



## LOGÍSTICA REVERSA E RECICLAGEM COMO FORMA DE MITIGAR O EXCESSO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM ATERROS SANITÁRIOS E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS

Clara Sacramento Alvarenga <sup>1</sup>

Daniel de Jesus Rocha <sup>2</sup>

### Resumo:

Com o advento da contemporaneidade e da era de novas tecnologias e saberes, houve o aumento de consumo da sociedade hodierna e assim o acúmulo de resíduos sólidos a circular nas comunidades, bem como a predisposição para a destinação incorreta dos resíduos. A presente pesquisa tem o condão de demonstrar os impactos socioambientais ocasionados pela destinação incorreta dos materiais após o consumo e apontar instrumentos eficientes capazes de mitigar os impactos sentidos pela sociedade e os danos sofridos pelo meio ambiente, que são o Sistema de Logística Reversa e a Reciclagem. Para alcançar os objetivos colocados, utilizou-se o método hipotético-dedutivo que se efetivou com o apoio em estudos científicos, doutrinas e no arcabouço jurídico de âmbito federal e estadual. A hipótese inicialmente traçada é a de que com a implementação efetiva dos instrumentos acima mencionados, alcançar-se-á a redução de envio de rejeitos para disposição em solo, em prol da sustentabilidade.

**Palavras-chave:** Consumo insustentável; Impactos socioambientais; Logística reversa; Reciclagem; Resíduos

## REVERSE LOGISTICS AND RECYCLING AS A WAY OF MITIGATING THE EXCESS OF SOLID WASTE IN LANDFILLS AND ITS ENVIRONMENTAL IMPACTS

### Abstract:

With the advent of contemporary times and the era of new technologies and knowledge, there has been an increase in consumption in today's society and thus an accumulation of solid waste circulating in communities, as well as a predisposition to dispose of waste incorrectly. This research aims to demonstrate the socio-environmental impacts caused by the incorrect disposal of materials after consumption and to point out efficient instruments capable of mitigating the impacts felt by society and the damage suffered by the environment, which are the Reverse Logistics System and Recycling. To achieve these objectives, the hypothetical-deductive method was used, supported by scientific studies, doctrines and the legal framework at federal and state level. The hypothesis initially outlined is that the effective implementation of the

<sup>1</sup> Mestranda no programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Direito Ambiental da Escola Superior Dom Helder. Bolsista da FAPEMIG. Secretária do Grupo de Pesquisa AMET – Ambiente, Mineração e Energia nos Tribunais. Minas Gerais.

E-mail: [clara.sacalv@gmail.com](mailto:clara.sacalv@gmail.com)

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/9502569169903400>

<sup>2</sup>





aforementioned instruments will lead to a reduction in the amount of waste sent for disposal on land, in the interests of sustainability.

**Keywords:** Unsustainable consumption; Socio-environmental impacts; Reverse logistics; Recycling; Waste

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história, a humanidade tem buscado aprimorar sua existência constantemente, desenvolvendo métodos e sistemas. Dos primórdios da presença humana no Planeta Terra aos dias atuais, as interações entre os seres humanos e a natureza passaram por inúmeras transformações, visando o bem-estar e qualidade de vida.

No entanto, é importante reconhecer que essa evolução das relações entre os seres humanos e o meio ambiente natural também acarretou consequências negativas para este último, bem como para a própria sobrevivência humana e para o ecossistema como um todo.

Destaca-se, especialmente, as consequências adversas decorrentes do surgimento e desenvolvimento de um sistema econômico que visa o acúmulo de riquezas, surgido na idade média e potencializado pela revolução industrial, na metade final do século XVIII. O capitalismo.

A partir desse momento histórico, estabeleceu-se uma relação de exploração dos recursos naturais que ultrapassa os limites do consumo necessário para a sobrevivência da espécie humana. A lógica econômica pós-revolução industrial resultou na degradação generalizada do meio ambiente, culminando na escassez de diversos recursos naturais.

Isso ocorreu devido à incompatibilidade entre o novo estilo de vida baseado nesta acumulação de riquezas e no consumo excessivo, e a forma de se obter esses recursos para sustentar tal ideário. Tratando-se de uma relação de exploração insustentável, onde os recursos naturais são retirados em quantidade e velocidade superior ao que seria viável a qualquer lógica de exploração sustentável.

Por consequência, surgem produtos em quantidades que extrapolam às necessidades de sobrevivência da espécie humana. Desta forma, estratégias de *marketing* foram criadas e passaram por uma evolução de proporções semelhantes, incentivando a humanidade a consumir não mais por pura necessidade, mas para acumular, modificando a lógica de consumo humano, instaurando um comportamento psicológico de necessidade de consumir, mesmo que seja consumo de supérfluos.



Essa recente mentalidade consumista desencadeia um novo problema: o excesso de coisas sem utilidade ou valor, à saber, o lixo. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo geral analisar a logística reversa e a reciclagem como forma de mitigar o excesso de resíduos sólidos em aterros sanitários e seus impactos ambientais, seus efeitos sociais e jurídicos.

Para o desenvolvimento do objetivo geral, examina-se, inicialmente, os impactos do consumo insustentável na sociedade hodierna. A humanidade e sua relação insustentável com o meio ambiente natural e a nova época geológica, o Antropoceno.

No momento seguinte, realizar-se-á uma breve análise do arcabouço jurídico e os impactos socioambientais dos aterros sanitários, e os princípios que perpassam a temática.

Posteriormente, passa-se a um estudo dos instrumentos de mitigação dos impactos socioambientais ocasionados pelo consumo. Com foco na logística reversa e na reciclagem no Estado de Minas Gerais, perpassando pelos aspectos analisados em aterros sanitário de Minas Gerais, e concluindo com a problematização encontrada nas lacunas legislativas e a realidade analisada. Por fim, serão apresentadas considerações finais.

A metodologia utilizada foi a hipotética dedutiva, com base na pesquisa bibliográfica e documental, com o apoio em estudos científicos, doutrinas e no arcabouço jurídico de âmbito federal e estadual.

## **2 IMPACTOS DO CONSUMO INSUSTENTÁVEL NA SOCIEDADE HODIERNA**

O Crescimento populacional e o desenvolvimento do conhecimento ao longo dos anos vêm ensejando cada vez mais a apropriação dos recursos naturais pela humanidade. A partir da revolução industrial nos meados do século XVIII, observa-se uma aceleração progressiva jamais vista no consumo desses recursos e, conseqüentemente, na geração de resíduos.

### **2.1 A humanidade e sua relação insustentável com o meio ambiente natural**

A relação entre a humanidade e o meio ambiente natural tem sido objeto de estudo e preocupação crescente devido aos impactos significativos que as atividades humanas têm causado nos ecossistemas globais nos dias atuais.

Desde o seu surgimento, o ser humano carece se relacionar com o meio ambiente natural, a fim de manter sua existência, desenvolvendo-se individual e socialmente. Dos



primeiros artefatos, manufaturados, tendo como matéria prima ossos, madeira e pedra, às tecnologias atuais. Cujo seu processo de desenvolvimento altera de forma significativa os recursos naturais primários.

Do domínio do fogo, às primeiras fundições de metais. Dos primeiros engenhos às atuais mega estruturas informatizadas e automatizadas, a humanidade necessitou explorar os recursos naturais a fim de tornar possível a evolução de suas criações.

Essa evolução tecnológica condicionou a humanidade a se expandir quantitativamente. Expandir-se geograficamente. Povoando praticamente todas as regiões do Planeta Terra. Das pequenas quantidades de indivíduos em seu início histórico, ao, segundo a Organização da Nações Unidas – ONU, quantitativo atual acima de oito bilhões de seres humanos viventes em nosso planeta. (ONU, 2022)

Segundo o portal Worldometer:

No alvorecer da agricultura, por volta de 8.000 a.C., a população mundial era de aproximadamente 5 milhões. Ao longo do período de 8.000 anos até 1 d.C., cresceu para 200 milhões (alguns estimam 300 milhões ou mesmo 600, sugerindo o quão imprecisas podem ser as estimativas populacionais dos primeiros períodos históricos), com uma taxa de crescimento inferior a 0,05% ao ano. Uma tremenda mudança ocorreu com a revolução industrial: enquanto levou toda a história humana até por volta de 1800 para a população mundial chegar a um bilhão, o segundo bilhão foi alcançado em apenas 130 anos (1930), o terceiro bilhão em 30 anos (1960), o quarto bilhão em 15 anos (1974) e o quinto bilhão em apenas 13 anos (1987). Somente no século 20, a população mundial cresceu de 1,65 bilhão para 6 bilhões. Em 1970, havia aproximadamente metade das pessoas no mundo do que há agora. (WORLDOMETER, 2023)

Em consequente, apresenta uma perspectiva futura ao realizar uma análise do crescimento da população nos dias de hoje:

Devido ao declínio das taxas de crescimento, agora levará mais de 200 anos para dobrar novamente. A população mundial está, a partir de 2022, crescendo a uma taxa de cerca de 0,84% ao ano (abaixo de 1,05% em 2020, 1,08% em 2019, 1,10% em 2018 e 1,12% em 2017). O aumento populacional atual é estimado em 67 milhões de pessoas por ano. A taxa de crescimento anual atingiu seu pico no final da década de 1960, quando estava em torno de 2%. A taxa de aumento caiu quase pela metade desde então e continuará a diminuir nos próximos anos. A população mundial continuará, portanto, a crescer no século 21, mas a um ritmo muito mais lento em comparação com o passado recente. A população mundial dobrou (aumento de 100%) em 40 anos, de 1959 (3 bilhões) a 1999 (6 bilhões). Estima-se agora que levará mais quase 40 anos para aumentar em outros 50% para se tornar 9 bilhões em 2037. (WORLDOMETER, 2023)

Ainda que as projeções calculem uma desaceleração no crescimento populacional da humanidade, os números se mantêm expressivos, além de incompatíveis com uma

coexistência ecologicamente sustentável.

Essa explosão populacional tem sérias implicações sobre o equilíbrio do ecossistema planetário. As ações humanas tem impactado de forma significativa várias formas de vidas, animais e vegetais, levando a extinção de várias destas espécies.

Há de ser mencionada a situação socioeconômica pós multiplicação populacional. Para Leonardo Boff (2016, p.15): a situação atual se encontra, social e economicamente, tão degradada que a continuidade da forma de habitar a Terra, de produzir, de distribuir e de consumir, desenvolvida nos últimos séculos, não nos oferece condições de salvar nossa civilização.”

Ao analisar a insustentabilidade do sistema econômico-financeiro mundial, Boff sentencia:

Com o fracasso do socialismo real no final dos anos 80 do século passado, os ideais e as características do capitalismo e da cultura do capital foram exacerbados: a acumulação ilimitada, a concorrência, o individualismo, tudo resumido da máxima: *greed is good*, quer dizer, “a ganância é boa”. (BOFF, 2016)

Essa ética atual em que as atividades humanas impactam profundamente o planeta implica um movimento reconhecido por alguns pesquisadores que propõem uma nova época geológica, o Antropoceno.

## 2.2 A Nova Época Geológica, o Antropoceno

Paul Crutzen e Eugene Stoermer, cunharam, em 2000, uma nova interpretação do tempo geológico ao propor o termo "Antropoceno". Essa nova era geológica que sucede ao Holoceno e tem seu início na última parte do século XVIII.

Sua característica mais proeminente é o reconhecimento da humanidade como uma força geológica ativa. A ascensão da era do Antropoceno é resultado dos grandes aumentos na população humana, da urbanização em larga escala, da extinção de espécies devido ao desmatamento e à poluição, e a emissão sem precedentes de gases de efeito estufa, como o CO<sub>2</sub>, por exemplo, impulsionado pela Revolução Industrial.

Essas atividades antropogênicas têm impactado o ambiente em uma escala tão rápida que estão modificando e continuarão a modificar o clima nos milênios futuros. (CRUTZEN, STOERMER, 2000)



O surgimento do Antropoceno representa uma compreensão fundamental do papel da humanidade na Terra, destacando a necessidade urgente de adotar ações para mitigar os impactos ambientais e promover a sustentabilidade. O reconhecimento da influência significativa da humanidade no planeta nos impulsiona a repensar nossas práticas e buscar soluções que garantam um futuro equilibrado para o ambiente e para as gerações futuras.

Criado em 1990 pelos cientistas canadenses Mathis Wackernagel e William Rees, o termo "pegada ecológica" é reconhecido internacionalmente como uma medida para avaliar a utilização dos recursos naturais do planeta, pela humanidade. A pegada ecológica está intrinsecamente ligada ao conceito de desenvolvimento sustentável, que envolve o uso racional e equitativo dos recursos naturais, garantindo a justiça social e a capacidade de regeneração desses recursos pelo planeta.

Entretanto, dados recentes revelam uma preocupante realidade: estamos consumindo em média 50% a mais do que a capacidade de reposição do planeta. Isso indica que, para manter nossos atuais padrões de vida, precisaríamos de um planeta e meio. Essa discrepância revela a necessidade urgente de repensar nossos padrões de consumo, adotar práticas mais sustentáveis e buscar soluções que promovam uma pegada ecológica equilibrada e em harmonia com os limites da capacidade de regeneração do planeta. (SCARPA, 2012)

Ao observarmos o aumento contínuo da quantidade de resíduos depositados em solo, aterros sanitários e lixões, devido à lógica de consumo predominante na sociedade atual, fica evidente a necessidade urgente de desenvolvermos estratégias para mitigar os impactos ambientais decorrentes do crescente volume de lixo, a fim de regular essa pegada ecológica.

### **3 ATERRO SANITÁRIO: ARCABOUÇO JURÍDICO E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS**

Há muito tempo, discute-se a destinação correta dos resíduos sólidos após o consumo. A alta demanda de consumo por produtos imediatos, caracterizados por obsolescência programada, é a grande propulsora para o acúmulo de materiais e seu descarte incorreto. Portanto, o resíduo sólido é visto como uma verdadeira ameaça tanto pela perspectiva de exploração demasiada de recursos naturais quanto pelo viés da poluição ao meio ambiente em face do descarte incorreto dos materiais.

Evidencia-se que a destinação dada aos resíduos sólidos recolhidos pelo serviço de



coleta dos municípios, no Brasil, tem majoritariamente sua destinação em aterros sanitários ou em vazadouros à céu aberto (lixões) (ABRELPE,2022).

Visando a mudança de perspectiva frente à disposição final dos resíduos sólidos em lixões, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) editada pela lei 12.305 de 02 de agosto de 2010, estabeleceu o prazo de 4 anos para cessar esse tipo de disposição de resíduos sólidos urbanos (RSU) ambientalmente inadequada.

Todavia, face ao insucesso da previsão legal da PNRS, o Novo Marco legal do saneamento, Lei 14.026/2020, de 15 de julho de 2020, prorrogou os prazos para até dezembro de 2024, em função do porte populacional dos municípios, concedendo maiores prazos aos municípios de pequeno porte.

A disposição de resíduos sólidos em lixões produz significativos impactos ambientais, contaminando o solo, as águas subterrâneas e superficiais e o ar, sendo foco de proliferação de vetores e disseminação de doenças. (RIBEIRO, 2006, p. 183).

Além disso, a existência de lixões origina impactos sociais de grande magnitude pela presença de catadores, sem nenhuma proteção individual, que se contaminam no meio dos resíduos descartados, sem nenhum cuidado. Para os pesquisadores Alexandre Coser e Valdir Pedde:

Os catadores em sua grande maioria possuem um histórico de trabalho precário no que toca os direitos laborais e garantias sociais, circunstância que para ser enfrentada torna imprescindível além do reconhecimento social, o fortalecimento de instituições que garantam suportes sociais em termos de proporcionar inclusão social e melhorar a qualidade nas condições de trabalho, acesso à educação, garantias previdenciárias, assistência à saúde, qualificação profissional, etc. (COSER; PEDDE, 2019).

Para minimizar esses impactos socioambientais que as populações e o meio ambiente são submetidos, a matéria tem sido alvo de longos debates e iniciativas para a disposição ambientalmente adequada de resíduos sólidos. No Brasil, a alternativa que tem se mostrado mais viável economicamente são os aterros sanitários, que atendem um ou mais municípios, sendo incentivado os consórcios.

Nessa esteira, tomando como paradigma o Estado de Minas Gerais, a Deliberação Normativa 244 do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) aborda o conceito de aterro sanitário em seu art. 1º, I:

I – Aterro sanitário: técnica adequada de disposição de resíduos sólidos urbanos no



solo, sem causar danos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais, que 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 a intervalos menores, se necessário;

Os aterros sanitários são locais apropriados e preparados em toda a sua infraestrutura para o recebimento de milhares de toneladas diárias de resíduos sólidos dos municípios. Com o objetivo de garantir a fiscalização e a destinação ambientalmente adequada, está prevista, em norma, a obrigatoriedade da atividade de submissão ao licenciamento ambiental, em virtude do alto impacto inerente ao empreendimento.

A Lei estadual n. 21.972/2016, em seu art. 8º parágrafo único, prevê que, no que concerne ao licenciamento ambiental, deverão ser observados os trâmites previstos na Lei Complementar 140/2011.

Além de respeitar as normas ambientais, internamente, o empreendimento tem o dever de respeitar a estrutura pré-estabelecida pela Deliberação normativa 244 do COPAM, em seus artigos 2º e 3º que trazem a seguinte redação:

Art. 2º – Para a definição da área para implantação de aterros sanitários, inclusive aterros sanitários de pequeno porte, devem ser obedecidos os seguintes critérios:

I – área não sujeita a eventos de inundação;

II – distância mínima de quinhentos metros de núcleos populacionais, contados a partir do limite da área diretamente afetada pelo empreendimento, considerando suas ampliações, caso existam;

III – distância mínima de um metro e meio entre a base das células do aterro e o lençol freático;

IV – possibilidade de expansão do aterro, garantindo uma vida útil de pelo menos quinze anos.

Parágrafo único – Empreendimentos que tenham obtido licença para implantação antes da publicação desta deliberação normativa não estão sujeitos aos critérios definidos nos incisos I a IV do *caput*.

Art. 3º – Para operação de aterros sanitários, inclusive aterros sanitários de pequeno porte, devem ser implantados os seguintes dispositivos:

I – sistema de drenagem pluvial que minimize o ingresso das águas de chuva na massa de rejeitos aterrados;

II – estruturas de dissipação de energia nos locais de lançamento das águas pluviais;

III – isolamento com cerca, portão, placa de identificação e placa de proibição de entrada e permanência de pessoas estranhas;

IV – impermeabilização das células de recebimento de rejeitos;

V – sistema de coleta de gases e chorume;

VI – sistema de tratamento de chorume;

VII – sistema de tratamento de gases;

VIII – sistema de tratamento de efluentes sanitários gerados nas unidades de apoio;

IX – sistema de monitoramento composto, no mínimo, por:

a) monitoramento geotécnico estrutural;

b) monitoramento da eficiência dos sistemas de tratamento de efluentes;

c) monitoramento da qualidade das águas subterrâneas constituído de, no mínimo, quatro poços, sendo um a montante e três a jusante no sentido do fluxo de



- escoamento preferencial do lençol freático;
- d) monitoramento das águas superficiais à montante e à jusante do aterro;
- e) monitoramento do sistema de coleta de gases e chorume.

Como se observa, diferentemente dos lixões em que a disposição é completamente despreocupada com o meio ambiente e com a sociedade local, os aterros sanitários têm que cumprir uma série de requisitos estabelecidos em norma estadual e também cumprir com os estudos ambientais previstos na Lei Complementar 140/2011.

Com vistas ao encerramento dos lixões, a Lei federal n. 14.026/2020 estabelece prazo para o fechamento dos lixões à céu aberto:

Art. 54. A disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos deverá ser implantada até 31 de dezembro de 2020, exceto para os Municípios que até essa data tenham elaborado plano intermunicipal de resíduos sólidos ou plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos e que disponham de mecanismos de cobrança que garantam sua sustentabilidade econômico-financeira, nos termos do art. 29 da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para os quais ficam definidos os seguintes prazos:

- I - até 2 de agosto de 2021, para capitais de Estados e Municípios integrantes de Região Metropolitana (RM) ou de Região Integrada de Desenvolvimento (Ride) de capitais;
- II - até 2 de agosto de 2022, para Municípios com população superior a 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010, bem como para Municípios cuja mancha urbana da sede municipal esteja situada a menos de 20 (vinte) quilômetros da fronteira com países limítrofes;
- III - até 2 de agosto de 2023, para Municípios com população entre 50.000 (cinquenta mil) e 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010; e
- IV - até 2 de agosto de 2024, para Municípios com população inferior a 50.000 (cinquenta mil) habitantes no Censo 2010.

Entretanto, a crítica que se faz é a de que, mesmo diante de prazos e metas estabelecidos em leis e deliberações normativas, o país em 2022 ainda dispunha de mais de 3 mil lixões, dos quais cerca de 300 no Estado de Minas Gerais, longe ainda de se alcançar a marca do lixão 0, tendo em vista a precariedade financeira de alguns municípios, inviabilizando, desse modo, a implementação de aterros sanitários em sua localidade.

#### **4 INSTRUMENTOS DE MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS OCASIONADOS PELO CONSUMO**

Após breve análise realizada no decorrer do presente artigo, demonstra-se, a partir deste momento, instrumentos instituídos no ordenamento jurídico brasileiro que têm o intuito de mitigar os impactos socioambientais ocasionados pelo exorbitante aumento do consumo



causado pelo fenômeno do Antropoceno, que tem como principal característica o aumento na circulação de resíduos sólidos na sociedade hodierna.

Sendo assim, segue a análise de dois dos diversos instrumentos fundamentais para o alcance do objetivo supramencionado. Dentre eles, destacam-se a reciclagem e a logística reversa, que serão abordados a seguir.

#### 4.1 Logística reversa

A logística reversa tem como principal objetivo o retorno de produtos pós consumo para a reutilização, reciclagem ou destinação ambientalmente adequada, em sistema próprio de coleta e transporte, devendo ser implantado pelos fabricantes e importadores, considerando a responsabilidade compartilhada de todos elos da cadeia para o consumo, distribuidores, rede varejista e consumidores, que devem proceder o descarte nos pontos estabelecidos.

A PNRS prevê os resíduos pós consumo que serão objeto da Logística Reversa, conforme prevê a PNRS em seu artigo 33, serão eles:

Art. 33. São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;

II - pilhas e baterias;

III - pneus;

IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;

V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;

VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Dias e Lange (2020, p. 5) entendem que a PNRS adotou, como princípio norteador da gestão de resíduos sólidos, o princípio da responsabilidade compartilhada, que versa sobre o papel central da empresa fabricante, dos importadores, dos distribuidores e dos comerciantes de mitigar a circulação e a destinação incorreta dos produtos colocados no mercado de consumo. A PNRS prevê em seu art. 3º XVII:

Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços



públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei;

Ainda no que tange aos princípios norteadores do instrumento supramencionado, há que se falar no princípio do poluidor-pagador e no princípio do desenvolvimento sustentável, ambos basilares para a compreensão e a aplicação do Direito Ambiental.

Sobre o princípio do desenvolvimento sustentável, encontra-se elencado no art. 170 da Constituição da República (CR) de 1988 :

Art. 170. A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios:

I - soberania nacional;

**II - propriedade privada;**

III - função social da propriedade;

IV - livre concorrência;

V - defesa do consumidor;

**VI - defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação**

**VII - redução das desigualdades regionais e sociais;**

VIII - busca do pleno emprego;

IX - tratamento favorecido para as empresas de pequeno porte constituídas sob as leis brasileiras e que tenham sua sede e administração no País

Parágrafo único. É assegurado a todos o livre exercício de qualquer atividade econômica, independentemente de autorização de órgãos públicos, salvo nos casos previstos em lei. (Grifo nosso)

Destacam-se, no artigo supracitado, os incisos VI (defesa do meio ambiente), II (propriedade privada), III (função social da propriedade) e VII (redução das desigualdades regionais e sociais), que, de maneira tácita, mencionam todos os pilares do princípio do desenvolvimento sustentável.

Nesse diapasão, Thomé (2021, p.) leciona sobre o princípio supracitado, ressaltando a necessidade do equilíbrio entre os pilares social e econômico e a proteção ao meio ambiente. Nesse contexto, ausente um dos pilares, não há o que se falar em desenvolvimento sustentável.

Já o princípio do poluidor-pagador versa sobre o dever daquele que degrada o meio ambiente de arcar com os meios de mitigação e prevenção, de modo a incidir a internalização das externalidades negativas. (THOMÉ, 2006).

A priori, faz-se fundamental a análise do conceito que a PNRS traz em seu artigo 3º, XII, que se passa a analisar a seguir:



Logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada;

Portanto, a Logística Reversa consiste em importante instrumento para a implementação da sustentabilidade na gestão de resíduos sólidos. Para tanto, torna-se necessária a conjugação de ações que visam à reinserção dos resíduos sólidos no mercado e, em casos de inviabilidade, à sua destinação correta, que deverá correr às custas daquele que insere o produto no mercado de consumo.

Ainda nessa perspectiva, faz-se imperiosa a compreensão dos conceitos de gestão e gerenciamento, os quais a doutrina faz uma abordagem completa e técnica. Sendo assim, Ribeiro e Amaral (2013, p. 42) elucidam o conceito de gestão:

(...) o termo gestão deve ser compreendido como ações mais gerais, de planejamento, com diretrizes que considerem soluções apropriadas do ponto de vista ambiental, mas sem perder de vista as dimensões econômica, social e cultural, na perspectiva da sustentabilidade, garantindo o controle social, atividade tipicamente do estado.

Já quanto ao gerenciamento, Ribeiro e Amaral (2013, p.42-43) compreendem:

O gerenciamento, de caráter eminentemente executivo, composto pelas ações de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos (unidade de reciclagem, por exemplo) e disposição final adequada dos rejeitos (...)

Após análise dos conceitos abordados acima, frisa-se que a gestão de resíduos sólidos está diretamente relacionada com metas e diretrizes. Já o segundo é a realização das metas estipuladas pela gestão de resíduos sólidos.

Diante disso, considera-se a Logística Reversa como sendo instrumento de gerenciamento de resíduo sólido, criado por uma gestão eficaz e estabelecida pela PNRS. A compreensão da Logística Reversa no tempo e no espaço é necessária para a análise do instrumento citado nas perspectivas federal e estadual.

É primordial atentar-se para a hierarquia das normas internas. Nessa conjuntura, as normas federais têm abrangência e regulamentação geral, as normas estaduais, por sua vez, têm o caráter complementar, com o condão de elaborar normas que complementam as leis federais. Por fim, há o entendimento que os Municípios têm competência legislativa para atender ao interesse local.

Em âmbito federal, há previsão legal por intermédio da PNRS e também pelo decreto federal 10.936/2022, que regulamenta a PNRS. O decreto federal aborda os



instrumentos pelos quais a Logística Reversa se efetivará. Dentre os instrumentos dispostos, destacam-se: acordo setorial, regulamentos expedidos pelo Poder Público e termos de compromisso.

O acordo setorial tem abrangência nacional, estadual, regional e municipal. Sendo que o nacional tem prevalência sobre os demais e é estabelecido com o Ministério do Meio Ambiente (MMA). Este instrumento é firmado entre a Administração Pública e o produtor e requer proatividade do consumidor para o recolhimento dos resíduos (RIBEIRO:SÁ, 2020, p.32). Os termos de compromisso deverão ser estipulados entre o poder público e os fabricantes em caso de inexistência de acordo setorial, têm repercussão individual e são homologados pelo órgão ambiental competente. Os regulamentos, por outro lado, são atos unilaterais expedidos pelo Poder Executivo.

Em nível estadual, tomando como modelo o estado de Minas Gerais, a Logística Reversa é prevista na Lei 18.031/2009 que é regulamentada pelo Decreto 45.181/2009. A PERS estatui, em seu artigo 17, competência à FEAM e ao COPAM para implementação do Sistema de Logística Reversa no estado. Os materiais objeto do Sistema de Logística Reversa (SLR) em Minas Gerais estão contidos no art. 33 da PNRS.

Em Minas Gerais, os procedimentos para a implementação do SLR estão previstos na Deliberação Normativa COPAM 188 de 3010/2013, que estabelece diretrizes gerais e prazos para publicação de editais de chamamento para a captação de propostas de SLR, a serem apresentados pelos fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes. Ademais, ficou alinhada a competência da FEAM para a elaboração e a publicação dos editais de chamamento, bem como a análise das propostas apresentadas pelos interessados, sugerindo as adequações que se fizerem necessárias, legal e tecnicamente justificadas.

Diante desse contexto, percebe-se que as normas regulamentadoras, em nível nacional, são abrangentes, mas pecam por morosidade e estabelecer metas tímidas, principalmente para aqueles que estão no topo da cadeia, como os produtores, importadores e comerciantes. Dessa forma, vê-se necessária o aperfeiçoamento dos instrumentos de efetivação da norma em âmbito federal para que se consiga atingir os objetivos propostos pelo instrumento da Logística Reversa.

Em seguida, a mesma crítica se faz à normatização estadual, sendo fundamental também a conscientização da população para exercer seu papel de consumidor, que é o de descartar os resíduos sólidos pós consumo nos postos disponibilizados pelas empresas



componentes da cadeia de consumo.

A implementação da logística reversa com metas mais ousadas é de fundamental importância para dinamizar a reciclagem no país, pois disponibilizaria maior quantidade de materiais recicláveis para reprocessamento, contribuindo para a economia circular, em detrimento da linear, poupando recursos naturais.

## **4.2 Reciclagem**

Como exposto, a Revolução Industrial trouxe consigo um aumento significativo na produção e, conseqüentemente, uma complexidade e preocupação crescente em relação ao descarte de resíduos. Anteriormente composto principalmente por material orgânico, o lixo passou a apresentar uma variedade de características, incluindo eletrônicos, radioativos, industriais, químicos e outros. Logo, tornou-se essencial buscar alternativas além do simples armazenamento em aterros ou descarte irregular, uma vez que a maior parte dos resíduos modernos leva muito tempo para se decompor naturalmente. Nesse contexto, a reciclagem assumiu um papel fundamental para lidar com essa necessidade.

Entende-se por Reciclagem, segundo a definição da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), “o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos” (LEI Nº 12.305, 2010). Sendo de redação semelhante a definição apresentada pela Lei nº 18031, de 12/01/2009, do Estado de Minas Gerais.

Em algum momento, tudo que nos rodeia se tornará resíduo: pontes, aviões, automóveis, móveis, casas, etc. Devemos considerar, ainda, os resíduos gerados durante a extração de matérias-primas e a produção de bens. Na sociedade atual, a quantidade de resíduos gerados excede a quantidade de bens consumidos.

Embora seja essencial e prioritário reduzir a quantidade de resíduos durante a produção e o pós-consumo, isto sempre ocorrerá. O desenvolvimento sustentável requer uma diminuição no consumo de matérias-primas não renováveis. Diante do exposto, a reciclagem de resíduos, que fecha o ciclo produtivo ao transformá-los em novos produtos, torna-se uma alternativa.

Para John e Ângulo, desenvolver tecnologias de reciclagem eficientes e seguras do ponto de vista ambiental, que resultem em produtos com desempenho técnico adequado e



sejam competitivas economicamente nos diferentes mercados, representa um desafio técnico importante, inclusive, metodologicamente. (JOHN; ÂNGULO, 2003)

Sobre a necessidade de uma metodologia para a reciclagem, completam:

De forma geral, as pesquisas de reciclagem de resíduos se limitam a aspectos do desenvolvimento técnico do material e, felizmente de forma mais frequente, a analisar os impactos ambientais do processo. Entretanto, a ênfase em viabilidade do mercado é um compromisso com a eficácia da pesquisa, pois os benefícios sociais de um processo de pesquisa somente vão se realizar na sua totalidade se o novo produto produzido gerar empregos, reduzir o volume de aterros, consumir resíduos em vez de recursos naturais e evitar a contaminação do ambiente ou o comprometimento da saúde da população.

(...) A viabilidade em um determinado mercado depende da viabilidade econômica do processo, da estratégia de marketing adotada, da adequação do produto às restrições legais locais e de sua aceitação pela sociedade.

No tocante à gestão dos resíduos, tradicionalmente considerado um obstáculo ou problema, o resíduo, especialmente se não for perigoso, raramente é tratado como um produto. Os processos de gestão de resíduos têm impacto nas características dos resíduos, incluindo suas possibilidades de reciclagem. Em algumas situações, os resíduos passam por tratamentos para facilitar seu manuseio.

No entanto, os processos de transporte e armazenamento dos resíduos gerados têm impacto significativo em sua reciclabilidade (WBCSD, 1998), pois diferentes tipos de resíduos são frequentemente misturados durante essas etapas, resultando em contaminações mútuas.

Implementar a reciclagem de resíduos requer o controle dos procedimentos de manejo e armazenamento, implicando mudanças nos processos internos de uma instalação industrial, por exemplo. Contudo, tais mudanças tendem a ser desafiadoras devido a restrições de espaço, custos ou mesmo questões culturais que podem dificultar a sua adoção.

Ao analisar as alterações no processo de geração de resíduos, é possível identificar oportunidades para melhorar a reciclabilidade por meio de modificações específicas. Isso inclui (1) o gerenciamento do resíduo durante a fase de produção, (2) a segregação dos resíduos na fonte por meio de coleta seletiva ou desmontagem seletiva dos produtos (LAURITZEN, 1998), (3) mudanças no processo de produção que geram o resíduo, visando facilitar a reciclagem (DE SIMONE; POPOFF, 1998), (4) alterações nas fontes de matérias-primas ou sua proporção, e (5) a introdução de etapas de beneficiamento do resíduo. Embora essas atividades possam aumentar os custos do processo de produção principal, esses gastos



podem ser compensados pela redução dos custos de gestão de resíduos.

Sob a perspectiva ambiental, as alternativas de reciclagem devem ser capazes de reduzir o impacto ambiental global. Isso significa que o impacto da reciclagem deve ser menor do que a soma dos impactos ambientais do atual gerenciamento de resíduos em conjunto com o produto convencional.

Essa análise abrangente dos impactos ambientais deve considerar todo o ciclo de vida, desde a extração das matérias-primas até o descarte final. Embora dados suficientes ainda não estejam disponíveis para uma análise quantitativa do ciclo de vida nos termos clássicos, especialistas em diferentes processos podem, na maioria das vezes, organizar uma lista de aplicações viáveis em ordem crescente de impacto ambiental.

A reciclabilidade do novo produto oferece a possibilidade de evitar que ele se torne um resíduo ao final de sua vida útil (DE SIMONE; POPOFF, 1998). É importante ressaltar que o novo produto provavelmente será composto tanto pelo resíduo quanto por outros materiais, resultando em uma massa final maior do que a massa de resíduo originalmente utilizada como matéria-prima. Logo, caso o novo produto não seja reciclável, paradoxalmente, a atividade de reciclagem resultará em um aumento no volume de resíduos gerados pela sociedade a longo prazo, o que pode ser ambientalmente inadequado.

Ao analisar a sustentabilidade, uma técnica de reciclagem específica só pode ser considerada justificada se, quando avaliada, contribuir de forma geral para a sustentabilidade da sociedade, levando em conta os aspectos das dimensões ambiental, social e econômica.

Embora não haja uma metodologia consolidada para avaliar a sustentabilidade social, ela abrange aspectos relacionados à comunidade local, geração de empregos, aumento de renda e melhor utilização dos recursos públicos escassos. Esses são aspectos relevantes para a sociedade, e a reciclagem frequentemente traz relevantes benefícios nessa área.

Por outro lado, a análise da sustentabilidade do ponto de vista ambiental possui técnicas de avaliação mais estabelecidas. Assim, são consideradas vantajosas do ponto de vista ambiental as tecnologias de reciclagem em que as análises do ciclo de vida demonstrarem que, em uma situação específica, a reciclagem é a alternativa de gestão com menor impacto ambiental, desde a extração das matérias-primas até o descarte final (TUKKER; GIELEN, 1994).

No processo de pesquisa e desenvolvimento de um novo produto que utiliza resíduos,



a análise do ciclo de vida desempenha um papel fundamental em várias áreas. Primeiro, auxilia na tomada de decisões ao comparar diferentes alternativas durante a fase de desenvolvimento. Além disso, ela permite identificar os impactos mais relevantes do processo de produção, direcionando esforços para a melhoria do desempenho ambiental do novo produto. A análise do ciclo de vida também pode demonstrar que o processo de reciclagem é a alternativa com menor impacto ambiental. E, por fim, pode ser utilizada para obter certificados ambientais ou selos verdes, fazendo parte da estratégia de mercado do produto.

A viabilidade da reciclagem depende da adoção em larga escala do novo material. Portanto, a transferência de tecnologia desempenha um papel crucial nesse processo. Embora o preço do produto seja um fator importante, ele não é o único determinante. Outros aspectos também são relevantes para garantir o sucesso da transferência de tecnologia.

Introduzido pelo BCSD-GM (1997), O conceito de sinergia por meio de resíduos destaca que o sucesso da reciclagem depende da colaboração entre diversos atores envolvidos no processo. Isso inclui os geradores de resíduos, potenciais consumidores dos resíduos, agências governamentais responsáveis pela gestão ambiental e instituições de pesquisa.

Embora a colaboração entre os parceiros seja crucial, não é suficiente por si só. Também é necessário convencer os consumidores finais de que o novo produto oferece vantagens competitivas e apresenta baixos riscos técnicos e ambientais.

É importante superar o preconceito presumido contra materiais de segunda mão ou de qualidade inferior destacando os benefícios ambientais da reciclagem. Explorar a perspectiva ecológica da reciclagem é fundamental nesse processo.

Uma estratégia eficaz para superar a resistência do mercado é o Estado utilizar seu poder de compra. Essa abordagem permite ao Estado impulsionar a demanda por produtos reciclados, demonstrando seu compromisso com a sustentabilidade e incentivando a adoção desses produtos pela indústria e consumidores.

Insta frisar que o presente estudo não pretende o esgotamento técnico dos diversos processos de reciclagem. Tal empreendimento seria demasiadamente longo e extrapolaria nossa intenção primeira. A saber, a reciclagem como instrumento de mitigação dos impactos socioambientais ocasionados pelo consumo.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**



É de consenso que a destinação inadequada dos resíduos sólidos é um problema que afeta toda a sociedade atual, causando impactos socioambientais significativos. A logística reversa e a reciclagem surgem como soluções eficazes para mitigar esses impactos, permitindo a reutilização de materiais que seriam descartados incorretamente.

Aplicadas eficientemente, estas práticas reduzem a necessidade de extrair novas matérias-primas da natureza, economizando recursos naturais e diminuindo a poluição e a degradação ambiental associadas à extração e produção de novos materiais. Além disso, ajudam a diminuir a emissão de gases de efeito estufa, uma vez que o processo de reciclagem, por ex., geralmente consome menos energia do que a produção com matérias primas virgens.

Para que essas soluções sejam realmente efetivas, é crucial que haja conscientização da população sobre a importância do consumo consciente e da correta destinação dos resíduos sólidos. Ademais, são necessárias políticas públicas que incentivem a adoção da logística reversa e da reciclagem, juntamente com a implementação de regulamentações que estabeleçam diretrizes claras e metas mais ousadas para todos os envolvidos na cadeia de consumo, para que os resultados sejam expressivos.

É fundamental destacar que a preservação do meio ambiente e a promoção da sustentabilidade são responsabilidades compartilhadas por todos, desde os fabricantes até os consumidores finais.

A adoção da logística reversa e da reciclagem são instrumentos que contribuem para uma economia menos linear e mais circular, reaproveitando materiais recicláveis, em substituição a matéria prima virgem, poupando recursos naturais, com vistas à construção de um futuro mais sustentável e equilibrado, assegurando a preservação dos recursos naturais, ecossistemas diversos e a qualidade de vida das atuais e futuras gerações.

## REFERÊNCIAS

BSC-GM (Business Council for Sustainable Development – Gulf of Mexico). **Byproduct synergy: a strategy for sustainable development**. Austin: WBSC-GM, 1997. 36p.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é, o que não é**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, Centro Gráfico, 1988

BRASIL. **Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2022. Disponível em:





[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2022/Decreto/D10936.htm#art91](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2022/Decreto/D10936.htm#art91)  
Acesso em: 7 jul 2023

**BRASIL. Lei Complementar nº 140, de 8 de maio 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.** Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2011. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/lcp140.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp140.htm) Acesso em: 7 jul 2023.

**BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.** Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2010. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em: 07/jul. 2023.

**BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrôpole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados.** Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2020. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm#:~:text=%E2%80%9CDisp%C3%B5e%20sobre%20o%20Quadro%20de,%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias.%E2%80%9D](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm#:~:text=%E2%80%9CDisp%C3%B5e%20sobre%20o%20Quadro%20de,%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias.%E2%80%9D) . Acesso em: 7 jul 2023.

COSER, Alexandre. PEDDE, Valdir) **O Gerenciamento de Resíduos Urbanos e os Catadores: pode uma atividade ocupacional social e culturalmente excludente gerar inclusão social?** *Veredas do Direito*, V.16, N 34. Belo Horizonte: Escola Dom Helder Câmara.

CRUTZEN, Paul; STOERMER, Eugene. **The “Anthropocene”.** *Global Change Newsletter (IGBP)*, no. 41, 2000, p. 17-18.

DIAS, Alice Libânia Santana; LANGE, Liséte Celina. Um panorama dos sistemas de logística reversa no Brasil e em Minas Gerais frente às determinações da PNRS. In: RIBEIRO, José Cláudio Junqueira (org). **Logística Reversa: um desafio para a gestão dos resíduos**





sólidos.1 ed. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris, 2020, p. 1-22.

ECYCLE, Equipe. **Reciclagem, o que é e qual a sua importância.** ECYCLE, 2022. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/reciclagem/>>. Acesso em: 07/jul. 2023.

JOHN, Vanderley M.; ÂNGULO, Sérgio Cirelli. *Metodologia para desenvolvimento de reciclagem de resíduos.* In: Coleção Habitare, v. 4, p. 8-71. **Utilização de Resíduos na Construção Habitacional.** Editores: Janaíde Cavalcante Rocha e Vanderley Moacyr John. Porto Alegre: ANTAC, 2003. 272p. ISBN 85-89478-05-X.

LAURITZEN, E. K. The global challenge of recycled concrete. In: DHIR, R. K.; HENDERSON, N. A.; LIMBACHIYA, M. C. (Ed.). **Use of recycled concrete aggregate.** Tomas Telford, 1998. p. 506-519.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 45.181, de 25 de setembro de 2009. Regulamenta a Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009, e dá outras providências.** Diário Oficial do estado de Minas Gerais, Minas Gerais, 25 de setembro de 2009. Disponível em: [http://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/legislacao\\_tributaria/decretos/2009/d45181\\_2009.html](http://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/legislacao_tributaria/decretos/2009/d45181_2009.html). Acesso em: 8 jul 2023.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa Copam nº. 188, de 30 de outubro de 2013. Estabelece diretrizes gerais e prazos para publicação dos editais de chamamento público de propostas de modelagem de sistemas de logística reversa no Estado de Minas Gerais.** Minas Gerais, Diário do Executivo, 04 de dezembro de 2013. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=31295> . Acesso em: 07 jul 2023.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa Copam nº. 244, de 27 de janeiro de 2022. Dispõe sobre os critérios para implantação e operação de aterros sanitários em Minas Gerais e dá outras providências.** Minas Gerais. Minas Gerais, Diário do Executivo, 17 de fevereiro de 2022. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=55442> . Acesso em: 8 jul de 2023.

MINAS GERAIS. **Lei nº18031, de 12 de janeiro de 2009. Dispõe sobre a Política Estadual Resíduos Sólidos.** Assembleia Legislativa de Minas Gerais, Minas Gerais, 12 de janeiro de 2009. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/LEI/18031/2009/?cons=1>. Acesso em 7 jul 2023.

MINAS GERAIS. Lei nº 21972, de 21 de janeiro de 2016. **Dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Sisema – e dá outras providências.** Assembleia Legislativa de Minas Gerais, Minas Gerais, 21 de janeiro de 2016. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/LEI/21972/2016/?cons=1>. Acesso em: 8 jul 2023

ONU. **População mundial atinge oito bilhões de pessoas.** ONU News: Perspectiva Global Reportagens Humanas, 15 novembro de 2022. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2022/11/1805342>>. Acesso em: 05 jul de 2023.

RIBEIRO, José Claudio Junqueira. **Indicadores Ambientais.** Belo Horizonte: SEMAD, 2006



RIBEIRO, José Cláudio Junqueira; AMARAL, Carlos Henrique Carvalho. Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos. In: COSTA, Beatriz Souza; RIBEIRO, José Cláudio Junqueira (org). **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos: direitos e deveres**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris, 2013, p. 39-55.

RIBEIRO, José Cláudio Junqueira; SÁ, Viviane Kelly Silva. Logística Reversa como instrumento de gestão ambiental: um estudo comparado. In: RIBEIRO, José Cláudio Junqueira (org). **Logística Reversa: um desafio para a gestão dos resíduos sólidos**. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris, 2020, p. 23-45.

RIBEIRO, José Cláudio Junqueira; SILVA, Tamires Cristiane da Rocha. Logística Reversa: conceito, ciclo de vida, legislação, entraves e o acordo setorial das embalagens em geral. In: RIBEIRO, José Cláudio Junqueira (org). **Logística Reversa: um desafio para a gestão dos resíduos sólidos**. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris, 2020, p. 47-70.

Scarpa, Fabiano. **Pegada ecológica: qual é a sua?** / Fabiano Scarpa; Ana Paula Soares. – São José dos Campos, SP: INPE, 2012. 24p.

THOMÉ, Romeu. **Manual de Direito Ambiental**. 11. ed. rev. atual. e amp. Salvador: Juspodivm, 2021.

THOMÉ, Romeu. **O fechamento de mina e o desenvolvimento sustentável**. V. 1. Sete Lagoas: FEMM, Provocações, 2006.

TUKKER, A.; GIELEN, D. J. A concept for the environmental evaluation of waste management benefits. In: GOUMANS, J. J.; VAN DER SLOOT, H. A.; AALBERS, G. (Ed.). **Environmental Aspects of Construction with Waste Materials**. London: Elsevier, 1994. p. 737-748. (Studies in Environmental Science 60)

WBCSD (WORLD BUSSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOMPMENT) **Eco-Efficiency and Cleaner Production: Charting the Course to Sustainability**. 1998. 18 p.

WORLDOMETER. **População mundial atual**. Worldometer, 2022. Disponível em: <<https://www.worldometers.info/world-population/>>. Acesso em: 05/jul. 2023