

CIÊNCIAS DO AMBIENTE

Fascículo 8

Resíduos sólidos

Autores:

Catia Araujo Farias

Beatriz de Deus Grotto

Ozelito Possidônio de Amarante Junior

Celso Maran de Oliveira

© 2022 by Cátia Araujo Farias, Beatriz de Deus Grotto, Ozelito Possidônio de Amarante Junior,
Celso Maran de Oliveira
Direitos dessa edição reservados ao Centro de Estudos em Democracia Ambiental da
Universidade Federal de São Carlos – CEDA/UFSCar
É proibida a reprodução total ou parcial desta obra sem a autorização expressa da Editora.
Capa e Projeto Gráfico: Matheus Mazini Ramos

Dados internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Amarante Junior, Ozelito Possidônio de; Oliveira, Celso Maran de
(Organizadores).

Ciências do Ambiente; fascículo 8: Resíduos Sólidos / Cátia Araujo Farias,
Beatriz de Deus Grotto, Ozelito Possidônio de Amarante Junior, Celso
Maran de Oliveira - São Carlos: CEDA/UFSCar, 2022.

19 p. il.

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-997083-6-7

1. Ambiente. 2. Resíduos. 3 Sustentabilidade. Farias, Cátia Araujo.
I. Grotto, Beatriz de Deus. II. Amarante Junior, Ozelito
Possidônio. III. Oliveira, Celso Maran. IV.



Centro de Estudos em Democracia Ambiental
Universidade Federal de São Carlos
Via Washington Luís, km 235 CEP: 13565-905.
São Carlos, SP. Brasil
Telefone: (16) 3306-6789
<http://www.ceda.ufscar.br>

RESÍDUOS SÓLIDOS

Cátia Araujo Farias, Beatriz de Deus Grotto, Ozelito Possidônio de Amarante Junior & Celso Maran de Oliveira

Resíduos Sólidos

Segundo Lima e Silva *et al.* (2002, p. 204-205), *resíduo sólido é todo e qualquer refugo, sobra ou detrito resultante da atividade humana, excetuando dejetos e outros materiais sólidos que podem estar em estado sólido ou semissólido.*

As ações do homem sobre o ambiente geram resíduos sólidos e, na atualidade, tais ações têm sido preocupante por conta do dinamismo industrial, aliado à produção tecnológica, conduzindo a sociedade à geração de maiores quantidades de resíduos. Esse consumismo, impulsionado pelo desenvolvimento econômico dos países, cada vez mais impacta o meio ambiente.

Será que estamos na chamada sociedade do descarte? Tudo que utilizamos para o conforto e melhoria da qualidade de vida gera um tipo de resíduo. Papel, plástico, alumínio, eletroeletrônicos, entre outros, são ou serão descartados em algum momento, assumindo a denominação de resíduo sólido. Então, podemos ainda definir resíduos sólidos como todos os materiais que descartamos como lixo, por não servirem mais a algum propósito ou mesmo que alcançaram o fim de sua vida útil, como acontece com os equipamentos eletroeletrônicos obsoletos.

A disposição inadequada desses resíduos, ou seja, o descarte deles, seja nas encostas ou nos vales próximos às cidades, vem oferecendo riscos de contaminação no solo e, conseqüentemente, nas águas subterrâneas.

Assista ao *documentário A história das coisas*, extraído do livro Annie Leonard: A História das Coisas: da natureza ao lixo, o que acontece com tudo que consumimos, acessando ao [link](#).

Tipos de resíduos sólidos

A necessidade de se estabelecer classes de resíduos tem como objetivo principal o da nomeação daqueles possíveis de serem reaproveitáveis, com a finalidade, inclusive, de

retorná-los à fonte produtora, bem como reduzir ou substituir os considerados tóxicos, por meio de técnicas apropriadas, conforme estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010).

Seja qual for o objetivo de classificação adotado, tal medida parece ser oportuna diante dos problemas atuais dessa disposição inadequada dos resíduos sólidos. Assim, os resíduos sólidos são classificados seguindo alguns critérios, como: suas características, propriedades e origens. A partir disso, fica menos complexo a separação dos resíduos para a realização de tratamento e destinação final de forma correta, tendo em vista os impactos ambientais e riscos à saúde pública que podem ocasionar em casos contrários.

Os critérios de classificação não são únicos, pois dependendo dos seus constituintes podem ser estabelecidas outras classes de resíduos, definindo uma nova classificação ou novos subgrupos, de acordo com a necessidade de sua destinação ou tratamento. Se a classificação for em relação à natureza ou ao estado dos resíduos, esta pode ser sólida, líquida, gasosa e pastosa.



Ilha de São Luís, MA. (Foto: Ozelito P. de Amarante Jr., 2016)

Assim, os resíduos sólidos podem ser classificados segundo à **natureza física** (seco ou molhado), à **composição química** (orgânico e inorgânico) e à **fonte geradora** (domiciliar, industrial, hospitalar etc.). Uma classificação que se sobrepõe a todas as demais é aquela que considera os riscos potenciais dos resíduos ao ambiente, dividindo-os em perigosos, inertes e não inertes, conforme a NBR 10.004 (ABNT, 2007)

Sobre a classificação dos resíduos quanto aos riscos potenciais, consulte a NBR 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Vamos conferir os principais tipos de resíduos existentes?

Os resíduos sólidos urbanos representam todo material gerado a partir das atividades humanas e podem ser classificados:

a) Resíduo sólido residencial (domiciliar ou doméstico) - esse tipo de resíduo sólido é gerado a partir das atividades domésticas (sobras de alimentos, invólucros, papéis, papelões, plásticos, vidros, trapos e outros resíduos variados).

Sua composição e quantidade (volume) depende do poder aquisitivo e número de habitantes. Atualmente, é constituído de vários materiais, dentre os quais têm-se os não-degradáveis como, por exemplo, plásticos e materiais tóxicos (pilhas, baterias, eletroeletrônicos, entre outros).

É importante salientar que resíduos inertes podem ocupar grandes volumes, tornar-se abrigo para vetores de doenças e não sofrerem degradação, exatamente por serem inertes, como é o caso de resíduos de construção civil: tijolos, telhas, azulejos, peças cerâmicas em geral. Esses materiais ocupam espaço e diminuem o tempo de vida útil do aterro sanitário.



APA Itapiracó, São Luís, MA. (Foto: Ozelito P. de Amarante Jr., 2013)

b) Resíduo sólido comercial - o que inclui papéis, plásticos ou papelões gerados, em sua maioria, pelos estabelecimentos comerciais.

c) Resíduo sólido de feira - materiais de embalagem e alimentos (frutas, verduras, legumes, restos de carne etc.).

d) Resíduo sólido hospitalar – que representa um caso particular do resíduo sólido urbano. Esse tipo de resíduo contém, além de restos de alimentos, papéis, restos de farmácia, de laboratório de análises clínicas, de bancos de sangue, de cirurgia etc. É constituído, geralmente, de uma fração potencialmente patogênica (de 25 a 30%). O *Staphylococcus aureus* é um dos organismos patogênicos mais comumente encontrados nesse tipo de resíduo.



Uma questão importante:

Atenção: em alguns municípios brasileiros, resíduos provenientes de hotéis, motéis, portos, aeroportos, estações rodoviárias e estações ferroviárias podem ser considerados resíduos hospitalares dada a frequência com que se encontram componentes perfurocortantes, absorventes íntimos, preservativos, entre outros materiais descartáveis que podem apresentar risco biológico. Esse critério pode ser estabelecido no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, que diz como coletá-los e qual o seu destino mais adequado.

e) Resíduo sólido industrial - é todo e qualquer resíduo resultante das atividades industriais. Sua composição é variada, sendo o tipo de rejeito que mais compromete o meio ambiente, por isso há um grande número de normas para o tratamento e disposição desse tipo de resíduo que o responsável pela sua geração precisa adotar, para o adequado manejo, evitando impactos negativos. Confira na Tabela 1 alguns dos resíduos gerados pelas indústrias:

Tabela 1 - Principais resíduos produzidos pelas indústrias

Indústria	Tipo de resíduo gerado
Galvanoplastia	Lodo contendo metais pesados
Tintas e Vernizes	Resíduos orgânicos, borras oleosas, catalisadores contendo metais pesados
Couro e produtos	Lodo curtido, graxas, óleos, lodo de tratamento de efluentes, solventes halogenados e não-halogenados
Madeira e produtos	Solução misturada e ácida, lodo de fundo de tanque, lodo de tratamento de efluentes, solventes não-halogenados
Papel e produtos	Solventes halogenados e não-halogenados, lodos de metais pesados, lodos ácidos, óleos residuais, resinas e tintas, lodo de fundo de tanque
Produtos químicos e afins	Solventes halogenados e não-halogenados, óleos residuais, soluções ácidas e alcalinas, lodos de metais pesados, solventes inorgânicos, fenóis, resinas
Petróleo	Borras oleosas e catalisadores contendo metais pesados
Petroquímica	Resíduos sintéticos, produtos químicos, metais pesados

Fonte: adaptado de Teixeira (1996) *apud* FARIAS (2002).



Praia do Cassino, Rio Grande, RS (Foto: Ozelito P. de Amarante Jr., 2016).

f) Resíduo sólido radioativo - no que se diz respeito a resíduo sólido radioativo, a Comissão Nacional de Energia Nuclear estabelece normas para resíduos dessa natureza. Em escala inferior aos países que se utilizam das usinas nucleares, o Brasil apresenta rejeitos em função de sua utilização para fins de pesquisas médicas, energéticas ou industriais. Cuidados especiais são necessários para o manuseio desses rejeitos, devido à radioatividade.

g) Resíduo especial - tal classe de resíduos sólidos urbanos é decorrente do descarte de poda de árvores e capinação, do descarte de bens de consumo (veículos, eletrodomésticos, mobiliário etc.), animais mortos, além de resíduos oriundos de varrição e limpeza de galerias, dentre outros.

A classificação e o estudo da composição dos resíduos em grupos, subgrupos, classes, subclasses, e daí por diante, auxilia na dinamização do sistema operacional para os diversos tratamentos desses resíduos. O avanço tecnológico sempre coloca no meio ambiente variedades desses resíduos que precisam ser agrupados e classificados, para que possam ser dispostos adequadamente ou reciclados, de modo a não causar impactos negativos ao meio ambiente. Atualmente, a necessidade de classificação tem sido intensificada, em virtude dos procedimentos previstos pela legislação ambiental, bem como pela ISO - *International Standardization of Organization*, uma organização internacional de padronização, responsável pela normalização de produtos e serviços que para o estabelecimento de uma política ambiental nas empresas, entre outras.

A necessidade, então, de se atender às exigências legais para uma Certificação ISO, bem como ao licenciamento ambiental, tem levado grande parte do meio empresarial brasileiro a adotar práticas de reciclagem ou reaproveitamento de resíduos. Para tanto, uma classificação criteriosa desses resíduos gerados surge como modelo de modernização e competitividade para um sistema de gestão

ambiental, agregando valor ao produto ou serviço gerado pela empresa.

A quantidade de resíduos sólidos está condicionada aos hábitos de consumo e de desperdícios da sociedade; às épocas climáticas do ano e à região geográfica, bem como relacionada aos níveis de desenvolvimento econômico, tecnológico, sanitário e cultural da população e das práticas de coleta e reciclagem.

Cada tipo de resíduo sólido apresenta características, como: volume, composição química, peso específico, poder calorífico, umidade, componentes principais e índice de compactação, bem como outras variáveis. Esses parâmetros precisam ser conhecidos, de maneira a auxiliar o poder público local (Prefeituras) na adoção de coleta e tratamento que melhor otimize o gerenciamento dos resíduos nas localidades.



Pausa para reflexão:

Um dos principais processos que tem sido utilizado para a disposição adequada dos resíduos sólidos, visando a eliminação de problemas ambientais é a disposição em **aterros sanitários**, (Figura 1) que pode ser associado à coleta seletiva dos recicláveis e à compostagem de resíduos orgânicos. O aterro sanitário apresenta-se como a solução mais econômica, quando comparada a outras, como incineração, compostagem e pirólise (SCHALCH *et al.*, 1995), destacando-se por: evitar a poluição e, ou, contaminação ambiental, especificamente das águas superficiais ou subterrâneas; garantir, tanto quanto possível, uma decomposição aeróbica da matéria orgânica, reduzindo a formação de gases mal cheirosos; impedir o surgimento de focos de fogo e fumaça, bem como de vetores (moscas, ratos, urubus etc.).

Nos aterros sanitários, o resíduo sólido urbano é disposto no solo em camadas sucessivas, de espessura predeterminada, recebendo uma camada de solo argiloso, que é compactado, formando células recheadas. Na figura 2, tem-se o esquema representativo de um aterro sanitário.

Figura 1 – Disposição dos resíduos sólidos nos municípios em aterro sanitário ou não.

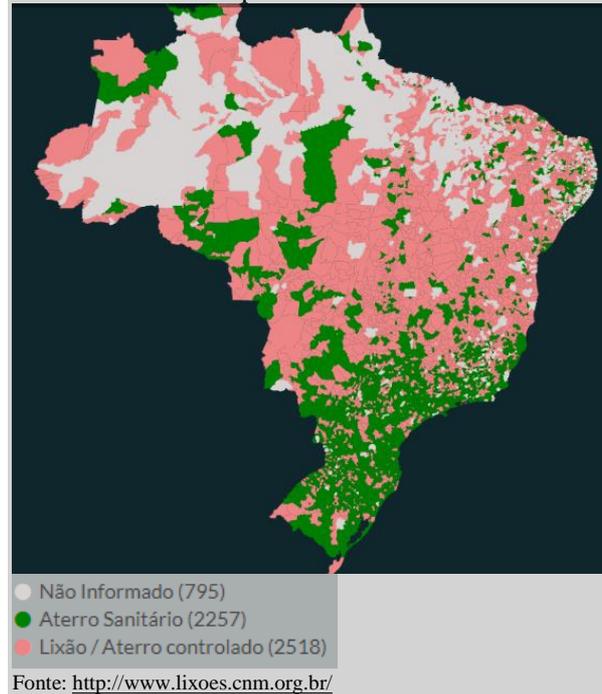
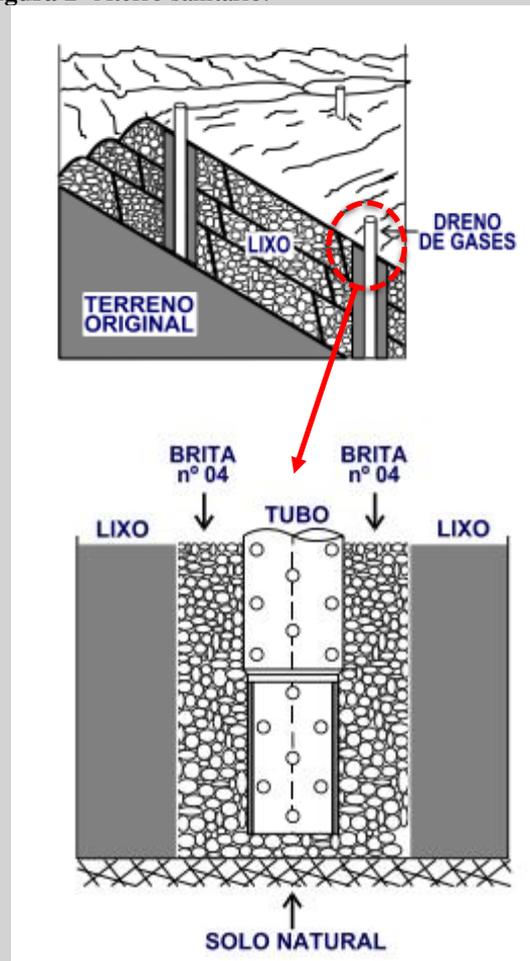


Figura 2- Aterro sanitário.



Fonte: Adaptado de Farias (2002)

Situação dos resíduos sólidos no Brasil

O Brasil, com mais de 200 milhões de habitantes é considerado um dos países que mais gera resíduos sólidos, quer seja pela sua dimensão continental, quer seja pela variabilidade regional em geração e práticas de descarte ao longo da história.

No relatório Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019, da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2019), apresenta-se que, em 2018, foram geradas no Brasil, cerca de 79 milhões de toneladas de resíduos. Desse montante, 92% (72,7 milhões) foi coletado e 8% (6,3 milhões) de toneladas de resíduos não foram recolhidos junto aos locais de geração. O fato desse alto percentual de resíduos coletados, não necessariamente indica que estes foram dispostos adequadamente. E essa situação têm acarretado sérios problemas ambientais e de saúde pública ao longo dos anos em muitos dos 5.570 municípios do país, justamente pela disposição inadequada ou irregular dos resíduos, principalmente os conhecidos como RSU (resíduos sólidos urbanos, ou, oriundos das atividades das residências urbanas, os de limpeza urbana, como da varrição, da limpeza de logradouros e das vias públicas) tem causado a contaminação de solos, cursos d'água e lençóis freáticos, e também colaborado com a disseminação de doenças como dengue, leishmaniose, leptospirose e esquistossomose, entre outras, cujos vetores encontram nos chamados lixões (depósitos a céu aberto) um ambiente propício para sua disseminação.



Praça Xavier, Rio Grande, RS (Foto: Ozelito P. de Amarante Jr., 2016).

Com a promulgação da Lei 12.305, em 2 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos no país, alguns avanços significativos em relação às ações fiscalizadoras sobre a disposição dos resíduos têm modificado os cenários em torno da disposição inadequada dos resíduos. Conversaremos mais sobre a lei logo à frente.



Pausa para explicação:

A disposição irregular dos resíduos sólidos urbanos, nos chamados “lixões” conduziu um percentual da população que vive abaixo da linha da miséria a utilizar tais espaços para sobreviverem. Ao longo dos anos, assim se estabeleceram. Os “catadores de lixo”, assim denominados pela sociedade, são pessoas na faixa etária média de 39 anos, de cor ou raça preta/parda e, em sua maioria, chefes de família. De qualquer maneira, estes indivíduos apresentam histórias diversas de conflitos socioeconômicos que os conduziram a essa atividade.

Na atualidade, em decorrência da nova legislação, essa mão de obra passou a ser absorvida em modelos de cooperativas para a coleta seletiva, embora, muitos ainda praticam a atividade sem estarem associados.

Assista ao documentário Meio Ambiente por Inteiro - Gestão de resíduos sólidos (17/06/17), para conhecerem um pouco da realidade dos catadores e as possibilidades de fazer gestão desses resíduos, acessando ao [link](#).

Impactos Ambientais

A disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos, ou seja, a céu aberto (lixões), bem como nos chamados aterros controlados, ocasionam impactos ambientais, tais como: proliferação de micro e macrovectores de doenças, poluição visual, alteração na qualidade do solo, depreciação de águas subterrâneas, contaminação dos catadores, entre outros. Tornando-se, assim, necessário tomar medidas mitigadoras para minimizar os impactos, por meio de políticas públicas.

Uma alternativa para a gestão ambiental que envolve o tratamento e disposição dos resíduos nos municípios é a implantação de **consórcios**

intermunicipais que viabilizam o rateio de custos e gerenciamento de aterros sanitários, principalmente para cidades pequenas e que apresentam relevo mais acidentado, protegidos pela legislação ambiental.

Com essa ferramenta de gestão para os resíduos sólidos pode-se implementar programas de incentivo à segregação dos resíduos domiciliares em rede, possibilitando a implantação de cooperativas de reciclagem de maneira a absorver a população que vive diretamente da coleta de resíduos (catadores) e disseminar na população práticas dos princípios da Educação Ambiental e mudança de comportamento quanto à geração de resíduos sólidos. O fato é que muitas possibilidades de redução dos impactos ambientais são factíveis, necessitando apenas da aplicação das ferramentas de gerenciamento ambiental disponíveis às administrações públicas locais.

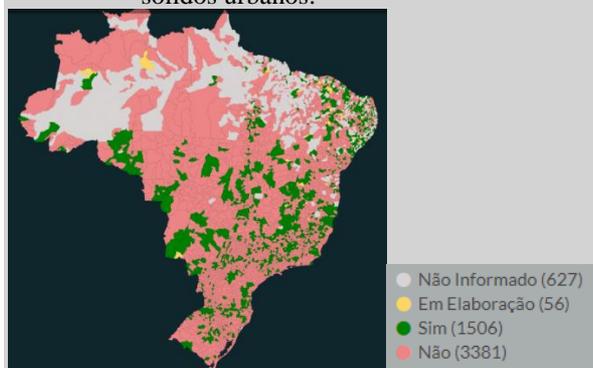


Pausa para reflexão:

Conheça o roteiro para implantação de consórcio público para destinação de resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários, acessando ao [link](#).

Na figura 3, tem-se o mapeamento dos municípios que participam de consórcios intermunicipais de resíduos.

Figura 3 - Municípios participantes de consórcios públicos para destinação de resíduos sólidos urbanos.



Fonte: <http://www.lixoes.cnm.org.br/>

Legislação brasileira sobre os resíduos sólidos

Por conta da questão relacionada aos impactos ambientais causados pela falta de tratamento e disposição dos resíduos sólidos no meio ambiente, foi criada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), ou seja, a Lei Federal nº 12.305/2010, que dispõe sobre os princípios, objetivos e instrumentos para alcançar o correto gerenciamento de resíduos. Essa lei representa um marco no país para os problemas ambientais ocasionados pelos resíduos sólidos e seu descarte.

Vamos conhecer alguns detalhes Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)?

A PNRS procura adequar o gerenciamento dos resíduos sólidos às legislações e normas já existentes, ou seja, ela atende à Constituição Federal de 1988, quanto ao art. 225; à Lei nº 9.605/98, que trata das sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, bem como à Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81), articulando-se com a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999) e com a Política Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007). Percebemos, portanto, que se trata de um instrumento muito importante no enfrentamento das questões ambientais, sociais e econômicas decorrentes da geração, tratamento e disposição inadequada dos resíduos sólidos.

Observamos no artigo 7º desta lei a listagem de 15 objetivos a serem alcançados para este enfrentamento, dos quais destacamos os seguintes:

- *Proteção da saúde pública e da qualidade ambiental*

Encabeçando a lista, reflete a coesão entre as políticas públicas já existentes.

- *Não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como*

disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos

Reflete a necessidade de adoção de práticas de redução de resíduos a partir da adoção de mudança de paradigmas com base em procedimentos alinhados às práticas de educação ambiental, corroborado por outros objetivos listados: - estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços; - adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais; - redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos;

- Incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados

Observa-se que neste objetivo há sinalização para a produção de materiais que podem ser reciclados e a adoção de processos sustentáveis para o ciclo de vida do produto. Neste aspecto, percebe-se a intenção da gestão integrada dos processos e produtos, corroborado pelos os objetivos seguintes: - gestão integrada de resíduos sólidos; - articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos; - capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos; - estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto; - incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético;- estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável.

Além dos compromissos das empresas no processo de gestão dos resíduos, há também os destinados ao poder público, como os observados nos seguintes objetivos da PNRS: - regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com

adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira, observada a Lei nº 11.445, de 2007; - prioridade, nas aquisições e contratações governamentais, para: a) produtos reciclados e recicláveis; b) bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis;

- *Integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.*

Neste objetivo percebe-se que a PNRS incorporou conceitos modernos como a inclusão socioeconômica dos catadores de materiais recicláveis dos lixões, de maneira a integrá-los nas práticas de coleta e reciclagem em condições mais dignificantes, sendo este um compromisso compartilhado entre empresas e poder público. Além disso, a política traz também a gestão integrada dos resíduos sólidos, a responsabilidade compartilhada e a logística reversa como fatores inovadores para a gestão dos resíduos sólidos.

Com a homologação da PNRS, o Brasil passa a uma condição de *status* igualada aos principais países desenvolvidos, pelo esforço legal de desenvolvimento sustentável e pela responsabilidade social ao incluir os “catadores” de materiais recicláveis e reutilizáveis, tanto na Logística Reversa quando na Coleta Seletiva (MMA, 2021).



Praia do Cassino, Rio Grande, RS (Foto: Ozelito P. de Amarante Jr., 2016).

Mas, entre o que se espera e o que se pratica, há uma grande distância, uma vez que já se passaram dez anos de sua implementação, ou pelo menos 30 anos desde o início dos debates sobre a necessidade de gerenciamento de resíduos no país e as mudanças estabelecidas na lei ainda caminham devagar.



Pausa para reflexão:

Assista à palestra “**Análise crítica dos 10 Anos de criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**”, realizada em agosto de 2020, do Especialista Marcus Vinicius Carvalho Arantes, doutorando em Saúde Global e Sustentabilidade (FSP-USP) e há 9 anos atuando em programas de gerenciamento de resíduos sólidos.

Nessa palestra foram avaliados criticamente os objetivos e os instrumentos constituintes da PNRS, considerando os seguintes tópicos:

- * *discussão do panorama atual relativo à gestão de resíduos sólidos brasileiros;*
- * *proposições de melhorias de políticas voltadas ao gerenciamento de resíduos;*
- * *experiências nacionais e internacionais de gestão e gerenciamento, ambientalmente correto de resíduos sólidos.*

Acesse ao [link](#).



Pausa para explicação:

A PNRS estabeleceu prazo para o encerramento dos chamados “lixões” e aterros improvisados em todos os municípios. Veja um cenário em 2015, cinco anos após a promulgação da lei, assistindo um exemplo dessa situação, acessando ao [link](#).

O antigo Lixão da Estrutural encerrou as atividades em 20 de janeiro de 2018, após uma determinação do Tribunal de Justiça do Distrito Federal.

Gestão integrada dos resíduos sólidos

Na leitura da PNRS vamos verificar que é estabelecido que **quem gera os resíduos sólidos é responsável pelo gerenciamento** ambiental desse resíduo. Assim, para cumprir essa diretriz, ou seja,

realizar o gerenciamento dos resíduos sólidos, o responsável deve reunir um conjunto de procedimentos que garantam o planejamento, a implementação de técnicas e gestão de seus resíduos. Tais ações devem garantir, por conseguinte, a redução da produção desse resíduo, por meio de estudos técnicos e práticas de educação ambiental, bem como proporcionar coleta, armazenamento, tratamento, transporte e destinação final ambientalmente adequada.

A gestão integrada dos resíduos sólidos refere-se a todas as ações voltadas à implementação de soluções, procedimentos e regras no manejo dos resíduos. Para essa gestão é necessário a elaboração de um plano de gerenciamento integrado dos resíduos sólidos (Figura 4).

Figura 4 - Planos de Resíduos Sólidos (art.14, Lei nº12.305/2010).



Fonte: [Plano de Gerenciamento de Resíduos](#).

A elaboração dos planos nacional, estaduais, microrregionais, intermunicipais, municipais e os de gerenciamento de resíduos sólidos representam ações importantes para a implementação da gestão integrada de resíduos sólidos e aplicação da PNRS. Um dos desafios desse processo é a articulação entre as governanças (federal, estadual e municipal) e os demais atores sociais envolvidos no manejo dos resíduos sólidos. De qualquer maneira, tais planos (Figura 4), devem tratar de questões como: coleta seletiva, reciclagem, inclusão social e participação da sociedade civil, o que aumenta ainda mais a lista de desafios da PNRS.

Outro fator importante, é que tais planos também precisam incluir a gestão dos resíduos de serviços

de saúde, da construção civil, de mineração, de portos, aeroportos e fronteiras, industriais e agrossilvipastoris.

Em relação aos responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos sólidos, vamos verificar que no art. 20 da PNRS, tem-se aqueles que devem elaborar o **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos** (PGRS). Pela figura 4, observa-se que a administração pública é obrigada a ter seu PGRS, em função do enquadramento como “estabelecimento de prestação de serviço que: a) gerem resíduos perigosos; b) gerem resíduos que, mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal”.

As seguintes ações compõem o **PGRS**:

1 - Coleta e classificação/identificação dos resíduos, de acordo com as classes definidas pela norma técnica ABNT – NBR 10.004.

2 - Armazenamento e segregação dos resíduos, para fins de implantação da **coleta seletiva** ou armazenamento temporário adequado, para encaminhamento a destinação final daqueles passíveis de serem dispostos de forma ambientalmente correta (aterro sanitário). A segregação segue as diretrizes da Resolução CONAMA 275/2001 e NBR 10.004, de maneira a se constituir na separação e triagem dos resíduos, de acordo com suas características (volume, composição química, peso específico, poder calorífico, umidade, componentes principais e índice de compactação) de maneira a evitar a contaminação entre os materiais e facilitar o seu acondicionamento.

O armazenamento temporário dos resíduos segue as especificações técnicas da NBR 11.174 e 12.235, de acordo com suas características físicas.



Pausa para reflexão:

A coleta seletiva representa uma das principais ferramentas para a redução da quantidade de resíduos sólidos a serem encaminhados aos aterros sanitários. Vamos aprender a separar o nosso Resíduo?

Assista ao vídeo “Coleta Seletiva” do Momento Ambiental da TV Justiça, acessando ao [link](#).

3 - Transporte dos resíduos. O transporte de resíduos segue normas de acordo com a natureza do material a ser transportado. Resíduos perigosos deve seguir o disposto no Decreto 96.044, na Portaria 204 do Ministério dos Transportes e aos padrões estabelecidos nas Normas NBR 7500, NBR 7501, NBR 7503 e NBR 9735.

4 - Destinação final dos resíduos. Os municípios, o Distrito Federal ou ainda os consórcios municipais podem eleger o destino dos resíduos também levando em consideração a natureza dos resíduos gerados, seu volume ou massa, a frequência de geração de cada tipo de resíduo, a melhor tecnologia disponível na região, a eficiência do processo de destinação final, a viabilidade econômica e, preferencialmente, o menor impacto ambiental possível. Resíduos combustíveis podem ser destinados à incineração para geração de eletricidade, bem como os gases combustíveis oriundos da degradação anaeróbica de resíduos sólidos orgânicos. A aplicação de micro-ondas ou plasma podem ser formas de esterilizar resíduos que apresentam risco biológico. O envio de materiais para reutilização, reciclagem, re-refino (no caso de óleos lubrificantes, por exemplo) podem apresentar menor impacto ambiental que o descarte e armazenamento final em aterros sanitários (que deveriam ser a opção para aqueles resíduos cujo o aproveitamento material ou energético não se apresenta economicamente viável ou a tecnologia disponível não atende à especificidade do material em questão.

Responsabilidade compartilhada

A responsabilidade compartilhada, segundo a PNRS, significa que todos somos responsáveis pelos produtos desde a sua produção até o seu descarte. Assim, os consumidores, fabricantes, distribuidores, comerciantes, importadores e governo são responsáveis pelo ciclo de vida do produto, pois participam direta ou indiretamente deste.

O ciclo de vida do produto é um mapeamento do comportamento do produto/serviço em relação ao mercado consumidor, compreendendo as fases: lançamento do produto; crescimento no mercado (aumento de vendas); consolidação (estabilidade

nas vendas) e decaimento no mercado (queda de vendas e diminuição do lucro).

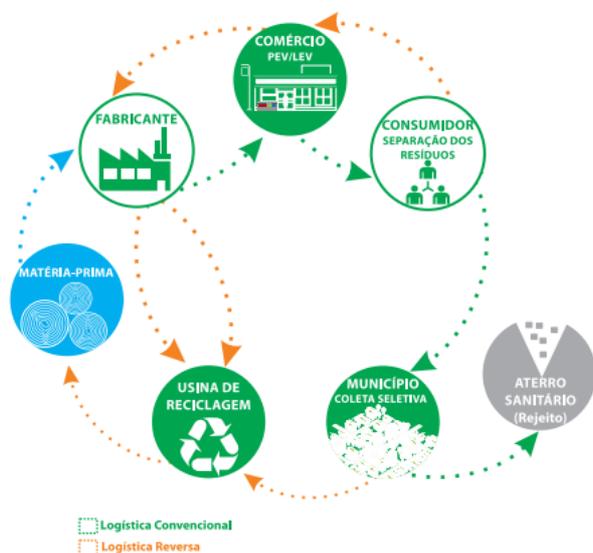
Nos municípios, as prefeituras praticam a responsabilidade compartilhada com os munícipes, elaborando os planos de gestão integrada, de maneira a erradicar os lixões, operacionalizando ou ampliando a coleta seletiva e a compostagem com a efetiva integração dos catadores de materiais recicláveis e engajamento da sociedade.

Logística reversa

Sendo um dos principais instrumentos da PNRS, a Logística Reversa (figura 5) corresponde a uma ação que visa o direcionamento das embalagens pós-consumo e de materiais, como pilhas, pneus e lâmpadas, para a reciclagem ou para a obtenção de energia, a partir do seu retorno ao setor empresarial, de maneira a ser reaproveitado no mesmo ciclo produtivo ou em outros ciclos. É o caminho de volta do produto (resíduo) após ser comercializado e consumido.

A PNRS também definiu, no art. 33, alguns produtos com sistemas de logística reversa obrigatórios (Figura 6):

Figura 5 - Sistema de logística reversa.



Fonte: Plano de Gerenciamento de Resíduos.

Figura 6 - produtos com logística reversa obrigatória.



Fonte: Plano de Gerenciamento de Resíduos.



Pausa para explicação:

O “Resíduo eletrônico” é composto por Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE), sendo estes todos os dispositivos eletroeletrônicos, de celulares, tablets e computadores a TVs, lavadoras de louça e de roupa, geladeiras e etc., que foram descartados de forma irregular.

Assista a reportagem “Metarreciclagem” no Momento Ambiental, acessando ao [link](#).

Oportunidades de negócio com o gerenciamento dos resíduos sólidos

A oportunidade de negócio para o gerenciamento dos resíduos sólidos é possível a partir das práticas de coleta seletiva e reciclagem desses resíduos. A partir da adoção da coleta seletiva e da reciclagem dos resíduos é possível garantir que haja a inclusão social e econômica dos catadores de recicláveis. Além disso, a logística reversa contribui para que surja novas possibilidades de ganhos para todos.

Segundo o Sebrae (2021), “o mercado de gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) é uma área com grande potencial para o desenvolvimento dos micros e pequenos negócios no Brasil.” Ou seja, a adesão da coleta seletiva de recicláveis é uma prática que além de proporcionar inclusão social,

pode também contribuir para a formação de microempresas e a partir disso ganhar destaque no ambiente de negócios, tendo em vista que o mercado que lida com resíduos sólidos como matéria-prima apresenta crescimento escalar, como observa-se com o caso do resíduo eletrônico (e-lixo).



Fonte: (Pixabay)



Pausa para reflexão:

Assista à reportagem “Lixo eletrônico vira oportunidade de negócio”, do jornal da Band, acessando ao [link](#).

Coleta Seletiva

A Coleta Seletiva é o método de recolhimento de materiais que podem ser reciclados. Em geral, são separados nas fontes geradoras (residências, hotéis, restaurantes etc.). Esta segregação agrega valor ao material reciclável, uma vez que evita este ser deteriorado ou que seja contaminado com outros resíduos, o que não teria aproveitamento na coleta seletiva.

Com essa prática podemos contribuir para preservação ambiental e desenvolvimento social em nossa cidade, mesmo que não consigamos observar de imediato esse benefício. Essa ação, aliada a outras de mudanças de hábitos quanto ao consumismo exagerado, já é um bom começo para a preservação dos recursos naturais.



Fonte: (Pixabay)

Será que conhecemos bem os materiais recicláveis?

Quando começamos a fazer a separação do nosso Resíduo para o recolhimento pela coleta seletiva, surgem dúvidas sobre alguns materiais, não é verdade? Isso acontece porque ainda conhecemos muito pouco sobre nossos resíduos domiciliares. Para facilitar a tarefa, separamos em resíduo seco e resíduo úmido. O resíduo úmido pode ser encaminhado para uma composteira e lá produzimos composto orgânico. No resíduo seco, colocamos tudo o que consideramos não orgânico (resíduo úmido).



Fonte: (Pixabay)

Essa tarefa parece simples, mas, muitas vezes separamos resíduos não recicláveis como recicláveis sem perceber. Vamos conferir na Tabela 2 abaixo alguns desses resíduos.

Tabela 2. Resíduos recicláveis e não recicláveis.

Tipo	Recicláveis	Não recicláveis
Plástico	Copos, Garrafas, Sacos/Sacolas, Frascos, Embalagens Pet (Refrigerantes, Óleo, Vinagre, produto de limpeza.), Canos e Tubos de PVC, Caneta (Sem a tinta), Tampas, Embalagens tipo Tupperware,	Embalagem Metalizada (Café e Salgadinho), Isopor *, Cabos de Panelas, Espuma, Bandejas de plástico, Acrílicos
Papel	Jornais e Revistas, Listas Telefônicas, Papel Sulfite/Rascunho, Papel de Fax, Folhas de Caderno, Formulários de Computador, Caixas em Geral (ondulado), Aparas de Papel, Fotocópias, Envelopes, Rascunhos, Cartazes Velhos, Caixa de Pizza, Cartolinas e papel cartão, Embalagens longa vida, tipo Tetrapak **	Papéis Sanitários (papel higiênico), Papéis Plastificados, Papéis engordurados, Etiquetas adesivas, Papéis Parafinados, Papel carbono, Papel celofane, Guardanapos, Bitucas de Cigarros, Fotografias
Vidro	Potes de conservas, Embalagens, Frascos de remédios vazios, Copos, Cacos dos produtos citados, Vidros, Especiais (Tampa de forno e micro-ondas), Garrafas	Espelhos, Boxes Temperados, Louças, Óculos, Cerâmicas, porcelanas, pirex, Tubos de TV e monitores, Para-brisa de carros
Metal	Tampinhas de Garrafas, Latas, Enlatados,	Clipes, Grampos, Esponja de

Panelas sem cabo, Ferragens, Arames, Chapas, Canos, Pregos, Cobre, Embalagem de marmitex, Papel alumínio limpo, Aerossóis	Aço, Latas de inseticidas, Latas de Verniz, Latas de solventes Químicos
---	---

* isopor é reciclável, mas no Brasil essa prática ainda não é comum, devido necessitar de tecnologia de custo elevado.

**embalagem longa vida, tipo Tetrapark só é reciclada em São Paulo, por conta da necessidade de tecnologia de custo elevado.

Fonte: [Lista de materiais recicláveis e não recicláveis.](#)

Reciclagem Orgânica

A reciclagem orgânica, ou compostagem, é um processo biológico de decomposição da matéria orgânica (resíduo úmido). Segundo Kiehl (1998), trata-se de um processo controlado de decomposição microbiana, de oxidação dessa massa orgânica, que pode estar nos estados sólido e úmido, apresentando fases ou estádios distintos de decomposição.



Foto: Ozelito P. de Amarante Jr., 2022.

A primeira fase, considerada rápida, gerada pelo metabolismo dos organismos existentes nos substratos orgânicos, apresenta características de fitotoxicidade, pela formação de ácidos orgânicos, principalmente ácido acético, quando do metabolismo dos organismos presentes. Dessa fase à de maturação, o material em decomposição sofre alterações até que sua estrutura não possa ser mais reconhecida, as moléculas orgânicas

complexas são então fragmentadas em dióxido de carbono, água e componentes minerais.

Para conhecer o grau de maturação do material orgânico decomposto, tem-se a medição da temperatura do substrato. Na fase final de decomposição, tecnicamente conhecida como humificação, a atividade microbiana diminui e a temperatura cai, estabilizando-se. A partir disso, portanto, podemos considerar que o processo de compostagem foi finalizado.

É preciso considerar que o tempo em que a compostagem atinge o estágio final vai depender do manejo adequado, ou seja, os revolvimentos da massa orgânica e rega de água, bem como das diversidades de origem e estrutura dos materiais orgânicos destinados à decomposição. Isso quer dizer que não há um tempo certo, preestabelecido para que o composto seja gerado. Assim, essas diferenças constitucionais implicam em uma decomposição relativamente rápida ou não.

Os sistemas de compostagem são classificados segundo a disponibilidade de oxigênio, a temperatura, o ambiente e o processamento, ou seja, ao revolvimento sistemático ou não. Sendo assim, há diversos tipos de sistemas de compostagem. Schalch *et al.* (1998) citam pelo menos 34 sistemas. Contudo, o Sistema Kiehl é o mais empregado, por apresentar baixo custo, onde os meios de fermentação são considerados espontâneos, muitas vezes servindo de inoculantes do processo.

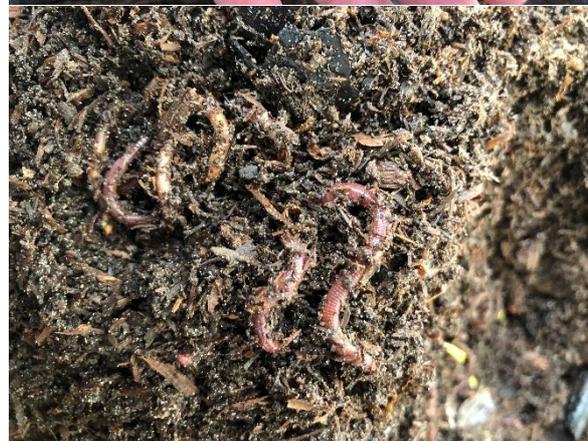
Quais os tipos de compostagem?

Sistema Aberto: a matéria orgânica, após ser triturada, é colocada em pilhas ou leiras de seção transversal, geralmente triangular e com altura de 1,5 e 1,8 m, para maturação em um período que varia de 60 a 90 dias, dependendo das condições climáticas locais (Figura 11)



Leiras de compostagem. Fonte: (Pixabay)

Vermicompostagem: incorpora-se minhocas ao processo após a fração orgânica compostada atingir a temperatura ambiente, ou seja, após passar pelo Sistema Aberto. Após a inoculação das minhocas, (figura 12), os cuidados na condução da vermicompostagem devem ser intensificados para que sejam mantidos os elementos de sua sobrevivência. De modo geral, as espécies empregadas na vermicompostagem sobrevivem às condições químicas e ambientais dos resíduos orgânicos.



Minhoca “Califôrniana Vermelha” - *Eisenia foetida*. Foto: Ozelito P. de Amarante Jr., 2022.

Os requisitos necessários para a vermicompostagem são, de certa forma, muito maiores em relação ao de uma compostagem. Inicia-se com a aquisição de área, estimada em quatro vezes à necessária na compostagem, além de exigir mais mão de obra, ainda, o tempo de processamento para a vermicompostagem é, aproximadamente, duas vezes aquele exigido na compostagem. O produto final, embora apresente uma qualidade melhor, aliada à aparência e ao odor de terra dos coprólitos (fezes das minhocas), em relação a outros compostos tradicionais, possui valor de manutenção que pode inviabilizar sua aquisição.



Pausa para reflexão:

Leia o Manual de orientação sobre “Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: manual de orientação”. Nesse manual você encontrará alternativas de tratamento dos resíduos orgânicos e os detalhes desses. Acesse ao [link](#).



Composteira doméstica. Foto: Ozelito P. de Amarante Jr., 2022.



Composteira doméstica. Foto: Ozelito P. de Amarante Jr., 2022.



Uma questão importante:

A IV Conferência Nacional de Meio Ambiente foi realizada em 2013 na cidade de Brasília, contando com a participação de 200 mil pessoas de todo o país para discutir a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Conferências Livres

Uma inovação importante naquela ocasião foi a realização na etapa prévia de conferências livres (realizadas por quaisquer cidadãos e cidadãs que pretendessem discutir o tema e enviar as sugestões para posterior deliberação dos delegados na etapa Nacional).

Conferências Regionais e Estaduais

As conferências regionais realizadas nos estados discutiram propostas do Poder Público, Usuários, Empresários, Associações, Cooperativas e Povos das Florestas, entre outros cidadãos e cidadãs, ocasião em que eram eleitos delegados para a conferência estadual. Na etapa estadual as propostas foram combinadas e refinadas, mas não retiradas. Essas propostas foram levadas pelos delegados eleitos na etapa estadual para a etapa nacional, onde cada proposta foi lida em plenária e foram realizadas as deliberações para a implantação da PNRS, em quatro eixos:

- 1- Produção e Consumo Sustentáveis;
- 2- Redução dos Impactos Ambientais;
- 3- Geração de Emprego e Renda;
- 4- Educação Ambiental.

As prestações de contas desta conferência podem ser visualizada clicando [aqui](#).

Referências

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10.004/07**. Resíduos sólidos – Classificação. 2007.

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**. 68 p. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>>. Acesso em: jan. 2022.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Diário Oficial da União, 05 de out. 1988.

BRASIL. **Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: jan. 2022.

BRASIL. **Lei Complementar nº 140, de 08 de dezembro de 2011**. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único

do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Diário Oficial da União, 09 de dez. 2011.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 02 de set. 1981.

BRASIL. **Lei nº 10.650, de 16 de abril de 2003**. Dispõe sobre o acesso público aos dados e informações existentes nos órgãos e entidades integrantes do Sisnama. Diário Oficial da União, 17 de abr. 2003.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986**. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, 17 de fev. 1986.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 09, de 03 de dezembro de 1987**. Dispõe sobre a realização de Audiências Públicas no processo de licenciamento ambiental. Diário Oficial da União, 05 de jul. 1990.

COMISSÃO ESTATUAL DE CONTROLE AMBIENTAL (CECA). **Deliberação CECA/CN nº 3.663, de 28 de agosto de 1997**, aprova a DZ-041.R-13 - Diretriz para realização de Estudo de Impacto Ambiental - EIA e do respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, 29 de ago. 1997. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/DZ-0041.R-13.pdf>>. Acesso em: jan. 2022.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Decisão de Diretoria nº 217/2014/I, de 06 de agosto de 2014**, dispõe sobre a aprovação e divulgação do “Manual para Elaboração de Estudos para o Licenciamento

Ambiental com Avaliação de Impacto Ambiental no âmbito da CETESB. Diário Oficial do Estado de São Paulo, 08 de ago. 2014. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2014/12/DD-217-14.pdf>>. Acesso em: jan. 2022.

FINK, D.R.; ALONSO JR., H. e DAWALIBI, M. **Aspectos jurídicos do licenciamento ambiental**. 3a. ed. São Paulo: Forense Universitária, 2004.

IAIA- INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT. **Principles of Environmental Impact Assessment Best Practice**. Fargo: IAIA, Special Publication v. 1, 1999.

LA ROVERE, E.L. **Metodologia de Avaliação de Impacto Ambiental**. Documento final, “Instrumentos de Planejamento e Gestão Ambiental para a Amazônia, Pantanal e Cerrado – Demandas e Propostas”. Brasília: Ibama, 1992.

MACHADO, P.A.L. **Direito Ambiental Brasileiro**. 13ª Edição. São Paulo: Malheiros, 2012.

MARTIM, H.C.; SANTOS, V.M.L. Avaliação de impactos ambientais em empresa de mineração de cobre utilizando redes de interação. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental** – REGET, v. 17 n. 17, p. 3246-3257, dez 2013.

ROCHA, J.S.M. **Manual de projetos ambientais**. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1997.

ROCHA, J.S.M; GARCIA, S.M; ATAIDES, P.R.V. **Avaliações de impactos ambientais em unidades pontuais e lineares**. Santa Maria: Imprensa Universitária, 2001.

SANCHEZ, L.E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

SILVA, E. **Avaliação qualitativa de impactos ambientais do reflorestamento no Brasil**. 309p. Tese de Doutorado em Ciência Florestal. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 1994.

SILVA, J.A. **Direito Ambiental Constitucional**. 6a. ed. São Paulo: Malheiros, 2007.

LIMA E SILVA, P. P. *et al.* **O Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais**. Rio de Janeiro: Thex Editora. 2002.

PAULO FRANCA, G.L.; RODRIGUES BARROS, L.J. Situação atual de resíduos eletrônicos no Brasil. **Revista Interface Tecnológica**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 96-104, 2017. Disponível em: <<https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interface-tecnologica/article/view/133>>. Acesso em: jan. 2022.

FARIAS, C. A. **Resíduos orgânicos alternativos nos processos de compostagem e vermicompostagem**. Teresópolis: Editora UNIFESO (Coleção FESO), 2019.

KIEHL, E.J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba: Ed. Agr. Ceres Ltda., 1998.

KELLER, P. Proper degree of stability. **BIOCYCLE Guide to the Art & Science of Composting**. Emmaus: J. G. Press, 1991. p.178-180.

SCHALCH, V.; LEITE, W. C. de A., GOMES, L.P. **Curso sobre gerenciamento de resíduos sólidos**. São Paulo: ABES. 1998.