

Cartilha de Orientações

# Operação de **Usinas** de Triagem e Compostagem





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 Usinas de  
Triagem e Compostagem**

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 Avila 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  
Carolina Monteiro Barros – Analista Ambiental  
Cristiane Alcântara Hübner – Técnica Ambiental  
Joyce Gonçalves Souza – Analista Ambiental  
Juçana Rocha de Assis – Analista Ambiental  
Maísa Fürst Miranda – Técnica Ambiental  
Thiago Machado de Sá Cruz – Analista Ambiental  
Victória Araújo Vieira de Castro – Analista Ambiental

Projeto gráfico e ilustração  
Luciana Martins Arantes

F981o Fundação Estadual do Meio Ambiente.  
Operações de usinas de triagem e compostagem: cartilha de orientações /  
Fundação Estadual do Meio Ambiente, Instituto de Gestão de Políticas  
Sociais. --- Belo Horizonte: Feam, 2019.  
62 p.: il.

1. Compostagem. 2. Usina de triagem e compostagem - operação.  
3. Disposição do resíduo sólido urbano - orientações. I. Instituto de Gestão de  
Políticas Sociais. II. Título.

CDU: 628.473

# SUMÁRIO

1. Apresentação .....	04
2. Introdução .....	05
3. Composição Gravimétrica dos RSU.....	08
4. Segregação dos RSU e Coleta Seletiva.....	09
5. Usina de Triagem e Compostagem.....	11
5.1. Área de Recepção dos RSU.....	13
5.2. Área de Triagem dos RSU.....	16
5.3. Baias de Recicláveis.....	18
5.4. Aspectos Técnicos da Compostagem e de Outras Formas de Tratamento de Orgânicos.....	20
5.5. Alternativas para o Tratamento dos Efluentes Gerados nas Unidades de Triagem e Compostagem.....	29
5.5.1. Sistema Tanque Séptico/Sumidouro.....	30
5.5.2. Sistema Tanque Séptico/Filtro/Sumidouro.....	30
5.5.3. Lagoa Facultativa.....	31
5.6. Paisagismo.....	31
5.7. Unidades de Apoio.....	32
6. Sistemas de Disposição Final de RSU.....	35
6.1. Aterro Sanitário e Aterro Sanitário de Pequeno Porte para disposição final de Rejeitos.....	35
6.1.1 Aterro Sanitário.....	35
6.1.2 Aterro Sanitário de Pequeno Porte.....	37
6.2. Sistemas irregulares - Lixão e Aterro Controlado.....	38
7. A Importância da Reciclagem e do Tratamento de Orgânicos para o Aumento da Vida Útil do Aterro Sanitário.....	39
8. Critérios para Acesso à Cota Parte do ICMS Ecológico.....	42
8.1. Alternativas para o Alcance da Sustentabilidade.....	43
9. Monitoramento das Usinas de Triagem e Compostagem.....	45
10. Estações de Transbordo.....	46
11. Resíduos Especiais.....	48
12. Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS).....	51
13. Desenho Resumo.....	52
Glossário.....	54
Referências Bibliográficas.....	57

# 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 equacionar as questões 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 Usinas de Triagem e Compostagem, tais como procedimentos de segregação dos resíduos, compostagem, 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 Meio Ambiente, subdividido em Unidades de Conservação, Mata Seca e Saneamento. Por meio deste último, o Estado disponibiliza recursos a municípios que utilizam ou 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 Usina de Triagem e Compostagem”.

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 entre o Ministério Público de Minas Gerais (MPMG), 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 Usinas de Triagem e Compostagem”. Esse material ressalta os critérios de operação e monitoramento das estruturas componentes das usinas de triagem e compostagem visando a melhorar a situação da operação desses empreendimentos.



### 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 obter mais informações a respeito desse tema, 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



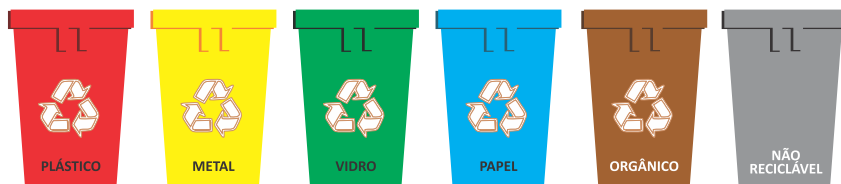
Coleta tríplice: separação dos resíduos em recicláveis, orgânicos e rejeitos.

**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 correta segregação dos RSU e a coleta seletiva 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 Estadual nº 19.823, 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. USINA DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM

As Usinas de Triagem e Compostagem (UTC) são utilizadas para a separação manual dos RSU, que são divididos em grupos, de acordo com a sua natureza: matéria orgânica, materiais recicláveis e rejeitos.

Essas usinas estão sujeitas ao licenciamento ambiental no âmbito estadual, sendo enquadradas na Deliberação Normativa COPAM nº 217/2017, sob o código E-03-07-9 – Unidade de triagem de recicláveis e/ou de tratamento de resíduos orgânicos originados de RSU, conforme critérios de potencial poluidor/degradador, porte e localização.

Devem ser implantadas em áreas apropriadas e regularizadas ambientalmente, compondo-se de um conjunto de estruturas físicas edificadas como galpão de recepção e triagem de resíduos, pátio de compostagem, galpão para armazenamento de recicláveis e unidades de apoio. Outras unidades também fazem parte da usina, como o sistema de tratamento dos efluentes gerados, tanto na operação como na higienização do local.

As estruturas da usina de triagem e compostagem serão detalhadas a seguir.

**Figura 4** – Vista geral de uma UTC



Fonte: Gesois, 2018.

## 5.1. Área de Recepção dos RSU

É o local onde são descarregados os RSU (domiciliares, comerciais e públicos) coletados no município.

**Figuras 5 e 6 – Áreas de recepção da UTC**



Fonte: Gesois, 2018.

A área de recepção dos RSU deve possuir piso impermeabilizado, cobertura e sistemas de drenagem para águas pluviais e efluentes. A limpeza e higienização dessa área são fundamentais para evitar atração de moscas e outros vetores, assim como a geração de maus odores.

A altura da cobertura deve possibilitar a descarga dos resíduos, inclusive quando é realizada por caminhão basculante. A via de acesso do caminhão coletor até a área de recepção deve ser, preferencialmente, pavimentada e permitir manobras do veículo coletor.

Alguns municípios implementam nessa área “dispositivos” auxiliares como, por exemplo, lona plástica ou instalação de portão ou grades com telas nas laterais para impedir o espalhamento dos resíduos.

Próximo à área de recepção, o funil de descarga dos resíduos, construído preferencialmente em nível superior ao da triagem, deve ser metálico ou de concreto, com paredes lisas e inclinadas, que permitam o escoamento dos resíduos até a mesa de triagem. Não havendo funil, os resíduos devem ser encaminhados manualmente até a mesa de triagem com uso de pás e enxadas, o que demanda maior tempo e mão de obra.

É fundamental ressaltar a importância do uso rigoroso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). Os funcionários devem utilizar máscaras protetoras, luvas, botas, aventais e uniformes, além de estarem com os cartões de vacinação atualizados.

**Figura 7** – Fosso de descarga dos RSU



Fonte: Feam, 2007.

### Alguns resíduos necessitam de cuidados especiais quando recebidos na UTC:

Os resíduos de capina e poda deverão ser encaminhados ao pátio de compostagem para serem agregados ao processo, preferencialmente, após trituração. Já os resíduos de varrição deverão ser encaminhados ao aterro sanitário.

## PROCEDIMENTOS DE OPERAÇÃO DA ÁREA DE RECEPÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

**Receber** nesta área exclusivamente os resíduos domiciliares, comerciais e públicos.

**Manter** os ralos e as canaletas de drenagem sempre limpos e desobstruídos.

**Retirar** os materiais volumosos e promover o seu acondicionamento adequado.

**Repor**, quando necessário, os EPIs e uniformes dos trabalhadores.

**Cobrir** com lona os resíduos que eventualmente não tenham sido processados no dia da coleta.

**Realizar manutenção** da área sempre que houver necessidade.

**Impedir** a entrada de animais no local e **desinsetizar** o local.

**Higienizar** a área de recepção após o encerramento das atividades.



## 5.2. Área de Triagem dos RSU

Na área de triagem é realizada a separação manual dos diversos componentes dos RSU que chegam à usina, que são divididos em grupos, de acordo com a sua natureza: matéria orgânica, materiais recicláveis e rejeitos.

Nos municípios onde há coleta seletiva o processo de triagem é mais simples, pois consiste em somente separar os materiais recicláveis nas diversas categorias para posterior comercialização. A matéria orgânica é encaminhada para a compostagem e os rejeitos para disposição final ambientalmente adequada.

A mesa ou bancada de triagem pode ser de concreto ou metal, preferencialmente com esteira mecanizada, devendo ter altura aproximada de 90 cm para possibilitar aos funcionários uma posição confortável durante a operação. A mesa mecanizada facilita a triagem e diminui o tempo gasto nessa etapa. No entanto, requer manutenção constante de peças, engrenagens e motores, além de necessitar de proteção para o motor.

### IMPORTANTE:

Uma triagem eficiente só é possível quando a coleta dos RSU é realizada com caminhões de carroceria livre, nunca em caminhões compactadores.



## Figuras 8 e 9 – Bancadas de triagem



Fonte: Gesois, 2018.

Os materiais triados devem ser armazenados em recipientes do tipo tambores metálicos ou bombonas de plástico, que devem estar localizados próximos aos funcionários, de forma a facilitar o seu manejo. Como a eficiência da triagem reflete nos demais processos de operação da usina, recomenda-se a separação da seguinte forma:

### Quadro 1 – Separação dos materiais triados

<p><b>Matéria orgânica:</b> compostáveis (restos de comida, frutas, hortaliças, folhas, etc.)</p>	
<p><b>Recicláveis:</b> papel, papelão, PET, sacolas plásticas, metais, alumínio, vidro, etc.</p>	
<p><b>Rejeitos:</b> papel higiênico, fraldas, absorventes, etc.</p>	

Fonte: Gesois, 2019.

A Figura 10 apresenta uma síntese de procedimentos que devem ser observados na operação da triagem dos RSU.

**Figura 10** – Procedimentos de operação da área de triagem



### **5.3. Baias de Recicláveis**

São locais para armazenamento dos recicláveis separados na triagem dos RSU até que seja dada a eles destinação final adequada.

As baias de recicláveis devem possuir cobertura fixa e devem ser construídas, preferencialmente, em estrutura de alvenaria, com espaço adequado para o desenvolvimento das atividades de prensagem e enfardamento dos recicláveis.

Os fardos devem estar separados por tipo de material e empilhados de maneira organizada nas respectivas baias. Essa área deve ser posicionada em local de fácil acesso aos veículos que coletam os materiais para comercialização. É necessário instalar nesta área um extintor de incêndio.

**Figuras 11 e 12 – Baias de reciclagem**



Fonte: Gesois, 2018.

## PROCEDIMENTOS DE OPERAÇÃO DAS BAIAS DE RECICLÁVEIS

**Verificar** a validade dos extintores e providenciar a recarga, quando necessário.

**Promover** o escoamento e comercialização dos recicláveis, evitando seu acúmulo e falta de espaço nas baias.

**Lavar e higienizar** as baias a cada retirada dos fardos.

**Verificar** as condições de impermeabilização do piso.

**Promover** a manutenção dos equipamentos (prensa, balança, empilhadeira).

**Organizar e empilhar** os fardos por tipo de material.

## 5.4. Aspectos Técnicos da Compostagem e de Outras Formas de Tratamento de Orgânicos

A compostagem é um processo de decomposição aeróbia da fração orgânica dos resíduos efetuado por uma população diversificada de organismos biológicos em condições físicas e químicas adequadas.

A população de micro-organismos presente nos resíduos é diversificada – bactérias, fungos e actinomicetos – e, em condições adequadas e controladas, multiplicam-se, acelerando a decomposição da matéria orgânica.

O local onde se executa o processo de compostagem é denominado pátio de compostagem, e deve ter o piso impermeabilizado (concreto ou asfalto), possuir sistema de drenagem pluvial e permitir a incidência solar em toda a área. As juntas de dilatação desse pátio necessitam de manutenção durante toda a vida útil da usina.

A disposição da matéria orgânica no pátio deve ocorrer ao final da triagem de um determinado volume de resíduos, de modo a formar uma leira triangular com dimensões aproximadas de diâmetro entre 1,5 a 2,0m e altura em torno de 1,6m. Quando o resíduo diário não for suficiente para a formação de uma leira com essas dimensões, devem-se agregar as contribuições diárias até que se consiga a conformação geométrica.

**Figura 13** – Pátio de compostagem



Fonte: Gesois, 2018.

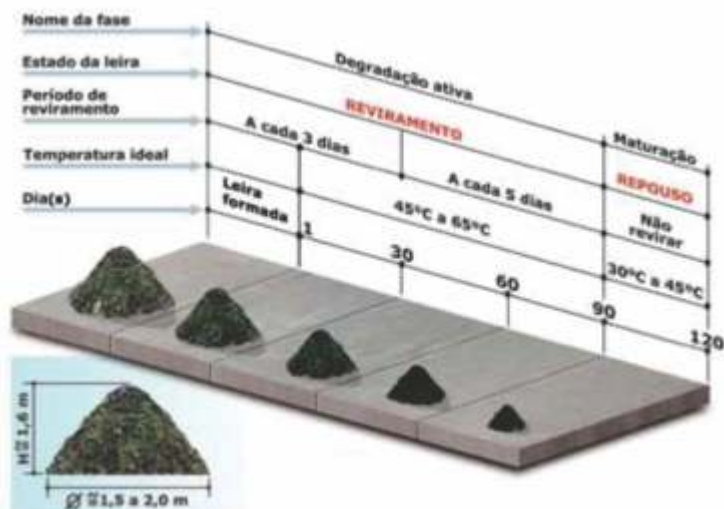
O processo de compostagem ocorre em duas etapas distintas: uma de degradação ativa e outra de maturação.

Na primeira etapa, conhecida como degradação ativa, ocorrem as reações bioquímicas de oxidação mais intensas, resultando em maior redução do volume e peso da leira de compostagem, pela liberação de calor, gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e água ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

Na segunda etapa, denominada maturação, ocorrem as reações bioquímicas de humificação (formação de húmus), que levam à produção do composto propriamente dito.

A garantia das condições físicas e químicas adequadas à compostagem consiste no controle das condições do pátio de compostagem e da disposição e configuração da matéria orgânica, bem como no controle da umidade, aeração, temperatura, nutrientes, tamanho das partículas e pH.

Figura 14 – Acompanhamento das leiras



Fonte: Feam, 2007.

A umidade garante a atividade microbiológica necessária à decomposição da matéria orgânica. O valor ideal é entre 45% e 55%, pois o excesso de umidade ocupa os vazios e provoca anaerobiose, odores desagradáveis, atração de vetores e chorume (líquido resultante da decomposição natural de resíduos orgânicos), enquanto a baixa umidade diminui a taxa de estabilização da matéria orgânica.

A aeração é necessária para promover o fornecimento de oxigênio, garantir a respiração dos micro-organismos e a oxidação de várias substâncias orgânicas presentes na massa de compostagem. A aeração é obtida com o ciclo de reviramento, em média a cada 3 dias durante os primeiros 30 dias e a cada 5 dias até terminar a fase de degradação ativa. Esse procedimento contribui para a remoção do excesso de calor, de gases produzidos e do vapor de água.

A temperatura é o principal parâmetro de acompanhamento da compostagem. Ao iniciar a degradação da matéria orgânica, a temperatura altera da fase inicial ( $T < 35^{\circ}\text{C}$ ) para a fase de degradação ativa ( $T < 65^{\circ}\text{C}$ ), sendo ideal  $55^{\circ}\text{C}$ , havendo depois a fase de maturação ( $T$  entre 30 e  $45^{\circ}\text{C}$ ).

### IMPORTANTE:

A temperatura deve ser verificada no meio da leira e, quando estiver acima de  $65^{\circ}\text{C}$ , deve ser realizado o reviramento ou a modificação da configuração geométrica.

Quando a temperatura demorar a subir para os limites desejáveis, deve-se verificar se o material está com baixa atividade microbiológica. Nesse caso, o operador deverá adicionar matéria orgânica, além de observar se o material está seco, com excesso de umidade ou muito compactado, e adotar os procedimentos na rotina de operação.

O início do período de maturação é determinado pela redução da temperatura, que ocorre após os primeiros 90 dias e pode ser observada durante a rotina operacional de controle das leiras no pátio. Nessa etapa o material deverá permanecer em repouso (sem as práticas de reviramento e correção da umidade). A temperatura do composto tende a igualar-se à temperatura ambiente e a sua coloração assumirá tons escuros (marrom escuro a preto).

A diversificação dos nutrientes e sua concentração aumentam a eficiência do processo de compostagem. Os materiais carbonáceos – tais como folhas, capim e resíduos de poda – fornecem energia; já os nitrogenados – legumes e grama – auxiliam a reprodução dos micro-organismos.

O tamanho das partículas da massa de compostagem deve ser entre 1 e 5cm. O tamanho favorece a homogeneidade da massa, melhora a porosidade e aumenta a capacidade de aeração.

### Figuras 15 e 16 – Leiras de compostagem



Adequada



Inadequada

Fonte: Gesois, 2018.

A compostagem gera ganhos ambientais aos municípios devido à redução do volume de resíduos encaminhados aos aterros sanitários, e o consequente aumento de vida útil desses empreendimentos. Além disso, o processo contribui para a geração de emprego e renda para os catadores de materiais recicláveis.



## PROCEDIMENTOS DE OPERAÇÃO DA COMPOSTAGEM

**Identificar** as leiras, até os 120 dias de compostagem, com placas numeradas.

**Promover** a poda da vegetação no entorno do pátio de compostagem, a fim de evitar qualquer sombreamento.

**Verificar a umidade** das leiras. Havendo excesso de umidade, adicionar palha ou materiais fibrosos, cobri-las com fina camada de composto maturado e, em período chuvoso, com lona.

**Eliminar** as moscas, cobrindo as leiras novas com uma camada de composto maturado e dedetizando as canaletas.

**Atentar para a presença dos nutrientes** essenciais ao processo. Quanto mais diversificado for o resíduo orgânico que compõe a leira, mais diversificados serão os nutrientes e, conseqüentemente, a população microbológica, resultando em uma melhor eficiência na compostagem.

**Retirar** durante os reviramentos os inertes presentes nas leiras.

**Verificar** as condições de impermeabilização do piso do pátio e das juntas de dilatação.

**Testar** o funcionamento e **substituir**, caso necessário, a torneira e a mangueira que abastecem o pátio de compostagem.

**Promover a aeração** por meio do reviramento, na frequência de 3 em 3 dias. Se o material estiver muito compactado, adicionar material fibroso, aumentando os vazios.

**Ler e anotar a temperatura** diária das leiras até completar o ciclo de 120 dias de compostagem.

**Garantir** o tamanho de até 5 cm das partículas a compostar.

**Retirar** qualquer vegetação produzida nas leiras.

**Limpar** os ralos e as canaletas de drenagem.

**Impedir** o armazenamento de resíduos e sucatas no pátio.

O resultado (produto) da decomposição da matéria orgânica após a compostagem é o composto maturado.

Os procedimentos em relação ao composto maturado são o peneiramento, a estocagem, a coleta, a análise e a utilização.

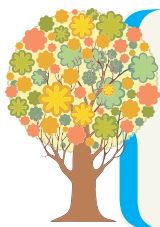
O peneiramento do composto visa à homogeneização de suas partículas e à garantia do seu aspecto estético para aproveitamento futuro. O composto deverá ser peneirado com o auxílio de uma peneira manual ou mecânica rotativa com malha de abertura máxima de 40 mm. É importante retirar os inertes que não foram removidos na etapa da triagem. Caso seja observada a presença de material orgânico que não foi totalmente decomposto, estes podem ser misturados à leira nova para o seu reprocessamento e completa decomposição.

A estocagem do composto deverá ser feita em local coberto e sobre piso pavimentado, visando a resguardar a sua qualidade. Na impossibilidade de um local coberto para tal fim, o material deve ser disposto sobre uma parte da área do pátio de compostagem e coberto com lona até a utilização.

**Figura 17** – Armazenamento do composto



Fonte: Gesois, 2018.



Recomenda-se a utilização do composto maturado em paisagismo, na produção de mudas de plantas ornamentais e na recuperação e recomposição de áreas degradadas.



Os metais pesados, por fazerem parte da composição de muitos pigmentos (corantes), são encontrados com frequência em materiais coloridos presentes nos resíduos sólidos urbanos, tais como revistas, etiquetas, borrachas, plásticos, tecidos, além das pilhas e dos equipamentos eletrônicos (brinquedos e eletrodomésticos), entre outros. É importante lembrar que os metais pesados são tóxicos para as plantas comestíveis e, por isso, o uso do composto em hortas não é recomendado.

Caso a Prefeitura tenha interesse em comercializar e/ou utilizar o composto na agricultura, por cautela e segurança, deverá ser apresentado projeto agrônômico específico e análises laboratoriais, acompanhados da Anotação de Responsabilidade Técnica – ART do responsável técnico.

## PROCEDIMENTOS DE OPERAÇÃO DO COMPOSTO MATURADO

**Peneirar** o composto maturado e armazená-lo adequadamente.

**Estocar** o composto em local com piso impermeabilizado e com cobertura, preferencialmente com isolamento.

**Encaminhar** os materiais retidos na peneira para o aterro sanitário.

**Impedir** a permanência de animais no local, evitando a contaminação do composto por meio de seus excretos.

**Coletar e encaminhar** 1 kg do composto maturado para análise laboratorial.

**Encaminhar** à FEAM os resultados das análises e laudo técnico.

**Promover** o escoamento sistemático do composto, evitando o acúmulo excessivo.



Além do processo de compostagem, há outras alternativas para tratamento de resíduos orgânicos, como a metanização, pirólise e biodigestão, explicados no Quadro 2.

**Quadro 2 – Outras 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 bio-sólido 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 filtração, 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>

Fonte: Adaptado por Gesois, 2019.

## 5.5. Alternativas para o Tratamento dos Efluentes Gerados nas Usinas de Triagem e Compostagem

O sistema de tratamento de efluentes consiste no uso de dispositivos que promovem o tratamento biológico dos despejos líquidos provenientes das instalações sanitárias, do pátio de compostagem, da lavagem da área de recepção e triagem dos resíduos.

Para o tratamento desses efluentes *in loco* os sistemas mais comuns são constituídos por tanque séptico/sumidouros, tanque séptico/filtro/sumidouros e lagoa facultativa.

Além dos tratamentos *in loco*, a unidade pode encaminhar os efluentes para uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE). Caso o efluente gerado possua características físico-químicas semelhantes a efluentes industriais, carga orgânica elevada e risco de conter substâncias tóxicas ao meio ambiente, podendo comprometer a eficiência do tratamento do efluente doméstico, principalmente por processos biológicos, uma alternativa é o tratamento combinado constituído por pré-tratamento na unidade e, em seguida, tratamento na ETE (MENEZES, 2017).

**Figuras 18 e 19** – Tratamento de efluentes



Adequado



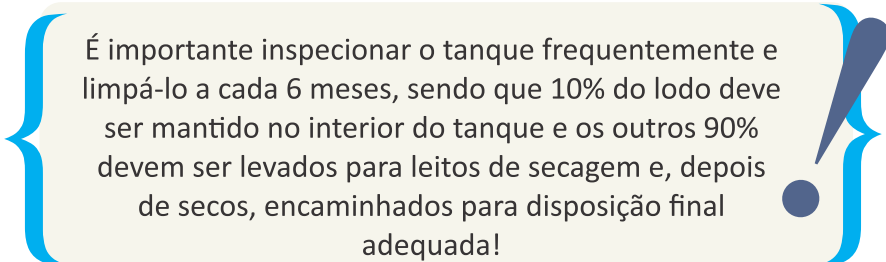
Inadequado

Fonte: Gesois, 2018.

### 5.5.1. Sistema Tanque Séptico/Sumidouro

O tanque séptico, também conhecido como fossa séptica desempenha múltiplas funções de sedimentação, digestão anaeróbia e acúmulo de lodo. Os sólidos sedimentáveis depositam-se no fundo do tanque, formando uma camada de lodo que sofre decomposição anaeróbia, havendo, por isso, uma redução contínua no volume dos resíduos ao longo dos meses de operação.

O efluente é encaminhado para uma caixa de passagem e distribuído para os sumidouros que, por sua vez, irão proporcionar a sua infiltração no solo. Recomenda-se que haja um gradeamento antes do tanque séptico, de modo a impedir o acúmulo de sólidos grosseiros, que poderiam prejudicar a correta operação do sistema de tratamento.



É importante inspecionar o tanque frequentemente e limpá-lo a cada 6 meses, sendo que 10% do lodo deve ser mantido no interior do tanque e os outros 90% devem ser levados para leitos de secagem e, depois de secos, encaminhados para disposição final adequada!

### 5.5.2. Sistema Tanque Séptico/Filtro/Sumidouro

Esse sistema diferencia-se do que foi descrito anteriormente apenas pelo acréscimo de um filtro anaeróbio depois do tanque séptico. Esse filtro geralmente é constituído por britas, de fluxo ascendente (de baixo para cima), propiciando um tratamento complementar do efluente do tanque. Nesse sistema é necessário realizar a retirada dos detritos armazenados na superfície do filtro.

### 5.5.3. Lagoa Facultativa

Antes do seu lançamento na lagoa, o efluente líquido passa por uma caixa de distribuição, quando então é direcionado para a lagoa, onde ocorrerá um tratamento biológico por meio da radiação solar (luz e temperatura) como fonte de energia.

Depois da lagoa, o efluente tratado passa por outra caixa de inspeção, a partir de então é encaminhado a um corpo receptor com capacidade de autodepuração suficiente para recebê-lo. A lagoa deve estar cercada com placa indicativa de alerta sobre restrição à entrada de pessoas não autorizadas. Para a operação da lagoa facultativa, é preciso haver o treinamento do operador, por um profissional capacitado.

## 5.6. Paisagismo

O paisagismo é uma técnica de composição e integração do empreendimento à paisagem local, utilizando-se como base elementos da natureza. Em Usinas de Triagem e Compostagem, a implantação do paisagismo minimiza os impactos visuais e ambientais gerados na área, além de promover um ambiente de trabalho agradável para os funcionários.

**Figuras 20 e 21 – Paisagismo**



Fonte: Gesois, 2018.



As principais estruturas paisagísticas de uma usina compreendem a cerca-viva nos limites do empreendimento, arborização, jardins e gramados.

Dentre as funções do paisagismo, citam-se:

**Proteger** o solo contra erosão.

**Manter** a umidade dos solos.

**Evitar** a dispersão de poeiras e resíduos para áreas vizinhas.

**Preservar** a privacidade dos trabalhadores.

**Criar** áreas sombreadas com árvores ornamentais, exceto próximo ao pátio de compostagem (para evitar o sombreamento nas leiras) e a lagoa facultativa.

## 5.7. Unidades de Apoio

As unidades de apoio compreendem as instalações e os equipamentos do escritório (mesa, cadeira e armário), copa/cozinha (pia, fogão, geladeira, bebedouro/filtro, mesa e cadeiras para refeições), vestiários (chuveiros, instalações sanitárias, lavatórios e armários individuais para os funcionários) e área de serviço (tanque e secador/varal).

**Figuras 22 e 23** – Áreas de apoio operacional



Fonte: Gesois, 2018.

## PROCEDIMENTOS DE OPERAÇÃO DAS UNIDADES DE APOIO

**Evitar** recipientes dispostos ao tempo que possam acumular água e atrair o mosquito da dengue.

**Providenciar** análises relativas à potabilidade da água utilizada para consumo dos funcionários.

**Limpar e desinsetizar** todas as unidades.

**Manter** no escritório os cartões de vacinação atualizados.

**Limpar** e manter higienizadas as instalações sanitárias e cozinha da unidade de apoio.

**Disponibilizar** Kit de primeiros socorros para a unidade.

**Substituir** os uniformes e EPIs danificados e **manter** atualizado o estoque de produtos necessários para limpeza.

Quando a operação das UTCs não ocorre de maneira adequada, há problemas como os apresentados a seguir.

### OPERACIONAL

Ineficiência da triagem de recicláveis: menor comercialização de recicláveis e a consequente perda econômica referente a materiais passíveis de reciclagem que são encaminhados ao aterro sanitário.

Ineficiência da triagem de orgânicos: aumento de matéria orgânica encaminhada ao aterro sanitário; presença de inertes nas leiras comprometendo a qualidade do composto maturado.

## ORGANIZACIONAL

Demora na comercialização de recicláveis ou não comercialização: acúmulo de materiais na UTC e perda econômica.

Armazenamento inadequado de recicláveis: perda da qualidade do material.

## ESTRUTURAL

Falta de estrutura adequada para triagem dos resíduos: triagem executada pelos funcionários / catadores em condições ergonômicas inadequadas.

Ausência de cobertura nas áreas de recepção e de armazenamento dos resíduos: perda de qualidade do material a ser triado e comercializado.

Ausência/descontinuidade do isolamento: falta de restrição de pessoas e animais, possibilitando furtos e transmissões de doenças.

Acesso em vias íngremes, estreitas e/ou não pavimentadas: dificuldade de acesso e manobra do caminhão, principalmente em períodos chuvosos.

Falta de manutenção no pátio de compostagem: infiltração de efluentes, crescimento de vegetação espontânea nas juntas de dilatação e obstrução do sistema de drenagem.

## 6. SISTEMAS DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RSU

### *6.1. Aterro Sanitário e Aterro Sanitário de Pequeno Porte para Disposição Final de Rejeitos*

Em consonância com a PNRS, os municípios que possuem UTC não devem dispor os rejeitos gerados em valas, devendo encaminhá-los para disposição em aterro sanitário de pequeno porte ou aterros sanitários.

No caso de municípios mais afastados de regiões com aterros sanitários, é recomendável a implantação de Estações de Transbordo, para armazenamento temporário dos resíduos.

#### *6.1.1. Aterro Sanitário*

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 consistindo em uma técnica simples, os aterros sanitários exigem cuidados especiais, e procedimentos específicos devem ser seguidos 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 24** – Aterro Sanitário



Fonte: Alfenas Ambiental, 2018.

### 6.1.2. Aterro Sanitário de Pequeno Porte

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 a ser disposta no aterro.

**Verificação** da profundidade do freático.

**Definição** da altura final do aterro.

## 6.2. *Sistemas Irregulares - Lixão e Aterro Controlado*

Alguns municípios de Minas Gerais ainda utilizam os lixões e aterros controlados para disposição final dos RSU. Esses sistemas são considerados irregulares e estão definidos no Quadro 3.

**Quadro 3** – Formas de disposição final inadequadas

FORMA DE DISPOSIÇÃO	DEFINIÇÃO	
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.

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

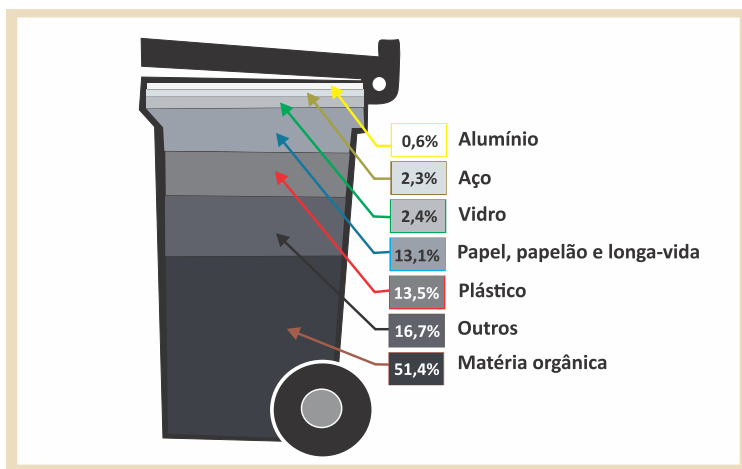
A matéria orgânica corresponde a uma parcela significativa do material presente nos resíduos sólidos urbanos. De acordo com dados no Ministério do Meio Ambiente, cerca de 800 milhões de toneladas de orgânicos são produzidas anualmente e destinadas de maneira inadequada, ocasionando, assim, grave prejuízo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

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

A Lei Estadual nº 18.030/2009 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 nº 230/2018 revê os custos médios *per capita* para estimativa de investimentos em sistemas de saneamento ambiental. A Resolução Conjunta SEMAD-SEPLAG 1.212/2010 e a Resolução SEMAD 1.273/2011 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.

### ***8.1. Alternativas para o Alcance da Sustentabilidade***

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. Esta 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.

## 9. MONITORAMENTO DAS USINAS DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM

O programa de automonitoramento das UTCs proposto pelo órgão ambiental é composto por relatórios periódicos que devem ser encaminhados pelos municípios à FEAM, conforme modelos disponibilizados. O automonitoramento das UTCs se dá mediante a verificação dos quantitativos de recicláveis segregados e comercializados, de resíduos orgânicos processados e de volume e qualidade do composto produzido (análises físico-químicas e bacteriológicas), bem como a quantidade de rejeitos encaminhados para aterramento. Além disso, constam nos relatórios informações a respeito da estrutura física das UTCs e manutenção geral do empreendimento.

### DICA

Na coleta de amostra do composto para análise, devem ser observados os seguintes critérios:

- Fazer a composição da amostra retirando porções de vários pontos da pilha de composto (10 amostras). Compor uma única amostra bem homogeneizada e dividi-la em 4 partes semelhantes. Utilizar as duas partes das extremidades e compor nova amostra. Efetuar esse procedimento até obter-se uma amostra de aproximadamente 1 kg. Finalmente, encaminhar esse material para análise em laboratório;
- O recipiente usado para a coleta de composto deve estar limpo, evitando-se uma possível contaminação da amostra;
- A embalagem para armazenar a amostra deve ser plástica e lacrada;
- A amostra destinada à análise bacteriológica deve ser preservada em caixa de isopor com gelo.

## 10. 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.





## 11. 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 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 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 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.

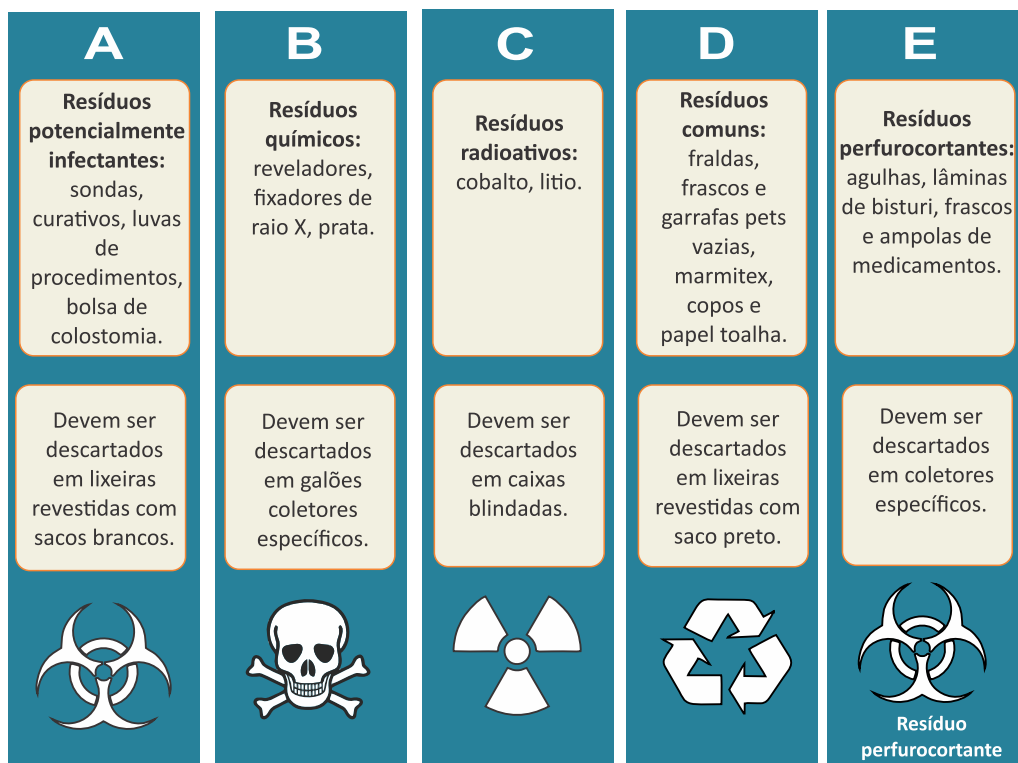
Quanto às lâmpadas fluorescentes, por conter substâncias químicas nocivas ao meio ambiente, deve-se realizar sua coleta separadamente e o envio a empresas que promovam a segregação dos componentes para tratamento e reciclagem.

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, por meio 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:

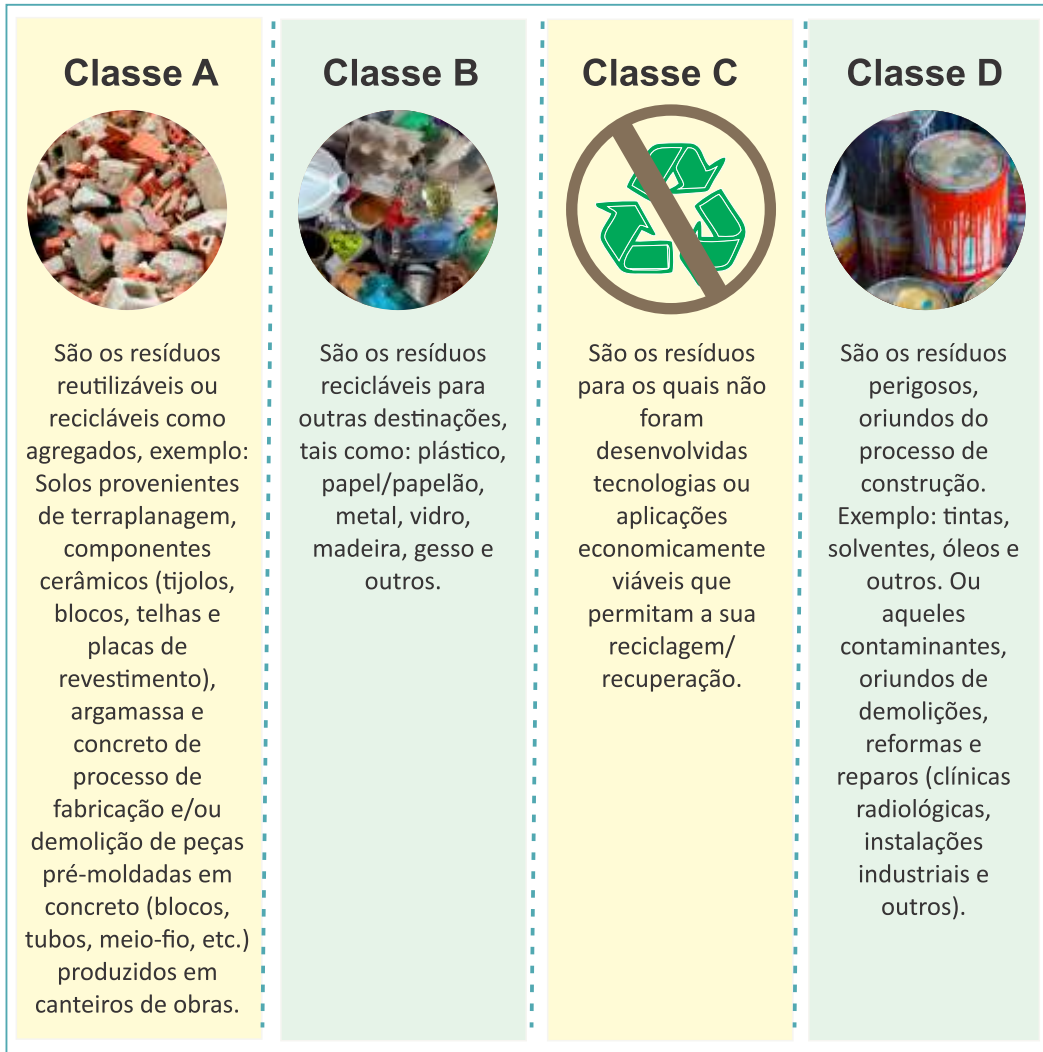
**Figura 25 – Grupos de RSS**



Fonte: Gesois, 2019.

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

**Figura 26 – Classes de RCD**



Fonte: Gesois, 2019.

## 12. 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 o 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 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.

## 13. DESENHO RESUMO



**Triagem:** A eficiência da triagem reflete nos demais processos de operação de usina, sendo importante manter o local limpo e organizado.

**Armazenamento:** o armazenamento adequado dos materiais triados e prensados garante a qualidade do produto e facilita a comercialização.



**Tratamento de orgânicos:** é uma ação fundamental para o aumento da vida útil de aterros sanitários, além de ter como produto o composto maturado que pode ser utilizado para adubação.

**Aterro sanitário:** disposição final ambientalmente adequada promove a diminuição dos riscos à saúde pública e ao meio ambiente.





**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

**Coleta seletiva:** recolhimento diferenciado de resíduos sólidos previamente selecionados nas fontes geradoras, com o intuito de encaminhá-los para reutilização, reaproveitamento, reciclagem, compostagem, tratamento ou destinação final adequada.

**Compostagem:** processo de decomposição biológica de fração orgânica biodegradável de resíduos sólidos, efetuado por uma população diversificada de organismos em condições controladas, até a obtenção de um material humificado e estabilizado.

**Consórcio público:** contrato firmado entre Municípios ou entre Estado e Municípios para, mediante a utilização de recursos materiais e humanos de que cada um dispõe, realizar conjuntamente a gestão dos resíduos sólidos, observado o disposto na Lei Federal nº 11.107, de 6 de abril de 2005.

**Destinação final:** encaminhamento dos resíduos sólidos para que sejam submetidos ao processo adequado, seja ele a reutilização, o reaproveitamento, a reciclagem, a compostagem, a geração de energia, o tratamento ou a disposição final, de acordo com a natureza e as características dos resíduos e de forma compatível com a saúde pública e a proteção do meio ambiente.

**Disposição final:** processo de encaminhamento de rejeitos para um aterro sanitário, de acordo com critérios técnicos aprovados no processo de licenciamento ambiental pelo órgão competente.

**Gestão integrada dos resíduos sólidos:** conjunto articulado de ações políticas, normativas, operacionais, financeiras, de educação ambiental e de planejamento desenvolvidas e aplicadas aos processos de geração, segregação, coleta, manuseio, acondicionamento, transporte, armazenamento, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos.

**Plano de gestão integrada de resíduos sólidos:** Documento integrante do processo de licenciamento que apresenta um levantamento da situação, naquele momento, do sistema de manejo dos resíduos sólidos, a pré-seleção das alternativas mais viáveis e o estabelecimento de ações integradas e diretrizes relativas aos aspectos ambientais, educacionais, econômicos, financeiros, administrativos, técnicos, sociais e legais para todas as fases de gestão dos resíduos sólidos, desde a sua geração até a destinação final.

**Reaproveitamento:** Processo de utilização dos resíduos sólidos para outras finalidades, sem sua transformação biológica, física ou química.

**Reciclagem:** Processo de transformação de resíduos sólidos, que pode envolver a alteração das suas propriedades físicas ou químicas, tornando-os insumos destinados a processos produtivos.

**Rejeitos:** Resíduos sólidos que, depois de esgotadas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos viáveis econômica e ambientalmente, destinem-se a disposição final ambientalmente adequada.

**Resíduos inertes:** são aqueles restos que não sofrem transformações por um longo tempo depois de descartados.

**Resíduos sólidos:** resíduos em estado sólido ou semissólido resultantes de atividade industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição, inclusive os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e os resíduos gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água.

**Resíduos sólidos urbanos:** Resíduos originados em residências, estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, assim como resíduos oriundos da poda de árvores e pela limpeza de vias e logradouros públicos.



**Reutilização:** Processo de utilização dos resíduos sólidos para a mesma finalidade, sem sua transformação biológica, física ou química.

**Tratamento:** Processo destinado à redução de massa, volume, periculosidade ou potencial poluidor dos resíduos sólidos, que envolve alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 8419*: apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – procedimento. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10007*: amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13896*: aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15849*: 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, e dá outras providências.

BRASIL. *Lei nº 9.974, de 6 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, e dá outras providências.

BRASIL. *Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007*. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 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 nº 12.305, de 02 de agosto de 2010*. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

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.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL - 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 - 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 – 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 – CONAMA. *Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002*. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 17 jul. 2002.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. *Resolução 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 – CONAMA. *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. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 04 abr. 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. *Resolução nº 401, 4 de novembro de 2008*. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 5 de nov. de 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. *Resolução nº 416, 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. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 01 de out. de 2009.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – 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 – CONAMA. *Resolução CONAMA nº 448, de 18 de janeiro de 2012*. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. *Resolução CONAMA nº 469, de 29 de julho de 2015*. Altera a Resolução CONAMA no 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

FERREIRA, Bernardo Ornelas. *Avaliação de um sistema de metanização de resíduos alimentares com vistas ao aproveitamento energético do biogás*. 2015. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação, Programa de Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais - Ufmg, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/1132M.PDF>. Acesso em: 26 abr. 2019.

GUEDES, Cármen Luisa Barbosa et al. *Avaliação de biocombustível derivado do bio-óleo obtido por pirólise rápida de biomassa lignocelulósica como aditivo para gasolina*. *Quim. Nova*, v. 33, n. 4, p.781-786, 26 mar. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v33n4/03.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2019.

INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUÁRIA. *Portaria nº 1.585, 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. 2019.

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

MINAS GERAIS. *Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009*. Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS).

MINAS GERAIS. *Lei nº 19.823, de 22 de novembro de 2011* - Dispõe sobre a concessão de incentivo financeiro a catadores de materiais recicláveis - bolsa reciclagem.

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.

MINISTÉRIO DA SAÚDE - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. *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.

MINISTÉRIO DA SAÚDE - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. *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.

SILVA, Carlos Alberto Rodrigues da. *Geração de energia a partir de RSU*. 10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural. 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**