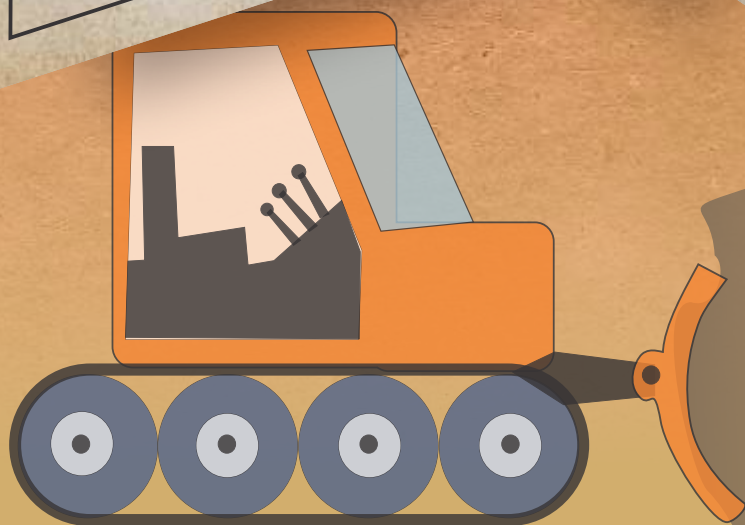


Cartilha de Orientações

# Operação de **Aterros** Sanitários



Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Fundação Estadual do Meio Ambiente  
Diretoria de Gestão de Resíduos  
Gerência de Resíduos Sólidos Urbanos

Cartilha de Orientações

**Operação de  
Aterros Sanitários**

Belo Horizonte  
2019



**Governo do Estado de Minas Gerais**

Romeu Zema Neto – Governador

**Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SISEMA  
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD**

Germano Luiz Gomes Vieira – Secretário

**Fundação Estadual do Meio Ambiente – Feam**

Renato Teixeira Brandão – Presidente

**Diretoria de Gestão de Resíduos – DGER**

Alice Libânia Santana Dias – Diretora

**Gerência de Resíduos Sólidos Urbanos – GERUB**

Denise Marília Bruschi – Gerente

Juliana Oliveira de Miranda Pacheco – Analista Ambiental

Rafael Geraldo Ávila Freitas – Analista Ambiental

**Equipe Técnica do Instituto GESOIS**

Vera Christina Vaz Lanza – Coordenadora-Geral

Raissa Bottecchia Luna – Gerente de Projetos

Adriane Anselma de Oliveira – Analista Ambiental

Isabela Fernandes Guimarães – Analista Ambiental

Josiana Gonçalves Souza – Analista Ambiental

Joyce Gonçalves Souza – Analista Ambiental

Juçana Rocha de Assis – Analista Ambiental

Paulo Victor Cornélio e Silva – Analista Ambiental

Victória Araújo Vieira de Castro – Analista Ambiental

**Projeto gráfico e ilustração**

Luciana Martins Arantes

F981o Fundação Estadual do Meio Ambiente.

Operações de aterros sanitários: cartilha de orientações / Fundação Estadual do Meio Ambiente, Instituto de Gestão de Políticas Sociais. --- Belo Horizonte: Feam, 2019.

59 p.: il.

1. Aterro sanitário - operação. 2. Resíduo sólido urbano. 3. Disposição do resíduo sólido urbano - orientações. I. Instituto de Gestão de Políticas Sociais. II. Título.

CDU: 628.472

# SUMÁRIO

1. Apresentação .....	04
2. Introdução .....	05
3. Composição Gravimétrica dos RSU.....	08
4. Segregação dos RSU e Coleta Seletiva.....	09
5. Aterro Sanitário e Aterro Sanitário de Pequeno Porte.....	11
6. Importância da Reciclagem e do Tratamento de Orgânicos para o Aumento da Vida Útil do Aterro Sanitário .....	32
7. Critérios para Acesso à Cota-Parte do ICMS Ecológico.....	37
7.1. Alternativas para o Alcance da Autossustentabilidade.....	38
8. Estações de Transbordo.....	39
9. Monitoramento de Aterro Sanitário.....	41
10. Resíduos Especiais.....	46
11. Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS).....	50
12. Desenho Resumo.....	51
Glossário.....	53
Referências Bibliográficas.....	55

# 1. APRESENTAÇÃO

Esta cartilha visa, primordialmente, a orientar as administrações públicas municipais, consórcios e prestadores de serviços de destinação final de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) para alinhamento da operação dos empreendimentos ambientalmente regularizados ou em vias de regularização no Sistema Estadual de Meio Ambiente (SISEMA), às determinações das Políticas Nacional e Estadual de Resíduos Sólidos.

A correta operação dessas unidades deve contemplar perspectivas de otimização e adoção de metodologias e técnicas que possibilitem contribuir para a reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos, reduzindo cada vez mais o envio da parcela de mais difícil recuperação, o "rejeito", para a disposição final. Dessa forma, espera-se que sejam criados novos nichos de negócios que possam contribuir para a redução da pressão sobre os recursos naturais, ampliando a vida útil das áreas de aterramento que operam em consonância com a legislação estadual e aumentando as alternativas adotadas para a destinação final de rejeitos.

Nesta cartilha são expostos e discutidos itens relevantes quanto à operação de aterros sanitários, tais como procedimentos de compactação e recobrimento dos resíduos, manutenção dos sistemas de drenagem e monitoramento, que poderão com certeza contribuir para a melhoria da gestão ambiental dos RSU em Minas Gerais.

**Renato Teixeira Brandão**  
Presidente da Feam

## 2. INTRODUÇÃO

**N**os últimos 40 anos<sup>1</sup>, vários instrumentos normativos e iniciativas desenvolvidas em Minas Gerais, alinhados às determinações federais, deram suporte à construção da Política Estadual de Resíduos Sólidos.

Em 1995, foi instituído o ICMS Ecológico, a partir da publicação da Lei nº 12.040, que regulamentou a distribuição da parcela de arrecadação do Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS). Dentre os critérios estabelecidos para a distribuição do ICMS, tem-se o critério de Meio Ambiente, subdividido em Unidades de Conservação, Mata Seca e Saneamento. Por meio deste último, o Estado disponibiliza recursos a municípios que operam empreendimentos de destinação final de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e de tratamento de esgotos, devidamente regularizados no Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMA).

Em dezembro de 2001, a Deliberação Normativa (DN) nº 52 do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) deu continuidade à construção da política para a gestão dos RSU, definindo prazos para a minimização dos impactos ambientais causados pelos lixões, convocando os municípios com população urbana superior a 50.000 habitantes ao licenciamento ambiental de sistemas adequados de disposição final de RSU, além de orientar quanto à adoção dessas soluções, preferencialmente, de forma compartilhada entre municípios, e proibindo a sua implantação em bacias destinadas ao abastecimento público.

---

<sup>1</sup> Como marco inicial legal dessa trajetória, aponta-se a publicação da Lei Estadual nº 7.772 de 1980, que estabeleceu a Política Estadual de Meio Ambiente.

Criado em 2003, o Programa Minas sem Lixões deu dinamismo e efetividade às determinações do COPAM ao desenvolver uma série de ações que envolviam análise dos processos de regularização, realização de fiscalização em todos os municípios do Estado, monitoramento e orientações aos empreendimentos regularizados e ao poder público municipal, apoio para implantação de programas municipais de coleta seletiva, incremento de metas, otimização e proposição de novas diretrizes e instrumentos normativos para estímulo à adoção de soluções tecnicamente adequadas pelos municípios para a regularização ambiental de sistemas de disposição final de RSU.

No âmbito do Programa Minas sem Lixões, diversos materiais de apoio foram elaborados com o objetivo de orientar gestores municipais e empresas operadoras de sistemas de destinação de RSU. Dentre esses materiais, em 2006, a FEAM publicou a cartilha Orientações Básicas para Operação de Aterro Sanitário.

A partir de 2009, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS), instituídas pelas Leis nº 12.305/2010 e nº 18.031/2009, respectivamente, apresentaram importantes instrumentos e diretrizes para o enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos.

Os princípios e objetivos elencados nas PERS e PNRS priorizam, nesta ordem, a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e, por fim, a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, estabelecendo novos padrões de desenvolvimento sustentável ao determinar que a gestão e o gerenciamento de resíduos contemplem processos de planejamento, bem como técnicas diversificadas.

Com o objetivo de apoiar a execução da política de gestão de RSU, em consonância com a legislação, em maio de 2018 foi assinado o Termo de

Parceria nº 48/2018 entre a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) e o Instituto de Gestão de Políticas Sociais (Instituto Gesois) certificado como uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP), visando à melhoria da qualidade de vida da população mineira e ambiental do Estado.

A parceria prevê apoio às administrações locais e aos consórcios intermunicipais, estreitamento do diálogo com as associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis, capacitação técnica dos operadores de aterros sanitários e unidades de triagem e compostagem, apoio técnico na implantação e/ou ampliação da Coleta Seletiva, visitas técnicas orientativas a empreendimentos com a operação da destinação de RSU regularizados ou não regularizados ambientalmente e a municípios com destinação de RSU irregular.

Em junho de 2018, foi firmado o Termo de Cooperação Técnica nº 039/2018 com o Ministério Público (MP), o Estado de Minas Gerais – por meio da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), Secretaria de Estado de Cidades e Integração Regional (SECIR) e Advocacia-Geral do Estado (AGE) – e a FEAM. Esse termo objetiva promover ações conjuntas para fomento do gerenciamento e destinação adequada de resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais, preferencialmente por meio de consorciamento entre municípios, com Plano de Trabalho concebido em 3 etapas com atuação nos 62 consórcios que envolvem 451 municípios.

Com o objetivo de atualizar, à luz da legislação vigente, o material de apoio e orientação aos gestores municipais e empresas operadoras de sistemas de destinação de RSU, o Instituto Gesois, em parceria com a Feam, realizou a revisão da cartilha Orientações Básicas para Operação de Aterros Sanitários. Esse material ressalta os critérios para implementação de melhorias na operação e também no monitoramento das estruturas dos componentes desses empreendimentos, principalmente aqueles estabelecidos pelo órgão ambiental.

### 3. COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RSU

A composição gravimétrica permite conhecer as principais características e composições dos resíduos produzidos em determinada localidade, identificando a porcentagem dos materiais existentes em sua constituição.

Trata-se de um estudo simples, mas de extrema importância no gerenciamento dos resíduos, uma vez que, a partir do conhecimento da composição gravimétrica, o município poderá avaliar preliminarmente as possibilidades de redução na geração, reutilização e valorização energética dos resíduos sólidos, implantação de coleta diferenciada e, ainda, melhores alternativas para destinação final de cada tipo de resíduo.

Para realização desse estudo, recomenda-se utilização do método do quarteamento (ABNT NBR 10007:2004), que tem como objetivo a obtenção de uma amostra que, quando analisada, apresente as mesmas características e propriedades de todo o montante do resíduo gerado em determinada localidade.

Os percentuais médios de cada fração dos RSU variam muito de uma região para outra e, geralmente, estão relacionados aos níveis de desenvolvimento econômico, tecnológico, sanitário e cultural da região. Observa-se, em geral, que em localidades cujo desenvolvimento socioeconômico é menos expressivo, a porcentagem de matéria orgânica é maior quando comparada a locais mais desenvolvidos.

Para saber mais sobre o Estudo Gravimétrico, leia a Cartilha de Orientações – Estudo Gravimétrico de Resíduos Sólidos Urbanos, disponível em: <http://www.feam.br>.



## 4. SEGREGAÇÃO DOS RSU E COLETA SELETIVA

A coleta seletiva é o recolhimento diferenciado de resíduos sólidos previamente selecionados nas fontes geradoras, com o intuito de encaminhá-los para reutilização, reaproveitamento, reciclagem, compostagem, tratamento e/ou destinação final adequada.

A coleta seletiva pode ser realizada de diferentes formas, variando em função das categorias de segregação dos resíduos na fonte geradora, conforme apresentado a seguir:

Coleta binária: separação dos resíduos em secos (recicláveis) e úmidos (matéria orgânica e rejeitos).

**Figura 1** – Coleta binária



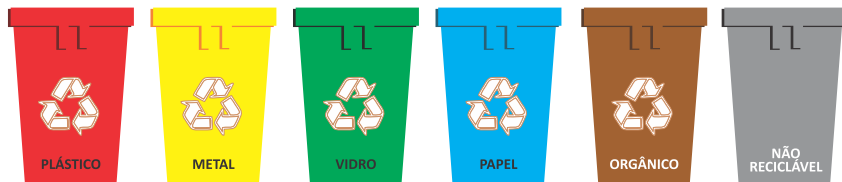
Coleta tríplice: separação dos resíduos em recicláveis, orgânicos e rejeitos.

**Figura 2** – Coleta tríplice



Coleta em diversas categorias: separação dos resíduos em plásticos, metais, vidros, papéis, orgânicos e rejeitos.

**Figura 3** – Coleta em diversas categorias



A implantação da coleta seletiva, aliada a ações de mobilização e conscientização da população com vistas à correta segregação dos RSU nas fontes geradoras, é o passo inicial para a gestão adequada dos RSU, uma vez que possibilita o retorno dos materiais recicláveis à cadeia produtiva e a redução do volume de rejeitos encaminhados para disposição final em aterros sanitários.

### **IMPORTANTE:**

A coleta e a segregação dos resíduos de forma correta incrementam o potencial de comercialização de materiais recicláveis e podem constituir fonte de renda, proporcionando, assim, inclusão social dos catadores.

A inserção dos catadores de materiais recicláveis na gestão dos RSU é fundamental para o equilíbrio sustentável e o sucesso das operações, dada a importância da atuação dessas organizações no fluxo dos resíduos sólidos, devendo ser reconhecida e valorizada.

Ressalta-se, ainda, que a PNRS determina que “terão prioridade no acesso aos recursos da União, os estados e municípios que implantarem a coleta seletiva com a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, formadas por pessoas físicas de baixa renda”.

Em razão do exposto, nos municípios onde os catadores de materiais recicláveis atuam de forma independente, recomenda-se que a prefeitura apoie a formalização de uma associação ou cooperativa e realize o cadastro no Bolsa Reciclagem, instituído pela Lei nº19.823, de 22 de novembro de 2011. Cabe destacar que os municípios que possuem associação ou cooperativa de catadores de materiais recicláveis reconhecida pela Prefeitura recebem pontuação diferenciada no Fator de Qualidade (FQ), que compõe o cálculo do repasse do ICMS Ecológico.

## 5. ATERRO SANITÁRIO E ATERRO SANITÁRIO DE PEQUENO PORTE

É uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente, minimizando os impactos ambientais. Esse método utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou intervalos menores, se necessário (ABNT NBR 8.419/1992).

A área de disposição final dos resíduos deve contar com todos os elementos de proteção ambiental:

**Sistema de impermeabilização**  
de base e laterais.

**Sistema de recobrimento**  
diário e cobertura final.

**Sistema de coleta e drenagem**  
de líquidos percolados.

**Sistema de coleta e tratamentos** dos gases.

**Sistema de drenagem**  
superficial.

**Sistema de tratamento**  
de líquidos percolados.

**Sistema de monitoramento**  
ambiental.

Embora seja uma técnica simples, os aterros sanitários exigem cuidados especiais e procedimentos específicos desde a escolha da área até a sua operação e monitoramento.

A NBR ABNT 13.896/1997 recomenda a construção de aterros com vida útil mínima de 10 anos. O seu monitoramento deve prolongar-se, no mínimo, por mais 10 anos após o seu encerramento.

**Figura 4 – Aterro Sanitário**

Fonte: Alfenas Ambiental, 2018.

O Aterro Sanitário de Pequeno Porte (ASPP) é uma forma de disposição final simplificada, com capacidade de recebimento de até 20 toneladas de resíduos por dia.

A NBR ABNT 15.849/2010 define o ASPP como uma instalação em que, considerados os condicionantes físicos locais, a concepção e a construção podem ser simplificadas, sem prejuízo da minimização dos impactos ao meio ambiente e à saúde pública. A norma define os critérios técnicos para localização, elaboração de projeto, operação e encerramento desse modelo de aterro. Assim, por apresentar baixos custos de implantação e operação, o ASPP caracteriza-se como uma alternativa viável para os municípios de pequeno porte que, em geral, possuem baixa disponibilidade de recursos.

A norma define ainda que em alguns casos pode-se dispensar a impermeabilização complementar, drenagem de gases e lixiviados, desde que seja realizada uma verificação prévia, considerando as condições físicas locais, conjugadas com as seguintes informações:

**Verificação** de permeabilidade do solo.


**Definição** do excedente hídrico.

**Verificação** da fração orgânica.

**Verificação** da profundidade do freático.

Em geral, a infraestrutura básica de um aterro sanitário é constituída pelas unidades apresentadas a seguir:

### Quadro 1 - Estruturas de um aterro sanitário

UNIDADE	REGISTRO FOTOGRÁFICO
<p><b>GUARITA</b></p>	<p>Limita o acesso de pessoas e veículos, além de possibilitar a recepção, inspeção e controle de entrada / saída.</p> 

UNIDADE		REGISTRO FOTOGRÁFICO
<p><b>BALANÇA</b></p>	<p>Local onde é realizada a pesagem dos veículos coletores.</p>	
<p><b>ISOLAMENTO</b></p>	<p>Delimita a área do aterro sanitário a fim de impedir o acesso ao local por pessoas não autorizadas e animais.</p>	
<p><b>SINALIZAÇÃO</b></p>	<p>Placas dispostas nas áreas internas e externas para identificar, advertir e informar quanto às particularidades do empreendimento.</p>	
<p><b>PAISAGISMO</b></p>	<p>Medida de integração do empreendimento à paisagem local, que minimiza os impactos gerados pelo aterro sanitário.</p>	



UNIDADE	REGISTRO FOTOGRÁFICO	
<p><b>CINTURÃO VERDE</b></p>	<p>Cerca viva com espécies arbóreas no perímetro da instalação, minimizando o impacto visual e sonoro.</p>	
<p><b>ACESSOS</b></p>	<p>Vias externas e internas, construídas para sua utilização sob quaisquer condições climáticas.</p>	
<p><b>INSTALAÇÕES DE APOIO OPERACIONAL</b></p>	<p>Prédio administrativo contendo, no mínimo, escritório, refeitório, copa, instalações sanitárias e vestiários.</p>	

Fonte: Gesois, 2018.

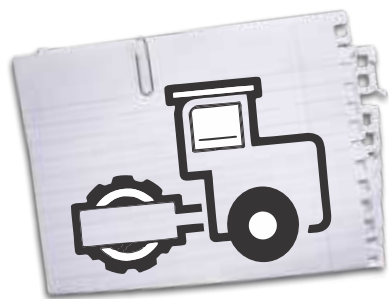
É importante ressaltar que o empreendimento deve contar com rede de energia para uso dos equipamentos e ações de emergência no período noturno, caso necessário; rede de telefonia fixa, celular ou rádio para comunicação interna e externa e rede pública de abastecimento de água tratada ou outra forma de abastecimento, para uso nas instalações de apoio e umedecimento das vias de acesso, como forma de garantir a realização das atividades do empreendimento.

O aterro sanitário possui área destinada à disposição final de rejeitos, que deve contar com preparação prévia, além de atender ao previsto nas normas técnicas e ambientais vigentes.

A camada de impermeabilização da base e dos taludes de cortes deve garantir a separação entre os resíduos e o solo, impedindo a contaminação do lençol freático e do meio natural através de infiltrações de percolados e substâncias tóxicas.

Para desempenhar essa função de maneira eficiente, a camada de impermeabilização do aterro deve ser constituída de solo argiloso de baixa permeabilidade e geomembranas sintéticas com espessuras e especificações recomendadas para a finalidade.

Durante a aplicação do solo argiloso na camada de impermeabilização de base, o fator que determinará o desempenho do sistema é a eficiência da compactação realizada em campo. Além disso, é recomendado que a camada argilosa tenha condutividade hidráulica menor ou igual a  $10^{-7}$  cm/.



Durante os trabalhos, é fundamental um rigoroso controle de compactação em cada espessura de solo com o intuito de verificar se o tratamento da base está de acordo com as especificações.

É importante ressaltar que em aterros de grande porte, há uma dificuldade em obter compactação adequada conforme especificado em ensaio de laboratório, uma vez que a perda de umidade na execução das camadas dificulta a obtenção do grau ótimo de compactação.

É comum no Brasil a utilização de geomembrana de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) na impermeabilização de aterros sanitários. Outro geossintético com aplicação crescente nos aterros é o Geocomposto Bentonítico (GCL), material que apresenta aplicação eficiente em substituição à argila compactada, oferecendo como vantagens a facilidade de instalação, a resistência aos recalques, o aumento do volume útil do aterro e sua facilidade de cicatrização.

**Figura 5** - Impermeabilização da camada da base



Fonte: Gesois, 2018.

A drenagem ineficiente das águas de chuva pode provocar maior infiltração no maciço do aterro, aumentando o volume de lixiviado gerado e contribuindo para a instabilidade do maciço.

Além dos dispositivos definitivos de drenagem pluvial instalados nas plataformas – bermas, taludes e vias de acesso –, devem ser escavadas canaletas de drenagem provisórias no terreno a montante das frentes de operação, de forma a minimizar a infiltração das águas de chuva na massa de resíduo aterrado.

Os dispositivos de drenagem pluvial, previstos no projeto, como canaletas, caixas de passagem e descidas d'água devem ser mantidos desobstruídos para impedir a entrada de água no maciço. Assim, as águas de chuva devem ser drenadas diretamente para os cursos d'água ou bacias de infiltração localizadas dentro da área do empreendimento, desde que não sofram qualquer contaminação no seu percurso.

#### **Figuras 6 e 7-** Sistema de drenagem superficial



Fonte: Gesois, 2018.

O bom funcionamento do sistema de drenagem interna de lixiviados e de gases é fundamental para a estabilidade do aterro sanitário. Esse sistema é constituído por drenos horizontais em formato de espinha de peixe, preenchidos com brita. As redes e as caixas de passagem que conduzem os lixiviados ao sistema de tratamento devem estar sempre desobstruídas e rigorosamente monitoradas.



A drenagem de lixiviados deve estar inserida entre a massa de resíduos, podendo ser interligada ao sistema de drenagem de gases.

**Figuras 8 e 9** - Dreno de lixiviados e de gases



Fonte: Gesois, 2018.

O tratamento dos lixiviados representa um grande desafio na elaboração dos projetos de aterros sanitários, uma vez que suas características são alteradas em função da quantidade de água incorporada ao chorume, das características dos resíduos dispostos no aterro e, principalmente, do tempo de operação.

Assim, é importante que esse tipo de sistema atenda aos padrões de lançamento de efluentes em cursos d'água, considerando sua capacidade de autodepuração.

Existem muitos estudos e possibilidades de tratamento para os líquidos lixiviados, levando em consideração os fatores que facilitam o tratamento de acordo com os recursos, as tecnologias disponíveis, as características dos locais e dos lixiviados.

Devido à grande quantidade de constituintes e às variações quantitativas sazonais e cronológicas dos lixiviados, não se deve considerar uma solução única para esse tratamento. Processos alternativos também podem ser adotados como aplicação no solo e recirculação, mediante elaboração de estudo técnico.

De um modo geral, quando há opção pelo tratamento dos lixiviados *in situ*, utilizam-se com muita frequência as lagoas de estabilização – lagoa anaeróbia seguida de facultativa. Estas últimas são grandes reservatórios de pequena profundidade, delimitados por diques de terra, construídos de forma simples, nos quais o material orgânico presente no percolado é estabilizado por processos biológicos, portanto naturais, envolvendo principalmente algas e bactérias. Além de apresentarem custo muito baixo e uma tecnologia simples, oferecem boa eficiência no tratamento dos lixiviados.

As lagoas anaeróbias operam com altas cargas orgânicas, atuando como uma unidade primária em um sistema de lagoas e baseiam-se na digestão anaeróbia para degradar a matéria orgânica. Já nas lagoas facultativas a estabilização da matéria orgânica ocorre em duas camadas, sendo a superior aeróbia e a inferior anaeróbia. As lagoas facultativas operam com cargas orgânicas mais baixas que as utilizadas em lagoas anaeróbias, permitindo que algas se desenvolvam nas camadas mais superficiais, realizando atividade fotossintética.

**Figura 10** - Sistema de tratamento de lixiviados



Fonte: Gesois, 2018.



As lagoas de maturação possibilitam um polimento no efluente dos sistemas de lagoas de estabilização. São predominantemente aeróbias, e sua principal função é destruir os organismos patogênicos.

Após o tratamento no sistema convencional, o efluente tratado deverá ser encaminhado para uma lagoa de acumulação situada a jusante da lagoa facultativa. Finalizado o tratamento, o efluente poderá ser lançado em curso d'água dando início a um processo natural, conhecido como autodepuração. O referido processo caracteriza-se como a capacidade apresentada por um corpo de água de, após receber uma carga poluidora, se recuperar por processos naturais de caráter físico, químico e biológico, as suas qualidades ecológicas e sanitárias.

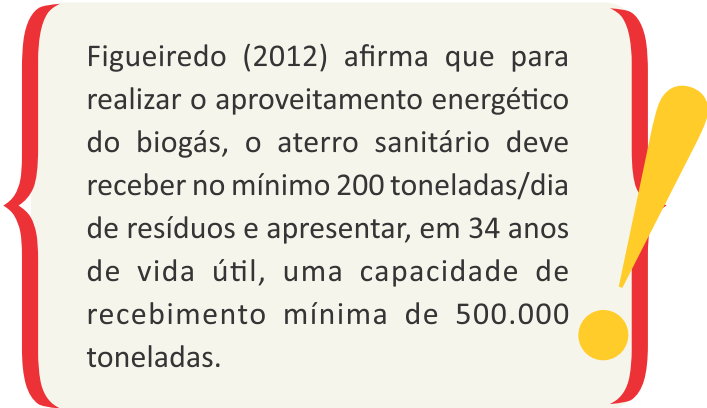
É uma prática comum encaminhar os efluentes para uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) nos casos em que o aterro sanitário não dispõe de sistema de tratamento. No entanto, como os lixiviados podem ter características físico-químicas semelhantes a efluentes industriais, por possuir carga orgânica elevada e risco de conter substâncias tóxicas ao meio ambiente, podem comprometer a eficiência do tratamento do efluente doméstico.

Desse modo, Menezes (2017) sugere, como uma alternativa viável, a realização de um tratamento combinado do efluente, em que aconteça o pré-tratamento no aterro sanitário e, posteriormente, seu tratamento na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE).

Os gases gerados nos processos de decomposição dos resíduos normalmente são queimados ou utilizados na geração de energia, imediatamente após o início de sua produção, de forma a evitar que a sua dispersão contamine a atmosfera e cause danos à saúde.

O aproveitamento energético do biogás gerado em aterros sanitários é usualmente implantado em fases, com instalação do sistema conforme aumento da geração, reduzindo assim o investimento inicial.





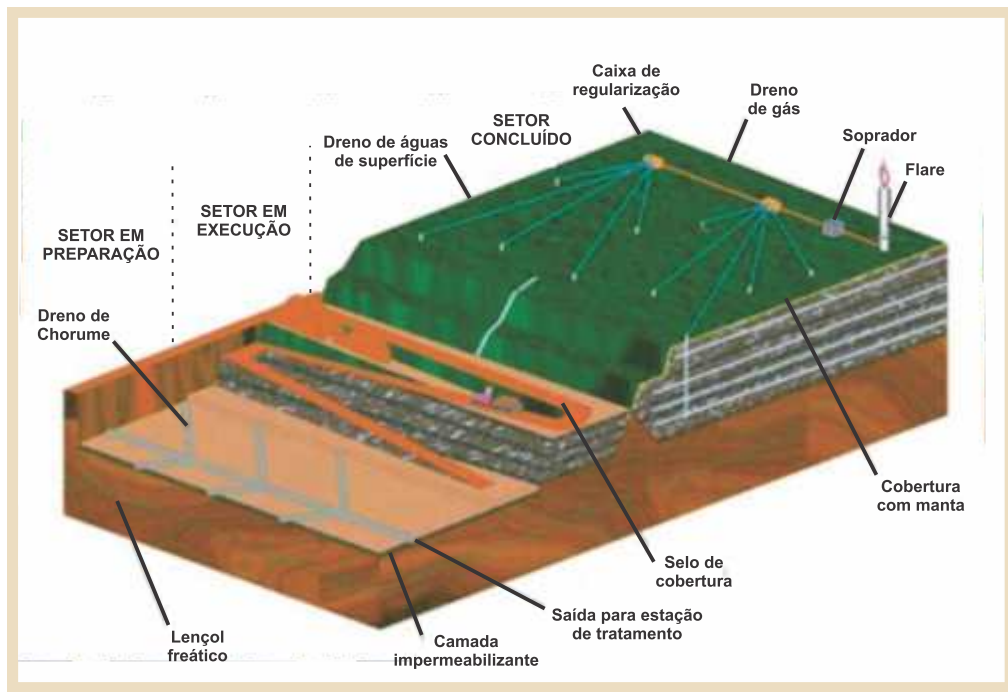
Figueiredo (2012) afirma que para realizar o aproveitamento energético do biogás, o aterro sanitário deve receber no mínimo 200 toneladas/dia de resíduos e apresentar, em 34 anos de vida útil, uma capacidade de recebimento mínima de 500.000 toneladas.

Assim, é de extrema importância que sejam avaliados os aspectos técnicos e econômicos referentes à implementação de tecnologia para aproveitamento energético dos gases gerados.

A extração do biogás é realizada por drenos verticais e horizontais, sopradores, filtros para remoção de material particulado e tanques separadores de condensado (ICLEI, 2009).

Os drenos de gases já existentes no aterro que apresentem boa vazão podem ser adaptados e integrados ao sistema de captação, realizando-se uma impermeabilização de sua parte superior, instalação de um cabeçote e conexão ao sistema de coleta.

**Figura 11** - Desenho esquemático de sistema de captação de biogás de aterro sanitário



Fonte: Gás de Aterro para Projeto de Energia no Aterro Lara - Mauá - SP.  
Documento de Concepção de Projeto - julho/2004.

No que se refere à operação do Aterro Sanitário, recomenda-se que sejam realizados os procedimentos descritos a seguir, como forma de garantir a eficiência da disposição final dos rejeitos recebidos no local.

No início de cada dia de trabalho, deverão ser demarcados – com estacas facilmente visualizadas pelo tratorista – os limites laterais, a altura projetada e o avanço previsto da frente de operação ao longo do dia. Essa ação é importante, pois permite uma melhor manipulação dos resíduos, tornando o processo mais prático e eficiente.

Nos períodos de chuvas intensas ou quando, por qualquer motivo, a frente de operação estiver impedida de ser operada ou acessada, recomenda-se manter uma área para descarga emergencial, previamente preparada, de acordo com o projeto do aterro sanitário.

Em locais onde existe a possibilidade de carreamento de materiais pelo vento, recomenda-se a utilização de telas de proteção na frente de operação.

**Figura 12** - Área de disposição dos rejeitos



Fonte: Gesois, 2018.

Os caminhões devem realizar a descarga dos rejeitos em pilhas localizadas a jusante da frente de operação, conforme definido pelo fiscal. O desmonte dessas pilhas de rejeitos deverá ser feito com o auxílio da lâmina do trator de esteira que, em seguida, procederá o seu espalhamento e compactação.

**Figura 13** - Descarga dos rejeitos

Fonte: Gesois, 2018.

Na frente de operação, os rejeitos devem ser espalhados e compactados por um equipamento apropriado (preferencialmente um trator de esteira com peso operacional mínimo de 15 toneladas) em rampas com inclinação aproximada de 1 na vertical para 3 na horizontal (1:3). O equipamento deve estar permanentemente à disposição na frente de operação do empreendimento.

Periodicamente, deve ser feito um teste de densidade, para verificação do controle de compactação. A densidade adequada do maciço é de aproximadamente 700 Kg/m<sup>3</sup>.

**Figura 14** - Compactação dos rejeitos

Fonte: Gesois, 2018.

A cobertura diária deve ser feita com uma camada de terra ou material inerte com espessura de 15 a 20 cm, com o objetivo de eliminar a exposição dos resíduos e consequente possibilidade de espalhamento pelo vento, além de evitar a disseminação de odores desagradáveis e a proliferação de vetores como moscas, ratos, baratas e aves. Assim, ao fim de cada jornada de trabalho, os rejeitos compactados devem ser recobertos.

Uma vez esgotada a capacidade da plataforma do aterro, procede-se à sua cobertura final. Esta deverá ser realizada através de uma camada de argila compactada com cerca de 60 cm de espessura, ou de acordo com a espessura definida no projeto técnico, sobre as superfícies que ficarão expostas permanentemente – bermas, taludes e platôs definitivos. A camada de argila deve ser compactada até que se atinja uma condutividade hidráulica inferior a  $1 \times 10^{-5}$  cm/s.

Após recobrimento, deve-se proceder ao plantio de gramíneas nos taludes definitivos e platôs, de forma a protegê-los contra a erosão.

A espécie de cobertura vegetal adotada nos taludes deve ser densa e apresentar resistência suficiente para minimizar efeitos erosivos, além de possuir raízes que não penetrem na camada de baixa permeabilidade (argila). As espécies gramíneas de raízes radiais são as mais adequadas, não sendo recomendado o uso de espécies com raízes pivotantes e profundas (Ex.: ipê, aroeira entre outras).

**Figura 15** - Plantio de grama nos taludes



Fonte: Gesois, 2018.

Para evitar o ressecamento e danos à camada de argila e, ainda, permitir o plantio de gramíneas, deve-se prever uma cobertura com solo vegetal de 20 cm.

Quando for utilizada camada de cobertura composta (argila + geomembrana), é importante que, logo abaixo dessa dupla camada, seja instalado um dreno horizontal de biogás, com espessura de 15 cm a 20 cm. Esse dreno terá a função de captar os gases formados pela decomposição dos resíduos e conduzi-los até os drenos verticais de gases.

### **Usinas de Triagem e Compostagem; Unidades de tratamento de resíduos orgânicos; Unidade de triagem de resíduos recicláveis**

As usinas de triagem e compostagem são utilizadas para a separação manual dos diversos componentes dos resíduos sólidos urbanos, que são divididos em grupos, de acordo com a sua natureza: matéria orgânica, materiais recicláveis, rejeitos e resíduos especiais.



Nessas unidades é realizada a separação dos materiais potencialmente recicláveis, da matéria orgânica a ser tratada e dos rejeitos. Os materiais recicláveis, depois de separados, são prensados, enfardados e armazenados para posterior comercialização.

A matéria orgânica é encaminhada ao pátio de compostagem, onde é submetida a um processo de decomposição aeróbia. O que não pode ser aproveitado é considerado rejeito e deve ser encaminhado para aterro sanitário devidamente licenciado.



Para saber mais sobre Composição Gravimétrica leia a Cartilha de Orientações Básicas para Operação de Usinas de Triagem e Compostagem, disponível em: <http://www.feam.br>.

**Figura 16** - Usina de Triagem e Compostagem



Fonte: Gesois, 2018.

## Lixão e Aterro Controlado

### Quadro 2 - Formas de disposição final inadequadas

FORMA DE DISPOSIÇÃO	O QUE É?	IMAGEM
LIXÃO	<p>Disposição de RSU diretamente sobre o solo, sem critérios técnicos e medidas de proteção ambiental ou à saúde pública. É o mesmo que descarga a “céu aberto”.</p>	
ATERRO CONTROLADO	<p>Disposição de RSU diretamente sobre o solo, sendo realizado seu recobrimento frequente. Geralmente a área possui isolamento e restrição de acesso. No entanto, não há elementos de proteção ambiental, tais como impermeabilização do solo e tratamento de lixiviados e gases.</p>	

Fonte: Gesois, 2019.

A PNRS estabeleceu prazo até agosto de 2014 para que os municípios passassem a realizar a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Até essa data, o aterro controlado era considerado uma forma paliativa de disposição final dos RSU em Minas Gerais, preferível ao lixão e aceitável, provisoriamente, para os municípios com menos de 20.000 habitantes, até que fosse providenciada a disposição dos RSU em sistema adequado. Diante disso, devido ao vencimento do prazo estabelecido pela PNRS, a forma de disposição final dos RSU em aterro controlado é considerada inadequada, independente da faixa populacional em que o município se enquadre e compõe, juntamente com os lixões, a classificação de destinação irregular.

## **6. IMPORTÂNCIA DA RECICLAGEM E DO TRATAMENTO DE ORGÂNICOS PARA O AUMENTO DA VIDA ÚTIL DO ATERRO SANITÁRIO**

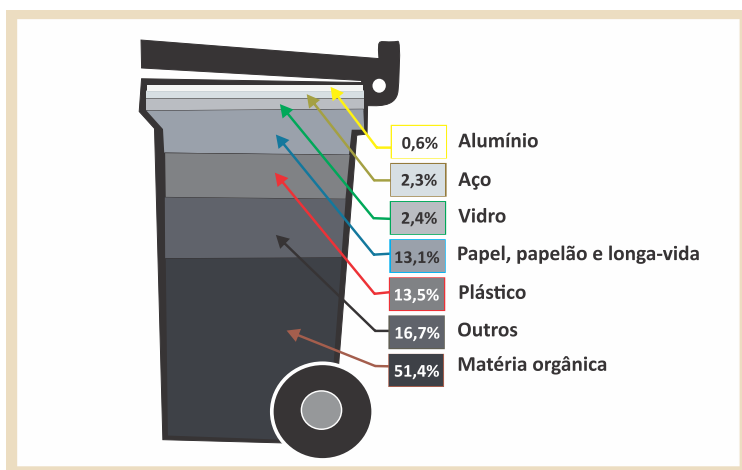
A matéria orgânica corresponde a uma parcela significativa do material presente nos resíduos sólidos urbanos. De acordo com dados no Ministério do Meio Ambiente, cerca de 800 milhões de toneladas de orgânicos são produzidas anualmente e destinadas de maneira inadequada ocasionando, assim, grave prejuízo ao meio ambiente.

Nesse contexto, os avanços tecnológicos, além da atualização da legislação ambiental, viabilizaram formas para o tratamento desses resíduos, que podem ser utilizados como fonte alternativa para geração de energia e insumos agrícolas para melhoramento da fertilidade do solo.

Os materiais potencialmente recicláveis, por sua vez, também correspondem a uma parcela significativa dos RSU. A destinação desses

materiais à reciclagem, além dos ganhos ambientais, proporciona ganhos socioeconômicos por meio da inclusão social de catadores, criação e desenvolvimento de associações/cooperativas e geração de emprego e renda a partir da comercialização dos recicláveis.

O incremento das ações de reciclagem e tratamento de orgânicos tende a ampliar a vida útil dos aterros sanitários, uma vez que esses empreendimentos passariam a receber somente os rejeitos, que se constituem na menor parcela do material presente nos RSU e, como consequência, a redução da demanda por novas e extensas áreas para implantação de novos aterros sanitários.



Outro ponto importante refere-se à implantação de medidas descentralizadas de reaproveitamento dos orgânicos, que podem abarcar os princípios da não geração, redução e reutilização, previstos na PNRS. Assim, é importante que o município estabeleça um diálogo com a população de maneira a incentivar o reaproveitamento integral de alimentos, bem como a realização da compostagem *in loco*, nas próprias unidades geradoras, com o intuito de garantir a eficiência do tratamento dos resíduos orgânicos.

A Cartilha de Aproveitamento Integral de Alimentos e a Cartilha de Compostagem Doméstica disponíveis no site da FEAM apresentam métodos de não geração e aproveitamento dos orgânicos que podem ser aplicados nas residências unifamiliares dos municípios mineiros.

## VAMOS IMAGINAR A SEGUINTE SITUAÇÃO:



Um município possui um aterro sanitário projetado com vida útil de 20 anos e recebe, em média, 10 t/dia de RSU. Se considerarmos que os resíduos orgânicos representam aproximadamente 50% dos RSU, teríamos 5 toneladas que poderiam ser reaproveitadas por dia. Assim, caso o aumento da produção média de resíduos acompanhe esse padrão, a vida útil do aterro dobraria, passando a ser de aproximadamente 40 anos, apenas pelo reaproveitamento da fração orgânica.



### Quadro 3 - Alternativas para tratamento de resíduos orgânicos

PROCESSO	O QUE É?	PRODUTO	IMAGEM
<p><b>METANIZAÇÃO</b></p>	<p>É um processo de digestão anaeróbia, onde os restos orgânicos são fonte energética para microrganismos, que transformam esses resíduos em biogás e, posteriormente, em energia térmica e elétrica, água de reúso e biossólido agrícola, que serve como fertilizante.</p>	<p><b>BIOGÁS:</b> O biogás vai para outra plataforma, onde é armazenado e tratado para virar energia elétrica e térmica.</p> <p><b>EFLUENTE:</b> O efluente dos reatores é encaminhado para tanques de separação sólido-líquido e, após a filtragem, a parte sólida pode ser usada como fertilizante. (FERREIRA, 2015).</p>	 <p>Fonte: UFMG, 2013.</p>
<p><b>PIRÓLISE</b></p>	<p>Degradação térmica do material orgânico na ausência parcial ou total de um agente oxidante, ou mesmo num ambiente com uma concentração de oxigênio capaz de impedir a gaseificação intensiva do material orgânico.</p>	<p><b>COMBUSTÍVEIS LÍQUIDOS:</b> O óleo resultante da pirólise de biomassa, bio-óleo, além de ser um combustível líquido renovável, sendo essa a principal vantagem sobre derivados do petróleo, pode ser usado para a produção de várias substâncias químicas (GUEDES <i>et al.</i>, 2010).</p>	 <p>Fonte: Silva, 2015.</p>



PROCESSO	O QUE É?	PRODUTO	IMAGEM
<p><b>BIODIGESTÃO</b></p>	<p>Os biodigestores são compartimentos fechados, com seu interior protegido do contato com o ar atmosférico, para que todos os resíduos orgânicos contidos em seu interior sofram o processo de fermentação através da atividade de bactérias anaeróbias. (JUNQUEIRA, 2016).</p>	<p><b>BIOGÁS:</b> Pode ser aproveitado em duas situações: a primeira consiste na queima direta gerando energia térmica (aquecedores, esquentadores, fogões, caldeiras) e a segunda, refere-se à utilização em motores à explosão, convertendo biogás em eletricidade.</p> <p><b>BIOFERTILIZAÇÃO:</b> Funciona como corretivo de acidez, apresenta os nutrientes em formar facilmente absorvíveis, melhora a estrutura do solo e também favorece a multiplicação das bactérias.</p>	 <p>Fonte: Souza, 2010.</p>
<p><b>COMPOSTAGEM</b></p>	<p>Processo de decomposição biológica da fração orgânica dos resíduos, efetuado por uma população diversificada de organismos, desenvolvido em duas etapas distintas: uma de degradação ativa e outra de maturação.</p>	<p><b>COMPOSTO MATURADO:</b></p> <p>Recomenda-se a utilização do composto maturado em paisagismo, na produção de mudas de plantas ornamentais, na recuperação e recomposição de áreas degradadas.</p>	 <p>Fonte: Gsois, 2018.</p>

Fonte: Gsois, 2019.



## 7. CRITÉRIOS PARA ACESSO À COTA-PARTE DO ICMS ECOLÓGICO

A Lei Estadual nº18.030/2009 define critérios para a distribuição da receita do ICMS aos municípios mineiros. O critério Meio Ambiente, mais conhecido como ICMS Ecológico, distribui parcela da receita para municípios que dispõem de solução ambientalmente adequada na área de saneamento, áreas preservadas ou mata seca.

A DN COPAM nº230/2018 revê os custos médios per capita para estimativa de investimentos em sistemas de saneamento ambiental. A Resolução Conjunta SEMAD-SEPLAG nº1.212/2010 e a Resolução SEMAD nº1.273/2011 definem os procedimentos para cálculo do Índice de Saneamento Ambiental e do Fator de Qualidade, respectivamente.

Para receber o ICMS Ecológico, subcritério Saneamento – parcela de RSU, o município deverá atender às seguintes exigências:

- No mínimo 70% da população urbana do município deve ser atendida por Usina de Triagem e Compostagem (UTC) ou por aterro sanitário, e
- Essas unidades de tratamento ou destinação final de RSU devem estar devidamente regularizadas, ou seja, possuir Licença Ambiental.

Cumpridos os critérios para repasse do ICMS Ecológico, o representante municipal deverá efetivar o cadastro trimestral (realizado somente nos meses de janeiro, abril, julho e outubro) do empreendimento em operação na Gerência de Resíduos Sólidos Urbanos – GERUB/FEAM, por meio do envio dos documentos necessários.

## **7.1. Alternativas para o Alcance de Autossustentabilidade**

A sustentabilidade e a eficiência econômica são princípios fundamentais a serem observados na prestação dos serviços públicos de saneamento, conforme dispõe a Lei nº 11.445/2007. Nesse sentido, a PNRS estabelece como princípio a adoção de mecanismos que possam assegurar a recuperação dos custos dos serviços prestados.

É importante ressaltar que a forma de cobrança pela gestão dos RSU deve levar em consideração as especificidades de cada município, devendo ser instituída por legislação municipal.

Uma das alternativas para o alcance da sustentabilidade por meio da cobrança é o estabelecimento de parcerias com as empresas concessionárias dos serviços de água e esgoto para uma cobrança mensal pelo tratamento dos RSU e disposição final dos rejeitos atrelada à cobrança dos serviços supracitados.

A sustentabilidade técnica e econômica na gestão dos RSU também pode ser alcançada por meio do consorciamento intermunicipal. Essa alternativa possibilita ganhos de escala e de qualidade da gestão, quando comparada à gestão municipal isolada. Além do compartilhamento de aterros sanitários, os municípios consorciados podem compartilhar a gestão de sistemas complementares que envolvam a coleta seletiva, compostagem, comercialização de recicláveis e educação ambiental.

A PNRS estabelece que serão priorizados no acesso aos recursos da União os municípios que optarem por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos.

## Vantagens do Consórcio

**Redução de custos:** prefeituras rateiam entre si os custos de instalação e manutenção dos empreendimentos.

**Sustentabilidade técnica e econômica:** facilidade de acesso a recursos financeiros e a serviços de pessoal técnico qualificado, possibilitando soluções de longo prazo.

**Abrangência e otimização dos investimentos:** maior quantidade possível de municípios e cidadãos atendidos em função do volume de recursos disponíveis.

**Benefícios fiscais:** os municípios que aderem ao consórcio podem receber incremento no repasse do ICMS Ecológico.

Para maior detalhamento sobre o tema, recomenda-se consultar o folder Consorciamento e Cadastro de Municípios no ICMS Ecológico publicado pela Feam.

## 8. ESTAÇÕES DE TRANSBORDO

Estações de transferência ou transbordo são locais utilizados para o armazenamento temporário de RSU, dotados de infraestrutura apropriada para a transferência de RSU de um veículo coletor para outro veículo com maior capacidade de carga que transportará esses resíduos até a unidade de tratamento e/ou destinação final.

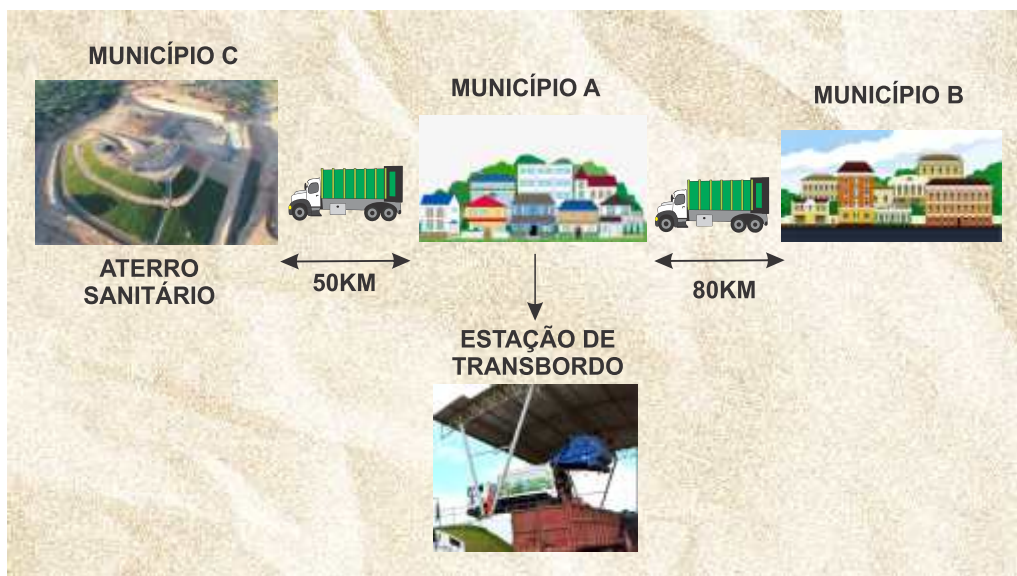
Têm como objetivo reduzir os custos associados ao deslocamento do caminhão coletor desde o ponto final do roteiro de coleta até o local de destinação de RSU.

Conforme preconizado na Deliberação Normativa COPAM nº 180 de 2012, o prazo máximo de estocagem de resíduos sólidos urbanos nas unidades de transbordo é de 24 horas, salvo nos casos devidamente justificados e autorizados quando da regularização ambiental do empreendimento. As estações de transbordo de RSU também estão sujeitas ao licenciamento ambiental no âmbito estadual conforme a Deliberação Normativa nº 217/2017.

## VAMOS IMAGINAR A SEGUINTE SITUAÇÃO:

O município A e o município B estão a 80 km de distância e integram o mesmo Consórcio de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). Há um aterro sanitário licenciado localizado no município C e este dista aproximadamente 50 km do município A. Por meio do Consórcio, o município B, que possui uma usina de triagem e compostagem, encaminha diariamente seus rejeitos para a estação de transbordo localizada no município A.

O município A, posteriormente, encaminha os resíduos armazenados na estação de transbordo para o aterro sanitário localizado no Município C. Dessa forma, o município B, além de realizar a disposição final adequadamente, economiza 100 km em seu deslocamento total diário.

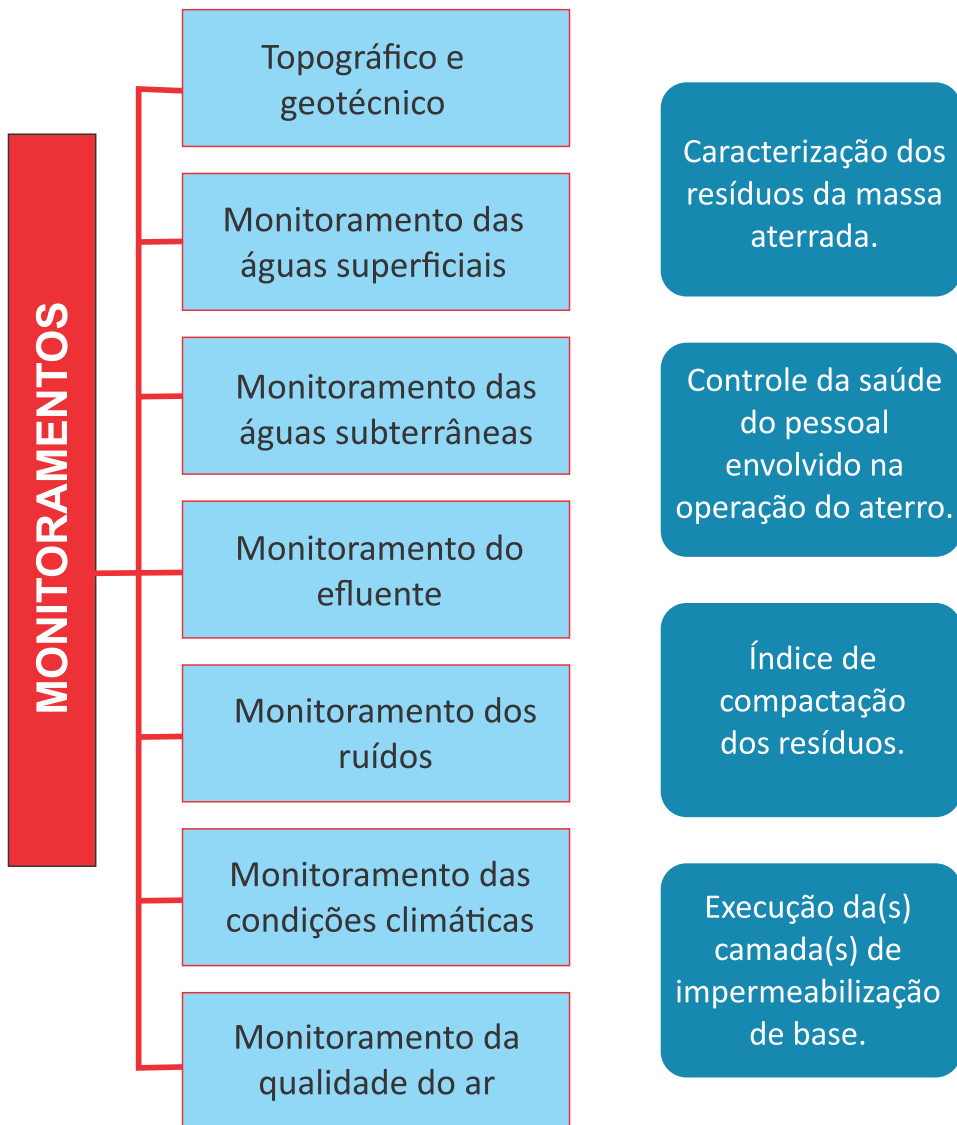


## 9. MONITORAMENTO DE ATERRO SANITÁRIO

O monitoramento do aterro sanitário consiste de um sistema de medições de campo e ensaios de laboratório a serem realizados sistematicamente durante a fase de operação do aterro, e prolonga-se por mais 10 anos, no mínimo, após o término de sua vida útil.

O plano de monitoramento deve contemplar a eficácia das medidas mitigadoras e a eficiência sanitária e ambiental do sistema como um todo, possibilitando a verificação de eventuais falhas e/ou deficiências além da implementação de medidas corretivas para evitar o agravamento dos impactos ambientais.

Para avaliar a eficiência do aterro quanto à sua operação e ao controle ambiental, devem ser previstos os seguintes procedimentos:



## - Monitoramento Geotécnico e Topográfico

Para monitoramento da estabilidade do aterro devem ser implantadas instrumentações geotécnicas, através de marcos topográficos, com o intuito de calcular o recalque diferencial das camadas aterradas, além de medir os deslocamentos horizontais, com intervalos de leitura de acordo com cada situação (risco e probabilidade de ruptura), acentuando-se a frequência de leitura no caso de recalques expressivos.

Um sistema de monitoramento geotécnico básico consta de piezômetros, marcos topográficos superficiais, pluviômetro e medidores de vazão.

O piezômetro mede a pressão do líquido, por meio da diferença de cotas do nível líquido e a posição da célula piezométrica.

A pressão de gás é medida com um manômetro tipo padrão, adaptado na parte superior do piezômetro, anteriormente às leituras de níveis de líquidos.

As movimentações horizontais e verticais ocorridas no interior do maciço de resíduos poderão ser avaliadas por meio de marcos superficiais.

## - Monitoramento da qualidade do ar

O monitoramento da qualidade do ar no entorno do aterro sanitário tem como objetivo preservar a qualidade do ar e evitar doenças, como as respiratórias.

## - Monitoramento das condições climatológicas

A estação climatológica permite o acompanhamento das condições climáticas que interferem na operação: velocidade e direção dos ventos, temperatura, umidade, pressão atmosférica e precipitação.



O pluviômetro serve para medir as precipitações pluviais, a fim de verificar as possíveis correlações de vazões de drenos de fundação e de percolados com a precipitação, mantendo um registro diário e local das chuvas.

### - Monitoramento de ruídos

O monitoramento de ruídos deve ser realizado para controle do nível de ruídos, evitando efeitos negativos sobre os seres humanos, como perda de capacidade de trabalho, entre outros.

### Monitoramento das águas superficiais, subterrâneas e lixiviados

A Nota Técnica DIMOG nº 03/2005 estabelece critérios para o monitoramento dos efluentes líquidos, águas superficiais e águas subterrâneas permitindo a verificação dos possíveis impactos ambientais e a efetividade das ações de controle adotadas.

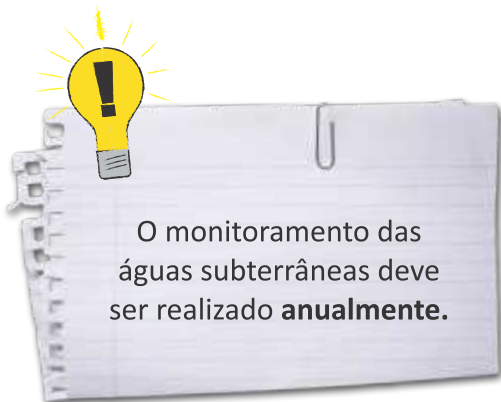
Para verificação das condições sanitárias e ambientais dos corpos de água que estão na área de influência de aterros sanitários, o corpo hídrico receptor (córrego, ribeirão, rio ou lago) deverá ser monitorado a montante e a jusante do empreendimento.

A frequência do monitoramento das águas superficiais deve ser semestral, bimestral e trimestral de acordo com o parâmetro a ser avaliado.



O monitoramento de frequência semestral deverá ocorrer nos meses de fevereiro e agosto; o de frequência anual, no mês de agosto de cada ano.

O monitoramento das águas subterrâneas deverá ser realizado por, pelo menos, um poço localizado a montante e três a jusante do empreendimento (NBR ABNT 13.895/1997), considerando o fluxo das águas subterrâneas.



**Figura 17** - Poço de monitoramento de água subterrânea



Fonte: Gesois, 2018.

O monitoramento dos lixiviados consiste na sua avaliação qualitativa e quantitativa, ou seja, na medição da vazão e na análise físico-química em relação ao processo e ao tempo de disposição.

A frequência do monitoramento deve ser realizada de acordo com a classe do empreendimento, podendo ser **bimestral, trimestral, semestral e anualmente.**

## Encerramento de Aterro Sanitário

Por ocasião do encerramento da operação do aterro, deve-se elaborar o Plano de Encerramento conforme NBR ABNT 13896/1997, com o objetivo de minimizar ou evitar a liberação de líquido percolado contaminado e/ou gases para o lençol de águas subterrâneas, para os corpos d'água superficiais ou para a atmosfera; além de reduzir a necessidade de manutenção futura. O Plano de Encerramento é responsável por definir metas, etapas, projetos, monitoramento e manutenção do aterro após o término das operações do aterro.

## 10. RESÍDUOS ESPECIAIS

Dentre os vários conceitos introduzidos na Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS está a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a logística reversa e o acordo setorial.

A Lei nº 12.305/2010 dedicou especial atenção à logística reversa e definiu três diferentes instrumentos que poderão ser usados para a sua implantação: regulamento, acordo setorial e termo de compromisso.

Para destinação final de resíduos sólidos especiais são adotadas as medidas preconizadas em suas respectivas Resoluções, a saber:

Resolução CONAMA nº 401/08 para a destinação de **pilhas e baterias**.

Resolução CONAMA nº 307/02 e suas alterações (Resolução nº 469/2015, Resolução nº 448/12, Resolução nº 431/11 e Resolução nº 348/04) para a destinação dos **Resíduos da Construção e Demolição (RCD)**.

Resolução CONAMA nº 358/2005, RDC ANVISA nº 306/2004, RDC ANVISA nº 222/2018 e Deliberação Normativa COPAM nº 171/11 para gerenciamento dos **Resíduos de Serviços de Saúde**.

Resolução CONAMA nº 416/09 para a destinação de **pneumáticos inservíveis**.

O uso e o manuseio seguro de agrotóxicos e a destinação final das embalagens vazias são de responsabilidade dos produtores rurais, dos revendedores e dos fabricantes, conforme Lei Federal nº 9.605/1998, Lei Federal nº 9.974/2000, Lei Estadual nº 10.545/1991 e Portaria IMA nº 1585/2016.

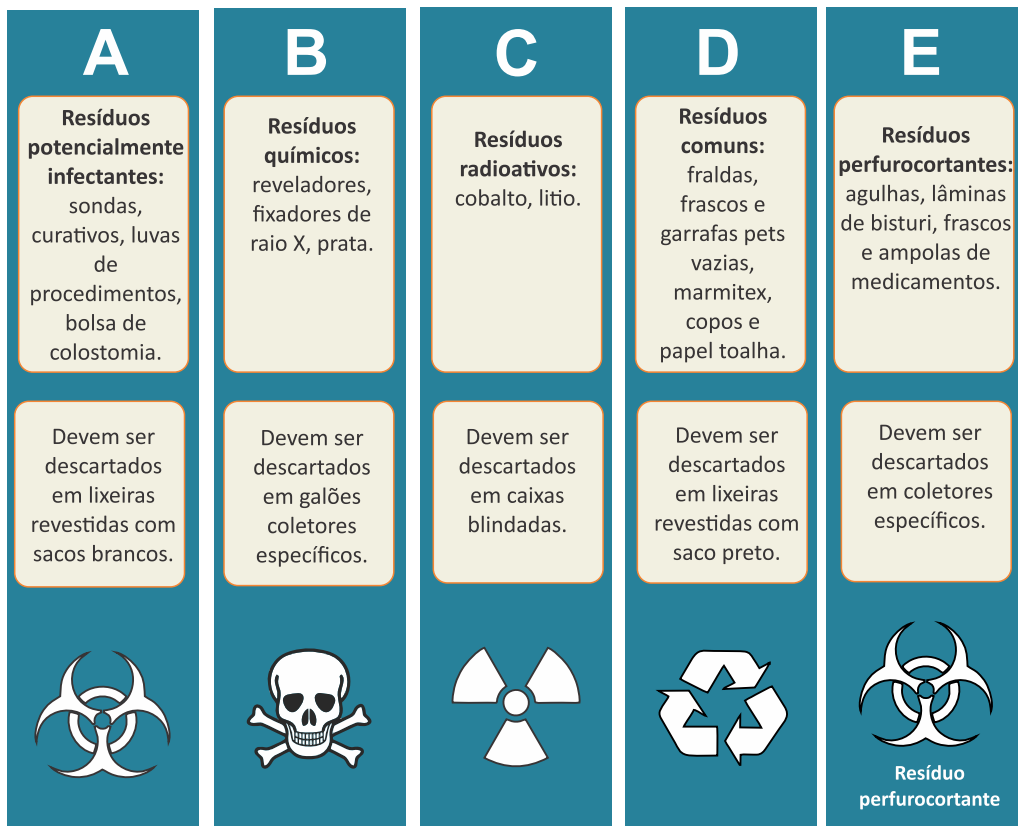
Quanto às lâmpadas fluorescentes, por conter substâncias químicas nocivas ao meio ambiente, deve-se realizar sua coleta separadamente e o envio a empresas que promovam a segregação dos componentes para tratamento e reciclagem.

A Reciclus é uma organização sem fins lucrativos, formada por empresas fabricantes, importadores de lâmpadas e equipamentos de iluminação que organiza e desenvolve a coleta e o encaminhamento correto de lâmpadas fluorescentes, através de pontos de coleta distribuídos pelo Brasil. Tais pontos estão disponíveis no site: [www.reciclus.org.br](http://www.reciclus.org.br)

Para outros resíduos especiais que necessitam de destinação diferenciada existe a Ecycle, que disponibiliza em seu site ([www.ecycle.com.br](http://www.ecycle.com.br)) vários pontos de coleta para tais resíduos.

Os resíduos de serviços de saúde (RSS) são separados em grupos:





**Figura 18 – Grupos de RSS**



Fonte: Gesois, 2019.

Os resíduos da construção e demolição (RCD) são separados em classes:

**Figura 19** – Classes de RCD

<b>Classe A</b>	<b>Classe B</b>	<b>Classe C</b>	<b>Classe D</b>
			
<p>São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, exemplo: Solos provenientes de terraplanagem, componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas e placas de revestimento), argamassa e concreto de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fio, etc.) produzidos em canteiros de obras.</p>	<p>São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plástico, papel/papelão, metal, vidro, madeira, gesso e outros.</p>	<p>São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação.</p>	<p>São os resíduos perigosos, oriundos do processo de construção. Exemplo: tintas, solventes, óleos e outros. Ou aqueles contaminantes, oriundos de demolições, reformas e reparos (clínicas radiológicas, instalações industriais e outros).</p>

## 11. PLANO DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PGIRS)

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estabelece no art. 8º um rol de instrumentos necessários à efetivação da política, sendo os planos de resíduos sólidos uma das principais e mais importantes ferramentas, podendo ser elaborados em nível nacional, estadual, microrregional, de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas, intermunicipal, municipal, bem como em nível dos geradores.

Para o alcance dos objetivos da Política no âmbito municipal, a elaboração do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS) serve como um instrumento de planejamento para a estruturação do setor público na gestão dos resíduos sólidos, que devem abranger o ciclo que se inicia desde a geração do resíduo, até a disposição final ambientalmente adequada, promovendo a proteção à saúde pública e ao meio ambiente.

Nesse circuito, algumas etapas são fundamentais no sentido de mitigar os impactos negativos sobre o meio ambiente, reduzir o montante final de resíduos sólidos gerados e reduzir os custos com sua destinação final.

A DN COPAM nº 170, de 03 de outubro de 2011 estabelece prazos para cadastro dos Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PGIRS pelos municípios do Estado de Minas Gerais e dá outras providências.

A partir de 30 de julho de 2013 – cadastro dos Planos de acordo com a DN nº 170/2011:

Municípios com população superior a 50 mil habitantes – prazo até 26-09-2012

Municípios com população de 20 mil a 50 mil habitantes – prazo até 26-09-2013

Municípios com população abaixo de 20 mil habitantes – prazo até 26-09- 2014



## 12. DESENHO RESUMO



**Impermeabilização:** é fundamental para proteção do solo contra os líquidos lixiviados e gases provenientes dos resíduos.

**Sistema de Drenagem:** o bom funcionamento do sistema de drenagem interna de lixiviados e de gases é fundamental para a estabilidade do aterro sanitário.



**Frente de operação:** é indispensável que o trator de esteira esteja disponível para realizar o recobrimento e compactação dos resíduos diariamente.

**Sistema de monitoramento:** importante para o acompanhamento do aterro sanitário e para a detecção de eventuais inconformidades.





**Transbordo:** reduz o tempo gasto de transporte e os custos associados ao deslocamento do caminhão coletor até o local de disposição final de RSU.

**ICMS:** municípios que dispõem de solução ambientalmente adequada dos resíduos têm acesso a cota-parte do ICMS Ecológico.



**Conorciamento:** O Governo Federal dá prioridade no acesso a recursos federais para soluções Consorciadas na área de resíduos sólidos.

## GLOSSÁRIO

**Berma:** parte superior das plataformas de rejeitos que fica exposta, tendo como objetivo aumentar a estabilidade do aterro e facilitar sua manutenção e monitoramento.

**Biogás:** nome comum dado a uma mistura de gases que foi produzido pela decomposição biológica da matéria orgânica na ausência de oxigênio.

**Chorume:** líquido de cor escura, odor desagradável e muito poluente, resultante da decomposição de substâncias contidas nos resíduos sólidos.

**Densidade:** A densidade de um corpo define-se como o quociente entre a massa e o volume desse corpo. Dessa forma pode-se dizer que a densidade mede o grau de concentração de massa em determinado volume.

**Erosões:** desgastes sofridos pelo solo devido a ações externas (vento, águas, etc.).

**Geomembrana:** um dos tipos mais comuns de geossintéticos e consiste-se em uma manta de liga plástica, elástica e flexível.

**Homogeneização:** Misturar ou juntar vários elementos, formando um todo integrado.

**Instrumentação geotécnica:** fornece dados que ajudam os engenheiros em qualquer estágio de um projeto, sendo utilizados para a caracterização das condições locais. Parâmetros comuns de interesse são: poro-pressão de campo, permeabilidade do solo e estabilidade de taludes.

**Jazida de Empréstimo:** local onde se coleta o material utilizado no recobrimento diário, na cobertura final e na impermeabilização da base do aterro.

**Jusante:** local abaixo de um determinado ponto, num corpo d'água.

**Lixiviados:** no caso de aterros de resíduos, as águas de infiltração, ao percolarem no meio, carregam consigo os produtos da decomposição orgânica ou disponíveis, constituindo os lixiviados.

**Maciço:** área de disposição dos rejeitos já aterrados.

**Monitoramento do aterro sanitário:** acompanhamento da evolução do aterro sanitário para avaliação de sua operação e sua influência sobre o meio ambiente.

**Montante:** local acima de um determinado ponto, num corpo d'água.

**Piezômetro:** instrumento para medição do nível de líquido e pressão de gases no interior do maciço de lixo.

**Platôs:** partes planas superiores da última camada da plataforma.

**Pluviômetro:** instrumento que mede a quantidade de chuva que cai em determinado lugar ou época.

**Poço de monitoramento:** poço utilizado para coleta de amostras de águas subterrâneas, para fins de monitoramento de sua qualidade.

**Raiz pivotante:** Raiz típica de dicotiledôneas que apresentará um eixo principal do qual partem as raízes secundárias.

**Recalques:** adensamentos da plataforma do maciço.

**Recalque diferencial:** quando parte dos elementos que compõem a base da edificação se move e outros permanecem em seus lugares.

**Ruptura:** rompimento, fratura, quebra-dura.

**Sopé do talude:** base da rampa.

**Taludes:** superfícies inclinadas formadas em aterros ou cortes.

**Vazão:** volume de líquido escoado numa unidade de tempo.

**Vetores:** animais transmissores de doenças (ratos, urubus, moscas, etc.).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil) – ANVISA. *Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 222, de 28 de março de 2018*. Regulamenta as boas práticas de gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde e dá outras providências.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil) – ANVISA. *Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004*. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR 8.419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos: procedimento*. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR 10.007: amostragem de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR 13.895: construção de poços de monitoramento e amostragem – procedimento*. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR 13.896: aterros de resíduos não-perigosos – critérios para projeto, implantação e operação*. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR 15.849: resíduos sólidos urbanos – aterros sanitários de pequeno porte – diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento*. Rio de Janeiro, 2010.

BRASIL. *Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998*. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

BRASIL. *Lei nº 9.974, de 06 de junho de 2000*. Altera a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins.

BRASIL. *Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2005*. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.

BRASIL. *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

BRASIL. *Lei nº 18.030, de 12 de janeiro de 2009*. Dispõe sobre a distribuição da parcela da receita do produto da Arrecadação do ICMS pertencente aos municípios. BRASIL. *Lei nº 19.823, de 22 de novembro de 2011*. Dispõe sobre a concessão de incentivo financeiro a catadores de materiais recicláveis - bolsa reciclagem.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais) – COPAM. *Deliberação Normativa nº 52, de 14 de dezembro de 2001*. Convoca municípios para o licenciamento ambiental de sistema adequado de disposição final de lixo e dá outras providências.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais) – COPAM. *Deliberação Normativa nº 170, de 03 de outubro de 2011*. Estabelece prazos para cadastro dos Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PGIRS pelos municípios do Estado de Minas Gerais e dá outras providências.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais) – COPAM. *Deliberação Normativa nº 171, de 22 de dezembro de 2011*. Estabelece diretrizes para sistemas de tratamento e disposição final adequada dos resíduos de serviços de saúde no Estado de Minas Gerais, altera o anexo da Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 09 de setembro de 2004, e dá outras providências.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais) – COPAM. *Deliberação Normativa nº 180, de 27 de dezembro de 2012*. Dispõe sobre a regularização ambiental de 21 empreendimentos referentes ao transbordo, tratamento e/ou disposição final de resíduos sólidos urbanos instalados ou operados em sistema de gestão compartilhada entre municípios, altera a Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 9 de setembro de 2004 e dá outras providências.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil) – CONAMA. *Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002*. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil) – CONAMA. *Resolução CONAMA nº 348, de 16 de agosto de 2004*. Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil) – CONAMA. *Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005*. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil) – CONAMA. *Resolução CONAMA nº 401, de 04 de novembro de 2008*. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil) – CONAMA. *Resolução CONAMA nº 416, de 30 de setembro de 2009*. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil) – CONAMA. *Resolução CONAMA nº 431, de 24 de maio de 2011*. Altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso.



CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil) – CONAMA. *Resolução CONAMA nº 448, de 18 de janeiro de 2012*. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11.

FIGUEIREDO, Juliana Carvalho. *Estimativa de produção de biogás e potencial energético dos resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais*. 2012. 138 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (Minas Gerais). *Nota Técnica. DIMOG NT 003/2005*. Belo Horizonte, 2005.

GOVERNOS LOCAIS PELA SUSTENTABILIDADE – ICLEI. *Manual para aproveitamento de Biogás*. v. I. São Paulo, 2009.

GUEDES, Cármen Luisa Barbosa *et al.* *Avaliação de biocombustível derivado do bio-óleo obtido por pirólise rápida de biomassa lignocelulósica como aditivo para gasolina*. Química Nova, v. 33, n. 4, p.781-786. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v33n4/03.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2019.

INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUÁRIA – IMA. *Portaria nº 1585, de 15 de março de 2016*. Estabelece procedimentos e prazo para a consulta pública ao projeto de portaria, que estabelece normas para cadastro, comercialização, armazenamento, exposição e destinação de embalagens vazias de agrotóxicos e afins no estado de Minas Gerais.

JUNQUEIRA, S. L. C. D. *Geração de energia através de biogás proveniente de esterco bovino: estudo de caso na fazenda aterrado*. Rio de Janeiro, RJ, 2014. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10011533.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2016.

MENEZES, Mariana Lopes de. *Destino do chorume de aterro sanitário: Estudo de caso do município de Uberlândia*. 2017. 40 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

MINAS GERAIS. *Lei nº 10.545, de 13 de dezembro de 1991*. Dispõe sobre a produção, comercialização e uso de agrotóxicos e afins e dá outras providências.

MINAS GERAIS. *Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009*. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos.

SILVA, Carlos Alberto Rodrigues da. *Geração de energia a partir de RSU*. In: CONGRESSO SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL, 10, São Paulo, 2015.

SOUZA, José de. *Desenvolvimento de tecnologias para compressão de biogás*. Dissertação – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 82. 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. *Plataforma de metanização vai transformar resíduos orgânicos do bandeirão em energia e fertilizante*. Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <https://www.ufmg.br/online/arquivos/031222.shtml>. Acesso em: 10 fev. 2019.



***feam***  
FUNDAÇÃO ESTADUAL  
DO MEIO AMBIENTE

**GOVERNO  
DO ESTADO DE  
MINAS GERAIS**