDLER, 2007):

- Restos de carga;
- Embalagens (*pallets*, lâminas de plástico, cartões);
- Resíduos domésticos dos setores sociais (cantinas, oficinas, lavanderias, sanitários);
- Lubrificantes e hidrocarbonetos usados, filtros, vernizes, pinturas, solventes e baterias de manutenção de máquinas e infraestrutura;
- Restos de mercadorias estivadas.

SCHINDLER (2007) relata que os tipos de resíduos sólidos gerados nos portos brasileiros compreendem os principais materiais: ferragens, óleos, resíduos orgânicos, resíduos químicos, material de escritório, resíduos infectantes, cargas em perdimento e sucatas.

Os resíduos gerados em portos devem ser acondicionados em baias em um depósito fechado e arejado que facilite o armazenamento dos resíduos por grupo coletado. Cabe ressaltar que investimentos em treinamento e ações de sensibilização e mobilização ambiental com os funcionários e colaboradores, bem como de responsabilidade social em escolas sobre coleta seletiva, saúde e saneamento também foram implantadas para que o programa de gestão de resíduos sólidos se tornasse eficaz (AZEVEDO, 2007).

Ao avaliar a gestão dos resíduos sólidos em portos, aeroportos, fronteiras e recintos alfandegados, AZEVEDO (2007) aponta as seguintes preocupações:

- Há desconhecimento da realidade local, pois os Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) elaborados não contemplam informações específicas para situações distintas;
- Existe a necessidade do gerador em atender o termo de referência, independentemente da realidade local;
- O processo de aprovação do PGRS é lento e burocrático;
- Há pouco compromisso dos atores envolvidos com as práticas de gerenciamento ao PGRS.

De modo geral, foi possível observar que a gestão de resíduos sólidos apresenta falhas operacionais, gerenciais e normativas, causadas pela falta de:

- Equipe habilitada para gerenciar e operacionalizar as ações de controle sanitário em portos;

- Definição sobre o quanto e como cada entidade é responsável pelos resíduos sólidos gerados nos portos;

- Procedimentos que estabeleçam o registro de documentos e práticas operacionais adequados;

- Articulação entre as instituições envolvidas e destas com as empresas prestadoras de serviços em zonas portuárias;

- Conhecimento em pesquisa de técnicas viáveis de tratamento e destinação adequada para cada grupo de resíduo gerado.

É possível observar que ainda há falta de informações e de uniformização dos procedimentos operacionais e gerenciais a serem tomados, bem como há falta de atuação integrada de cada instituição no que se refere à gestão dos resíduos sólidos (IPEA, 2011).

Entre os portos existentes, não há conhecimento padronizado sobre as informações que devem ser adotadas para o gerenciamento seguro dos resíduos sólidos diariamente. Neste contexto, em fevereiro de 2007, a ANVISA e a ANTAQ realizaram o Seminário Técnico para o Controle dos Resíduos Sólidos em Áreas Portuárias, que contou com representantes de instituições públicas com seus respectivos temas de trabalho, no intuito de possibilitar que cada entidade exponha os procedimentos, as regulamentações e dúvidas pertinentes ao tema (IPEA, 2011).

Ressalta-se que tanto o Porto SOPH quanto os aeroportos de Rondônia são responsáveis pela gestão e destinação ambientalmente adequada de todos os resíduos gerados em suas dependências, devendo os mesmos elaborarem e manter atualizados os respectivos planos de gerenciamento de resíduos, que deverão ser aprovados pela SEDAM.

2.1.7 Resíduos de Mineração (RMI)

Os resíduos da mineração, normalmente chamados de rejeitos, são originados no beneficiamento dos minérios através de processos físicos e químicos que visam regularizar o tamanho dos fragmentos, remover minerais associados sem valor econômico e aumentar a qualidade, pureza ou teor do produto final.

BOSCOV GIMENEZ (2008) destaca que existem diversos procedimentos realizados, variando em função do tipo e da qualidade do minério, tais como: britagem (fragmentação), moagem (pulverização), peneiramento (classificação) e concentração (por densidade, separação magnética, separação eletrostática, ciclonagem, aglomeração, flotação, lavagem, secagem, pirólise, calcinação). Os rejeitos são normalmente compostos de partículas provenientes da rocha, de água e de outras substâncias adicionadas no processo de beneficiamento.

No caso da exploração de minerais metálicos a quantidade de impurezas, umidade e presença de agentes químicos inviabilizam o tratamento destes, assim, é necessário promover a disposição final dos rejeitos em barragens ou diques, devidamente impermeabilizados, para evitar que os percolados atinjam e poluam o subsolo e o lençol freático e que os materiais particulados causem assoreamento de cursos de água. Estas barragens são conhecidas na mineração como de barragens de rejeitos.

A diretriz principal para os projetos de exploração de minerais metálicos em Rondônia é a elaboração de projeto e construção de barragens de rejeitos no local da mineração de acordo com condicionantes do licenciamento ambiental. Normalmente são associadas geomembranas com solos de baixa permeabilidade.

2.1.8 Resíduos Agrossilvopastoris

2.1.8.1 Orgânicos

Os resíduos gerados na agricultura normalmente são compostos por partes da própria cultura produzida como palhas, cascas e raízes que, normalmente, não são coletados pelos agricultores sendo incorporados no solo para novos cultivos produtivos uma vez que possuem nutrientes.

Estes resíduos podem ser usados para adubação, permitindo a recuperação de elementos essenciais ao desenvolvimento das culturas que estão presentes nesses materiais, além disso, eles também contribuem para a estrutura física do solo, aumentando a retenção de água, por exemplo. Além da utilização como fertilizantes, os resíduos da agroindústria também podem ser utilizados para alimentação animal, para a geração de energia, contribuindo com a sustentabilidade da matriz energética brasileira ou mesmo para diversas outras finalidades como artesanatos, fabricação de móveis, etc. Portanto não existe nenhuma diretriz específica para a disposição destes resíduos no solo.

As fazendas de criação de animais confinados deverão ser submetidas a processos de licenciamento ambiental prevendo condicionantes para o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos. Ressalta-se que os resíduos agrossilvopastoris de origem animal destas fazendas, essencialmente excretas, têm potencial de utilização como adubo em processos de compostagem e biodigestão anaeróbia.

O uso de excretas de animais em biodigestores possibilita o reaproveitamento do material com as seguintes vantagens da aplicação:

- Estabilização da matéria orgânica presente nas excretas dos animais possibilitando reaproveitamento e incorporação no solo como adubo orgânico;
- Geração de biogás que pode ser convertido em energia elétrica ou queimado para conversão em gás carbônico;
- Geração de efluentes no biodigestor que também podem ser utilizados em irrigação e incorporados no solo e culturas.

Observa-se que a disposição final no solo de lodos de tratamento de efluentes de criação de animais não pode ser feita antes que haja uma estabilização deste material, nem deve ser feita de forma concentrada em um local, a fim de evitar contaminação pontual.

2.1.8.2 Inorgânicos

Os resíduos agrossilvopastoris inorgânicos são compostos pelas embalagens de agrotóxicos e fertilizantes. Através das Leis n° 7.802/1989 e n° 9.974/2000, a responsabilidade sobre a destinação adequada das embalagens de agrotóxicos e fertilizantes foi dividida entre fabricantes, revendedores, agricultores (usuários) e poder público (fiscalizador). Devido a essa regulamentação, em 2002 foi criado o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (INPEV), entidade que representa as indústrias fabricantes de produtos fitossanitários.

Conforme o parágrafo 5° do Art. 53, do Decreto Federal nº 4.074/2002, as embalagens rígidas, que contiverem formulações miscíveis ou dispersáveis em água, deverão ser submetidas pelo usuário à operação de tríplice lavagem, ou tecnologia equivalente, conforme orientação constante de seus rótulos, bulas ou folheto complementar. A tríplice lavagem das embalagens rígidas é um procedimento de lavagem realizado três vezes que viabiliza a reciclagem das embalagens rígidas, sendo que, quando não realizada, as embalagens são consideradas contaminadas pelos resíduos perigosos, agrotóxicos, devendo ser submetidas ao processo de incineração (Figura 2.6).

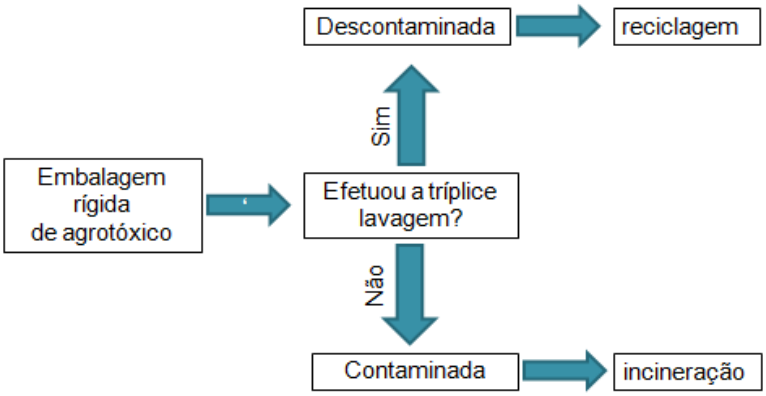

Figura 2.6 – Gerenciamento das embalagens de agrotóxicos e fertilizantes.

Fonte: BRASIL (2002).

2.1.9 Resíduos de Serviços de Saneamento

2.1.9.1 Lodos de Estação de tratamento de Água (ETA)

Um método alternativo de disposição dos resíduos gerados nas ETAs, que tem sido observado em alguns países da Europa e nos Estados Unidos, é seu lançamento nas estações de tratamento de esgoto (ETEs), via rede coletora de esgoto ou por meio de transporte em caminhão.

Em relação às possibilidades de disposição dos lodos das ETAs dentro da área das estações, REALI (1999) apresenta o sistema de lagoas de lodo com a possível conversão deste em leitos de secagem. Os sistemas de lagoas de lodo geralmente possuem duas ou mais unidades operando em paralelo, sendo o lodo enviado continuamente para uma das lagoas até seu enchimento completo. Após isso, interrompe-se a operação da lagoa cheia, possibilitando a desidratação do lodo acumulado. Durante o esvaziamento e retirada de lodo de uma lagoa, o fluxo de lodo da estação é enviado para a outra lagoa.

Há ainda a possibilidade de transformar as lagoas de lodo em leitos de secagem pela implantação de sistema de drenagem no fundo da lagoa com retirada da água e reenvio à estação de tratamento. Após o período de secagem do lodo nas lagoas ou nos leitos de secagem, deve-se realizar a remoção do lodo concentrado por dragagem no fundo das unidades, para posterior destinação final adequada.

Em sistemas de tratamento onde não há áreas disponíveis para a disposição final dentro do terreno da ETA ou que haja alguma restrição ambiental para a disposição final, há várias opções possíveis de disposição em áreas externas, dependendo da análise da viabilidade técnica, econômica e ambiental para cada caso, citadas abaixo (REALI, 1999):

2.1.9.1.1 Disposição em aterros sanitários

Os aterros sanitários podem, muitas vezes, apresentar restrições quanto à umidade máxima permitida para recebimento da torta (resíduo final). Além disso, os custos envolvidos no transporte do resíduo final (torta) dependem da distância entre a ETA e o aterro, podendo tornar-se consideravelmente elevados nos casos em que o lodo não tenha sido suficientemente desidratado.

Assim, para que esta opção seja adotada, quando se tem lodo gerado a partir da coagulação química com sulfato de alumínio, é usualmente recomendável que a torta final tenha concentração de sólidos acima de 25%. Portanto, é fundamental que os sistemas de remoção de água de lodos sejam capazes de produzir tortas bastante desidratadas.

2.1.9.1.2 Co-disposição com biossólidos

A disposição no solo conjunta dos lodos de ETAs e dos biossólidos gerados em estações de tratamento de esgotos pode ser bastante vantajosa do ponto de vista operacional. Essa mistura também pode ser utilizada no preparo de compostos fertilizantes, sendo que, o produto da mistura costuma apresentar menores teores de metais, tornando o produto mais facilmente comercializável.

Entretanto, para disposição no solo desses lodos gerados nas estações de tratamento de esgotos, também chamados de biossólidos, deverão ser considerados os critérios definidos na Resolução CONAMA nº 375/2006.

2.1.9.1.3 Disposição controlada em certos tipos de solos

A aplicação de disposição controlada de lodo de ETA em certos tipos de solos pode ser realizada desde que se comprove a inexistência de impactos negativos ao solo receptor dos resíduos gerados na ETA.

Há alguns exemplos na literatura, em que lodos de ETAs vêm sendo dispostos em fazendas de cultivo de gramíneas. Quando há presença de alumínio no lodo, sua disposição no solo deve ser cuidadosa em função da grande afinidade química deste com o fósforo presente no solo, que torna indisponível este nutriente para as plantas.

2.1.9.1.4 Aplicações industriais diversas

Uma solução adotada é a incorporação dos sólidos presentes nos lodos em produtos diversos, como fabricação de materiais de construção, como tijolos e na construção de bases de certos tipos de pavimentos, devendo ser respeitadas as normas de engenharia e da ABNT, referentes à qualidade dos produtos e materiais que serão empregados na construção civil.

2.1.9.2 Lodos de Estação de tratamento de Esgoto (ETE)

Neste item serão apresentadas considerações para disposição dos lodos de esgotos no solo, em aterros sanitários ou sua utilização como insumo agrícola, além da compostagem associada à fração orgânica biodegradável dos resíduos sólidos urbanos.

2.1.9.2.1 Disposição em aterros sanitários

Para ser disposto no solo, o lodo de esgoto, deverá ser submetido, no mínimo, a um processo de desidratação, ou seja, de retirada de água, para que possibilite o transporte em caminhões até o local de disposição, sendo que os aterros sanitários podem, muitas vezes, apresentar restrições quanto à umidade máxima permitida para recebimento da torta.

Os custos envolvidos no transporte do resíduo final (torta) dependem da distância entre a ETE e o aterro, podendo tornar-se consideravelmente elevado nos casos em que o lodo não tenha sido suficientemente desidratado.

2.1.9.2.2 Disposição no solo como insumo agrícola

O lodo de esgoto após ser estabilizado por meio de digestão aeróbia ou anaeróbia e desidratado, constitui o biossólido, cujas características se assemelham às dos estercos bovinos, amplamente empregados na agricultura. Entretanto, para ser aplicado diretamente no solo com finalidade agrícola, é necessário que o processo de tratamento do lodo seja eficiente e com adequado controle sanitário, uma vez que este pode vir acompanhado de organismos patogênicos (causadores de doenças) e metais pesados.

A Resolução CONAMA nº 375/2006 define os critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgotos gerados em ETEs, visando à proteção da saúde e do meio ambiente. Nela foram estabelecidos critérios que exigem processos de alta eficiência para higienização e estabilização do lodo, encarecendo muito o tratamento do mesmo, inviabilizando assim, a aplicação agrícola do lodo em muitos municípios do país.

Ressalta-se que o uso agrícola do lodo de esgoto é uma alternativa que apresenta vantagens econômicas quando comparado a outras práticas de destinação final, uma vez que se enquadra nos princípios de reutilização de resíduos de forma ambientalmente adequada.

O lodo só poderá ser aplicado no solo após ser submetido a tratamento que assegure sua estabilização, não apresentando potencial de geração de odores e de atratividade de vetores, mesmo quando reumidificado. O lodo é considerado estável para utilização agrícola quando a relação entre sólidos voláteis e sólidos totais for inferior a 0,70 (Res. CONAMA nº 375/2006).

A aplicação do lodo de esgoto no solo deverá ser uniforme, podendo ser feita de quatro formas, apresentadas a seguir (Res. CONAMA nº 375/2006):

a) sobre a superfície do terreno (seguida ou não de incorporação);

b) em sulcos;

c) em covas;

d) por injeção subsuperficial.

Nos Quadro 2.4 e Quadro 2.5 são apresentados os limites máximos permitidos pela Resolução CONAMA nº 375/2006 para elementos inorgânicos e microrganismos patógenos, respectivamente, para uso agrícola.

Quadro 2.4 – Concentração máxima de elementos inorgânicos permitida no lodo de esgoto para uso agrícola.

Substâncias Inorgânicas	**Concentração Máxima permitida no lodo de esgoto ou produto derivado (mg/kg, base seca)**
Arsênio	41
Bário	1300
Cádmio	39
Chumbo	300
Cobre	1500
Crômio	1000
Mercúrio	17
Molibdênio	50
Níquel	420
Selênio	100
Zinco	2800

Fonte: CONAMA (2006).

Quadro 2.5 **–** Concentração máxima permitida no lodo de esgoto para uso agrícola.

Tipo de lodo de esgoto ou produto derivado	**Concentração de patógenos**
A	Coliformes Termotolerantes $<10^3$ NMP / g de ST Ovos viáveis de helmintos < 0,25 ovo / g de ST *Salmonella* ausência em 10 g de ST Vírus < 0,25 UFP ou UFF / g de ST
B	Coliformes Termotolerantes $<10^6$ NMP / g de ST Ovos viáveis de helmintos < 10 ovos / g de ST

ST: Sólidos Totais; NMP: Número Mais Provável; UFF: Unidade Formadora de Foco.

Fonte: CONAMA (2006).

Em solos onde o lodo de esgoto for aplicado só poderão ser cultivadas olerícolas, tubérculos, raízes e demais culturas cuja parte comestível entre em contato com o solo, bem como cultivos inundáveis, após um período mínimo de 48 meses da última aplicação. As atividades de pastagem só poderão ocorrer após um período mínimo de 24 meses da última aplicação de lodo.

Os lodos de esgoto enquadrados como classe A poderão ser utilizados para quaisquer culturas, respeitadas as restrições informadas nos parágrafos anteriores, enquanto a utilização de lodo

enquadrado como classe B é restrita ao cultivo de café, silvicultura, culturas para produção de fibras e óleos, com a aplicação mecanizada, em sulcos ou covas, seguida de incorporação, respeitadas as restrições previstas no artigo 15 e no inciso XI, do artigo 18 da Resolução CONAMA nº 375/2006.

Em relação às restrições locacionais e aptidão do solo nas áreas de aplicação do lodo de esgoto, não será permitida a aplicação, nos seguintes locais (CONAMA, 2006):

- Unidades de Conservação (UC), com exceção das Áreas de Proteção Ambiental (APA);
- Área de Preservação Permanente (APP);
- Áreas de Proteção aos Mananciais (APMs) definidas por legislações estaduais e municipais e em outras áreas de captação de água para abastecimento público, a critério do órgão ambiental competente;
- Interior da Zona de Transporte para fontes de águas minerais, balneários e estâncias de águas minerais e potáveis de mesa, definidos na Portaria DNPM nº 231, de 1998;
- Raio mínimo de 100 metros de poços rasos e residências, podendo este limite ser ampliado para garantir que não ocorram incômodos à vizinhança;
- Distância mínima de 15 (quinze) metros de vias de domínio público e drenos interceptadores e divisores de águas superficiais de jusante e de trincheiras drenantes de águas subterrâneas e superficiais;
- Área agrícola cuja declividade das parcelas ultrapasse:
    a. 10% no caso de aplicação superficial sem incorporação;
    b. 15% no caso de aplicação superficial com incorporação;
    c. 8% no caso de aplicação subsuperficial e em sulcos, e no caso de aplicação superficial sem incorporação em áreas para produção florestal;
    d. 25% no caso de aplicação em covas;
- Parcelas com solos com menos de 50 cm de espessura até o horizonte C;
- Áreas onde a profundidade do nível do aquífero freático seja inferior a 1,5 metro na cota mais baixa do terreno;
- Áreas agrícolas definidas como não adequadas por decisão motivada dos órgãos ambientais e de agricultura competentes.

O lodo de esgoto poderá ser utilizado na zona de amortecimento de unidades de conservação, desde que sejam identificadas as restrições previstas no Plano de Manejo da Unidade de Conservação, mediante prévia autorização do órgão responsável pela administração da UC.

Para aplicação do lodo no solo com finalidade agrícola deverão ser adotadas as taxas de aplicação previstas na Resolução CONAMA nº 375/2006, bem como respeitadas as seguintes diretrizes:

- Não aplicar lodo de esgoto ou produto derivado em condições de chuvas;
- Evitar a aplicação manual de lodo de esgoto classe A;
- A aplicação do lodo de esgoto classe B deverá ser obrigatoriamente mecanizada, em sulcos ou covas, com incorporação do lodo de esgoto ou produto derivado logo após a aplicação;
- Evitar a realização de cultivo ou outro trabalho manual na área que recebeu o lodo de esgoto ou produto derivado, por um período de 30 dias após a aplicação;

- Em caso de colheita manual, a aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado classe B deverá ser feita no mínimo 6 meses antes da colheita;
- Para o lodo de esgoto ou produto derivado classe B, tomar medidas adequadas e sinalização para restringir o acesso do público às áreas de aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado, durante um período de 12 meses após a última aplicação.

Por fim, deverá ser feito o monitoramento das Áreas de Aplicação do Lodo de Esgoto ou Produto Derivado observando os parâmetros de fertilidade do solo, o sódio trocável, a condutividade elétrica e as substâncias inorgânicas indicadas na Resolução supracitada.

2.1.9.2.3 Utilização em processos de compostagem

A compostagem é um processo biológico de degradação da matéria orgânica presente nos resíduos onde uma mistura inicial de resíduos sofre a ação de vários grupos de microrganismos. Durante a biodegradação da matéria orgânica a temperatura se eleva naturalmente chegando a 60-65 ºC nos primeiros dias, inativando ou reduzindo a quantidade de microrganismos patogênicos presentes no lodo (BLEY, 1998).

Para utilização no processo de compostagem o lodo de esgoto deve ser misturado a resíduos orgânicos, tanto vegetais como animais (palha, resíduo de podas de árvores trituradas, esterco de galinha, capim). Os lodos de esgoto, assim como os estercos, são materiais ricos em nitrogênio e devem ser associados a materiais ricos em carbono, como resíduos de podas e palha, visando balancear a relação C:N (Carbono:Nitrogênio) para se obter a mineralização ou estabilização da matéria orgânica.(GONÇALVES, 1999).

A relação entre temperatura e umidade é de extrema importância para que o processo seja eficiente, sendo ideal que o processo de compostagem alcance temperatura de 60ºC e cerca de 60% para teor de umidade.

A compostagem pode ser realizada em pilhas ou leiras, mantidas em pátios a céu aberto ou em abrigos fechados. Os materiais devem ser revolvidos periodicamente por processo manual ou utilização de equipamentos mecânicos, a fim de se produzir a aeração das camadas inferiores, mantendo assim, além da oxigenação da massa de resíduos, o controle de temperatura e umidade, condições estas importantes para melhor aproveitamento do processo (BLEY, 1998).

De acordo com GONÇALVES (1999) um estudo realizado pela Universidade Federal do Espírito Santo, apresentou resultados positivos em ensaios de compostagem por aeração mecanizada de lodo de esgoto associado a esterco de galinha e resíduos agrícolas. Tais processos demonstraram eficiência na produção de compostos orgânicos para utilização na agricultura, em relação aos valores obtidos de pH, relação C:N e macro e micronutrientes.

3 DIRETRIZES E MEIOS PARA A CRIAÇÃO DE FUNDO ESTADUAL E MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) publicou em 2011 o Manual de Planos Estaduais de Resíduos Sólidos – Orientações Gerais, onde estabeleceu a criação de um Fundo Estadual e Municipal de Resíduos Sólidos como um dos instrumentos capazes de garantir e assegurar a implantação e o alcance das proposições do PERS.

3.1 Do Fundo Estadual de Resíduos Sólidos

3.1.1 Objetivo

O Fundo Estadual de Resíduos Sólidos deverá ser criado com o objetivo de implementar ações destinadas a uma adequada gestão e proteção dos recursos naturais, incluindo a manutenção, melhoria e recuperação da qualidade ambiental dos espaços prejudicados pela disposição irregular de resíduos, de forma a garantir um manejo integrado e sustentável dos resíduos sólidos, com

consequente melhoria da qualidade de vida da população. Tem como finalidade oferecer suporte financeiro aos programas e ações relacionados aos Resíduos Sólidos.

3.1.2 Diretrizes e meios de criação

A criação do Fundo Estadual de Resíduos Sólidos se dá por meio da elaboração de um dispositivo legal (Lei) que o regulamenta.

O estado de Rondônia já conta com a Lei nº 1.145 de 12 de dezembro de 2002, que Institui a Política, cria o Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Estado de Rondônia, e dá outras providências. Tal Lei já especifica o FEPRAM – Fundo Especial de Proteção Ambiental, ao qual são destinados os recursos de multas por transgressão à referida Lei.

3.1.2.1 Propostas para o Fundo

O FEPRAM foi criado por meio da Lei Estadual nº 547 de 30 de dezembro de 1993. Diante disso, caberá ao Estado de Rondônia realizar estudo de viabilidade para decidir:

1. Se manterá o atual Fundo como fonte de recursos para a elaboração, implantação e gerenciamento de planos, programas, projetos e outras iniciativas ligadas à gestão dos Resíduos Sólidos;
2. Sobre revisar e atualizar a Lei Estadual nº 547/1993 para especificar o montante dos recursos do FEPRAM que serão destinados exclusivamente à gestão dos Resíduos Sólidos;
3. Sobre a criação de um novo Fundo Estadual específico para a Gestão dos Resíduos Sólidos, nos termos da Lei 12.305/2010.

3.1.3 Recursos que poderão constituir o Fundo

a) Dotações orçamentárias a ele destinadas;
b) Créditos adicionais suplementares a ele destinados;
c) Produto de multas impostas por infração à Legislação Ambiental, lavradas pelo estado de Rondônia;
d) Produto de licenças ambientais emitidas pelo estado de Rondônia;
e) Doações de pessoas físicas e jurídicas;
f) Doações de entidades nacionais e internacionais;
g) Recursos oriundos de acordos, contratos, consórcios e convênios;
h) Preços públicos cobrados por análises de projetos ambientais e/ou dados requeridos junto ao cadastro de informações ambientais do estado de Rondônia;
i) Rendimentos obtidos com a aplicação de seu próprio patrimônio;
j) Indenizações decorrentes de cobranças judiciais e extrajudiciais de áreas verdes, devidas em razão de parcelamento irregular ou clandestino do solo;
k) Compensação financeira ambiental;
l) Outras receitas eventuais.

3.1.4 Da administração do Fundo

A administração do Fundo será de responsabilidade do Conselho Estadual do Meio Ambiente, sendo de sua competência estabelecer as diretrizes, prioridades e programas de alocação dos recursos do Fundo, em conformidade com a Lei nº 1.145/2002, obedecidas as diretrizes federais.

3.2 Dos Fundos Municipais

Para a criação dos Fundos Municipais de Meio Ambiente, devem ser consideradas as mesmas diretrizes apontadas para o Fundo Estadual, adaptando-as para a realidade local.

Uma alternativa a ser desenhada consiste na criação de fundos intermunicipais que estejam associados aos consórcios públicos que atuam na gestão dos resíduos sólidos dos municípios consorciados.

4 DIRETRIZES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE LOGÍSTICA REVERSA

Para DEKKER (2000), logística reversa pode ser definida como o gerenciamento de todas as atividades logísticas relacionadas com a reutilização de produtos e materiais. As atividades da logística reversa incluem a coleta, a desmontagem e o processamento de produtos e materiais que atingiram sua vida útil, a fim de assegurar um novo uso ou uma recuperação ambientalmente adequada.

Os sistemas de logística reversa (SLR) no Brasil são anteriores a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Porém, foi por meio da PNRS que se instrumentalizou o processo de implementação dos SLR através de três mecanismos: regulamento, termo de compromisso e acordo setorial (Guimarães e Ribeiro, 2016).

A PNRS tornou obrigatória a estruturação e implementação de sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos, após o uso pelo consumidor, aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de pneus, pilhas e baterias, lâmpadas (fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista), produtos eletroeletrônicos e seus componentes, resíduos e embalagens de agrotóxicos, óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens.

Após o uso, estes produtos se tornam inservíveis para o consumidor e passam a ser considerados resíduos, devendo, portanto, haver uma logística no sentido contrário, de forma que o fluxo destes resíduos seja do consumidor ao fabricante ou produtor, que por sua vez, promoverá o aproveitamento no ciclo produtivo industrial, reciclagem ou tratamento e disposição final adequada.

No Artigo 33 da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, 2010), torna-se obrigatória a estruturação e implementação de sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

a) Agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA, do SNVS e do SUASA, ou em normas técnicas;

b) Pilhas e baterias;

c) Pneus;

d) Óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;

e) Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;

f) Produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Segundo IPT (2001), “por falta de sistema de coleta mais adequado, é grande a variedade de produtos contendo substâncias perigosas que podem ser encontradas no resíduo domiciliar, quer seja como sobras descartadas ou como contaminante em embalagens”. Estes resíduos podem ter diferentes origens, sendo gerados em diferentes atividades da sociedade. Nesse contexto, incluem-se os resíduos de sistema de logística reversa obrigatória.

4.1 Objetivos da Logística Reversa

A Logística Reversa é um instrumento de desenvolvimento socioeconômico que contempla um conjunto de procedimentos, ações e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo produtivo ou em outros ciclos, ou até mesmo em uma destinação final ambientalmente adequada.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, 2010) traz como objetivos da instituição da Logística Reversa:

- Promover ações para garantir que o fluxo dos resíduos sólidos gerados seja direcionado para a sua cadeia produtiva ou para cadeias produtivas de outros geradores;
- Reduzir a poluição e o desperdício de materiais associados à geração de resíduos sólidos;
- Proporcionar maior incentivo à substituição dos insumos por outros que não degradem o meio ambiente;
- Compatibilizar interesses conflitantes entre os agentes econômicos, ambientais, sociais, culturais e políticos;
- Promover o alinhamento entre os processos de gestão empresarial e mercadológica com os de gestão ambiental, com o objetivo de desenvolver estratégias sustentáveis;
- Estimular a produção e o consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis; e propiciar que as atividades produtivas alcancem marco de eficiência e sustentabilidade.

4.2 Abrangência

Conforme o disposto no Artigo 34, da Política nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, 2010), os sistemas de logística reversa instituídos por acordos setoriais ou termos de compromisso podem ter abrangência nacional, regional, estadual ou municipal.

4.3 Responsabilidades

São responsabilidades dos atores no âmbito do sistema de Logística Reversa:

- Consumidor: Acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados, atentando para práticas que possibilitem a redução de sua geração e, após a utilização do produto, disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos reversos para coleta.
- Serviço Público de manejo de resíduos sólidos:
    - Adotar tecnologias de modo a absorver ou reaproveitar os resíduos sólidos reversos oriundos dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos;
    - Articular com os geradores dos resíduos sólidos a implementação da estrutura necessária para garantir o fluxo de retorno dos resíduos sólidos reversos, oriundos dos serviços de limpeza urbana e disponibilizar postos de coleta para os resíduos sólidos reversos e dar destinação final ambientalmente adequada aos rejeitos.
- Fabricante e/ou importador de produtos:
    - Recuperar os resíduos sólidos, na forma de novas matérias-primas ou novos produtos, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos;
    - Desenvolver e implementar tecnologias que absorva ou elimine de sua produção os resíduos sólidos reversos;

- Disponibilizar postos de coleta para os resíduos sólidos reversos aos revendedores, comerciantes e distribuidores, e dar destinação final ambientalmente adequada aos rejeitos;
- Garantir, em articulação com sua rede de comercialização, o fluxo de retorno dos resíduos sólidos reversos e disponibilizar informações sobre a localização dos postos de coleta dos resíduos sólidos reversos e divulgar, por meio de campanhas publicitárias e programas, mensagens educativas de combate ao descarte inadequado e aos revendedores, comerciantes e distribuidores de produtos;
- Receber, acondicionar e armazenar temporariamente, de forma ambientalmente segura, os resíduos sólidos reversos oriundos dos produtos revendidos, comercializados ou distribuídos;
- Disponibilizar postos de coleta para os resíduos sólidos reversos aos consumidores e informar o consumidor sobre a coleta dos resíduos sólidos reversos e seu funcionamento.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos ainda estabelece que, sem prejuízo de exigências específicas fixadas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA e do SNVS, ou em acordos setoriais e termos de compromisso firmados entre o poder público e o setor empresarial, cabe ainda aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dos produtos:

- Tomar todas as medidas necessárias para assegurar a implementação e operacionalização do sistema de logística reversa sob seu encargo, podendo, entre outras medidas:
  a) Implantar procedimentos de compra de produtos ou embalagens usadas;
  b) Disponibilizar postos de entrega de resíduos reutilizáveis e recicláveis;
  c) Atuar em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis.

4.4 Diretrizes Normativas

Os resíduos com logística reversa destacam-se por apresentar resíduos perigosos, classificados de acordo com a NBR 10.004/2004 como resíduos Classe I. São resíduos que apresentam risco para o meio ambiente em decorrências de suas características químicas, físicas e biológicas: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

O potencial de impactos destes resíduos reside justamente naqueles que são gerados juntamente com os resíduos sólidos urbanos e comerciais e acabam tendo o mesmo destino final destes resíduos; é o caso, por exemplo, das pilhas e lâmpadas fluorescentes.

Os instrumentos legais a serem observados para a implantação de um sistema de Logística Reversa são:

a) LEIS

- Lei Federal nº 12.305/2010 - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
- Lei Estadual nº 1.101 de 06/08/2002 - Dispõe sobre a coleta, o recolhimento e o destino final, de pilhas, baterias e lâmpadas e dá outras providências.
- Lei Federal nº 9.966/2000 - Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição.

- Lei Federal nº 9.605/1998 - Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

b) DECRETOS

- Decreto nº 7.404/2010 - Regulamenta a Lei no 12.305/2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências;

- Decreto nº 9.177/2017 - Regulamenta o artigo 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e complementa os artigos 16 e 17 do Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010 e dá outras providências. Estabelece normas para assegurar a isonomia na fiscalização e no cumprimento das obrigações imputadas aos fabricantes, aos importadores, aos distribuidores e aos comerciantes de produtos, seus resíduos e suas embalagens sujeitos à logística reversa obrigatória;

- Decreto nº 4.871/2003 - Dispõe sobre a instituição dos planos de áreas para o combate à poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências

- Decreto Federal nº 97.634/1989 - Dispõe sobre o controle da produção e da comercialização de substância que comporta risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente, e dá outras providências, em específico para o mercúrio metálico.

c) RESOLUÇÕES

- Resolução CONAMA nº 465 de 5 de dezembro de 2014 - Dispõe sobre os requisitos e critérios técnicos mínimos necessários para o licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens de agrotóxicos e afins, vazias ou contendo resíduos;

- Resolução CONAMA nº 416/2009 - Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências.

- Resolução ANP nº 20/2009 - Estabelece os requisitos necessários à autorização para o exercício da atividade de coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado, e a sua regulação.

- Resolução ANP nº 19/2009 - Estabelece os requisitos necessários à autorização para o exercício da atividade de rerrefino de óleo lubrificante usado ou contaminado, e a sua regulação.

- Resolução CONAMA nº 401/2008 - Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. Revoga a Resolução CONAMA nº 257/1999.

- Resolução CONAMA nº 362/2005 - Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado.

d) PORTARIAS

- Portaria INMETRO nº 101/2009 - Aprova a nova Lista de Grupos de Produtos Perigosos e o novo Anexo E.

- Portaria interministerial MME/MMA nº 464/2007 - Dispõe que os produtores e os importadores de óleo lubrificante acabado são responsáveis pela coleta de todo óleo lubrificante usado ou contaminado, ou alternativamente, pelo correspondente custeio da coleta efetivamente realizada, bem como sua destinação final de forma adequada.

- Portaria MMA nº 31/2007 - Institui Grupo de Monitoramento Permanente para o acompanhamento da Resolução CONAMA nº 362, de 23 de junho de 2005, que dispõe sobre o recolhimento, a coleta e a destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado.
- Portaria ANP nº 130/1999 - Dispõe sobre a comercialização dos óleos lubrificantes básicos rerrefinados no país.
- Portaria ANP nº 128/1999 - Regulamenta a atividade industrial de rerrefino de óleo lubrificante usado ou contaminado a ser exercida por pessoa jurídica sediada no país, organizada de acordo com as leis brasileiras.
- Portaria ANP nº 127/1999 - Regulamenta a atividade de coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado a ser exercida por pessoa jurídica sediada no país, organizada de acordo com as leis brasileiras.
- Portaria ANP nº 125/1999 - Regulamenta a atividade de recolhimento, coleta e destinação final do óleo lubrificante usado ou contaminado.
- Portaria ANP nº 81/1999 - Dispõe sobre o rerrefino de óleos lubrificantes usados ou contaminados, e dá outras providências.
- Portaria ANP nº 159/1998 - Determina que o exercício da atividade de rerrefino de óleos lubrificantes usados ou contaminados depende de registro prévio junto à Agência Nacional do Petróleo (ANP).
- Portaria IBAMA nº 32/1995 - Obriga ao cadastramento no Ibama as pessoas físicas e jurídicas que importem, produzam ou comercializem a substância mercúrio metálico.
- Portaria do MINFRA nº 727/1990 - Autoriza, observadas as disposições da portaria, que pessoas jurídicas exerçam atividade de rerrefino de óleos lubrificantes minerais usados ou contaminados.

4.4.1 Embalagens de Agrotóxicos e fertilizantes

As embalagens vazias de agrotóxicos são classificadas como “resíduos perigosos”, pois apresentam risco de contaminação tanto humana como ambiental, se descartadas inadequadamente. Através das Leis n° 7.802/1989 e n° 9.974/2000, a responsabilidade sobre a destinação adequada dessas embalagens foi dividida entre: fabricantes, revendedores, agricultores (usuários) e poder público (fiscalizador). Devido a essa regulamentação, em 2002 foi criado o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (INPEV), entidade que representa as indústrias fabricantes de produtos fitossanitários.

A Lei federal nº 9.974/00 instituiu o conceito de responsabilidade compartilhada entre os agentes da cadeia agrícola no processo de recebimento e destinação final das embalagens vazias de defensivos agrícolas e determinou os papéis específicos de cada um. A criação do INPEV, como núcleo de inteligência do Sistema Campo Limpo, possibilitou integrar os diferentes elos e orientar o ciclo das embalagens pós-consumo desde o campo até a destinação final.

Segundo informado pelo próprio INPEV, esse processo ajuda a conectar agricultores de todo o país e 5 mil canais de distribuição e cooperativas a uma rede de mais de 400 unidades de recebimento, localizadas em 25 estados brasileiros e no Distrito Federal. As unidades respeitam normas técnicas e seu funcionamento depende do licenciamento do poder público. A maior parte delas é gerenciada por associações de revendedores, e há algumas unidades próprias do Instituto. É o INPEV que encaminha o material recebido nas unidades a sua destinação final (reciclagem ou incineração).

Ainda segundo o INPEV, o poder público, nas esferas municipal, estadual e federal, fiscaliza o cumprimento das atribuições legais de cada elo da cadeia e compartilha com os canais de distribuição e com a indústria fabricante a responsabilidade de atuar na educação e conscientização periódica dos agricultores sobre a importância de participarem da logística reversa.

4.4.2 Pilhas e baterias

Conforme Resolução CONAMA nº 401/2008, os importadores e fabricantes nacionais das pilhas e baterias dos seguintes tipos: chumbo-ácido, níquel-cádmio, óxido de mercúrio, dióxido de manganês (alcalina) ou de zinco-carbono (ou também chamada zinco-manganês), devem se registrar no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF - APP) do Ibama.

No país são produzidas 800 milhões de pilhas e 17 milhões de baterias por ano, segundo dados da ABINEE (TRIGUEIRO et al., 2006). Os resíduos de pilhas encontradas são em grande parte (67,1%) do tipo seca (zinco-carbono) e o restante (32,9%) são alcalinas, de várias marcas, e tamanho do tipo cilíndrica AA, que apresenta a dimensão em de 50 mm x 14 mm e pesa em torno de 15 gramas.

A partir da iniciativa de uma instituição privada, foi criado o programa Papa Pilhas, em 2006. O programa desenvolvido pelo Banco Real (atualmente Santander) recebe basicamente as pilhas alcalinas e baterias de telefones celulares (lítio). Em 2007, foram recolhidas 42 toneladas de material (SILCON, 2009). Trata-se de um programa importante, contudo a PNRS propõe uma abrangência maior de recolhimento desses resíduos.

4.4.3 Pneus

A Resolução CONAMA nº 416/2009, em seu Artigo 16, dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada.

A referida resolução determina aos fabricantes e importadores de pneus novos, com peso unitário superior a dois quilos, a coletarem e destinarem adequadamente os pneus inservíveis existentes no território nacional. Além disso, estabelece a implementação de pontos de coleta de pneus inservíveis em todos os municípios com população superior a cem mil habitantes.

O Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), por meio da Coordenação de Controle de Resíduos e Emissões, vinculada à Coordenação Geral de Gestão da Qualidade Ambiental da Diretoria de Qualidade Ambiental, é responsável pelo controle e fiscalização da implementação desta Resolução. Com este intuito, publicou em 18 de março de 2010, a Instrução Normativa nº 01, que institui o “Relatório de Pneumáticos: Resolução CONAMA nº 416/2009”, inserido no Cadastro Técnico Federal (CTF), a ser preenchido pelos fabricantes e importadores de pneus novos, bem como pelas empresas destinadoras de pneumáticos inservíveis.

4.5 Descrição do fluxo de resíduos, operacionalização e ciclo de vida de um resíduo do Sistema de Logística Reversa

4.5.1 Fluxo de resíduos

A implantação de um sistema de Logística Reversa (LR) no âmbito do PERS de Rondônia deve, prioritariamente, observar o fluxo de resíduos apresentado a seguir, o qual deverá ser adaptado para todos os tipos resíduos da LR.

1. Fabricantes/importadores: fabricam e/ou importam os produtos da logística reversa, podendo, recebe-los após descartados;
2. Distribuição e varejo: são os distribuidores e comerciantes; vendem os produtos através de diferentes canais para os Geradores Domiciliares de Resíduos, podendo recebê-los para armazenamento temporário até a destinação final;
3. Geradores Domiciliares de Resíduos: fazem a triagem e descartam esses resíduos inservíveis no fim do seu ciclo de vida nos Pontos de Entrega existentes no município ou no local de compra;
4. Pontos de Entrega ou empresas de revenda: recebem resíduos dos Geradores Domiciliares e solicitam a retirada;

5. Empresas de transporte de resíduos: coletam os resíduos da LR e os transportam para os locais de destinação final;
6. Empresas de reciclagem: promovem o tratamento e destinação final ambientalmente adequada.

4.5.2 Operacionalização e ciclo de vida

As etapas operacionais de um sistema de LR são: segregação e descarte inicial, coleta, transporte e destinação final ambientalmente sustentável.

No final do ciclo de vida dos produtos (resíduos), o gerador (usuário) deve guardá-los em separado das outras frações de resíduos sólidos. Posteriormente, o mesmo deverá descartá-los de forma adequada nos locais fixos de entrega ou por meio de entregas eventuais, conforme previsto no sistema para cada município.

Os revendedores deverão utilizar os recipientes padronizados a serem especificados pelas entidades gestoras aos quais estiverem vinculados e conforme as Normas ABNT ou outra legislação específica.

Quando os recipientes atingirem o limite da capacidade, o responsável deverá solicitar para entidade gestora ou diretamente à empresa responsável e credenciada que seja feita a coleta dos resíduos, encaminhando-os para a unidade recicladora.

As entidades gestoras terão um sistema de rastreabilidade das diferentes etapas do processo, cabendo às autoridades ambientais a fiscalização, nos termos da legislação aplicável. Para tanto um sistema eletrônico baseado na internet deverá ser desenvolvido. Além de atender a LR, o sistema permitirá a troca permanente de informações entre as entidades gestoras, os prestadores de serviços bem como com as autoridades governamentais.

4.6 Diretrizes gerais para a implantação do sistema de Logística Reversa

Como parte das inovações advindas da PNRS, está a Responsabilidade Compartilhada (RC), a qual tem como objetivo sistematizar as responsabilidades dos atores envolvidos no fluxo dos resíduos, dentre eles, o poder público.

Assim, na implementação dos sistemas de logística reversa, tendo por base o princípio da RC o poder público deve ser compreendido como um dos principais atores do processo, tendo o papel de articular com os demais atores (fabricantes, comerciantes, catadores, consumidores) as parcerias para efetivação da LR, seja por meio dos acordos setoriais e termos de compromisso, bem como na mediação da implantação de estrutura física dos pontos de recebimento de resíduos.

O Comitê Orientador para Implementação de Sistemas de Logística Reversa (CORI) publicou no dia 26 de setembro de 2017, no Diário Oficial da União (DOU), a Deliberação CORI n° 11, que estabelece as diretrizes para a atuação dos agentes públicos, iniciativa privada e sociedade civil nas atividades ligadas à logística reversa.

O CORI é presidido pelo Ministério do Meio Ambiente, com a participação de integrantes dos Ministérios de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Agricultura, Pecuária e Abastecimento, da Fazenda e da Saúde. São diretrizes para a implantação dos sistemas de logística reversa:

I. Adotar medidas e alternativas para a não-geração de resíduos sólidos no ciclo de vida dos produtos;
II. Compatibilizar os interesses dos agentes econômicos e sociais e dos processos de gestão empresarial e mercadológica com a gestão ambiental, desenvolvendo estratégias sustentáveis;
III. Promover o aproveitamento de resíduos sólidos, direcionando-os para a sua cadeia produtiva ou para outras cadeias produtivas;

IV. Adotar medidas que garantam a redução da geração de resíduos sólidos, os danos ambientais e o desperdício de materiais durante as diversas etapas do ciclo de vida dos produtos;

V. Incentivar a utilização de insumos de menor agressividade ao meio ambiente e de maior sustentabilidade;

VI. Estimular o desenvolvimento, a produção e o consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis;

VII. Propiciar às atividades produtivas a eficiência e sustentabilidade por meio da utilização de produtos e embalagens com maior reciclabilidade;

VIII. Incentivar as boas práticas de responsabilidade socioambiental;

IX. Estimular a participação de cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis na coleta seletiva de resíduos;

X. Manter sistema de informação atualizado e disponível, permitindo uma adequada fiscalização e controle;

XI. Manter ações educativas com enfoque diferenciado para os agentes envolvidos direta e indiretamente com os sistemas de logística reversa.

No âmbito de atuação do estado de Rondônia e seus municípios, constituem-se em diretrizes e ações a serem consideradas:

I. Elaborar e implementar leis próprias na esfera Estadual e Municipal;

II. Promover em parceria entre a SEDAM, Prefeituras Municipais, Ministério Público e Câmara de dirigentes Lojistas (CDL) o cadastramento de todos os revendedores, distribuidores e principais consumidores de resíduos de logística reversa, com consequente orientação e fiscalização quanto ao cumprimento das diretrizes dos dispositivos legais supracitados;

III. Elaborar e implantar um banco de dados com informações dos resíduos de LR para monitoramento e controle;

IV. Promover ações de educação ambiental junto à escolas e Associação/Cooperativas de Catadores quanto a importância e necessidade da destinação ambiental correta desses resíduos;

V. Implantar pontos estratégicos de recebimento e armazenamento temporário desses resíduos nos municípios, com estrutura adequada para armazenamento e separação por tipo de resíduos;

VI. Promover a ampliação e readequação, quando possível, dos Pontos de Coleta já existentes de forma a permitir o recebimento de outros tipos de resíduos, com a devida separação entre os mesmos;

VII. Fiscalizar as entidades e empresas revendedoras, os geradores e as empresas responsáveis pela coleta dos resíduos de LR.

4.6.1 Critérios de seleção de locais para implantação de unidades recebedoras de resíduos da LR

Os critérios a serem seguidos para a escolha de locais de pontos de entrega por tipo de resíduos da LR gerados são:

1) Dados demográficos:

a. Quantidade de pessoas;

b. Densidade populacional;

2) Distribuição geográfica das atividades econômicas;

3) Rede de infraestrutura existente para a gestão dos resíduos de logística reversa;

4) Estudo de acessibilidade dos pontos de entrega previstos;

5) Análise da infraestrutura viária e condições dos acessos;

6) Conscientização dos geradores domiciliares de resíduos para fazer a triagem e descartar resíduos sólidos separadamente;

7) Fiscalização acerca do cumprimento da PNRS por parte de geradores domiciliares de resíduos;

8) Mapeamento da rede de vendedores/distribuidores, atacado e varejo existentes;

9) Características físicas dos resíduos.

4.6.2 Metas e Cronogramas de Implementação dos Sistemas de Logística Reversa

Conforme termos estabelecidos pelo Artigo 23, incisos VIII e IX, do Decreto nº 7.404/2010, os sistemas de logística reversa devem estabelecer metas progressivas e cronogramas que contenham a previsão de evolução de sua implementação até o cumprimento da meta final estabelecida, sendo que:

- Os cronogramas podem atribuir prazos diferentes para a implementação do sistema de logística reversa no Território Estadual ou Regional, de modo a contemplar as peculiaridades regionais de infraestrutura e demais condições que possam influenciar a implementação do sistema;
- Os cronogramas devem descrever, em bases anuais, a evolução da implementação da logística reversa, incluindo a previsão de municípios a serem atendidos pelo sistema;
- O sistema de logística reversa poderá ser implementado por etapas de expansão até que se atinja a totalidade do estado ou outras unidades da Federação;
- As metas e cronogramas poderão ser revistos, mediante a celebração de termo aditivo ao acordo setorial ou termo de compromisso;
- As metas poderão ser fixadas com base em critérios quantitativos, qualitativos e regionais.

4.6.3 Formas de Financiamento

Para administrar o SLR é necessário estabelecer um método de financiamento, caso o Governo Federal não possua linhas de crédito para esta finalidade.

Uma das possíveis formas de levantamento de fundos para a implantação e manutenção desse sistema é a incorporação proporcional nos custos dos produtos para os consumidores, aumentando o preço da venda final.

Deverão ser realizados estudos dos custos de logística reversa para cada tipo de resíduos do local de coleta até a unidade de destinação final (empresa recicladora).

Uma outra forma para arrecadação, caso o poder público municipal realize investimentos diretos na estruturação do SLR é implementar ou aumentar a taxa de serviços de limpeza urbana, considerando a cadeia de geradores, até mesmo com formas diferenciadas de cobrança.

4.6.4 Acompanhamento da Implementação e Divulgação dos Sistemas de Logística Reversa

Conforme estabelece o Artigo 15 da Deliberação CORI n° 11/2017, deverá ser criado para cada sistema instituído de logística reversa um Grupo de Acompanhamento de Performance - GAP, destinado ao acompanhamento e divulgação de sua implementação. O GAP deverá ser formado pelos representantes das empresas fabricantes, importadoras, comerciantes e distribuidoras ligadas à cadeia de produtos sujeita à logística reversa, bem como por representantes de suas entidades gestoras, se houver.

O setor empresarial, preferencialmente com apoio da CDL, deverá criar e manter um portal e sistema de informação para divulgação das ações de logística reversa sobre sua responsabilidade.

Caberá ao Poder Público o acesso e a fiscalização do referido sistema de informação para o acompanhamento da implementação e operação do sistema de logística reversa, inclusive de seu desempenho.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIB – Associação Brasileira de indústrias da biomassa. Inventário Residual Brasil. 2011. Disponível em: <http:// tp.calameo.com/accounts/200968>. Acesso em: 25/08/2018.

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2016.

_____ Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2010. São Paulo, 2014.

_____ Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2012. São Paulo, 2015

_____ Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2012. São Paulo, 2016.

ABILUX. 2008. Reunião do grupo de trabalho sobre Lâmpadas mercuriais do CONAMA. Descarte de lâmpadas contendo mercúrio. São Paulo, 2008.

ANTAQ – Agência Nacional de Transporte Aquaviário. Informações sobre resíduos sólidos, oriundos das instalações e de embarcações do Porto de Itajaí. ANTAQ, 2011.

ANTT, 2010. Agência Nacional de Transportes Terrestres. Evolução do Transporte Ferroviário. Disponível em: http://www.antt.gov.br/concessaofer/EvolucaoFerroviaria.pdf. Acessado 04/08/2018.

_____ RDC ANVISA Nº. 56, DE 6 DE AGOSTO DE 2008. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas Sanitárias no Gerenciamento de Resíduos Sólidos nas áreas de Portos, Aeroportos, Passagens de Fronteiras e Recintos Alfandegados.

_____ RDC ANVISA Nº 222 de 28 de março de 2018. Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências;

ANVISA; ANTAQ (2007) Seminário Técnico “Controle Sanitário dos Resíduos Sólidos em Áreas Portuárias” - Consolidado Final. Disponível em http://www.anvisa.gov.br/paf/residuo/consolidado_seminario.pdf. Acessado em 04/07/2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10.004: resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Norma NBR 8419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos - procedimento. São Paulo, 1992. 13 p.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Norma NBR 15849:2010. Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento.

AZEVEDO, M. (2007) Plano de gerenciamento de resíduos sólidos em portos fluviais (Companhia Docas do Pará).

BARROS JUNIOR, C.; TAVARES, C.R.G. Determinação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Maringá. Anais… In.: XIV COBEQ – Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Natal, 2002.

BLEY J, C. Usinas de lixo no Brasil – Gerenciamento Atual e Perspectivas. Revista Limpeza Pública, São Paulo: ABLP, n. 40, p. 11-19, jan./fev./mar. 1998.

BIDONE, A. R. F. Resíduos Sólidos provenientes de coletas especiais: Eliminação e valorização. Rio de Janeiro, RIMA, ABES, 2001.

BRASIL, Lei Federal no 9.985/2000, de 18 de julho de 2000. Institui Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e dá outras providências. Diário Oficial de União, Brasília, 19 jul. 2010.

BRASIL, Lei Federal Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de

junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

BRASIL, Lei Federal no 12.305/2010, 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 de União, Brasília, 2 ago. 2010.

_____ Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2008. Brasília: MCidades; SNSA, 2014c

_____. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2010. Brasília: MCidades; SNSA, 2015.

_____. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2011. Brasília: MCidades; SNSA, 2016.

BENITEZ, Ivo. Legislação Ambiental Federal e de Rondônia. 3. ed. Ampliada e atualizada. Salvador, Podivm, 2009. p. 658.

BOSCOV GIMENEZ, Maria Eugenia. Geotecnia Ambiental / Maria Eugenia Gimenez Boscov, - São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

CISAM - Plano Regional de Gestão Associada e Integrada de Resíduos Sólidos do Consórcio Intermunicipal de Saneamento da Região Central de Rondônia – CISAN. E.C.P. Soluções em Serviços Gerais – ME. Disponível em: http://www.cisancentralro.com.br/system/Attachment/files/000/000/086/original/PRODUTO%20CONSOLIDADO%20FINAL%2022-08--2013.compressed.pdf. Acessado em: 20/08/2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Política Nacional de Resíduos Sólidos: a importância de um marco legal regulatório. Disponível em: <http://www.cni.org.br/portal/data/pages/FF808081272B58C0012730CF840447BC.htm>. Acesso em: 20/08/2018.

CNT, 2011. Confederação Nacional dos Transportes. CNT transporte Atual. Edição informativa da CNT. Ano XVI. Número 139. Abril de 2011. Disponível em: www.cnt.org.br. Acessado em abril de 2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA nº 005 de 05 de agosto de 1993. Ministério do Meio Ambiente. Publicada no Diário Oficial da União em 30/08/2006.

_____ Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. EXECUÇÃO DOS ESTUDOS AMBIENTAIS PRELIMINARES, ELABORAÇÃO DO PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO COMPLETO DO ATERRO SANITÁRIO. TERMO DE REFERÊNCIA TÉCNICO. Acesso em: 10/09/2018. Disponível em: http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/15_TRProjRSUAterro_Completo2010_2011.pdf

_____ Resolução CONAMA nº 307 de 05 de julho de 2002. Ministério do Meio Ambiente. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

_____ Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providencias. Brasília, DF, 2005.

_____ Resolução CONAMA nº 375 de 29 de agosto de 2006. Ministério do Meio Ambiente. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências.

_____ Resolução CONAMA Nº 401/2008 - Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. - Data da legislação: 04/11/2008 - Publicação DOU nº 215, de 05/11/2008, págs. 108-109

_____ Resolução CONAMA nº 416, de 30 de setembro de 2009 - Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sai destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências.

_____ Resolução CONAMA nº 431 de 24 de maio de 2011. Ministério do Meio Ambiente. Altera a Resolução nº 307, de 05 de julho de 2012, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, estabelecendo nova classificação para o gesso.

CONSONI, A. J; PERES, C. S; CASTRO, A. P. de. Origem e Composição do Lixo. In: D'ALMEIDA, M. L. O; VILHENA, A. Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado. 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), e Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), 2000. p. 29-40.

CORDEIRO, J. S. Importância do tratamento e disposição adequada dos lodos de ETA's. In: REALI, M. A. P. (coord). Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água. Rio de Janeiro: ABES, 1999. Projeto PROSAB. p. 1-19.

CORI. Comitê Orientador para Implementação de Sistemas de Logística Reversa. Deliberação nº 11 de 25 de setembro de 2017. Estabelece diretrizes estratégicas para a implementação de sistemas de logística reversa. Acessado em http://sinir.gov.br/web/guest/deliberacoes-comite-orientador. Acesso em 21/08/2018.

CORREA LB, Lunardi VL, Conto SM. O processo de formação em saúde: o saber resíduos sólidos de serviços de saúde em vivências práticas. Rev Bras Enferm. 2007;60(1):21-25.

DEKKER, Rommert. Reverse Logistics: Optimised recycling. TI Magazine, n. 1, p. 6, 2000. Disponível em www.tinbergen.nl.

DEMAJOROVIC, Jacques. Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos: as novas prioridades. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 35, n. 3, p.88-93, jun. 1995.

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. Anuário Mineral Brasileiro. Brasil, 2010.

FACHINI, S. C. R.; SANTANNA, F. S. P.; MACEDO, A. O. Plano de gerenciamento de resíduos sólidos gerados nas instalações do aeroporto de Joinville/SC. In: SIMPÓSIO ÍTALOBRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 6., Vitória: Abes, 2002.

FARIAS, A. B. & BRITO, A. R. - Diagnóstico das composições gravimétrica e volumétrica dos resíduos sólidos urbanos do aterro da Muribeca. IV Seminário Nacional sobre Resíduos Sólidos e Gerenciamento Integrado. Recife/PE. 2000.

FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Orientações Técnicas para Atendimento da Deliberação Normativa 118/2008 do Conselho Estadual de Política Ambiental / Fundação Estadual do Meio Ambiente. - Belo Horizonte: FEAM, 2010.

FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Curso de Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde – PGRSS, 2011. Apostila Eletrônica. Disponível em: http://www.feam.br/images/stories/2015/RSS/pgirpn_apostila_pgrss.pdf. Acesso em 03/10/2018.

FERNANDEZ, J.A.B. 2008. Diagnóstico e diretrizes para o gerenciamento de resíduos perigosos domiciliares: Estudo de caso do Município de São Carlos – SP. 2008. 200 p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

FONSECA, E. Iniciação ao estudo dos resíduos sólidos e da limpeza urbana. João Pessoa, 2ª Ed. 2001. 130 p.

GLOBO, 2017. Interior de RO tem três aterros para receber lixo de pelo menos 30 cidades. Publicado em 10/11/2017 com acesso em 25/08/2018.

GLOBO, 2018. Municípios de Rondônia se preparam para extinguir lixões a céu aberto. Publicado em 23/07/2018 com acesso em 25/08/2018.

GUIMARÃES, K. O.; RIBEIRO, F.M., Logística Reversa de embalagens em geral: avaliação do Acordo Setorial a partir das recomendações internacionais. In: Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente ISSN: 2359-1048. 2016. Disponível em http://engemausp.submissao.com.br/18/anais/arquivos/192.pdf. Acesso em 05/09/2018.

HELLER, L., Políticas públicas e gestão dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário e suas interfaces. In: HELLER, L., CASTRO, J. E., Políticas públicas e gestão de serviços de saneamento. Edição ampliada, Belo Horizonte: Editora UFMG; Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2013. Cap. 7, p. 179-185

IBAM – INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001;

IBGE, 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008. Rio de Janeiro. IBGE, 2010.

INFRAERO - Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. Resíduos Sólidos gerados por aeroporto – maio 2011 (documento interno). Brasília: Superintendência de Meio Ambiente/Coordenação do Programa Fauna, Resíduos e Riscos Ambientais, 2011.

IPEA, Plano nacional de resíduos sólidos, diagnostico dos resíduos urbanos, 2016, Brasília disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/comunicado/120425_comunicadoipea0145.pdf> Acesso em: 20 de agosto de 2018.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA APLICADA – IPEA (2011). Caderno de diagnóstico de resíduos sólidos de serviços aéreos e aquaviários. Governo Federal, 2011. 76 p.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA APLICADA – IPEA (2011). Caderno de diagnóstico de resíduos sólidos de serviços de transporte rodoviário e ferroviário. Governo Federal, 2011.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA APLICADA – IPEA (2011). Caderno de Diagnóstico dos Resíduos Sólidos de Logística Reversa Obrigatória. Governo Federal, 2012.

INPEV – INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS. Disponível em https://www.inpev.org.br/sistema-campo-limpo/papeis-responsabilidades/. Acesso em 07/11/2018.

IPT/CEMPRE - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS / COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. 2.ª edição. 370 p. São Paulo, 2000.

JUCÁ, J. F. T. (2002). Destinação Final dos Resíduos Sólidos no Brasil: Situação Atual e Perspectivas. 10° SILUBESA – Simpósio Luso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Painel 2. Braga, Portugal – 19 a 16 de Setembro de 2002.

LACERDA, L. Logística Reversa – Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. Rio de Janeiro. Disponível em: http://www.paulorodrigues.pro.br/arquivos/Logistica_Reversa_LGC.pdf. Acesso em 03/07/2018.

LEITE, Paulo Roberto. Logística reversa: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

MARQUES, A. C. M. Compactação e compressibilidade de resíduos sólidos urbanos. São Paulo, 2001. Tese (Doutoramento). Escola de Engenharia de São Carlos.

MASSUKADO, L. M. Sistema de Apoio a Decisão: avaliação de cenários de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos domiciliares. São Paulo, 2004. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2016. Disponível em http://snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos com acesso em 26/08/2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Oficina: Plano Nacional de Saneamento Básico – ênfase nos Resíduos Sólidos Urbanos, 2008

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Manual de Planos Estaduais de Resíduos Sólidos – Orientações Gerais. 2012

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE ICLEI – Brasil, Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação, Brasília, 2012 Bibliografia ISBN: 978-85-99093-21-4

MS - MINISTÉRIO DA SAÚDE – BRASIL Saúde Ambiental e Gestão de Resíduos de Serviços. Brasília: Ministério da Saúde, 2002

MONTEIRO, J. H. P. et al. Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 204 p.

MONTEIRO, T. C. N. (Coord.). Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Municipais e Impacto Ambiental: Guia para Preparação, Avaliação e Gestão de Projetos de Resíduos Sólidos Residenciais. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2001. 417 p.

NAILA, F.S.P.M. ZAN, R.A. 2013. Gestão dos Resíduos Sólidos de Serviços e Saúde no Munícipio de Ariquemes, Rondônia: um problema negligenciado. Revista Epidemiologia e Controle de Infecção. ISSN 2238-3360 | Ano III - Volume 3 - Número 3 - 2013 - Jul/Set.

OLIVEIRA, E.G. MENDES, O. Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição: estudo de caso da Resolução 307 do CONAMA. 2008.

PEDES RONDÔNIA. Plano Estadual de Desenvolvimento Estadual Sustentável. Rondônia, 2015.

PELEGRINO, S. A. C. (2003). Gestão de resíduos sólidos urbanos em Municípios de pequeno porte: sistematização de diretrizes e procedimentos (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

PEREIRA NETO, J.T., LELIS, M.P.N. Variação da Composição Gravimétrica e Potencial de Reintegração Ambiental dos Resíduos Sólidos Urbanos por Região Fisiográfica do Estado de Mias Gerais. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 20, 1999, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: ABES, 1999. Tema 3, p.1709-1716.

PINTO, T.P; GONZÁLES, J.L.R. Manejo e gestão de resíduos da construção civil. Volume 1 - Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos Municípios. Brasília: CAIXA, 2005. 196 P.

PROSAB. Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água / Marco Antônio Penalva Reali (coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 1999. 240 p.: il.

PROSAB. Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para Municípios de Pequeno Porte. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2003. 240 p.
PUCCI, Ricardo Basile. Logística de Resíduos da Construção Civil atendendo à resolução CONAMA 307. Dissertação. Programa de Pós Graduação em Engenharia. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2006.

REICHERT, G.A. 2007. Projeto, Operação e Monitoramento de Aterros Sanitário. Disponível em https://dokumen.tips/documents/manual-aterro-sanitario-2007-geraldo-reichertpdf.html. Acesso em 05/09/2018.

REICHERT, G. A. Gerenciamento integrado de resíduos sólidos: uma proposta inovadora. Ciência e Ambiente, Santa Maria, RS, v. 1, p. 53-68, 1999.

RODRIGUES, C. dos S. (2009). Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos: desafios, possibilidades e limitações para implantação no Município de Imbituba, SC (Graduação). Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.

SCHEINEDER et al. Manual de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde. São Paulo: CLR Balieiro, 2001. 173p.

SCHINDLER, F. Gestão de resíduos nos portos prevenção, minimização, reciclagem, tratamento e disposição final de resíduos e experiências europeias. 2007. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/paf/residuo/apresentacao_florian_trainmar.pdf>.

SEP – Secretaria de Portos. Disponível em http://www.portosdobrasil.gov.br/sistema-portuario-nacional/?searchterm=portos fluviais Acesso em 11/09/2018.

SILVA, A. C. Tratamento do Percolado de Aterro Sanitário e Avaliação da Toxicidade do Efluente Bruto e Tratado. Trabalho final de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2002. 111p

SOUZA, C. S., GUADAGNIN, M. R. Caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos sólidos domiciliares: o método de quarteamento na definição da composição gravimétrica em Cocal do Sul - SC. 2004.

TRIGUEIRO, P.H.R.; DIAS FILHO, L.F.; SOUZA, T.R.; LEITE, J.Y.P. Disposição de pilhas – consumo sustentável e adequação do ciclo de vida. XII SILUBESA. Anais (meio digital). Figueira da Foz, Portugal, 2006.

UNIFERSIDADE DE SÃO PAULO – USP. ANGULO, S. C. Requisitos para a execução de aterros de resíduos de construção e demolição / Sérgio Cirelli Angulo, Vanderley Moacyr John. -- São Paulo: EPUSP, 2006. 12 p. - (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departa- mento de Engenharia de Construção Civil ; BT/PCC/436)

VASQUES, A. C. (2009). Relatório técnico 83: reciclagem de metais no país. Brasília: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, Ministério de Minas e Energia.

ZANETI, B. C. I.; SÁ, M. L. A educação ambiental como instrumento de mudança na concepção de gestão dos resíduos sólidos domiciliares e na preservação do meio ambiente. (2003). Disponível em:< http://web-resol.org/textos/texto_zaneti.pdf. Acessado 22/08/2018.

ZORDAN, S.E. A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto. Campinas. 1997. 140p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP. Disponível em [http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho_ind_ccivil.htm]. Acesso em: 20/08/2018.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL

SEDAM

PERS

PLANO ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO ESTADO DE RONDÔNIA

RONDÔNIA Governo do Estado | Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental | RONDÔNIA Governo do Estado | CAIXA | FLORAM ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE