

**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 4.3 : Proposição de medidas a serem aplicadas em áreas degradadas, objeto de recuperação em razão da disposição inadequada de resíduos sólidos ou rejeitos.

REALIZAÇÃO



RONDÔNIA
Governo do Estado

Ministério do
Meio Ambiente



EXECUÇÃO



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 4.3

Proposição de medidas a serem aplicadas em áreas degradadas, objeto de recuperação em razão da disposição inadequada de resíduos sólidos ou 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, Esp. Marconi Vieira

Eng. Ambiental, Esp. Pedro Alves Duarte

Economista Adelmo Mota

Biol. Esp. Andreia Lucas da Silva

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	13
1 ÁREAS DEGRADADAS PELA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS.....	14
1.1 Aspectos socioeconômicos e ambientais.....	14
1.1.1 Aspectos socioeconômicos.....	14
1.1.2 Aspectos ambientais.....	14
2 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS	17
2.1 Diretrizes Técnicas.....	18
2.1.1 Avaliação das condições ambientais.....	18
2.1.2 Definição da técnica de recuperação a ser aplicada.....	22
2.2 Alternativas de recuperação da área degradada (lixões).....	22
2.2.1 Remoção dos resíduos.....	22
2.2.2 Recuperação simples (encerramento de lixão).....	23
2.2.3 Recuperação parcial (remediação de lixão).....	24
2.2.4 Recuperação como Aterro Controlado.....	24
2.2.5 Recuperação como Aterro Sanitário.....	25
2.2.6 Requalificação e uso futuro das áreas recuperadas.....	28
2.3 Estimativa de custos para as medidas de encerramento e remediação de lixões.....	29
2.3.1 Planilhas de cálculo e composição de custos.....	29
3 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR DISPOSIÇÃO DE RSU EM ÁREAS URBANAS.....	34
4 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RCC	35
4.1 O gerenciamento dos RCC nos municípios Rondonienses.....	35
4.2 Diretrizes técnicas.....	37
4.2.1 Remoção dos resíduos.....	37
4.2.2 Isolamento, sinalização e monitoramento.....	38
4.2.3 Legislação Ambiental e Fiscalização.....	38
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 – Resíduos perigos com logística reversa obrigatória	17
Quadro 2.1 - Modelo sugestivo de planilha de custos para projetos de recuperação de áreas degradadas por disposição irregular de resíduos.....	30
Quadro 4.1 – Situação dos RCC nos municípios de Rondônia.	35

LISTA DE SIGLAS

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ARCC – Aterro de Resíduos de Construção Civil
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
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
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
LR – 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
PIGIRS – Planos Intermunicipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PMGIRS – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNSB – Plano Nacional de Saneamento Básico
PRAD – Programa/Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
RAG – Resíduos Agrosilvopastoris
RCC – Resíduos de Construção Civil
RO - Rondônia
RSAN – Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico
RSI – Resíduos Sólidos Industriais
RSS – Resíduos de Serviços de Saúde
RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

RST – Resíduos de 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

SUFRAMA – Superintendência da Zona Franca de Manaus

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 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 4.3 – *“Proposição de medidas a serem aplicadas em áreas degradadas, objeto de recuperação em razão da disposição inadequada de resíduos sólidos ou rejeitos”*, que, por sua vez, integra a PRODUTO 4 – Diretrizes e estratégias para a implementação do PERS/RO e documento consolidado.

Este subproduto abrange as proposições e diretrizes técnicas para a realização do diagnóstico da área impactada pelo lançamento irregular de resíduos, o que auxiliará na definição do método para a sua recuperação.

Aqui são apresentadas as alternativas para a recuperação das áreas, associadas às medidas necessárias para viabilizar a inclusão social dos catadores de recicláveis que atuam nos lixões que serão encerrados e/ou remediados.

1 ÁREAS DEGRADADAS PELA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS

1.1 Aspectos socioeconômicos e ambientais

1.1.1 Aspectos socioeconômicos

Um dos maiores problemas sociais dos lixões refere-se à atração que estes exercem na população de baixa renda, mais especificamente os catadores, que veem os resíduos ali dispostos como uma fonte de renda para sua subsistência, ignorando as condições insalubres e sub-humanas da atividade.

Pelo aspecto econômico, a utilização de uma área para o lançamento inadequado de resíduos gera custos externos negativos, quase sempre ignorados, referentes à depreciação do local e seus arredores. O próprio caráter dessas externalidades promove, como consequência, dificuldades técnicas e institucionais de definição de direitos de propriedade, fazendo com que os custos envolvidos não abranjam o seu real valor econômico e social (MOTTA; SAYAGO, 1998).

Conforme disposto no artigo 3º, inciso XI, da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS – Lei nº 12.305/2010), a gestão integrada é um “conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável”.

Além dos princípios da precaução e da prevenção estabelecidos pela Lei supracitada, destaca-se o disposto no inciso VIII do Art. 6º que estabelece os princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos: “VIII - o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania”.

Ainda de acordo Art. 7º dessa Lei, são também objetivos PNRS: “Art. 7º...; XII - integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos”.

Para que sejam cumpridos esses objetivos, o município deve promover não apenas ações assistencialistas e pontuais de apoio às associações e cooperativas de catadores, mas essencialmente integrá-las, efetivamente, na gestão compartilhada, o que somente será alcançado quando as organizações de catadores estiverem dotadas de todos os recursos materiais e humanos necessários, os quais são de responsabilidade do município garantir.

Assim, observa-se que a Lei nº 12.305/2010 integra e articula questões voltadas não apenas à preservação ambiental, mas também à redução das desigualdades sociais (erradicação do trabalho infantil na coleta do lixo e emancipação socioeconômica das famílias que sobrevivem da coleta e comercialização de materiais recicláveis).

Portanto, caberá aos municípios Rondonienses, em parceria com o governo do estado de Rondônia, organizar o serviço de coleta seletiva, transferindo a sua gestão para as organizações formais de catadores de materiais recicláveis, pois qualquer política de responsabilidade social e ambiental e de geração de trabalho e renda deve estar orientada pelos princípios, objetivos e ações relativas ao desenvolvimento humano e ambiental, de modo a se presumir a conveniência e a oportunidade de sua concretização, em face da gravidade dos mecanismos de exclusão social, em especial o desemprego que empurra milhares de famílias para a coleta informal. Todos estes fatos revelam que a administração pública municipal tem o dever-poder de realizar ações tendentes a alcançar todos os objetivos propostos na lei (CNMP, 2014).

1.1.2 Aspectos ambientais

O manuseio e eliminação inadequados de resíduos sólidos são os fatores de maior contribuição na geração de impactos ambientais negativos, os quais colocam em risco principalmente a saúde pública. Quando dispostos de forma inadequada, os resíduos sólidos podem causar poluição da água, do ar e do solo, além de criar ambiente propício para a proliferação de macro e micro vetores causadores de doenças (BESEN, 2011).

As diferentes formas de acondicionamento dos resíduos sólidos, além de gerar impactos ambientais, oferecem também riscos à saúde humana. Sua disposição no solo, em lixões ou aterros, por exemplo, constitui uma importante fonte de exposição humana a várias substâncias tóxicas (GOUVEIA, 2012). As principais vias de exposição a esses contaminantes são a dispersão do solo e do ar contaminado, a lixiviação e a percolação do chorume.

Ainda que alguns municípios Rondonienses já estejam destinando seus resíduos para os Aterros Sanitários implantados através dos consórcios intermunicipais, muitos ainda não encerraram completamente os seus lixões e outros ainda os utilizam como forma de destinação final.

Nesse contexto, serão apresentados a seguir, os principais impactos oriundos do gerenciamento inadequado dos principais resíduos sólidos gerados nos municípios do estado de Rondônia.

- Resíduos sólidos urbanos

Quando dispostos de forma inadequada, os resíduos sólidos urbanos podem comprometer a qualidade do solo, da água e do ar, alterando as características físicas, químicas e biológicas, por serem fontes de compostos orgânicos voláteis, pesticidas, solventes e metais pesados.

Como já informado no Produto 2 – Panorama dos Resíduos Sólidos do Estado de Rondônia, não só neste estado, mas em boa parte do país, as unidades de disposição final de resíduos sólidos predominantes ainda são os “lixões”. Essas instalações não apresentam equipamentos para prevenção da poluição e degradação ambiental provenientes da disposição final dos resíduos.

- Resíduos da Construção Civil

A construção civil no Brasil é tida com um indicativo do crescimento econômico e social. Contudo, constitui-se também como uma atividade geradora de impactos ambientais e seus resíduos têm representado um grande problema para ser administrado, uma vez que o gerenciamento adequado dos resíduos ainda encontra obstáculos pelo desconhecimento da natureza dos resíduos e pela ausência de cultura de separação.

Segundo PIOVEZAN (2007), todas as etapas do processo construtivo, tais como: extração da matéria-prima, produção de materiais, construção e demolição geram resíduos que causam impactos ambientais que afetam, direta ou indiretamente, os seguintes aspectos: a saúde, segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais.

Por outro lado, os resíduos da construção civil são vistos como resíduos de baixa periculosidade, sendo o impacto causado pelo grande volume gerado. Entretanto, nesses resíduos podem ser encontrados material orgânico, produtos químicos, tóxicos e embalagens que podem acumular água e proliferação de insetos e de outros vetores de doenças.

Para minimizar os impactos gerados pela construção civil, a Resolução CONAMA nº 307/2002, alterada pela Resolução nº 348/2004, determinou que o gerador deve ser responsável pelo gerenciamento desses resíduos. Essa determinação representou um importante avanço, pois determina as responsabilidades e estipula a segregação dos resíduos em diferentes classes e direciona o encaminhamento para reciclagem e disposição final adequada. Além disso, as áreas destinadas para essas finalidades deverão passar pelo processo de licenciamento ambiental e serão fiscalizadas pelos órgãos ambientais competentes.

- Resíduos dos Serviços de Saúde

Os Resíduos dos Serviços de Saúde (RSS) apresentam elevado potencial de risco e impacto ambiental. De acordo com a ANVISA (RDC Nº 222/2018), dentre os componentes químicos presentes nos RSS, destacam-se as substâncias ou preparados químicos (tóxicos, corrosivos, inflamáveis, reativos, genotóxicos, mutagênicos; produtos mantidos sob pressão - gases, quimioterápicos, pesticidas, solventes, ácido crômico; produtos usados na limpeza de vidros de laboratórios, mercúrio de termômetros, substâncias para revelação de radiografias, baterias usadas, óleos, lubrificantes

usados) os componentes biológicos, com destaque para aqueles que apresentam agentes patogênicos causadores de enfermidades e os componentes radioativos (utilizados em procedimentos de diagnóstico e terapia) e materiais emissores de radiação ionizante.

Ainda de acordo com a ANVISA (2018) há grandes riscos de impactos negativos à saúde de quem manipula estes resíduos e de alterações do meio ambiente em decorrência da destinação final inadequada. Destes últimos, destacam-se os impactos de contaminação do solo e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e, ainda, a alteração da qualidade do ar em decorrência da emissão de poluentes provenientes do processo de queima ou incineração dos RSS, a exemplo, dos furanos e dioxinas, substâncias com alto potencial cancerígeno.

No estado de Rondônia, os impactos dos RSS estão relacionados justamente à destinação final inadequada dos mesmos, sendo muitas vezes descartados juntamente com os resíduos sólidos urbanos, nos lixões. Contudo, vale ressaltar que nos casos dos hospitais e outras unidades de saúde de grande porte, os RSS geralmente são coletados por empresas prestadoras de serviços, em veículos próprios, sendo que o estado já conta com pelo menos cinco unidades de tratamento térmico de RSS (Porto Velho, Ariquemes, Vilhena, Cacoal e Rolim de Moura).

Contudo, no caso dos pequenos geradores (clínicas médicas, odontológicas, fisioterápicas e veterinárias, laboratórios, entre outros) os resíduos podem ser descartados juntamente com os resíduos sólidos urbanos. Trata-se de um cenário previsto principalmente para os municípios de pequeno porte e que pode estar causando um passivo ambiental significativo.

- Resíduos Sólidos Industriais

As atividades industriais geram diferentes tipos de resíduos, com diversas características, podendo ser representados por resíduos de processo, resíduos de operações de controle de poluição ou descontaminação, materiais adulterados, materiais e substâncias resultantes de atividades de remediação de solo contaminado, resíduos da purificação de matérias-primas e produtos, cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papel, madeira, fibras, borracha, metal, escórias, vidros e cerâmicas. Entre os resíduos industriais, inclui-se grande quantidade de material perigoso que necessita de tratamento especial, devido ao seu alto potencial de impacto ambiental e à saúde (TOCCHETTO, 2009).

No que se refere aos Resíduos Sólidos Industriais (RSI), não existem para o estado de Rondônia informações suficientes sobre a quantidade de resíduos gerados, tampouco, quanto ao destino final dos mesmos. Todavia, cabe salientar que estes empreendimentos são passíveis de licenciamento ambiental e certamente, para obtenção das respectivas licenças, tiveram que apresentar em alguma etapa do processo um Plano de Gerenciamento de Resíduos Industriais, informando qual a estimativa de geração e destinação de seus resíduos.

- Resíduos perigosos com Logística Reversa

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 decorrência 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.

Quadro 1.1 – Resíduos perigos com logística reversa obrigatória

Resíduos	Características	Impactos
Pilhas e Baterias	Presença de metais pesados.	Contaminação do solo, água e biota.
Lâmpadas fluorescentes	Presença de mercúrio.	Contaminação do solo, ar, água e biota.
Embalagens de agroquímicos	Presença de pesticidas.	Contaminação do solo, água e biota.
Componentes eletrônicos	Presença de contaminantes como arsênio, mercúrio, chumbo, cádmio.	Contaminação do solo, água e biota.
Tintas, pigmentos e solventes	Presença de contaminantes como chumbo, mercúrio, cádmio e solvente orgânicos.	Contaminação do solo, água e biota.

Fonte: Elaborado por Floram.

2 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS

Planos de recuperação de áreas degradadas (PRADs) têm como objetivo principal a adoção de medidas corretivas nessas áreas que possibilitem recuperá-las para um uso compatível com as metas estabelecidas a serem atingidas após a intervenção, adotando-se dessa forma o princípio da aptidão para o uso (CETESB, 2001). Segundo da SILVA (2004), planos de recuperação são importantes instrumentos da gestão ambiental para vários tipos de atividades antrópicas, sobretudo aquelas que envolvem desmatamentos, terraplenagem, exploração de jazidas e áreas de empréstimo, bota-foras e deposição de RSU diretamente no solo.

De acordo com TEIXEIRA (2008), os conceitos de encerramento e remediação de lixão são definidos como:

- **Encerramento de lixão** - o conjunto dos procedimentos, serviços e obras necessário para o encerramento das atividades de operação do lixão. Estão incluídos a retirada e encaminhamento dos catadores, cobertura dos resíduos com solo e cercamento da área.
- **Remediação de lixão** - o conjunto dos procedimentos, serviços e obras necessário para a redução ao mínimo considerado possível, do ponto de vista técnico, e viável, do ponto de vista dos recursos (técnicos e financeiros) disponíveis, o potencial de comprometimento ambiental associado aos referidos despejos de lixo, tendo em vista o volume aparente e a natureza intrínseca dos resíduos neles predominantemente dispostos, bem como a maior ou menor fragilidade dos contextos ambientais em que estejam inseridos. Estão incluídos todos os procedimentos e programas sociais necessários para a remoção dos catadores do lixão.

De acordo com SARTORE (2007), a recuperação de uma área degradada por deposição inadequada de lixo envolve a remoção total dos resíduos depositados, transportando-os para um aterro sanitário, seguida da deposição de solo natural da região na área escavada. Contudo, ações deste porte compreendem elevados custos, inviabilizando economicamente este processo e forçando a adoção de soluções mais simples e econômicas de modo a minimizar o problema (IBAM, 2001).

ALBERTE (2003) afirma que essas soluções envolvem um conjunto de providências, através das quais espera-se minimizar os efeitos impactantes gerados ao meio ambiente, e consistem em intervir em um lixão com o intuito de encerrar a sua operação, requalificando-o ambientalmente ao espaço onde está inserido, reduzindo os impactos ambientais negativos sofridos pela área e dando-lhe outra finalidade.

Para o encerramento ou remediação do lixão, além da minimização dos impactos e danos ambientais já ocasionados, uma questão extremamente relevante a ser igualmente estudada é a organização e o

encaminhamento dos catadores para participarem de associações ou cooperativas e então realizarem seus trabalhos nas Unidades de Triagem locais ou regionais.

2.1 Diretrizes Técnicas

Uma maneira bastante equivocada que muitos municípios utilizam como encerramento do lixão consiste unicamente na interrupção da disposição de resíduos no local, cercamento e abandono da área. Se por um lado, tem-se o encerramento das atividades de catadores, por outro, ainda persistem a geração de gases, chorume e odores devido à continuidade dos processos biológicos de decomposição da matéria orgânica no interior da massa de resíduos, podendo causar poluição do ar, do solo e das águas superficiais e subterrâneas.

Por isso, em razão da continuidade e agravamento dos problemas ambientais, o simples abandono e fechamento das áreas utilizadas para disposição final de resíduos sólidos urbanos deve ser evitado, sendo necessária a adoção de técnicas que minimizem os impactos ambientais.

Para tanto, a escolha da técnica a ser utilizada deverá ser pautada por um estudo prévio detalhado do local, que avalie as condições físicas e o comprometimento ambiental da área. Esse estudo deve contemplar, no mínimo, a realização de levantamento planialtimétrico do terreno, estudos de sondagem e caracterização geotécnica, análises de águas superficiais e subterrâneas, entre outros (LANZA, 2009).

Cabe ressaltar que os estudos para a definição da melhor técnica, bem como os projetos e as operações de recuperação devem ser realizados sob a supervisão técnica de profissional(is) habilitado(s), procedendo-se ao registro das Anotações de Responsabilidade Técnica no(s) respectivo(s) Conselho(s) Profissional(is) (ALBERTE, 2005).

A recuperação de uma área degradada pela disposição inadequada de resíduos sólidos deve ser precedida de dois momentos: I) avaliação das condições ambientais; II) definição da técnica de recuperação a ser aplicada.

Ambas as medidas dependem da realização de um estudo de campo no qual devem ser avaliadas as condições de comprometimento dos componentes ambientais e definida a melhor técnica a ser utilizada. Esse estudo deve contemplar, no mínimo, a realização de levantamento planialtimétrico do terreno, estudos de sondagem e caracterização geotécnica, análises de águas superficiais e subterrâneas, entre outros (FEAM, 2010).

Caberá ao poder público municipal ou estadual promover a elaboração do Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) por lixão com base neste documento de referência, no qual deverá definir as medidas técnicas de recuperação e controle ambiental necessárias, os custos e o cronograma de implementação.

2.1.1 Avaliação das condições ambientais

A elaboração de um diagnóstico ambiental deve preceder as demais etapas de intervenção relativas à recuperação ambiental dos lixões. Devem ser identificados e descritos os prováveis impactos ambientais, diretos e indiretos, decorrentes da disposição irregular dos resíduos sólidos, levando-se em consideração a relação das atividades modificadoras com os elementos de análise (fatores ambientais, processos, problemas e potenciais).

2.1.1.1 Conteúdo mínimo sugerido para o diagnóstico do lixão

Como sugestão, foram pré-definidas três fases de diagnóstico, as quais subsidiarão a escolha da melhor técnica a ser aplicada para a recuperação da área degradada/lixão.

2.1.1.1.1 Primeira fase

Esta fase corresponde à avaliação das condições de comprometimento ambiental da área por meio de um diagnóstico ambiental preliminar, que deve contemplar os itens descritos a seguir, além de outras orientações pertinentes.

- 1) Descrever o motivo da apresentação do PRAD-RSU, os objetivos da sua implantação e justificar sua importância no contexto socioambiental do município;
- 2) Descrever, detalhadamente, a(s) atividade(s) executada(s), relatando a(s) tipologia(s) de todos os resíduos destinados ao local;
- 3) Descrever o endereço completo, inclusive referências para ao local e distância do centro urbano, com coordenadas geodésicas dos vértices no sistema UTM Datum SIRGAS 2000;
- 4) Identificações: Responsável pela atividade na área: nome completo; razão social; endereço completo para correspondência; nº da Inscrição Estadual; nº do Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ); nº dos telefones para contato e endereço eletrônico. Responsável pela elaboração e execução do PRAD-RSU: nome completo, nºs do telefone e do fax, representante legal (nome completo, nº do Cadastro de Pessoa Física (CPF), endereço, nºs do telefone e do fax, endereço eletrônico). Deverá ser apresentada a devida Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) de cada profissional;
- 5) Caracterização do Meio Físico: descrever a Hidrologia, Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Climatologia e Regime Pluviométrico regional e local;
- 6) Caracterização do Meio Biótico: descrever a Flora e Fauna do local e do entorno, num raio de 1.000 m, além das áreas de interesse ambiental;
- 7) Caracterização do Meio Antrópico: Apresentar dados sobre os aspectos socioeconômicos, educação e economia do município e sobre a população residente na área degradada e seu entorno, num raio de 1.000 m, que realiza ou não catação de materiais reaproveitáveis.
- 8) Para a elaboração do diagnóstico, poderá ser realizada pesquisa documental em busca de dados secundários junto a órgãos públicos de licenciamento e fiscalização ambiental (municipais, estaduais e federais) e outros (IBGE, Ministério das Cidades, etc.);
- 9) Levantamento preliminar do volume da massa de resíduos dispostos no local, da profundidade da(s) cava(s) de disposição de resíduos (ou vala(s)); da característica da permeabilidade do solo e nível do lençol freático, dos possíveis impactos sobre o solo e os recursos hídricos (superficiais e subsuperficiais); do tempo de desativação da atividade no local;
- 10) Levantamento planialtimétrico (mapa) georreferenciado atualizado da área a ser recuperada e seu entorno no raio de 1000 m, em escala adequada não inferior a 1:5000, contendo áreas de Interesse Ambiental tais como: Unidades de Conservação (municipal, estadual ou federal), zonas de amortecimento, corredores ecológicos, áreas prioritárias para conservação, uso e ocupação do solo, localização de aeroportos e aeródromos, mais próximos e outras.
- 11) Tipos de resíduos ou rejeitos.
- 12) Presença de catadores.
- 13) Situação do uso (em operação, desativado, em recuperação ou recuperado).
- 14) Período de utilização.
- 15) Usuário da área de disposição (comunidade, prefeitura municipal, empresa(s) e outros).
- 16) Pontos de captação de água no entorno da área: caso haja, deverá ser realizado mapeamento georreferenciado da posição dos pontos de captação de água em corpo hídrico, poços artesianos e poços de monitoramento de águas subterrâneas.

2.1.1.1.2 Segunda fase

Esta fase corresponde à investigação das condições reais da degradação ambiental da área através de um diagnóstico ambiental mais aprofundado, com a execução de um diagnóstico geoambiental orientando pelos dados obtidos no diagnóstico preliminar. Esse diagnóstico geoambiental tem por objetivo avaliar a situação atual dos recursos naturais em superfície, tais como solo, relevo e recursos hídricos, bem como do passivo ambiental existente e sua abrangência, contemplando:

- 1) Investigação direta e/ou indireta utilizando métodos não invasivos, objetivando detectar e mapear a extensão da área a ser recuperada;
- 2) Determinação do volume e a extensão da massa da RSU;
- 3) Investigação geológica geotécnica, efetuada no final do período chuvoso, com estudo de sondagem de simples reconhecimento – obtido do Standard Penetration Test (SPT) (ABNT NBR 6484:2001), complemento com ensaio de permeabilidade in situ associado; também através de sondagens a trado manual;
- 4) Descrição do perfil longitudinal geológico geotécnico, informando os níveis de cada estrato do aporte de sedimentos, camadas do solo descrevendo a classificação do material encontrado (solo, sedimento ou rocha), com escala adequada, legenda, cota do terreno, níveis de profundidade dos pontos investigados e nível d'água subsuperficial, se encontrado;
- 5) Investigação por meio da análise química da qualidade das águas superficiais existentes na área a ser recuperada e no seu entorno, a montante e a jusante, considerando um raio mínimo de 1.000 metros medidos a partir dos limites da área a ser recuperada, através da análise dos seguintes parâmetros mínimos: temperatura (°C); sólidos dissolvidos totais (MG/L); pH; turbidez (UNT); cor verdadeira (MG Pt/L); condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$); Oxigênio Dissolvido (OD); Demanda Bioquímica de Oxigênio DBO5, Demanda Química de Oxigênio (DQO); fósforo total; nitrogênio total; nitrogênio amoniacal total; nitrato total; nitrito total; cádmio total; chumbo total; cromo total; cobre dissolvido; manganês total; mercúrio total; ferro dissolvido; alumínio dissolvido; zinco total; níquel; fenóis totais; surfactantes; cloreto total; coliformes termotolerantes (técnica do número mais provável - NMP).

2.1.1.1.3 Terceira fase

Esta fase corresponde à elaboração dos projetos e planos, os quais deverão ser fundamentados nos dados coletados durante as duas fases anteriores.

Assim, estes projetos e planos a serem apresentados terão por base os resultados obtidos nos diagnósticos anteriores, acompanhados das respectivas justificativas técnicas e ambientais, com planejamento de longo prazo de duração de, no mínimo, 20 (vinte) anos, em todos os procedimentos assim sugeridos:

- **Em caso de permanência total ou parcial de massa de resíduos na área a ser recuperada:**
 - 1) Projeto dos cortes e aterros, incluindo memorial descritivo e de cálculo, visando adequação e reconformação da massa de RSU, prevendo dentre outros critérios a estabilidade geotécnica.
 - 2) Projeto de instalação ou adequação de sistemas de drenagem superficial para águas pluviais, incluindo memorial descritivo e de cálculo.
 - 3) Projeto de instalação ou adequação de sistema de manejo de lixiviados, incluindo memorial descritivo e de cálculo, caso ainda haja geração de lixiviados.
 - 4) Proposta de tratamento ou disposição final dos resíduos removidos, considerando a viabilidade ambiental e econômica.
 - 5) Projeto de instalação ou adequação do sistema de drenagem de gases, incluindo memorial descritivo e de cálculo, caso ainda haja geração de gases.

- 6) Projeto do sistema de cobertura final da massa de resíduos, incluindo memorial descritivo e de cálculo.
- 7) Projeto gráfico de aceiro, incluindo memorial descritivo e de cálculo, acompanhado do plano de manutenção, para evitar qualquer propagação de fogo eventualmente iniciado pela reação de faísca e os gases inflamáveis contidos na massa de resíduos.
- 8) Projeto de cerca viva arbustiva ou arbórea, acompanhado de plano de manutenção e do memorial descritivo e de cálculo. Esta cerca deverá margear o lado externo do perímetro da área, a fim de eliminar o impacto visual e promover um maior isolamento da área a ser recuperada.
- 9) Projeto de tratamento dos lixiviados, acompanhado de memorial descritivo e de cálculo, caso ainda haja geração de lixiviados.
- 10) Plano de Monitoramento das Águas Subterrâneas ao longo da área delimitada no diagnóstico, incluindo proposta com cronograma para implantação de poços de monitoramento georreferenciados em planta – os quais devem ser desenvolvidos, projetados e construídos de acordo com as normas técnicas ABNT NBR 15495-2:2008 e ABNT NBR 15495-1:2007 Versão Corrigida 2:2009, sendo no mínimo quatro poços, um a montante e três a jusante, contemplando no mínimo a análise dos parâmetros temperatura (°C); sólidos dissolvidos totais (mg/L); pH; turbidez (UNT); cor verdadeira (mg Pt/L); condutividade elétrica (µS/cm); Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5), Demanda Química de Oxigênio (DQO); fósforo total; nitrogênio total; nitrogênio; nitrogênio amoniacal total; nitrato total; nitrito total; cádmio total; chumbo total; cromo total; cobre dissolvido; manganês total; mercúrio total; ferro dissolvido; alumínio dissolvido; zinco total; níquel; fenóis totais; surfactantes; cloreto total; coliformes termotolerantes (técnica do número mais provável - NMP).

• **Em caso de remoção total da massa de resíduos**

- 1) Plano da remoção total da massa de resíduos, contemplando as técnicas e medidas para remoção a serem adotadas, prevendo dentre outros critérios a estabilidade geotécnica.
- 2) Projeto de reconformação topográfica da área a ser recuperada.
- 3) Projeto de uso futuro da área a ser recuperada que proporcione a integração da paisagem do entorno às necessidades da comunidade local.
- 4) Proposta de tratamento e destinação dos resíduos removidos, considerando a viabilidade ambiental e econômica.
- 5) Plano de Monitoramento das Águas Subterrâneas ao longo da área delimitada no diagnóstico, incluindo proposta com cronograma para implantação de poços de monitoramento georreferenciados em planta – os quais devem ser desenvolvidos, projetados e construídos de acordo com as normas técnicas ABNT NBR 15495-2:2008 e ABNT NBR 15495-1:2007 Versão Corrigida 2:2009, sendo no mínimo quatro poços, um a montante e três a jusante, contemplando no mínimo a análise dos parâmetros conforme citados no item anterior;
- 6) Projeto de cerca viva arbustiva ou arbórea, acompanhado de plano de manutenção e do memorial descritivo e de cálculo. Esta cerca deverá margear o lado externo da área, a fim de eliminar o impacto visual e promover um maior isolamento da área a ser recuperada, caso o uso futuro não seja para fins de reflorestamento.

• **PARA O USO FUTURO DA ÁREA OBJETO DO PRAD-RSU FICA PROIBIDO:**

- a) Praticar catação, habitar e criar animais;
- b) A construção de edificações;
- c) Cultivos agrícolas;

- d) Manter focos que propiciem incêndios, como materiais combustíveis;
- e) Manter ambientes propícios ao desenvolvimento de vetores causadores de doenças;
- f) Prosseguir a disposição de resíduos sólidos, de qualquer classe, após o início da execução do PRAD-RSU

2.1.2 *Definição da técnica de recuperação a ser aplicada*

Considerando os argumentos apresentados anteriormente, é importante ressaltar que a definição da técnica de recuperação a ser implementada nos lixões dos municípios rondonienses será possível somente após a realização dos estudos e diagnósticos supracitados.

Assim sendo, neste relatório são apresentadas algumas alternativas para proceder à recuperação das áreas dos lixões, sendo que a definição de qual metodologia e/ou técnica que será adotada ficará a cargo da empresa contratada para a elaboração dos diagnósticos e do governo do estado de Rondônia, através da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Ambiental - SEDAM.

2.2 Alternativas de recuperação da área degradada (lixões)

O processo de recuperação ambiental de uma área de lixão deverá considerar as seguintes soluções (FEAM,2010):

- Remoção de resíduos;
- Recuperação simples;
- Recuperação parcial;
- Recuperação como aterro sanitário.

2.2.1 *Remoção dos resíduos*

Uma das técnicas utilizadas para o encerramento de uma área degradada pela disposição inadequada de resíduos envolve a remoção e o transporte desses resíduos para outro local, previamente preparado e regularizado no órgão ambiental competente.

Entretanto, essa alternativa só é viável quando a quantidade de resíduos a ser removida e transportada não é muito grande, pois essas atividades representam elevados custos e dificuldades operacionais, que podem inviabilizar economicamente o processo.

Um aspecto a ser observado relacionado a esta técnica é que a quantidade de resíduos a ser removida é uma questão de ampla relatividade, pois as prefeituras com maiores recursos orçamentários e com equipamentos adequados poderão remover quantidades julgadas por elas pequenas e que seriam grandes pelas administrações de menor capacidade. Além disso, o tempo decorrido desde o início da disposição de resíduos no lixão interfere na quantidade de resíduos a ser removida (ALBERTE, 2005).

A avaliação da viabilidade da remoção dos resíduos deve considerar ainda que a substituição dos locais seja vantajosa sob o ponto de vista ambiental, como nas seguintes circunstâncias (SARTORE, 2007):

- Os resíduos saem de um local em que não foram utilizados critérios técnicos para sua disposição final e vão para outra área previamente preparada, como um aterro sanitário;
- Os resíduos saem de uma área urbana ou em vias de expansão urbana e vão para uma área sem conflitos de ocupação, de preferência já degradada;
- Os resíduos saem de uma área vulnerável à contaminação do meio ambiente e são encaminhados para outra, com maior capacidade tampão e melhores características geológicas e geotécnicas;

- Os resíduos saem de uma área com vocação para usos mais nobres e vão para outra, com pequeno valor imobiliário e usos corriqueiros.

A remoção dos resíduos também é uma alternativa altamente recomendável quando o lixão estiver localizado em área de risco geológico ou geotécnico que possa significar perigo para a população e o meio ambiente, tais como:

- Escorregamento do depósito sobre residências localizadas em encostas íngremes,
- Assoreamento de nascentes,
- Possibilidade de ruptura do maciço em razão do empilhamento concentrado dos resíduos em pequenas áreas, com grande altura e inclinação.

Para as áreas de risco geológico ou geotécnico podem também ser aplicadas técnicas de engenharia, como a reconformação da geometria do depósito, criando-se arranjos mais estáveis para as plataformas de disposição de resíduos. A adoção desse tipo de projeto deve prever um uso futuro apropriado para a área, evitando-se a ocupação por habitações ou outras instalações que possam colocar em perigo a população.

No entanto, esses procedimentos poderão ter custos bem mais elevados que a remoção dos resíduos. Adicionalmente, deve-se considerar que os custos resultam da soma dos valores remunerados para as operações de escavação, deslocamento, lançamento, espalhamento e conformação na nova área, com os gastos adicionais de conformação, drenagem e recomposição vegetal na antiga área.

Paralelamente à remoção dos resíduos, deverá ser realizada uma avaliação da contaminação do solo e da água subterrânea na área degradada, de acordo com as diretrizes estabelecidas pela legislação brasileira e pelos órgãos ambientais.

Caso a avaliação não tenha constatado a ocorrência de contaminação na área, esta deve ser recuperada, com reposição de solo natural e revegetação com espécies da região, de acordo com um Plano de Recuperação elaborado por profissional habilitado e avaliado pelo órgão ambiental competente.

2.2.2 Recuperação simples (encerramento de lixão)

A recuperação simples deve ser aplicada nos casos em que o maciço de resíduos for baixo e com taludes estáveis na condição em que se encontra. Neste caso, poderá ser capeado com solo, sem manejo de resíduos, de modo seguro e economicamente viável.

Para tanto, recomenda-se a adoção dos seguintes procedimentos:

- Avaliação da extensão da área ocupada pelos resíduos;
- Delimitação da área com cerca de isolamento, placas de advertência e portão;
- Arrumação dos resíduos em valas escavadas ou reconformação geométrica com a menor movimentação, visando a configuração mais estável;
- Conformação do platô superior com uma declividade mínima em direção das bordas ou, no caso de valas, o nivelamento final deverá ser feito de forma abaulada para evitar o acúmulo de águas de chuva sobre a vala e ficar em cota superior à do terreno, prevenindo prováveis recalques;
- Recobrimento do maciço de resíduos com uma camada mínima solo argiloso, inclusive nos taludes laterais. Deve ser avaliada a necessidade da utilização de membrana sintética antes da camada de argila, para se obter maior impermeabilidade.
- Execução de canaletas de drenagem pluvial a montante do maciço para desvio das águas de chuva;

- Lançamento de uma camada de terra vegetal ou composto orgânico para possibilitar o plantio de espécies de raízes curtas, preferencialmente nativas;
- Registro no cadastro da prefeitura da restrição de uso futuro da área.

Dentre as vantagens aventadas para esse tipo de intervenção, ressalta-se a simplicidade dos equipamentos exigidos (trator de esteiras de qualquer porte é desejável), dispensando a aquisição de novos equipamentos.

2.2.3 *Recuperação parcial (remediação de lixão)*

Cabe observar que a recuperação parcial de um depósito irregular de resíduos deve ser objeto de um projeto conceitual e de um projeto executivo, que contemple, no mínimo, as seguintes medidas:

- Rearranjo dos resíduos espalhados em um único ponto na área do lixão, formando-se um único maciço;
- Reconformação geométrica baseada em avaliação geotécnica para garantir a estabilidade dos taludes e capeamento do depósito com selo impermeável de solo argiloso;
- Conformação do platô superior com declividade mínima na direção das bordas;
- Inclusão de sistema de drenagem de chorume e de gases;
- Controle da emissão e tratamento de lixiviados, por meio de barreiras de contenção ou drenos direcionados para sistemas de tratamento, de recirculação ou de acumulação para posterior envio a uma estação de tratamento de esgotos;
- Coleta e desvio das águas superficiais, de forma a minimizar o ingresso das águas de chuva no maciço de resíduos;
- Controle da emissão e queima de gases;
- Isolamento da área;
- Controle de recalques;
- Controle da qualidade do ar;
- Controle da qualidade das águas superficiais e subterrâneas da área, por meio de poços de monitoramento;
- Implantação de cobertura vegetal com gramíneas nos maciços de resíduos encerrados.

A alternativa geométrica para a recuperação parcial deve ser muito bem estudada e discutida, observando-se sempre a sua exequibilidade. A alternativa geométrica mais simples é aquela em que o lixão se encontra em uma área bem protegida (do ponto de vista geológico/hidrogeológico) e dispõe de amplos espaços laterais para desmonte e aplainamento dos depósitos. A mais difícil é aquela em que o lixão já é alto, tem um platô superior de área reduzida e não dispõe de muita área lateral para desmobilização e rearranjo das novas pilhas.

2.2.4 *Recuperação como Aterro Controlado*

A recuperação de um lixão como aterro controlado pode ser uma alternativa interessante para os municípios com populações inferiores a 20.000 habitantes, até que seja implantado, por meio de respectivo processo de regularização ambiental, sistema adequado de disposição final de resíduos (TEIXEIRA, 2008).

Para tanto, é muito importante a certeza de que o lixão não tenha recebido resíduos perigosos – Classe I ao longo de sua vida operacional, conforme a NBR 10004/2004 da ABNT.

Além disso, a área deverá atender aos seguintes requisitos, preferencialmente:

- O lixão não deve estar localizado em áreas de reconhecida formação cárstica, ou sobre qualquer outra formação geológica propícia à formação de cavernas;
- O lixão não deve estar localizado em áreas erodidas, em especial em voçorocas ou em Áreas de Preservação Permanente (APP);
- A área deve possuir solo de baixa permeabilidade e ter declividade média inferior a 30%;
- O lixão não deve estar localizado em área sujeita a eventos de inundação;
- O lixão deve estar situado a uma distância mínima de 300 metros de cursos d'água ou qualquer coleção hídrica. Poderão ser admitidas distâncias entre 200 e 300 metros, desde que não exista outra alternativa locacional;
- O local deve estar a uma distância mínima de 500 metros de núcleos populacionais;
- O local deve estar a uma distância mínima de 100 metros de rodovias federais, a partir da faixa de domínio estabelecida pelos órgãos competentes.

Para transformação do lixão em aterro controlado, os municípios deverão realizar as seguintes ações:

- Avaliação da extensão da área ocupada pelos resíduos;
- Delimitação da área com cerca de isolamento e portão, complementada por espécies arbustivas/arbóreas;
- Identificação do local com placas de advertência;
- Limpeza do local, remoção dos resíduos espalhados e disposição em valas escavadas ou plataformas, conforme a seguir:
 - Em rampa, método empregado em áreas de meia encosta, com boas condições de escavação do solo natural, onde o lixo é disposto e compactado pelo trator e, posteriormente, coberto com solo.
 - Em valas, que podem ser de pequenas dimensões, com compactação e recobrimento dos resíduos feitos manualmente, ou de grandes dimensões, permitindo a entrada de equipamentos no seu interior para compactação e recobrimento dos resíduos.
- Nos locais onde a disposição de resíduos estiver encerrada, deverá ser feita a conformação do platô superior com declividade mínima de 2%, na direção das bordas ou, no caso de valas, o nivelamento final deverá ser feito de forma abaulada para evitar o acúmulo de águas de chuva sobre a vala e ficar em cota superior à cota do terreno, prevenindo prováveis recalques;
- Recobrimento final do maciço de resíduos com uma camada mínima de 50 cm de argila de boa qualidade, inclusive nos taludes laterais;
- Execução de canaletas de drenagem pluvial a montante da área de disposição para desvio das águas de chuva;
- Execução de drenos verticais de gás;
- Lançamento de uma camada de terra vegetal ou composto orgânico para possibilitar o plantio de espécies nativas de raízes curtas, preferencialmente gramíneas.

2.2.5 Recuperação como Aterro Sanitário

De acordo com TEIXEIRA (2008), quando o lixão está localizado em uma área que atende aos requisitos mínimos estabelecidos na NBR 13896 (ABNT, 1997) e demais restrições, como área de segurança aeroportuária, unidades de conservação de proteção integral, afastamento mínimo de recursos hídricos, dentre outras, e as dimensões e características do terreno possibilitam a sua

utilização adicional por um período superior a 15 anos, a recuperação como um aterro sanitário construído em área adjacente pode ser uma alternativa viável. Destaca-se que os estudos a serem elaborados devem incluir a avaliação do solo e da água subterrânea quanto à contaminação da área.

No caso de recuperação como aterro sanitário, a elaboração dos projetos e estudos ambientais deve ser pautada na legislação ambiental e nas Normas Técnicas da ABNT, notadamente a NBR 13896 (ABNT, 1997) e a NBR 8419 (ABNT, 1992).

Propõe-se aqui duas alternativas de solução para os resíduos já depositados no lixão, a ser definida no Plano de Recuperação de Área Degradada, a partir de análises, por exemplo, de impacto ambiental e área ocupada no terreno por cada alternativa:

- a) Remoção dos resíduos espalhados com lançamento dos resíduos dentro de uma vala impermeabilizada nos moldes de um ASPP;
- b) Conformação dos resíduos espalhados em um aterro compactado e coberto com gramíneas.

Para qualquer uma das alternativas, faz-se necessário a limpeza de toda a área com a disposição irregular dos resíduos, objetivando a melhoria dos aspectos estéticos-sanitários da área bem como a eliminação de fogo e fumaça, já que a presença de fogo e fumaça no lixão muitas vezes deriva da combustão espontânea ou da ação de pessoas que ateam fogo em alguns tipos de resíduos. A eliminação de fogo e fumaça deve ser prevista e é de simples execução, dependendo apenas da cobertura do material após a disposição.

Para os resíduos que serão destinados futuramente ao aterro sanitário, a reabilitação proposta deverá considerar a disposição dos resíduos em uma vala/trincheira devidamente impermeabilizada, além de toda a infraestrutura de um aterro sanitário. A definição da implantação como vala ou trincheira, ficará a cargo do PRAD e influenciará na operação do aterro sanitário, que poderá ser mecanizada e/ou simplificada.

Portanto, para fins da readequação do lixão como aterro sanitário deverão ser consideradas as seguintes diretrizes gerais descritas adiante, típicas de AS:

- Levantamento topográfico;
- Isolamento da área;
- Construção de guarita e implantação de vigilância;
- Segurança da área;
- Cortina vegetal;
- Controle de resíduos (balança rodoviária);
- Construção de um sistema viário (via de acesso/serviços);
- Escavação e impermeabilização de vala/trincheira;
- Instalação de sistema de drenagem pluvial periférico;
- Construção do sistema de drenagem de líquidos lixiviados;
- Instalação de drenos de biogás;
- Acompanhamento e monitoramento constante.

- a) Levantamento topográfico

O levantamento topográfico (planialtimétrico) deverá preceder a execução das demais etapas para requalificação do lixão para ASPP. Para que todas as etapas descritas anteriormente sejam executadas, é necessário que seja feito um levantamento topográfico fidedigno da área, demarcando claramente as áreas em que há resíduos dispostos.

Essa medida permitirá avaliar claramente a situação local e contribuirá para a elaboração de um projeto adequado.

b) Isolamento da área

Na elaboração do projeto de recuperação deverá ser previsto o fechamento da área do lixão por meio da implantação de uma cerca, de forma a isolar todo o perímetro da área. Com isso, espera-se restringir o acesso de pessoas não autorizadas, bem como de animais.

c) Construção de guarita e implantação de vigilância

Em caráter complementar ao cercamento, deve ser prevista a construção de uma guarita/posto de vigilância para abrigar o profissional que fará o controle de acesso à área. Além de restringir o acesso de pessoas não autorizadas, permitirá o controle do acesso de veículos transportando resíduos sólidos. A unidade deverá ser dotada de instalação sanitária, iluminação natural e artificial e ventilação.

d) Segurança da área

Deve ser prevista a presença de pelo menos dois vigilantes para vistoriar e garantir o controle de acesso à área do aterro.

e) Cortina vegetal

A barreira vegetal tem como principal função complementar o isolamento da área. Contudo, deverá também colaborar para a retenção de partículas e gases poluentes, por meio da superfície foliar. Para atender este objetivo as espécies cultivadas devem ter folhas com as seguintes características morfológicas: 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, além disso, atuará como um quebra vento natural.

f) Controle de resíduos

Deverá ser adotada uma sistemática de controle do tipo de resíduos a serem dispostos na área. Assim, 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 do usuário antes de acessar a área.

g) Construção de um sistema viário (via de acesso/serviços)

Deverá ser implantada uma via perimetral em toda a área para 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.

h) Escavação e impermeabilização de vala/trincheira

Conforme já abordado, o projeto deverá definir se a disposição será por vala ou trincheira, de acordo com a NBR 15849/2010.

No aterro de valas, estas têm dimensões prefixadas e reduzidas. Também não há rampas de acesso, portanto, a disposição ocorre sem a entrada de veículos nas valas, devendo haver preocupação com a integridade do sistema de impermeabilização no momento do descarte.

No sistema de trincheiras, as dimensões são maiores e existem rampas que permitem o acesso dos caminhões coletores, tratores de esteiras e demais veículos para o descarte, compactação e cobertura dos resíduos, dentro das trincheiras.

Os trabalhos de escavação e impermeabilização das valas/trincheiras pode ser executado por empresas de terraplenagem enquanto a instalação de geomembranas de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) deverá ser realizada apenas por empresas credenciadas pelos fabricantes deste tipo de material.

i) Instalação de sistema de drenagem pluvial periférico

A implantação de um sistema de drenagem de águas pluviais periférico visa prevenir a infiltração de águas na vala/trincheira de resíduos, o que poderia contribuir, negativamente, para o aumento na geração de líquidos lixiviados.

j) Construção do sistema de drenagem de líquidos lixiviados

As estruturas de drenagem dos líquidos lixiviados juntamente com o sistema de drenagem de biogás são elementos determinantes para a estabilidade da massa de resíduos sólidos.

Para a coleta e drenagem dos líquidos gerados no interior do maciço, devem ser construídos dois sistemas interligados de drenos: um radial e um anelar. O sistema radial será constituído de drenos que partem do centro do maciço em direção às bordas, conectando-se ao dreno anelar. O sistema anelar, por sua vez, é constituído de um único dreno que contornará todo o maciço e conduzirá grande parte dos líquidos lixiviados até uma caixa de passagem e, por fim, a um tanque de acumulação ou a um sistema de tratamento.

O dimensionamento dos drenos deverá considerar a profundidade da camada dos resíduos depositados de forma a interceptar o fluxo de líquidos lixiviados. Devem ser construídos de forma difusa em toda a massa de resíduos e em formato que evite sua colmatação ao longo do tempo.

k) Instalação de drenos de biogás

É necessária a implantação de um sistema de drenos verticais para a drenagem e exatidão de biogás. Ele deverá ser concebido por meio de perfurações feitas com equipamentos especiais que, quando possível, sejam conectados aos drenos horizontais, implantados para a coleta e transporte dos líquidos lixiviados.

l) Acompanhamento e monitoramento constante

O plano de monitoramento deverá prever, no mínimo, um programa de monitoramento geotécnico (recalques e estabilidade da massa de resíduos), manutenção dos sistemas de drenagem (pluvial, gases e lixiviados), qualidade das águas superficiais (cursos d'água) e subterrâneas, crescimento e controle da cobertura vegetal, sistemas de sinalização e isolamento da área, controle da qualidade do ar.

Recomenda-se que esse plano de monitoramento atenda à NBR 13896/1997 da ABNT, prolongando-se, pelo menos, por mais 10 anos após o encerramento da disposição de resíduos sólidos na área.

2.2.6 Requalificação e uso futuro das áreas recuperadas

A proposta de requalificação e uso futuro das áreas recuperadas deve considerar que os resíduos aterrados ainda permanecem em processo de decomposição após o encerramento das atividades por períodos relativamente longos, que podem ser superiores a 10 anos (ALBERTE, 2005). Assim, independente do encerramento das atividades de recuperação do aterro, os sistemas de drenagem superficial de águas pluviais, de tratamento dos gases e de coleta e tratamento dos lixiviados devem ser mantidos por um período de mais de 10 anos, até que o maciço de resíduos alcance condições de relativa estabilidade.

Recomenda-se para uso futuro dessas áreas a implantação de áreas verdes, com equipamentos comunitários como praças esportivas, campos de futebol e áreas de convívio, nos casos de locais próximos a áreas urbanizadas. A implantação de parques e espaços mais abertos poderá beneficiar a um maior número de pessoas, e uma área verde, com trabalho paisagístico de implantação de gramados, arbustos e árvores, pode trazer benefícios para a comunidade. Adicionalmente, esse tipo de uso não implica a construção de grandes estruturas no local, apenas pequenas e leves construções como prédios administrativos e sanitários públicos.

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 os depósitos de lixos desativados é desaconselhável (IBAM, 2001).

As áreas encerradas podem também ser utilizadas para pastagens ou plantações (de grãos, 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.

Em qualquer caso, a requalificação do local deve proporcionar uma integração à paisagem do entorno e às necessidades da comunidade local, sendo recomendável a participação de seus representantes nessa decisão.

2.3 Estimativa de custos para as medidas de encerramento e remediação de lixões

As técnicas de reabilitação ou recuperação de áreas degradadas pelos lixões, no âmbito dos projetos de engenharia são enquadradas em duas categorias: 1) Encerramento e 2) Remediação, segundo os critérios adiante:

- **Encerramento de lixão:** concepção adotada para municípios com população de até 30.000 habitantes, ou seja, é o caso da técnica de recuperação simples. Admite-se apenas a conformação dos resíduos e cobertura destes com terra e plantio de grama, além do isolamento da área e implantação de sistema de drenagem pluvial externa ao maciço de resíduos conformado.
- **Remediação de lixão:** concepção para municípios com população acima de 30.000 habitantes, isto é, a técnica de recuperação parcial. Além do isolamento da área, implantação do sistema de drenagem pluvial externa, conformação do maciço de resíduos, cobertura com solo e plantio de grama, deve-se implantar sistemas de drenagem de gases e chorume, *flares* para a queima de gases e um sistema para tratamento ou acumulação de chorume, que possibilite o transporte para local de tratamento.

É importante esclarecer que a análise de custo do encerramento e remediação de lixão em função da população atendida ainda implica em equívocos, uma vez que dados levantados no PRAD dos lixões, tais como data de início da disposição, padrão de disposição de resíduos no terreno, área do terreno, cubagem de resíduos dispostos, fornecerão um valor mais preciso da recuperação. Entretanto, os valores apresentados acima servem como referências, no âmbito do planejamento, até que os PRADs sejam elaborados. Também não estão inclusos os preços da elaboração destes planos de recuperação, que em média representam 10% do valor da recuperação.

2.3.1 Planilhas de cálculo e composição de custos

É importante salientar que todo e qualquer projeto de engenharia para o encerramento, remediação, recuperação ou requalificação de áreas de destinação irregular de resíduos, além dos estudos já comentados anteriormente, deverá ser precedido de uma planilha detalhada de custos para a sua implantação. A planilha apresentada a seguir (Quadro 3.1) é apenas um exemplo de composição orçamentária, devendo ser adaptada e complementada, a depender de cada tipo de projeto e da realidade local.

Quadro 2.1 - Modelo sugestivo de planilha de custos para projetos de recuperação de áreas degradadas por disposição irregular de resíduos.

OBRA	TIPO DE PROJETO (encerramento/remediação/AS)			Data:	SINAPI - MÊS/ANO	Serviços BDI(%):	Fornecimento BDI(%):	
						30%	18%	
ITENS	COD. SINAPI	SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR UNIT. + BDI	SUB-TOTAL COM BDI	TOTAL
1		SERVIÇOS PRELIMINARES						0,00
1.1	COMPOSIÇÃO	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO	gl					
1.2		PLACA DE OBRA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO	m ²					
1.3		BARRACÃO DE OBRA EM TÁBUAS DE MADEIRA COM BANHEIRO, COBERTURA EM FIBROCIMENTO 4 MM, INCLUINDO INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS E ELÉTRICAS	m ²					
1.4		LIMPEZA DE TERRENO - RASPAGEM MECANIZADA (MOTONIVELADORA) DE CAMADA VEGETAL	m ²					
2		SERVIÇOS DE MOVIMENTAÇÃO DE TERRA E IMPERMEABILIZAÇÃO DO MACIÇO DO RESÍDUOS						0,00
2.1		MACIÇO DE LIXO DE REMEDIAÇÃO						
2.1.1		LOCAÇÃO DE REDES DE ÁGUA OU DE ESGOTO, INCLUSIVE TOPÓGRAFO - LOCAÇÃO DO MACIÇO	m					
2.1.2		EMPILHAMENTO DE SOLO ORGÂNICO RETIRADO NA ÁREA DO ATERRO COM TRATOR SOBRE ESTEIRAS COM 160HP.	m ³					
2.1.3		COMPACTAÇÃO MECÂNICA C/ CONTROLE DO GC>=95% DO PN (ÁREAS) (C/MONIVELADORA 140 HP E ROLO COMPRESSOR VIBRATÓRIO 80 HP)	m ³					
2.1.4		ESCAVAÇÃO E TRANSP MAT 1A CAT DMT 50M C/TRATOR EST CAT D8 C/ LÂMINA	m ³					
2.1.5		COMPACTAÇÃO MECÂNICA, SEM CONTROLE DO GC (C/COMPACTADOR PLACA 400 KG)	m ³					
3		ESTRADAS DE SERVIÇO E ACESSO						0,00
3.1		LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TÁBUAS CORRIDAS PONTALETADAS, COM REAPROVEITAMENTO DE 10 VEZES	m ²					
3.2		ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE MATERIAL 1A. CATEGORIA, PROVENIENTE DE CORTE DE SUBLEITO (C/TRATOR ESTEIRAS 160HP)	m ³					
3.3		ESPALHAMENTO MECANIZADO (C/ MOTONIVELADORA) MATERIAL DE 1A CATEGORIA	m ³					
3.4		TRANSPORTE LOCAL COM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3, RODOVIA EM LEITO NATURAL, DMT ATÉ 200 M	m ³					
3.5		RÉGULARIZACAO E COMPACTACAO DE SUBLEITO ATÉ 20 CM DE ESPESSURA	m ²					
3.6		BASE PARA PAVIMENTAÇÃO COM MACADAME HIDRÁULICO, INCLUSIVE COMPACTAÇÃO	m ³					
4		CONSTRUÇÃO DAS CANALETAS, BACIAS E TANQUE DE ACUMULAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL						0,00

Quadro 2.1 - Modelo sugestivo de planilha de custos para projetos de recuperação de áreas degradadas por disposição irregular de resíduos.

OBRA	TIPO DE PROJETO (encerramento/remediação/AS)			Data:	SINAPI - MÊS/ANO	Serviços BDI(%):	Fornecimento BDI(%):	
						30%	18%	
ITENS	COD. SINAPI	SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR UNIT. + BDI	SUB-TOTAL COM BDI	TOTAL
4.1		DRENAGEM DE AG. PLUV. NA ÁREA DO MACIÇO DE REMEDIAÇÃO						
4.1.1	73882/002	MEIA CANA DE CONCRETO, DIÂMETRO 300 MM	m					
4.1.2		CAIXA DE INSPEÇÃO 90X90X80 CM EM ALVENARIA - EXECUÇÃO	un.					
4.1.3		CAIXA DE INSPEÇÃO EM ALVENARIA DE TIJOLO MACIÇO 60X60X60CM, REVESTIDA INTERNAMENTE COM BARRA LISA (CIMENTO E AREIA, TRAÇO 1:4) E=2,0CM, COM TAMPA PRÉ-MOLDADA DE CONCRETO E FUNDO DE CONCRETO 15MPA TIPO C – ESCAVAÇÃO E CONFECÇÃO	un.					
4.2		ENROCAMENTO						
4.2.1		REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO MANUAL DE TERRENO COM SOQUETE	m ²					
4.2.2		FORNECIMENTO E LANÇAMENTO DE BRITA N. 4 COMPACTAÇÃO OU APILOAMENTO	m ³					
4.2.3		ALVENARIA EM TIJOLO CERÂMICO MACIÇO 5X10X20CM ESPELHO (ESPESSURA 5CM), ASSENTADO COM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA)	m ²					
4.3		BACIA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL						
4.3.1		ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1A CATEGORIA, CAMINHO DE SERVIÇO LEITO NATURAL, COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA E CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3, DMT 50 ATE 200 M	m ³					
5		SISTEMA DE DRENAGEM DE PERCOLADOS (CHORUME)						0,00
5.1		LOCAÇÃO DE ADUTORAS, COLETORES TRONCO E INTERCEPTORES - ATÉ DN 500 MM, INCLUSIVE TOPOGRAFO	m					
5.2		ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE MATERIAL 1A. CATEGORIA, PROVENIENTE DE CORTE SUBLEITO (C/TRATOR ESTEIRAS 160HP)	m ³					
5.3		FORNECIMENTO E LANÇAMENTO DE BRITA N. 4 COMPACTAÇÃO OU APILOAMENTO	m ³					
5.4		REATERRO DE VALA/CAVA SEM CONTROLE DE COMPACTAÇÃO, UTILIZANDO RETRO-ESCAVADEIRA E COMPACTADOR VIBRATÓRIO COM MATERIAL REAPROVEITADO	m ³					
6		SISTEMA DE DRENAGEM DE GASES						0,00
6.1		DRENO VERTICAL COM PEDRISCO PARA EXECUÇÃO DOS DRENOS DE GASES	m					
6.2		FORNECIMENTO E LANÇAMENTO DE BRITA N. 4	m ³					

Quadro 2.1 - Modelo sugestivo de planilha de custos para projetos de recuperação de áreas degradadas por disposição irregular de resíduos.

OBRA	TIPO DE PROJETO (encerramento/remediação/AS)			Data:	SINAPI -	Serviços	Fornecimento	
					MÊS/ANO	BDI(%):	BDI(%):	
						30%	18%	
ITENS	COD. SINAPI	SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR UNIT. + BDI	SUB-TOTAL COM BDI	TOTAL
7		SISTEMA DE ACUMULAÇÃO DO LÍQUIDO PERCOLADO						0,00
7.1		Tanque de Acumulação						
7.1.1		LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TÁBUAS CORRIDAS PONTALETADAS, COM REAPROVEITAMENTO DE 10 VEZES	m ²					
7.1.2		ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1A CATEGORIA, CAMINHO DE SERVIÇO LEITO NATURAL, COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA E CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3, DMT 50 ATÉ 200 M	m ³					
7.1.3		ESPALHAMENTO MECANIZADO (C/ MOTONIVELADORA) MATERIAL DE 1A CATEGORIA	m ²					
7.1.4		REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO MANUAL DE TERRENO COM SOQUETE	m ²					
7.1.5		GEOMEMBRANA LISA PEAD ESPESSURA 2MM - FORNECIMENTO	m ²					
7.1.6		GEOMEMBRANA LISA PEAD ESPESSURA 2MM - INSTALAÇÃO	m ²					
7.1.7		TUBO PVC ESGOTO PREDIAL DN 75MM, INCLUSIVE CONEXÕES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	m					
7.1.8		JOELHO PVC SERIE R P/ ESG PREDIAL 45G DN 150MM	un					
7.1.9		CAIXA DE INSPEÇÃO EM ALVENARIA DE TIJOLO MACIÇO 60X60X60CM	un					
7.1.10		CAIXA DE INSPEÇÃO EM ALVENARIA DE TIJOLO MACIÇO 100X100X300CM	un					
7.1.11		CONCRETO 1:3:5 COM BETONEIRA PARA EXECUÇÃO DAS PLACAS DE FUNDO	m ³					
7.1.12		FORMA PINHO 3A P/FUNDAÇÃO RADIER REAPROV 3 VEZES - CORTE/MONTAGEM/ESCORAMENTO/DESFORMA, NÃO INCLUÍDO DESMOLDANTE	m ²					
7.1.13		BRAÇADEIRA C/ PARAFUSO D = 3"	un					
7.1.14		PISO BORRACHA 500X500X7 MM PASTILHADO P/ ARGAMASSA A.15 PLURIGOMA PRETO	m ²					
8		URBANISMO / PAISAGISMO						0,00
8.1		PLANTIO DE ÁRVORE COM ALTURA MAIOR DO QUE 2,00 METROS DA REGIÃO	un					
8.2		PLANTIO DE ARBUSTO, H=0.5 A 0.7M / 12 UNID/M2, APENAS MÃO DE OBRA, EXCLUSO O FORNECIMENTO DA MUDA E DO ADUBO	m ²					
8.3		ARBUSTO COM ALTURA MAIOR DO QUE 1,00 METRO	un					
8.4		CERCA VIVA DE HISBICO, CEDRIHO, CALIAMDRA, ACALIFA - FORNEC. E PLANTIO	m					

Quadro 2.1 - Modelo sugestivo de planilha de custos para projetos de recuperação de áreas degradadas por disposição irregular de resíduos.

OBRA		TIPO DE PROJETO (encerramento/remediação/AS)				Data:	SINAPI - MÊS/ANO	Serviços BDI(%):	Fornecimento BDI(%):
								30%	18%
ITENS	COD. SINAPI	SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR UNIT. + BDI	SUB- TOTAL COM BDI	TOTAL	
8.5		PORTAO EM TELA RÍGIDA E MOLDURA EM AÇO COM DUAS FOLHAS DE ABRIR 2X3,50MX1,80M, INCLUSO CADEADO, FUNDO ÓXIDO FERRO/ZARCÃO UMA DEMÃO E PINTURA ESMALTE DUAS DEMÃOS	un						
8.6		CERCA COM MOURÕES DE CONCRETO, RETO, ESPAÇAMENTO DE 3M, CRAVADOS 0,5M, COM 4 FIOS DE ARAME FARPADO Nº14 CLASSE 250 - FORNEC E COLOC.	m						
8.7		CAPIM <i>BRACHIARIA DECUMBENS</i> (BRAQUIARINHA) - VALOR CULTURAL (VC) = 30	kg						
		SUB TOTAL COM BDI						0,00	

3 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR DISPOSIÇÃO DE RSU EM ÁREAS URBANAS

A disposição irregular de resíduos em terrenos baldios dentro da malha urbana é uma realidade em alguns municípios de Rondônia, são as chamadas áreas de bota-fora.

Os impactos negativos decorrentes da disposição inadequada de RSU nos bota-fora são equivalentes aos que podem ocorrer nos lixões: poluição do solo e das águas subterrâneas pela infiltração e percolação de lixiviado; poluição do ar pela emissão de gases do efeito estufa (CH₄, CO₂, dentre outros), atração de vetores de doenças, além dos fatores estéticos, tendo como efeito e desvalorização da paisagem urbana local. Outro fator é que, por estarem mais próximos aos núcleos habitacionais, os bota-fora apresentam maior potencial como fonte para disseminação de patógenos vinculados à disposição inadequada de RSU, em especial para proliferação de vetores como mosquitos e moscas.

O nível e intensidade do impacto ambiental nestas áreas depende fundamentalmente do tipo e quantidade e do tempo que os resíduos estão dispostos. Nas áreas avaliadas durante a etapa de diagnóstico predominavam nos bota-fora os resíduos domiciliares, de construção civil e de poda e coleta.

A recuperação e revitalização das áreas de bota-fora depende do dimensionamento adequado da área passível de degradação. Para tanto, caberá ao poder público municipal providenciar os cadastramentos e diagnósticos das mesmas. Devem ser levantadas as seguintes informações:

- Identificação dos bota-fora;
- Cadastramento da área;
- Identificação do proprietário;
- Delimitação da área ocupada pelos resíduos dispostos com uso de sistema GPS;
- Estimativa de volume (cubagem) dos resíduos dispostos;
- Realização de sondagem de solo e análise de contaminação de águas subsuperficiais;
- Análise da característica dos resíduos verificando a fração percentual estimada de resíduos orgânicos, se possível;
- Medição ou estimativa da distância de moradias;
- Verificação de cursos hídricos intermitentes ou temporários nas proximidades do local, inclusive os mananciais para abastecimento humano, com realização de análise de qualidade de água destes
- Existência de queima de resíduos (natural ou intencional);
- Atuação de catadores de materiais recicláveis;
- Verificação se ainda há disposição ou se trata-se de disposição antiga;
- Fonte dos resíduos, em especial quanto ao lançamento por carroceiros;
- De posse destas informações é possível dimensionar as intervenções de recuperação da área degradada. As duas intervenções recomendadas são:
 - 1 - Remoção dos resíduos;
 - 2 - Recuperação da área degradada sem remoção dos resíduos.

No contexto de bota-fora urbanos, a principal medida de recuperação é a remoção dos resíduos sólidos e encaminhamento para local adequado. Contudo, a depender do volume depositado, a remoção pode se mostrar inviável, cabendo neste caso a adoção de medidas de engenharia para revitalização da área a partir do aterramento dos resíduos no local.

Em ambos os casos se faz necessária a concepção de um anteprojeto/projeto básico e executivo, especialmente no caso da recuperação da área sem remoção de resíduos. Este projeto deverá definir mediante a análise dos aspectos técnicos e econômicos, a melhor alternativa e concepção para a acomodação e/ou destino dos resíduos.

4 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RCC

Diferentemente dos lixões municipais que geralmente ficam afastados das áreas urbanas, os bota-foras de Resíduos de Construção Civil – RCC, normalmente ficam dentro ou próximos à malha urbana municipal, em terrenos baldios, impactando diretamente na qualidade ambiental da cidade. A forma e o tamanho da disposição variam em função do porte do município, nível educacional da população, poder aquisitivo e estruturas implantadas no município, sendo comum a presença de resíduos nas calçadas e vias da cidade, interferindo no trânsito de pessoas e veículos, além de atrair de animais sinantrópicos.

Em função destes impactos na qualidade de vida e segurança da população, além dos impactos ambientais, torna-se imperativa a retirada dos RCCs destas áreas e o encaminhamento para áreas de triagem e transbordo e aterros de resíduos de construção civil, sempre que possível.

4.1 O gerenciamento dos RCC nos municípios Rondonienses

Conforme informado no Panorama dos Resíduos Sólidos do Estado de Rondônia, Produto 2 do PERS, os municípios Rondonienses menores têm, na geração de resíduos de construção civil, uma alternativa para pequenas obras de aterramento, preenchimento de valas e outros serviços. Assim, os municípios recolhem tais materiais que são dispostos diretamente nas vias e os utilizam em curto espaço de tempo, sem necessidade de armazenamento ou disposição em local específico, fazendo a sua reutilização direta.

Por outro lado, informa o referido estudo que, nos municípios maiores, a geração deste tipo de resíduo supera em muito a demanda para aquelas pequenas obras de manutenção de vias. Assim, gerenciar a deposição, transporte e disposição final de RCC torna-se tarefa imprescindível para se evitar a criação de novas áreas de bota-fora, as chamadas áreas órfãs contaminadas. Entretanto, no diagnóstico realizado foi constatado que mesmo estes municípios de maior porte não possuem políticas específicas ou mesmo normas suficientes que racionalizem esta atividade.

O Quadro 4.1 mostra a situação quanto à geração, gerenciamento e disposição final dos resíduos da construção civil nos municípios Rondonienses.

Quadro 4.1 – Situação dos RCC nos municípios de Rondônia.

Município	Em relação à coleta de RCC, a prefeitura:	A quantidade média diária de RCC em ton/dia	Locais de deposição dos RCC	Quais os locais de disposição final de RCC
Alta Floresta do Oeste	Recolhe	10	Irregulares	Lixão
Alto Alegre dos Parecis	Recolhe parcialmente	Sem dados	Irregulares	Lixão
Alto Paraíso	Recolhe	Sem dados	Irregulares	Reaproveitamento
Alvorada D'Oeste	Recolhe	Sem dados	Irregulares	Lixão
Ariquemes	Não recolhe	Sem dados	Caçambas, caçambeiras e carroças	Aterro sanitário

Quadro 4.1 – Situação dos RCC nos municípios de Rondônia.

Município	Em relação à coleta de RCC, a prefeitura:	A quantidade média diária de RCC em ton/dia	Locais de deposição dos RCC	Quais os locais de disposição final de RCC
Buritis	Não recolhe	Sem dados	Reaproveitamento	Reaproveitamento e lixão
Cabixi	Não recolhe	0,681	Irregulares	Reaproveitamento
Cacaulândia	Recolhe	Sem dados	Irregulares	Reaproveitamento e lixão
Cacoal	Não recolhe	Sem dados	Irregulares	Depósito de resíduos da construção civil
Campo Novo de Rondônia	Não recolhe	Sem dados	Irregulares	Reaproveitamento
Candeias do Jamari	Recolhe	1	Irregulares	Reaproveitamento
Castanheiras	Recolhe	0,22	Irregulares	Reaproveitamento
Cerejeiras	Recolhe parcialmente	3	Irregulares	Lixão
Chupinguaia	Recolhe	Sem dados	Irregulares	Reaproveitamento e lixão
Colorado do Oeste	Recolhe	1	Irregulares	Reaproveitamento
Corumbiara	Recolhe	Sem dados	Irregulares	Reaproveitamento e lixão
Costa Marques	Não recolhe	Sem dados	Irregulares	Lixão
Cujubim	Recolhe	Sem dados	Irregulares	Reaproveitamento e lixão
Espigão D'Oeste	Não recolhe	Sem dados	Irregulares	Aterro controlado
Governador Jorge Teixeira	Recolhe	1	Irregulares	Reaproveitamento e lixão
Guajará-Mirim	Recolhe parcialmente	Sem dados	Irregulares	-
Itapuã do Oeste	Recolhe parcialmente	5	Irregulares	Reaproveitamento
Jaru	Recolhe parcialmente	0,4	Ecopontos	Ecoponto
Ji-Paraná	Recolhe parcialmente	Sem dados	-	Aterro municipal
Machadinho D'Oeste	Recolhe parcialmente	Sem dados	Lixão	Lixão
Ministro Andreazza	Recolhe parcialmente	Sem dados	Irregulares	Lixão
Mirante da Serra	Recolhe	2	Irregulares	Lixão
Monte Negro	Recolhe parcialmente	0,5	Irregulares	Irregulares
Nova Brasilândia do Oeste	Não recolhe	Sem dados	Área específica	Reaproveitamento
Nova Mamoré	-	Sem dados	-	-
Nova União	Recolhe	Sem dados	-	Lixão
Novo Horizonte do Oeste	Recolhe parcialmente	Sem dados	Irregulares	Lixão
Ouro Preto do Oeste	Recolhe parcialmente	Sem dados	Irregulares	Lixão
Parecis	Recolhe	Sem dados	Irregulares	Lixão
Pimenta Bueno	Recolhe parcialmente	20	Reaproveitamento e irregulares	Lixão

Quadro 4.1 – Situação dos RCC nos municípios de Rondônia.

Município	Em relação à coleta de RCC, a prefeitura:	A quantidade média diária de RCC em ton/dia	Locais de deposição dos RCC	Quais os locais de disposição final de RCC
Pimenteiras do Oeste	Recolhe	1	Irregulares	Reaproveitamento e lixão
Porto Velho	Não recolhe	Sem dados	Caçamba	Lixão
Presidente Médici	Recolhe parcialmente	Sem dados	Irregulares	Reaproveitamento
Primavera de Rondônia	Recolhe	0,2	Irregulares	Lixão
Rio Crespo	Recolhe	Sem dados	Irregulares	Reaproveitamento e lixão
Rolim de Moura	Recolhe parcialmente	Sem dados	Irregulares	Lixão
Santa Luzia D'Oeste	Não recolhe	Sem dados	Irregulares	Lixão
São Felipe do Oeste	Recolhe	Sem dados	Irregulares	Lixão
São Francisco do Guaporé	Recolhe parcialmente	Sem dados	Irregulares	Lixão
São Miguel do Gua-poré	Recolhe parcialmente	Sem dados	Irregulares	Lixão
Seringueiras	Recolhe	Sem dados	Irregulares	Lixão
Teixeirópolis	Recolhe parcialmente	Sem dados	Irregulares	Reaproveitamento e lixão
Theobroma	Recolhe	0,5	Área específica	Área específica
Urupá	Não recolhe	Sem dados	Irregulares	Reaproveitamento e irregulares
Vale do Anari	Recolhe	Sem dados	Irregulares	Lixão
Vale do Paraíso	Recolhe parcialmente	Sem dados	Reaproveitamento	Irregulares
Vilhena	Não recolhe	40	Caçamba	Reaproveitamento

Fonte: DRZ, 2014. Panorama dos Resíduos Sólidos do Estado de Rondônia, Produto 2 do PERS-RO.

Além das informações apresentadas no Panorama dos Resíduos Sólidos – Produto 2 do PERS-RO, identificou-se que alguns municípios já contam unidades de beneficiamento e gerenciamento dos RCC, como é o caso de Ariquemes, que possui um Aterro Sanitário com local para aterramento de RCC e beneficiamento desses resíduos; Vilhena, que também conta com um aterro sanitário nos mesmos moldes de Ariquemes e do município de Cacoal, também com aterro sanitário com estrutura de beneficiamento dos resíduos de construção. Além destes, a capital Porto Velho conta com empresas de coleta e reciclagem desses resíduos, com destaque para a empresa PRS Recicladora de Resíduos Sólidos Ltda.

A seguir são apresentadas as algumas ações que poderão ser executadas na reabilitação de áreas de disposição irregular bem como os aspectos legais para cessar ou reduzir a formação de novas áreas de bota-fora de RCC.

4.2 Diretrizes técnicas

4.2.1 Remoção dos resíduos

Quando existe uma área de lançamento irregular de resíduos, onde não é possível determinar o(s) responsável(eis) pela disposição, denomina-se esta como área órfã contaminada (Cap. II, Art. 3º, III, da Lei Nº 12.305/2001). Uma das técnicas utilizadas para o encerramento de uma área órfã contaminada pela disposição inadequada de resíduos de construção civil envolve a remoção e o

transporte desses resíduos para outro local, previamente preparado e regularizado no órgão ambiental competente, como as áreas de triagem e transbordo e os aterros de resíduos de construção civil.

Essa alternativa só é viável quando a quantidade de resíduos a ser removida e transportada não é muito grande, pois essas atividades representam elevados custos e dificuldades operacionais, que podem inviabilizar economicamente o processo. Outros fatores que impedem ou dificultam a retirada de resíduos são as condições de acesso de equipamentos, declividade e irregularidade do terreno, por exemplo, quando a disposição ocorre em baixadas ou grotas urbanas e áreas de riscos geológico-geotécnicos.

Reitera-se que a remoção de um local para disposição em um local sem preparo do terreno e sem licenciamento ambiental simplesmente transfere o problema de gestão e pode contaminar uma nova área.

4.2.2 Isolamento, sinalização e monitoramento

Após a retirada dos resíduos de construção civil da área e disposição em um aterro licenciado deverá ser promovido o isolamento da área pelo cercamento de todo o perímetro do lote e a sinalização de proibição de lançamento de resíduos.

Deverá também ser feito o monitoramento periódico e permanente para certificar que não está havendo lançamento de resíduos. Sugere-se que no primeiro mês após o isolamento da área sejam feitas visitas diárias (de manhã e à tarde), reduzindo a frequência de visitas de fiscalização, após esse período.

Entretanto, o monitoramento não pode ser interrompido uma vez que por serem terrenos baldios, em sua maioria, há tendência de ocupação por irregular por terceiros e de retorno de lançamento de resíduos após a fiscalização.

Sugere-se a realização de capina pela prefeitura, de forma a impedir o crescimento de mato e consequente atração de vetores de doenças como baratas e ratos.

4.2.3 Legislação Ambiental e Fiscalização

Em função da prática recorrente e em larga escala de disposição final irregular de resíduos de construção civil em alguns municípios, faz-se necessária, além da criação de estruturas para disposição intermediária e final com a implantação de estações de transbordo e aterros de resíduos de construção civil, a criação de legislação municipal prevendo sanções para aqueles que promoverem a disposição inadequada em bota-fora. Estas medidas devem estar associadas a um sistema de fiscalização e denúncias, a fim de disciplinar a disposição dos resíduos de construção civil.

A Resolução CONAMA nº 307/2002 estabelece que os RCCs não podem ser destinados em aterros de resíduos domiciliares, áreas de “bota-fora”, encostas, corpos d’águas, lotes vazios ou em áreas protegidas por legislação específica, entretanto, não prevê sanções para tais situações.

Assim, o poder público municipal atua, frequentemente, com medidas paliativas, realizando serviços de coleta e arcando com os custos do transporte e disposição final, mesmo dos geradores privados. Tal prática, contudo, não soluciona definitivamente o problema de limpeza urbana, por não alcançar a remoção da totalidade dos resíduos; ao contrário, incentiva a continuidade da disposição irregular nos locais atendidos pela limpeza pública da administração municipal (PINTO, 2005).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em função da prática recorrente da disposição final irregular de resíduos nos municípios Rondonienses faz-se necessária a regularização dos passivos ambientais vigentes nestas áreas, além da regulamentação do uso do solo, do monitoramento e da fiscalização da disposição irregular de resíduos sólidos.

Assim, além da implantação das estruturas para disposição intermediária e final adequadas devem ser estabelecidos mecanismos para subsidiar a regularização da disposição final, tais como a criação de

legislação municipal prevendo sanções para àqueles que promoverem a disposição inadequada, intensificação da fiscalização abrangendo canais de denúncia, regulamentação das atividades de carroceiros e empresas que promovem a coleta e o descarte de RCC somadas a campanhas de mobilização social e educação ambiental abordando temas relacionados à disposição adequada dos resíduos sólidos.

Deve-se ressaltar que o prazo definido na Lei Federal 12.305/2010, que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos, para que os municípios encerrassem definitivamente os seus lixões se encerrou oficialmente em 03 de agosto de 2014, assim como o novo prazo aprovado pelo Senado Federal que prorrogou para julho de 2018. Desta forma torna-se urgente e necessário que os municípios, em parceria com o estado, e seguindo as orientações deste e dos outros produtos do PERS, tomem as devidas providências para a sua regularização e cumprimento legal sobre a disposição adequada dos resíduos.

6 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.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnica. NBR 8419 – Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1992;

AFONSO, A. A.; Recuperação de áreas degradadas. Outubro, 2009. 56 p.

ALBERTE, E. P. V.; CARNEIRO, A. P.; KAN, L. Recuperação de áreas degradadas por disposição de resíduos sólidos urbanos. IN: Diálogos & Ciências – Revista eletrônica da Faculdade de Tecnologia e Ciências de Feira de Santana. Ano II, n. 5, jun. 2005.

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 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). ABNT NBR 6484:2001 Solo - Sondagens de simples reconhecimentos com SPT - Método de ensaio.

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.

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.

BESEN, G. R. Coleta seletiva com inclusão de catadores: construção participativa de indicadores e índices de sustentabilidade. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2011. (Tese Doutorado).

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.

BISORDI, M. S.; GONÇALVES, A., CAMARGO, M. L., MILANO, F. C. O processo de transformação de lixo em aterro sanitário. In: RESID'2004 – Seminário sobre resíduos sólidos, São Paulo, 2004.

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.cisacentralro.com.br/system/Attachment/files/000/000/086/original/PRODUTO%20CONSOLIDADO%20FINAL%2022-08--2013.compressed.pdf>. Acessado em: 20/08/2018.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas. 2ª ed. São Paulo: CETESB, 2001. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2014/12/DD-038-2017-C.pdf>. Acesso em 05/09/2018.

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.

CONSELHO NACIONAL DO MINISTÉRIO PÚBLICO – CNMP. Guia de atuação ministerial: encerramento dos lixões e Inclusão social e produtiva de catadoras e catadores de materiais recicláveis / Conselho Nacional do Ministério Público. – Brasília : CNMP, 2014.

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.

_____. 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 providências. 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.

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.

FEAM (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE). Reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos. Belo Horizonte/MG: FEAM, 2010.

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.

GOUVEIA, Nelson. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. Ciênc. saúde coletiva [online]. 2012, vol.17, n.6 [citado 2014-04-18], pp. 1503-1510 .

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 ago. 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.

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^o 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.

LANZA (2009). LANZA, V.C.V. Caderno Técnico de reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos / Vera Cristina Vaz Lanza. -- Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente: Fundação Israel Pinheiro, 2009. 28 p.

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

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.

MOTTA, Ronaldo S. da; SAYAGO, Daiane E. Propostas de Instrumentos Econômicos Ambientais para Redução do Lixo Urbano e o Reaproveitamento de Sucatas no Brasil. Rio de Janeiro, 1998.

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

NURENE. RECESA. Resíduos Sólidos: projeto, operação e monitoramento de aterros sanitários: guia do profissional em treinamento: nível 2 / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org). – Salvador: ReCESA, 2008. 113.

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 Minas 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.
- PIOVEZAN J. Avaliação dos resíduos da construção civil (RCC) gerados no Município de Santa Maria. Dissertação. Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria. UFSM. 2007.
- PROSAB. Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água / Marco Antonio 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. Projeto, Operação e Monitoramento de Aterros Sanitário.
- 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.
- RONDÔNIA, Governo do Estado de. Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de Rondônia. Produto 2 – Panorama dos Resíduos Sólidos. DRZ Gestão Ambiental, 2013.
- SARTORE, E.A.S.F., *et al.* Recuperação de áreas degradadas por disposição de resíduos sólidos. Fórum Ambiental da Alta Paulista – Questões do Ambiente Urbano. ISSN 1980-0827. Vol. III, 2007.
- SCHEINEDER *et al.* Manual de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde. São Paulo: CLR Balieiro, 2001. 173p.
- 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
- SILVA, J. D. *et al.* Principais Processos de Degradação de Resíduos Sólidos Urbanos. In: CASTILHOS JUNIOR, A. B. (Coord.). Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para Municípios de Pequeno porte. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, Rima, 2002.p. 19-50.
- 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.
- TEIXEIRA, C. Z. Manual de procedimentos para recuperação ambiental de lixões em Minas Gerais. Belo Horizonte: FEAM, 2008.
- 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.
- 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