

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

**LETÍCIA MARA TEIXEIRA**

**ORDENAMENTO JURÍDICO AMBIENTAL BRASILEIRO QUE  
POSSIBILITOU O APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS PARA  
PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES**

**UBERLÂNDIA/MG**

**2022**

LETÍCIA MARA TEIXEIRA

**ORDENAMENTO JURÍDICO AMBIENTAL BRASILEIRO QUE POSSIBILITOU O  
APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS PARA PRODUÇÃO DE  
FERTILIZANTES**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental, da  
Universidade Federal de Uberlândia como parte  
dos requisitos exigidos para a obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. José Geraldo  
Mageste da Silva

**UBERLÂNDIA/MG**

**2022**

LETÍCIA MARA TEIXEIRA

**ORDENAMENTO JURÍDICO AMBIENTAL BRASILEIRO QUE  
POSSIBILITOU O APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS PARA  
PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental, da  
Universidade Federal de Uberlândia como parte  
dos requisitos exigidos para a obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Ambiental.

Uberlândia, 25 de março de 2022.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Iara de Fátima Braga  
Mestranda  
Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental (PPGMQ)  
Instituto de Ciências Agrárias

---

Larissa Lima Gonzaga  
Mestranda  
Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental (PPGMQ)  
Instituto de Ciências Agrárias

---

Prof. Dr. José Geraldo Mageste da Silva  
Orientador  
Instituto de Ciências Agrárias

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família: meus pais, minha irmã, “Didinha” Márcia e à Tia Ju (*in memoriam*), que durante minha trajetória acadêmica, sempre se prontificaram e nunca mediram esforços e sacrifícios para que eu pudesse ser a primeira da nossa família a se formar em uma Universidade Federal e a abrir portas para as futuras gerações.

Agradeço à minha namorada, Michelle, que de maneira doce e carinhosa me incentivou na construção deste trabalho, sempre me apoiando, sendo minha esperança, conforto e força para as mazelas da vida. A vida é boa, colorida e linda ao lado dela.

Agradeço aos meus amigos, principalmente ao Junar, Dani, Leal, Deds, Jess e Riq, por não desistirem de mim, por me apoiarem e por serem minha base sólida. Eu sou porque nós somos!

Agradeço ao amado mestre, Prof. Dr. José Geraldo Mageste que tanto me encorajou, tanto foi empático e solícito e que me amparou em momentos em que a vida bateu mais forte. Hoje tenho a certeza que lembrarei e levarei comigo seus ensinamentos com muito carinho.

Agradeço também às forças divinas e misteriosas do universo, que tanto respeito, por me proporcionarem saúde e muitas bênçãos.

## RESUMO

Através de uma pesquisa qualitativa, baseada na evolução da preocupação ambiental mundial e seus reflexos na estruturação da política ambiental no Brasil, este trabalho busca analisar a legislação ambiental brasileira no que tange o aproveitamento de resíduos orgânicos, através da tecnologia de compostagem, para a produção de fertilizantes e destinação final de resíduos. A combinação da destinação ambientalmente adequada de resíduos do setor agroindustrial com a necessidade de aplicação de fertilizantes para o aumento da produtividade agrícola estimula o uso da tecnologia de compostagem de resíduos para a produção de fertilizantes, favorecendo a ciclagem de nutrientes, a economia circular, a adoção de novas técnicas de produção e consequentemente atendendo às demandas locais e globais de sustentabilidade.

**Palavras-chaves:** Política Nacional de Resíduos Sólidos; Compostagem; Fertilizantes Organominerais; Objetivos de Desenvolvimento Sustentável; Agenda 2030; Produção Mais Limpa; Economia Circular.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030. ....	14
Figura 2. Estrutura do Índice de Produção Agroindustrial Brasileira (PIMAgro) .....	23
Figura 3. Evolução do processo de compostagem.....	27
Figura 4. A umidade no processo de compostagem e no produto acabado.....	30

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	8
2 OBJETIVOS .....	9
3 REFERENCIAL TEÓRICO .....	10
3.1. A preocupação ambiental global .....	10
3.2. Agenda 2030 e o desenvolvimento sustentável .....	12
3.3. Política ambiental no Brasil .....	15
3.4. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) .....	17
3.5. Agroindústria no Brasil .....	21
3.6. Resíduos gerados na Agroindústria – Setor alimentício de origem animal .....	23
3.7. Compostagem .....	24
3.8. Indústria de fertilizantes orgânicos no Brasil .....	29
3.9. Fertilizante orgânico e organomineral .....	31
3.10. Economia Circular .....	32
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	35

## 1 INTRODUÇÃO

A Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), com o intuito de minimizar os impactos ambientais adversos causados pela geração de resíduos sólidos por pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, por meio de suas atividades, sejam elas de consumo ou de produção, define a destinação final ambientalmente adequada. Esta destinação pode resultar na reutilização, na reciclagem, na compostagem ou na recuperação e/ou aproveitamento energético com o intuito de evitar danos ambientais, riscos à saúde e à segurança pública.

A PNRS está alinhada à necessidade das grandes demandas mundiais ou até mesmo dos princípios registrados em convenções internacionais como a Agenda Ambiental de 2030 e à demanda de produção ecoeficiente, ou seja, Produção Mais Limpa (P+L). Ela amplia a busca por soluções e técnicas para o aproveitamento e destinação de resíduos sólidos, reduzindo, assim, a destinação ambientalmente incorreta e atribuindo maior contorno de economia circular ao setor agrícola, com o mínimo de impacto ao solo e água (MENECALE *et al.*, 2012).

A combinação da destinação de resíduos do setor agroindustrial com a necessidade de aplicação de fertilizantes para o aumento da produtividade agrícola é o principal estimulante da compostagem de resíduos para a produção de fertilizantes, pois assim os nutrientes presentes nos resíduos voltam ao ciclo produtivo. Este procedimento também reduz a utilização de insumos inorgânicos, além de fomentar a economia circular e impactar positivamente na qualidade do solo onde é produzida a matéria-prima agroindustrial (CRUZ *et al.*, 2017).

Por meio de levantamentos dos principais estudos teóricos e empíricos, pode-se destacar a importância e o papel da indústria de fertilizantes orgânicos e organominerais para a destinação final ambientalmente adequada, através da compostagem, de grande parte dos resíduos gerados pela agroindústria.

De acordo com Kiehl (1998), a compostagem é uma alternativa viável, de baixo custo e ambientalmente eficiente para eliminar patógenos dos diversos resíduos orgânicos. Os resíduos podem ser gerados pela agroindústria através do processamento de diferentes produtos de origem animal e/ou vegetal. Assim, podem ser utilizados pelos mais variados setores agroindustriais, comprovando a eficiência do processo.

A compostagem refere-se a um processo que agrega valor nos resíduos orgânicos, onde há decomposição da matéria orgânica contida em restos de origem animal ou vegetal. Este é um tipo de “reciclagem de resíduos orgânicos” e pode ser definida como um processo aeróbio controlado, desenvolvido por uma população diversificada de microrganismos, efetuada em duas fases distintas: a primeira quando ocorrem as reações bioquímicas mais intensas, predominantemente termofílicas; a segunda ou fase de maturação, quando ocorre o processo de humificação, tornando-se um material riquíssimo em nutrientes que pode melhorar a fertilidade do local onde será aplicado (PEREIRA NETO, 1987).

O resultado final do processo de compostagem, ou seja, o composto orgânico, pode ser aplicado diretamente ao solo para melhorar suas características físico-químicas, sem ocasionar danos ou riscos ao meio ambiente. Neste processo, há o retorno dos nutrientes ao ciclo produtivo, tornando a prática sustentável, pois favorece à Economia Circular. Assim, há a substituição de uma economia linear, baseada apenas em extrair, produzir, consumir e descartar, por um modelo circular, no qual há a reincorporação ao processo produtivo os materiais que contêm os resíduos para a produção de novos produtos ou matérias primas. (BRAUNGART *et al.*, 2003).

## **2 OBJETIVOS**

O presente trabalho teve como objetivo principal analisar a legislação ambiental brasileira e seu ordenamento jurídico, com o intuito de verificar o aproveitamento de resíduos orgânicos na produção de fertilizantes e apontar a compostagem como tecnologia e alternativa sustentável para a destinação ambientalmente adequada de resíduos sólidos.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. A preocupação ambiental global

É fato que desde os tempos primórdios o ser humano sempre teve uma interação com a natureza, não de forma exclusiva, pois todos os seres vivos possuem necessidades básicas que são supridas apenas através da retirada de bases materiais do meio ambiente. Apesar de ser algo notório e comum, considerando as relações “Homem x Natureza”, tanto do ponto de vista antropológico quanto ecológico, as preocupações ambientais só começaram a ter relevância a partir da Revolução Industrial, quando houve um aumento considerável do consumo de recursos naturais, onde finalmente notou-se a fragilidade ambiental do planeta Terra (ARAÚJO, 2008).

Reconhecer a fragilidade do planeta Terra contribuiu significativamente para que houvesse discussões, em nível mundial, dos problemas relativos ao meio ambiente e à finitude de recursos naturais. Caminhava-se, portanto, em direção a uma concepção que zelasse pela proteção de valores considerados prioritários, ou seja, que escapassem ao âmbito dos interesses restritos de determinado Estado, para servirem de parâmetro no seio de toda a comunidade internacional. (PASSOS, 2019)

De acordo com Araújo (2008), a necessidade de implantação de políticas ambientais surgiu no século XX, a partir de emergências vistas em desastres ambientais e da consequente inquietação e pressão da comunidade científica, como o aumento de casos de câncer e dano genético por exposição ao pesticida DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano).

A publicação do livro “Primavera Silenciosa”, em 1962, pela escritora Rachel Louise Carson, cientista e ecologista norte-americana, foi fundamental para a imposição de uma legislação mais rígida com enfoque na preservação do meio ambiente. Nele se mostrava como o pesticida DDT penetrava na cadeia alimentar e acumulava nos tecidos gordurosos dos animais e até mesmo do homem, o que poderia causar câncer e dano genético. O livro causou inquietação e provocou os leitores pois, além de expor os riscos do DDT, questionava cega confiança da sociedade no progresso tecnológico desenfreado (BARROS, 2008).

Segundo Barros (2008), outro fato importante para intensificar a pressão mundial na criação de políticas ambientais foi o relatório intitulado “Os limites do crescimento”, publicado em 1972 pelo Clube de Roma, entidade formada por intelectuais e empresários, não militantes ecologistas, onde foram levantados quatro pontos que deveriam ser solucionados para o alcance da sustentabilidade: o controle de crescimento populacional; o controle do

crescimento industrial; a insuficiência da produção de alimentos e o esgotamento de recursos naturais.

Seguindo a linha do tempo dos acontecimentos que levaram às discussões globais em prol do estabelecimento de políticas ambientais, em 1968 a UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) promoveu uma conferência que reuniu a comunidade científica e discutiu a necessidade de organizar fundamentos científicos para a utilização e conservação dos recursos naturais. Através desta conferência, os Estados reconheceram a necessidade de criação de uma declaração universal, que fosse válida para todos os países das ONU (Organizações das Nações Unidas) e então, em 1972 foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente Humano sediada em Estocolmo, Suécia, onde foram reunidos 113 países. Esta conferência é considerada um marco histórico, pois foi o primeiro grande encontro internacional com representantes de diversos países prontificados para discutir a problemática ambiental (BARROS, 2008).

Na conferência ambiental em 1972, em Estocolmo, foi elaborada a Declaração de Estocolmo, com 23 princípios de inspiração e orientação à humanidade para a preservação e melhoria do ambiente humano, além da criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) que até hoje tem sido a principal autoridade global que determina a agenda ambiental, promovendo a implementação coerente da dimensão ambiental do desenvolvimento sustentável do Sistema das Nações Unidas, sendo importante defensora do meio ambiente no mundo (MOURA, 2012).

Outra conferência ambiental extremamente importante para o mundo, foi realizada na cidade do Rio de Janeiro, no Brasil em 1992. A denominada Rio-92 foi a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento e nesta foram assinados importantes acordos ambientais que refletem sua influência até a atualidade. São eles: a) as Convenções do Clima e da Biodiversidade; b) a Agenda 21; c) a Declaração do Rio para o Meio Ambiente e Desenvolvimento; e d) a Declaração de Princípios para as Florestas (MOURA, 2012).

As Convenções do Clima e da Biodiversidade tem como objetivo principal estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera, buscando a compatibilização entre a proteção dos recursos biológicos e o desenvolvimento social e econômico. Já a Agenda 21, estruturada em quatro grandes temas, enfatiza grandes dilemas da humanidade: a questão do desenvolvimento, com suas dimensões econômicas e sociais; os desafios ambientais que tratam da conservação e gestão de recursos naturais; o papel dos atores e dos grupos sociais na organização da sociedade humana; e, finalmente, os meios de implantação das iniciativas e projetos que revelam os conflitos e os riscos da fragmentação social. Sendo assim, a

Declaração do Rio para o Meio Ambiente e Desenvolvimento e a Declaração de Princípios para as Florestas proclamou princípios a serem respeitados para que possa ser estabelecida uma nova e justa parceria internacional, baseada na cooperação entre Estados e indivíduos para a proteção ambiental global (CORDANI *et. al*, 1997).

O termo desenvolvimento sustentável foi utilizado pela primeira vez, em 1983, pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada pela ONU e então presidida pela primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland. A comissão propôs que o desenvolvimento econômico fosse integrado à questão ambiental, estabelecendo-se, assim, o conceito de “desenvolvimento sustentável”. Os trabalhos desta comissão foram concluídos em 1987, com a criação de uma nova declaração universal sobre a proteção ambiental e o desenvolvimento sustentável, conhecido como “Relatório Brundtland”. Este relatório foi publicado com o título "Nosso Futuro Comum" e apresentou uma proposta de integrar a questão ambiental ao desenvolvimento econômico, surgindo não apenas como um novo termo, mas como uma nova forma de pensar e de criar estratégias em prol do progresso mundial. Contudo, o Relatório de Brundtland destaca a necessidade de interligação entre economia, tecnologia, sociedade e política, além de convocar sociedade como um todo para uma nova postura ética, caracterizada pela responsabilidade tanto entre as gerações quanto entre os membros contemporâneos da sociedade atual (ARAÚJO, 2008).

Em 2015, foi aprovada a “Agenda 2030” na Cúpula das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, que estabeleceu 17 objetivos e 169 metas para desenvolvimento sustentável e o enfrentamento a fome e pobreza.

A “Agenda 2030” foi assinada por 193 países, incluindo o Brasil e é basicamente um plano de ação entre o poder público, a sociedade civil e a iniciativa privada em busca de prosperidade e desenvolvimento sustentável (BURIGO; PORTO, 2021).

### **3.2. Agenda 2030 e o desenvolvimento sustentável**

O conceito de desenvolvimento sustentável tem uma conotação extremamente positiva, iniciativas públicas e privadas, nacionais e internacionais adotaram-no para marcar uma nova filosofia do desenvolvimento que combina eficiência econômica com justiça social e prudência ecológica (CAVALCANTI, et al., 1994).

Desenvolvimento sustentável demanda um esforço conjunto, entre o poder público, a sociedade civil e a iniciativa privada, para a construção de um futuro inclusivo, resiliente e sustentável para todas as pessoas e todo o planeta. Para que o desenvolvimento sustentável

seja alcançado, é crucial harmonizar três elementos centrais: crescimento econômico, inclusão social e proteção ao meio ambiente. Esses elementos são interligados e fundamentais para o bem-estar dos indivíduos e das sociedades (BURIGO; PORTO, 2021).

Em setembro de 2015, na 70ª Assembleia Geral das Nações Unidas (ONU), os representantes dos 193 estados-membros se comprometeram com a resolução da chamada “Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”. Ela é também chamada de Cúpula de Desenvolvimento Sustentável, realizada na sede da ONU em Nova York, com a criação de 17 objetivos e 169 metas. (BURIGO; PORTO, 2021)

A Resolução, conhecida popularmente como “Agenda 2030”, “Pacto Global” ou “Agenda Global de Sustentabilidade” é embasada nos propósitos e princípios confirmados na Carta de fundação das Nações Unidas (1945), na Declaração Universal dos Direitos Humanos (1948), na Declaração do Rio sobre o Meio Ambiente (1992), na Declaração do Milênio (2000), na Declaração final da Conferência Rio+20 (2012), entre outros tratados e acordos internacionais. O contexto da Rio+20 e os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (2000-2015) serviram de base para a formulação da nova Agenda para os anos seguintes, considerada mais participativa e com envolvimento de dezenas de países e diversos setores das sociedades. (BURIGO; PORTO, 2021)

A “Agenda 2030” é um plano de ação para o poder público, a sociedade civil e a iniciativa privada em busca de prosperidade e desenvolvimento sustentável, pois ela busca fortalecer a paz universal com mais liberdade e reconhece que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões, incluindo a pobreza extrema, é o maior desafio global e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável. Através dos objetivos e metas a agenda estipula ações para os próximos 15 anos em áreas de importância crucial para a humanidade e para o planeta. (BURIGO; PORTO, 2021)

“A atividade empresarial privada, o investimento e a inovação são os principais elementos impulsionadores da produtividade, do crescimento econômico inclusivo e da criação de emprego. Reconhecemos a diversidade do setor privado, que vai desde as microempresas e cooperativas às multinacionais. Convocamos todas as empresas a aplicar sua criatividade e inovação na resolução dos desafios do desenvolvimento sustentável. Vamos promover um setor empresarial dinâmico e funcional, ao mesmo tempo em que protegemos os direitos trabalhistas e as normas ambientais e sanitárias em conformidade com as normas e acordos internacionais relevantes e outras iniciativas em curso a este respeito, tais como os Princípios Orientadores sobre Empresas e Direitos Humanos e as normas de trabalho da Organização

Internacional do Trabalho, a Convenção sobre os Direitos da Criança e os acordos-chave ambientais multilaterais, para as partes nesses acordos.” (Declaração 67 da Agenda 2030).

Para o setor privado, ou seja, para as empresas, fica cada vez mais relevante as discussões internas e o alinhamento de metas à uma cultura organizacional estabelecida em função da Agenda Global de Sustentabilidade, pois faz-se necessário exercer as atividades com a implementação de ferramentas e modelos de produção que atendam tais demandas e que possam impactar e alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), definidos na Cúpula de Desenvolvimento Sustentável. (BURIGO; PORTO, 2021)

De acordo com a ONU (2022) os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) entraram em vigor em 1º de janeiro de 2016 e espera-se que sejam cumpridos até 31 de dezembro de 2030.

**Figura 1.** Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030.



Fonte: ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU) BRASIL, 2022.

No que diz respeito à política ambiental brasileira, esta avançou principalmente a partir da pressão de organismos internacionais e multilaterais (Banco Mundial, Organização das Nações Unidas, movimentos ambientalistas de ONGs e militância), seguindo os marcos internacionais ocorridos a partir da segunda metade do século XX que influenciaram diretamente a direção das políticas ambientais em todo o mundo. (MOURA, 2012).

### 3.3. Política ambiental no Brasil

O início da trajetória da política ambiental no Brasil foi na década de 1930, onde a discussão da gestão dos recursos naturais se tornou pioneira para a composição de legislações, como o Código das Águas e o Código Florestal, ambos aprovados em 1934 (MOURA, 2012).

A Constituição Federal de 1988 reconhece a preservação do meio ambiente como questão pública, envolvendo não apenas o Estado, mas também a sociedade, como forma de abrangência geral de responsabilidade, a partir da premissa (MOURA, 2012):

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, sendo este um bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (Art. 225, caput, da Constituição Federal Brasileira).

Pode-se observar a partir do Quadro 1, publicado pelo IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2012) a evolução da legislação ambiental brasileira por períodos, de 1930 a 2015:

**Quadro 1.** Trajetória da política ambiental federal no Brasil.

<b>Legislação</b>	<b>Ementa</b>
<b>Período - décadas de 1930 a 1960</b>	
Decreto nº 24.643/1934	Decreta o Código de Águas.
Decreto-Lei nº 25/1937	Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional. Inclui como patrimônio nacional os monumentos naturais, sítios e paisagens de valor notável.
Lei nº 4.771/1965	Institui o novo Código Florestal.
Lei nº 5.197/1967	Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências.
<b>Período - década de 1970</b>	
Lei nº 6.225/1975	Dispõe sobre discriminação, pelo Ministério da Agricultura, de regiões para execução obrigatória de planos de proteção ao solo e de combate à erosão e dá outras providências.
Decreto-Lei nº 1.413/1975	Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais.
Decreto Legislativo nº 56/1975	Aprova o Tratado da Antártida.
Lei nº 6.453/1977	Dispõe sobre a responsabilidade civil por danos nucleares e a responsabilidade criminal por atos relacionados com atividades nucleares e dá outras providências.
<b>Período - década de 1980</b>	

Lei nº 6.803/1980	Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências.
Lei nº 6.938/1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
Lei nº 6.902/1981	Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências.
Lei nº 7.661/1988	Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências.
Lei nº 7.347/1985	Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências.
Lei nº 7.805/1989	Regulamenta as atividades garimpeiras, tornando obrigatória a licença ambiental prévia e passíveis de suspensão as atividades de pesquisa ou lavra que causarem danos ao meio ambiente.
Lei nº 7.797/1989	Cria o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA).
Lei nº 7.802/1989	Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.
<b>Período - década de 1990</b>	
Lei nº 8.171/1991	Dispõe sobre a política agrícola. (inclui a proteção do meio ambiente entre seus objetivos e como um de seus instrumentos)
Lei nº 8.723/1993	Dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores.
Lei nº 8.974/1995	Estabelece normas para a engenharia genética e organismos geneticamente modificados (OGM) no país.
<b>Período - década de 1990</b>	
Lei nº 9.433/1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
Lei nº 9.605/1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Lei nº 9.795/1999	Dispõe sobre a educação ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental.
<b>Período - 2000 a 2012</b>	
Lei nº 9.985/2000	Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC).
Lei nº 9.966/2000	Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional.
Medida Provisória nº 2.186-16/2001	Dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado, a repartição de benefícios e o acesso à tecnologia e transferência de tecnologia para sua conservação e utilização.
Lei nº 10.650/2003	Dispõe sobre o acesso público aos dados e às informações existentes nos órgãos e entidades integrantes do Sisnama.

Lei nº 11.105/2005	Estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam OGMs e seus derivados, cria o Conselho Nacional de Biossegurança (CNBS), reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) e dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança (PNB).
Lei nº 11.284/2006	Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do MMA, o Serviço Florestal Brasileiro (SFB); cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal (FNDF).
Lei nº 11.428/2006	Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.
Lei nº 11.460/2007	Dispõe sobre o plantio de organismos geneticamente modificados em unidades de conservação (UCs).
Lei nº 11.445/2007	Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.
Lei nº 11.794/2008	Estabelece procedimentos para o uso científico de animais.
Lei nº 11.828/2008	Trata de medidas tributárias aplicáveis a doações destinadas a prevenção, monitoramento e combate ao desmatamento.
Lei nº 2.114/2009	Cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima.
Lei nº 12.187/2009	Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC).
Lei nº 11.959/2009	Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca.
Lei nº 12.305/2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).
Lei Complementar nº 140/2011	Fixa normas para a cooperação entre a União, os estados, o Distrito Federal e os municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativa à proteção do meio ambiente.
Lei nº 12.512/2011	Institui o Programa de Apoio à Conservação Ambiental e o Programa de Fomento às Atividades Produtivas Rurais.
Lei nº 12.651/2012	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (revogou o antigo Código Florestal, Lei nº 4.771/1965).
Lei nº 13.153/2015	Institui a Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca e seus instrumentos; prevê a criação da Comissão Nacional de Combate à Desertificação.

Fonte: MOURA, 2012

A dificuldade de integração entre entes federativos na formulação e na implementação de políticas se faz presente nas diferentes esferas política e administrativa no Brasil, sobretudo no que diz respeito às políticas ambientais (MOURA, 2012).

Neste trabalho, é possível destacar a Lei Federal nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), onde foram estabelecidos princípios e objetivos, proporcionando um marco para a gestão de resíduos no Brasil.

### 3.4. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

Em um mundo perfeito, não haveriam resíduos nem desperdícios. Portanto, para o alcance dessa utopia, seria exigível uma outra utopia: não haver quaisquer atividades

industriais e tampouco urbanização; em suma, teríamos um mundo diferente daquele que conhecemos atualmente. A alimentação voltaria a se basear na lógica coletora e não seria possível qualquer tipo de transformação de produtos que implicasse produção de resíduos e outros efluentes (VIEIRA, 2011).

Segundo a NBR 10004:2004, pode-se definir resíduos sólido como:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

A Lei 12.305 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil foi promulgada em 2 de agosto de 2010, depois de quase 20 anos de tramitação no Congresso Nacional. A PNRS brasileira representa um marco legislativo que mudou e tem mudado o cenário da gestão de resíduos, tanto para o poder público quanto para as empresas do setor privado e a sociedade civil (VIEIRA, 2011).

Os princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil são bem claros, como o desenvolvimento sustentável, a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, entre outros. Além disso, seus objetivos tramitam entre proteção da saúde pública e da qualidade ambiental, a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, ao estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços até ao incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados, entre outros (BRASIL, 2010).

Em seu Art. 20, a Política Nacional de Resíduos Sólidos obriga alguns geradores de resíduos a elaborarem o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), incluindo àqueles geradores de resíduos industriais, como é o caso da agroindústria alimentícia, especificamente de origem animal, além de exigir que estes geradores gerenciem e

garantirem a coleta, armazenamento, transporte, transbordo, tratamento, destinação final de resíduos sólidos, ou de disposição final de rejeitos (VIEIRA, 2011).

Neste plano, é necessário identificar, quantificar e destinar todos os resíduos de todas as fases do processo industrial, além de informar, ao Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), que é um dos instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, toda a movimentação de resíduos realizadas em território nacional, através do MTR (Manifesto de Transporte de Resíduos) (BRASIL, 2020).

Em junho de 2020, através da Portaria nº 280, foi instituído o Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR nacional, como ferramenta de gestão e documento declaratório de implantação e operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos. Porém, no estado de Minas Gerais, através da Deliberação Normativa COPAM Nº 232, desde 2019, já havia sido instituído o Sistema Estadual de Manifesto de Transporte de Resíduos. (BRASIL, 2020).

O MTR é uma ferramenta online, auto-declaratória, válido no território nacional, emitido pelo gerador de resíduos que quantifica os resíduos gerados, sua tipologia, o transportador, armazenador temporário e destinador final, criando uma cadeia de responsabilidade compartilhada também instituída como um dos princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos, sendo um 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 (BRASIL, 2020).

Atualmente, uma das grandes preocupações das empresas referente ao gerenciamento de resíduos é a rastreabilidade da destinação dos resíduos gerados, tanto pelos impactos ambientais adversos que eles podem causar quanto em atendimento à Política Nacional de Resíduos Sólidos (HENRIQUES & QUELHAS, 2007).

Uma das diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil é a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final e destinação final ambientalmente adequada, sendo uma diretriz bastante interessante do ponto de vista ambiental, pois para o setor privado pode ser elencado à Produção Mais Limpa (P+L) que também sugere o mesmo (BRASIL, 2020).

De acordo com Fernandes et al (2001), a expressão Produção Mais Limpa (P+L), foi referida e publicada pela primeira vez em 1989, pela UNEP (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) através da DTIE (Divisão de Tecnologia, Indústria e Meio Ambiente)

como uma ferramenta integrada aos processos e produtos para aplicação contínua de uma estratégia integrada que engloba a viabilidade econômica, a preservação ambiental e o desenvolvimento tecnológico, visando assim o aumento da eficiência da produção e a redução dos riscos para o homem e o meio ambiente

Fernandes et al (2001) define a Produção Mais como uma aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não-geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em um processo produtivo.

Após a Rio-92 (Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento), em 1992, a indústria brasileira começou a incorporar a Produção Mais Limpa em seus processos e partir desse novo paradigma, os impactos ambientais diretos e não mitigáveis, que causam poluição ambiental, passaram a ser considerados indicadores de desperdício nas empresas responsáveis que começaram a diminuir o consumo de água, energia e matérias-primas (ARGENTA, 2007).

De acordo com a definição exposta por Fernandes (2001), a Produção mais Limpa, conhecida também como “P+L”, pode ser aplicada através da aplicação de quatro atitudes básicas:

- A busca pela não geração de resíduos, através da racionalização das técnicas de produção;
- Minimização da geração dos resíduos;
- Reaproveitamento dos resíduos no próprio processo de produção;
- Reciclar os resíduos através do aproveitamento das sobras ou do próprio produto para a geração de novos materiais.

A Produção Mais Limpa (P+L) é vista entre os especialistas como uma ferramenta indispensável para tratar as questões de meio ambiente nos processos industriais. Dentro desta metodologia pergunta-se “onde estão sendo gerados os resíduos?” e não mais somente “o que fazer com os resíduos gerados?”. Dessa forma, evita-se o desperdício, tornando o processo mais eficiente (HENRIQUES & QUELHAS, 2007).

### 3.5. Agroindústria no Brasil

Segundo a Embrapa (2022), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, pública e vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil, a agroindústria tem participação de aproximadamente 5,9% no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, no beneficiamento, na transformação dos produtos e no processamento de matérias-primas provenientes da agropecuária, promovendo dessa forma maior integração do meio rural com a economia de mercado. Ela é um dos principais setores produtivos responsáveis pelo beneficiamento de *commodities* no país.

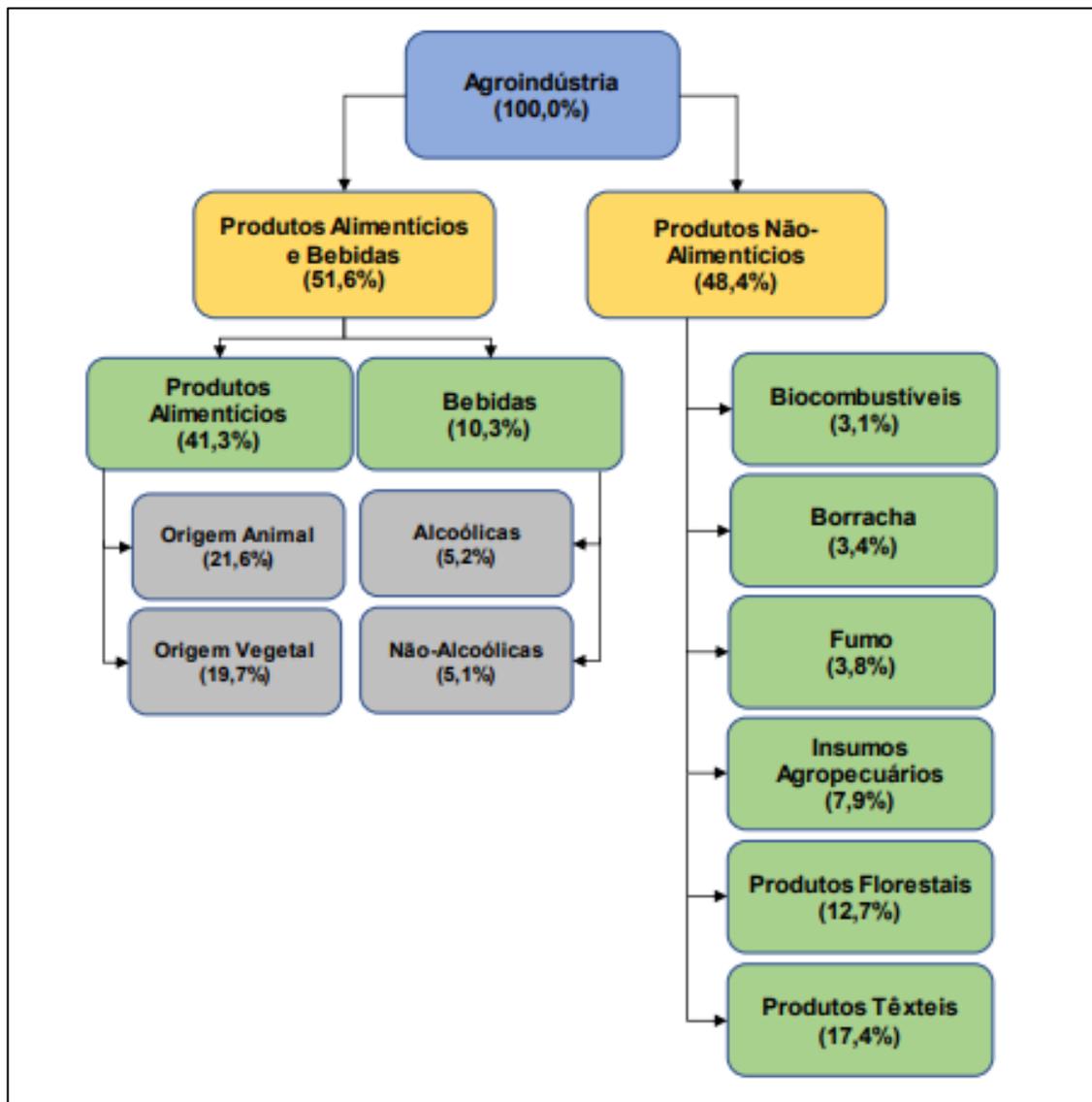
De acordo com Sinott (2010) as *commodities* são produtos de origem agropecuária ou de extração mineral, em estado bruto ou pequeno grau de industrialização, produzidos em larga escala e destinados ao comércio externo. Seus preços são determinados pela oferta e procura internacional da mercadoria. No Brasil, as principais *commodities* são o café, a soja, o trigo e o petróleo.

A agroindústria tem como papel e objetivo, transformar e processar as matérias-primas da pecuária, aquicultura, silvicultura e agricultura e conseqüentemente prolongar sua vida útil e seu prazo de validade para consumo, ou seja, é um processo de industrialização dos produtos provenientes do setor agro (SCHENINI, 2011).

A partir da clássica definição de agronegócio de Davis e Rolemberg (1957), a Fundação Getúlio Vargas (2019), delimita a agroindústria como o conjunto de atividades relacionadas à transformação de matérias-primas utilizadas pela produção agropecuária (tais como insumos, tratores e demais máquinas e equipamentos) e à transformação de matérias-primas provenientes da agropecuária em produtos manufaturados (tais como produção de bens alimentícios e bebidas).

A FGVAgro (2019), Centro de Estudos do Agronegócio da Fundação Getúlio Vargas, mensura a evolução da produção dos produtos da agroindústria a partir dos dados disponíveis com abrangência nacional da PIM-PF (Pesquisa Industrial Mensal – Produção Física) do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas), portanto foi possível construir o PIMAgro, ou seja, pelo Índice de Produção Agroindustrial, com o objetivo de medir a evolução em curto prazo do valor adicionado da agroindústria na economia brasileira. O índice permite acompanhar mensalmente a evolução da agroindústria nacional desde 2002. Com esses dados, a FGVAgro (2019), construiu o PIMAgro composto por dois segmentos principais: produtos alimentícios e bebidas e produtos não-alimentícios. A Figura 2 descreve os segmentos do PIMAgro e apresenta o peso de cada segmento/setor dentro do índice.

**Figura 2.** Estrutura do Índice de Produção Agroindustrial Brasileira (PIMAgro).



Fonte: FGVAgro, 2019.

De acordo com Schenini (2011), há uma variedade de empresas que beneficiam, processam ou reciclam matérias-primas do setor agro, como abate e industrialização de frangos, indústria de rações para animais, indústria de rações e alimentos balanceados para humanos, abate e industrialização de suínos, indústria de móveis, abate e industrialização de gado, indústria de curtimento de couro, indústria de bebidas, indústria de tecidos de lã, algodão e fibras naturais, alimentos desidratados e liofilizados, indústria de doces, indústria de álcool, indústria de açúcar, indústria de alimentos congelados, indústria de farinha, indústria de conservas e enlatados, indústria de sucos, indústria de laticínios, indústria de insumos agrícolas e inúmeras outras.

### 3.6. Resíduos gerados na Agroindústria – Setor alimentício de origem animal

Nas etapas de produção da indústria alimentícia, especificamente de origem animal, o processo fabril inicia quando a MP (matéria-prima) chega na fábrica e finaliza quando há a saída da mercadoria na expedição. As etapas desse tipo de agroindústria são: recepção, atordoamento, sangria, escaldagem, depenagem, evisceração, inspeção, lavagem, pré-resfriamento, gotejamento, classificação de cortes, embalagem, congelamento e expedição. (KARPINSKI, 2010).

Segundo Schenini (2011), na produção da indústria alimentícia de origem animal a geração de resíduos é significativamente alta e ampla, podendo listar:

- (i) as águas residuárias de processos de abate;
- (ii) águas residuárias de limpeza, efluentes de cozinhas e banheiros;
- (iii) gorduras geradas nos processos;
- (iv) lodos de ETA's (Estações de Tratamento de Água), sangue centrifugado, lodo sedimentado e lodo flotado de ETE's (Estações de Tratamento de Esgoto);
- (v) óleos lubrificantes e esterco da lavagem de caminhões e gaiolas;
- (vi) ossos e vísceras;
- (vii) plástico, papel, vidro, metal, recipientes e bombonas plásticas;
- (viii) farinha de pena e cama aviária;
- (ix) cinzas da caldeira, cascas e pedaços de madeira;
- (x) restos de alimentos da cantina;
- (xi) EPI's (Equipamentos de Proteção Individual) contaminados, remédios vencidos, resíduos contaminantes biológicos da enfermaria;
- (xii) outros resíduos sólidos com alta carga orgânica.

De acordo com a PNRS, os resíduos da agroindústria são classificados quanto à sua origem, como resíduos industriais. Tais resíduos são ricos em material orgânico, sendo classificado de acordo com ABNT NBR 10004:2004 como resíduos Classe II-A – Não perigosos e não inertes tendo propriedades como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

Sendo assim, em consonância com a PNRS, estes resíduos ricos em material orgânico, classificados com Classe II-A de acordo com a ABNT NBR 10004:2004, podem ser destinados à compostagem, como forma de destinação final ambientalmente adequada,

evitando danos ou riscos à saúde pública e à segurança, além de minimizar os impactos ambientais adversos em que o segmento está sujeito.

### **3.7. Compostagem**

O processo biológico de decomposição da matéria orgânica contida em resíduos de origem animal e vegetal é chamado de compostagem. Esse processo tem como resultado final um produto, chamado composto orgânico, que pode ser aplicado ao solo como fertilizante orgânico, capaz de melhorar suas características, sem ocasionar impactos e riscos ao meio ambiente (KIEHL, 1998).

De acordo com Kiehl (1998), pode-se definir compostagem como um processo controlado de decomposição microbiana de oxidação e oxigenação de uma massa heterogênea de matéria orgânica no estado sólido e úmido, passando pelas seguintes fases: uma inicial e rápida de fitotoxicidade, caracterizada pela formação de ácidos orgânicos e toxinas de curta duração, geradas pelo metabolismo dos organismos existentes no substrato orgânico. Na fase de semicura ou bioestabilização, o composto deixa de ser danoso às raízes e às sementes. Finalmente na fase de cura, maturação ou humificação, o composto atinge o auge de suas propriedades benéficas ao solo e às plantas. A matéria orgânica quando atacada por microorganismos sofre o processo de mineralização, transformação bioquímica, havendo liberação de elementos químicos, como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, os quais deixam a forma orgânica (imobilizada) para passarem à forma de nutrientes minerais chamada mineralizada, que servem para subsistência das plantas.

O processo de compostagem é basicamente a decomposição aeróbica da matéria orgânica, sendo proveniente da ação de agentes biológicos, microorganismos, na presença de oxigênio. Contudo, para se obter um produto (composto orgânico) de boa qualidade é necessário boas condições físicas e químicas adequadas ao processo e o material húmico formado pela compostagem, em razão de suas propriedades coloidais, possui grande importância na constituição do solo, onde é fonte de nutrientes para a vegetação, favorecendo a estrutura do solo e a retenção de água, estabilizando os nutrientes ao longo do tempo (DICK; McCOY,1993).

De acordo com Kiehl (1998) o processo de compostagem pode ocorrer através de dois métodos, natural e acelerado:

- Método natural (leiras dinâmicas): os resíduos orgânicos são levados para pátios e dispostos em pilhas de diversos formatos. Com o auxílio de equipamentos apropriados, como retroescavadeiras, o material é revolvido periodicamente para alcançar a aeração necessária para o desenvolvimento do processo de decomposição biológica. O tempo necessário para a compostagem natural varia de três a quatro meses;
- Método acelerado (leiras estáticas e reatores): os resíduos orgânicos são levados para pátios e dispostos em pilhas sobre tubulações perfuradas, onde ocorre aeração forçada através de motores. Os resíduos orgânicos podem ser levados também à reatores, sendo colocados ao contrário da corrente de ar. Posteriormente, neste método em que há uso de reatores, o material é colocado em pilhas, como no método natural. O tempo em que os resíduos permanecem no reator é de cerca de quatro dias e o tempo total da compostagem acelerada varia de dois a três meses.

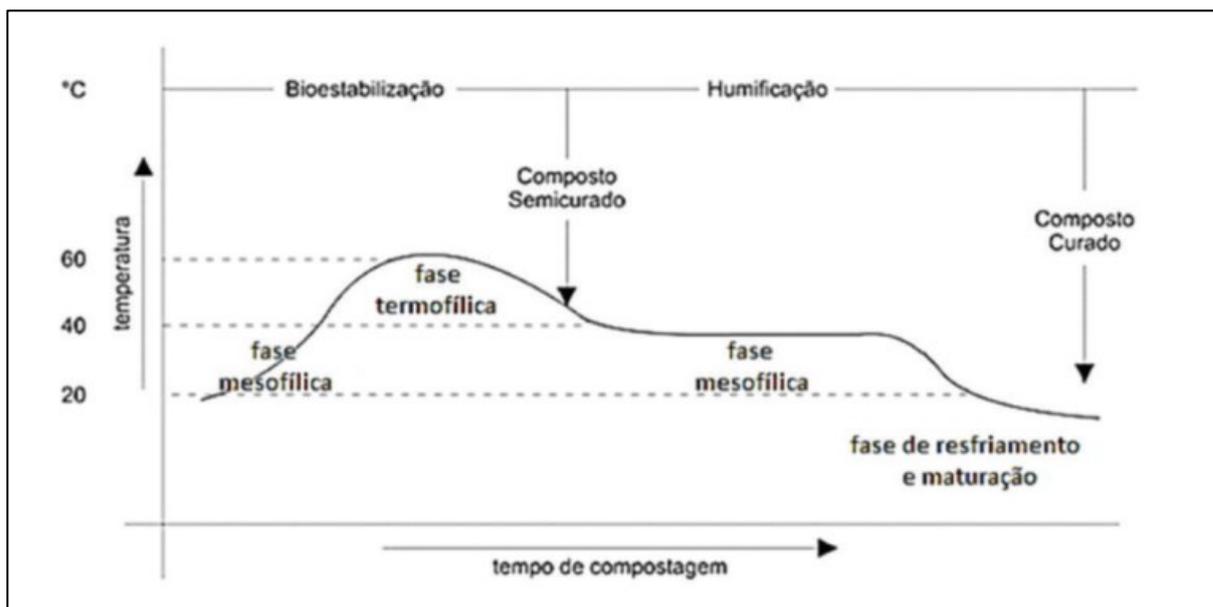
No início da decomposição do material orgânico, desenvolvem-se microrganismos que apresentam uma fermentação ácida e o pH torna-se mais baixo, o que é favorável à retenção de amônia. Na fase seguinte, os ácidos são consumidos por outros agentes biológicos, elevando assim o pH. O composto orgânico deve ter uma pH de, no mínimo, 6,0. Geralmente o composto curado humificado apresenta valores entre 7,0 e 8,0. O grau de decomposição do material submetido ao processo de compostagem é indicador, através da cor, odor e umidade, do estágio de maturação do composto orgânico, ou seja, do período de estabilização que produz um composto maturado, altamente estabilizado e humificado, livre de toxicidade (KIEHL, 1998).

Portanto, de forma prática, são dois os principais graus de decomposição do material submetido ao processo de compostagem: semicurado ou tecnicamente bioestabilizado e curado ou humificado (KIEHL, 1998):

- Semicurado (bioestabilizado): composto já pode ser usado como fertilizante sem causar danos às plantas;
- Curado (humificado): composto completamente degradado e estabilizado, com qualidade apropriada para ser utilizado.

A evolução do processo de compostagem pode ser observada na Figura 3:

**Figura 3.** Evolução do processo de compostagem.



Fonte: KIEHL, 1985.

O tempo necessário para a compostagem de resíduos orgânicos está associado aos diversos fatores que atuam no processo, ao método empregado e também às técnicas operacionais (KIEHL, 1998).

A compostagem natural, como referido acima, leva de 60 a 90 dias para atingir a bioestabilização e de 90 a 120 dias para a humificação. A compostagem acelerada leva cerca de 45 a 60 dias para a semicura e de 60 a 90 dias para a cura completa ou humificação. Essa diferença deve-se basicamente à duração da fase termofílica no processo acelerado, que é reduzida de algumas semanas para dois a quatro dias, como pode ser interpretado na Figura 3 (KIEHL, 1998).

Os principais fatores que influenciam no processo de compostagem são: aeração, umidade, temperatura, nutrientes e o pH. Portanto, a Resolução N° 481 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos. Lembrando que esta resolução não se aplica a processos de compostagem de baixo impacto ambiental, desde que o composto seja para uso próprio ou quando comercializado diretamente com o consumidor final, independentemente do disposto na legislação específica quanto às exigências relativas ao uso e à aplicação segura.

Segundo a Resolução CONAMA n° 481/2017, durante o processo de compostagem deverá ser garantido o período termofílico mínimo necessário para redução de agentes patogênicos conforme o Quadro 2. Além disso, a temperatura deve ser medida e registrada ao

menos uma vez por dia durante o período mínimo de higienização indicada também no Quadro 2. A relação carbono/nitrogênio deverá ser determinada de acordo com as metodologias analíticas adotadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA ou outros métodos internacionalmente aceitos.

**Quadro 2.** Período de tempo e temperatura necessários para higienização dos resíduos segundo a Resolução CONAMA Nº 481/2017.

<b>Sistema de Compostagem</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Tempo (dias)</b>
Sistemas abertos (leiras estáticas e dinâmicas)	> 55°C	14
	> 65°C	3
Sistemas fechados (reatores)	> 60°C	3

Fonte: CONAMA, BRASIL, 2017.

Ainda segundo a Resolução CONAMA nº 481/2017 o responsável pela Unidade de Compostagem deve disponibilizar relatórios de controle da temperatura e da operação dos sistemas de compostagem, ao órgão ambiental competente, seja da esfera municipal, estadual ou federal, de acordo com seu processo de licenciamento.

O composto, para ser produzido, comercializado e utilizado no solo como como fertilizante deverá, além de atender o previsto na Resolução CONAMA nº 481/2017, o que estabelece a legislação pertinente. Além disso, de acordo com Kiehl (1998), os resíduos orgânicos destinados ao processo de compostagem devem, preferencialmente, ser originados de segregação na origem em, no mínimo, três frações: resíduos recicláveis, resíduos orgânicos e rejeitos.

Sendo assim, em atendimento à resolução referida acima e para garantir um bom produto final, o processo de compostagem, é necessário observar constantemente as variáveis abaixo:

- **Aeração:** é necessária para a atividade biológica e, em níveis adequados, possibilita a decomposição da matéria orgânica de forma mais rápida, além de evitar grandes e ruins odores;
- **Umidade:** para atingir um bom processo de compostagem, a umidade deve se manter em torno de 50%. Se for muito baixa, a atividade biológica é reduzida e se for muito elevada, a aeração é prejudicada e ocorre anaerobiose, com formação de chorume. O chorume é um líquido proveniente da umidade

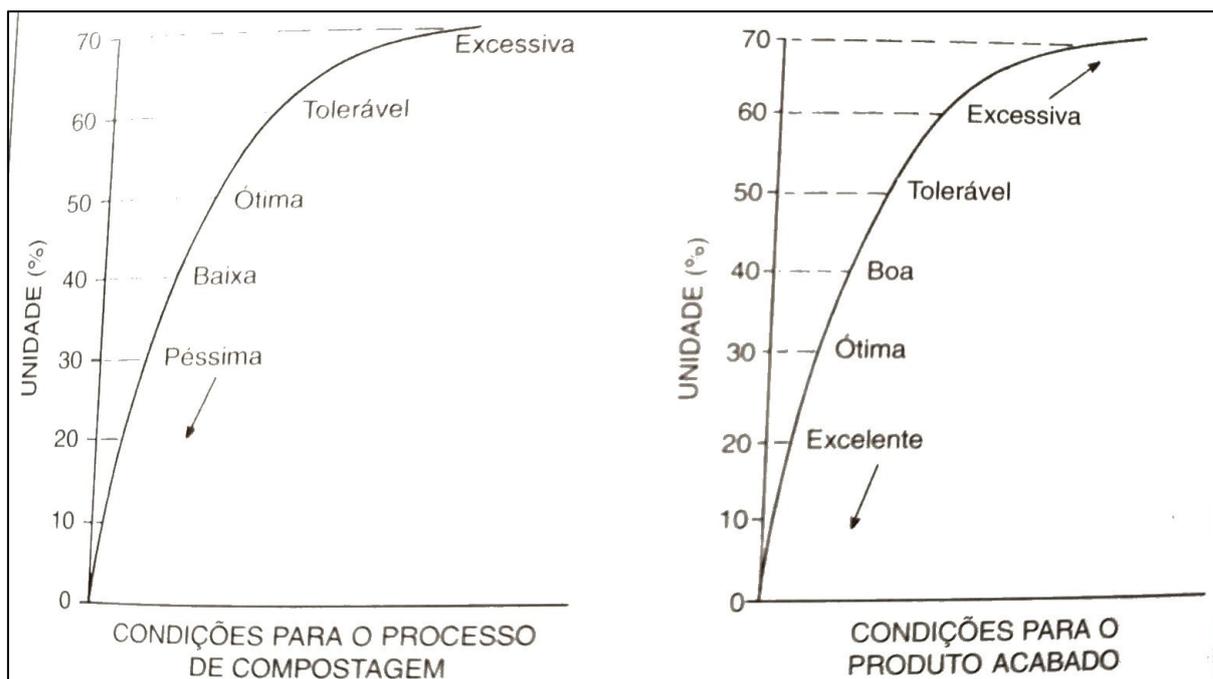
natural e da decomposição anaeróbia de resíduos orgânicos, é escuro e de odor desagradável e escorre das pilhas do material.

- Temperatura: à medida que a ação microbiana se intensifica com a aeração apropriada, a temperatura se eleva até atingir valores acima de 55-60°C. Essa fase, denominada termofílica, é importante para a eliminação de agentes patogênicos, ou seja, eliminação de bactérias, protozoários, fungos, vírus, helmintos, capazes de provocar doenças ao hospedeiro. Segue-se uma fase de diminuição da temperatura, até faixas de 30-35°C a 45-50°C, onde se dá a bioestabilização da matéria orgânica.
- Nutrientes: a relação carbono/nitrogênio (C/N) desejável para o início da compostagem deve ser de 30/1 e o teor de nitrogênio deve estar entre 1,2 e 1,5%. Ao longo do processo, parte do carbono é transformado em gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e parte é usada para a respiração e crescimento microbiano. O nitrogênio fica retido no material como nitrogênio orgânico e inorgânico.
- pH: o composto humificado deve ter pH da ordem de 7,0 e 8,0, não podendo ser ácido.

De acordo com Kiehl (1998), a aeração pode ser influenciada pela granulometria, agregação e umidade dos resíduos a serem decompostos. Além disso, a produção de chorume é elevada quando as leiras estão muito úmidas, devido às chuvas, pois há encharcamento do resíduo em decomposição, ocasionando expulsão de ar dos vazios existentes na pilha e grande anaerobiose.

Para Kiehl (1998), a umidade do composto para uso agrícola deve ser, no máximo, de 40%, conforme Figura 4:

**Figura 4.** A umidade no processo de compostagem e no produto acabado.



Fonte: KIEHL, 1985.

Kiehl (1998) afirma que durante a bioestabilização da matéria orgânica no processo de compostagem a relação C/N é próxima de 18 e, finalmente, na humificação, em temperaturas mesófilicas (20 a 35-45°C) a relação C/N pode atingir valores inferiores a 12. Relações C/N elevadas demandam maior tempo de compostagem e se a relação C/N foi muito baixa, ou seja, teor de nitrogênio elevado, deve-se incorporar ao material outro resíduo, rico em carbono (restos de vegetais ou podas, por exemplo) para que a compostagem seja adequada. A relação C/N adequada para aplicação do composto na agricultura de ser, no máximo, de 18/1.

### 3.8. Indústria de fertilizantes orgânicos no Brasil

O mercado de fertilizantes sólidos (minerais) no Brasil é dominado por grandes empresas como Yara Brasil, Fosfofertil/Ultrafertil, Mosaic Fertilizante, Heringer, Mitsui Adubos, Copebras, entre outras. A soja é a cultura que mais consome fertilizante, atingindo 35% do total entregue no País, enquanto que os demais 75% são utilizados em outras culturas, como milho, cana-de-açúcar, café, algodão, arroz, batata, fumo, feijão, etc. As regiões do Brasil com maior consumo de fertilizantes são Centro-Oeste 30%, Sudeste 29%, Sul 28% e Norte e Nordeste 14% (TAVARES, 2013).

Conforme a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004), o sistema de recomendação de adubação tem por objetivo elevar o teor dos nutrientes no solo a níveis considerados adequados para as culturas expressarem seu potencial de rendimento e com a tendência do aumento do consumo de alimentos orgânicos, a procura por uma adubação eficiente e não química torna o fertilizante orgânico uma solução atrativa, devido à facilidade de transporte e concentração de nutrientes em relação à fertilizantes minerais, embora há uma desvalorização do fertilizante orgânico em relação aos fertilizantes minerais devido aos custos de aplicação, devido à menor concentração de nutrientes, exigindo maiores doses de aplicação e de equipamentos e operações de aplicação específicos.

De acordo com a Abisolo – Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal (2014), os produtos orgânicos destinados à agricultura estão bem amparados pela Legislação Brasileira, por meio de decretos e instruções normativas, embora ainda sejam necessárias mudanças para o amadurecimento do setor. Para aplicação dos insumos orgânicos agrícolas como produto e como fertilizantes orgânicos, corretivos e condicionadores de solos e substrato para plantas, existem as seguintes legislações:

- Decreto Nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004 – Aprova o Regulamento da Lei Nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e dá outras providências;
- Instrução Normativa nº 10, de 06 de maio de 2004 – MAPA – Aprova as disposições sobre a classificação e os registros de estabelecimentos e produtos, as exigências e critérios para embalagem, rotulagem, propaganda e para prestação de serviço;
- Instrução Normativa Nº 27, de 05 de junho de 2006 – MAPA – Dispõe que fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes, para serem produzidos, importados ou comercializados, deverão atender aos limites estabelecidos nos Anexos I, II, III, IV e V desta Instrução Normativa no que se refere às concentrações máximas admitidas para agentes fitotóxicos, patogênicos ao homem, animais e plantas, metais pesados tóxicos, pragas e ervas daninhas;
- Instrução Normativa Nº 25, de 23 de julho de 2009 – MAPA – Aprova as Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerância, o registro, a embalagem, e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura;

- Instrução Normativa Nº 35, de 04 de julho de 2006 – MAPA – Ficam aprovadas as normas sobre especificações e garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos corretivos de acidez, de alcalinidade e de sodicidade e dos condicionadores de solo, destinados à agricultura;
- Instrução Normativa Nº 14, de 15 de dezembro de 2004 – MAPA – Aprova as Definições e Normas sobre as Especificações e as Garantias, as Tolerâncias, o Registro, a Embalagem e a Rotulagem dos Substratos para Plantas.

No entanto, ainda não existe no Brasil um escopo legislativo que defina claramente as regras para a produção de insumos orgânicos agrícolas que tenham como objetivo principal, garantir a qualidade do produto, proteger a saúde humana, animal e assegurar a conservação dos solos e do meio ambiente (ABISOLO, 2014).

A indústria de fertilizante é vista atualmente como uma alternativa extremamente viável para a destinação final de resíduos gerados na agroindústria, pois para a produção do fertilizante orgânico é utilizada na compostagem como matéria prima, os resíduos de origem vegetal e animal proveniente dos diversos setores da agroindústria, principalmente alimentícia. (SILVA et al., 2011).

### **3.9.Fertilizante orgânico e organomineral**

Por meio da adubação orgânica, pode-se aumentar a fertilidade, a biodiversidade do solo e a produtividade das hortaliças nele cultivadas (FINATTO *et al.*, 2013), além de melhorar as características sensoriais em relação àquelas cultivada em solos adubados exclusivamente com fertilizantes minerais (SILVA et al., 2011).

O fertilizante orgânico, além de fornecer nutrientes ao solo, tem papel fundamental na sustentabilidade dos sistemas de produção, influenciando atributos físicos, químicos e biológicos do solo, com reflexo na estabilidade e na produtividade da cultura. Com a decomposição da matéria orgânica ocorre a liberação dos nutrientes, especialmente o N, P, S e micronutrientes, além de aumentar a retenção de água e ser responsável, em grande parte, pelo aumento da CTC do solo (COSTA et al., 2013).

O fertilizante organomineral é uma mistura homogênea de fertilizantes minerais com compostos orgânicos. Portanto, trata-se de uma tecnologia que permite a ciclagem dos nutrientes através do uso de diversos resíduos orgânicos da agroindústria para a produção do composto orgânico (NAKAYAMA et al., 2013)

Um ponto importante a ser observado na utilização de fertilizante orgânico e organomineral é o custo de aquisição, cujo transporte tem parcela importante na composição do preço final. Com relação à logística e distribuição dos fertilizantes, os aspectos da região produtora pode beneficiar os orgânicos e organominerais, que apresentarão assim, vantagens econômicas quando equiparado com os fertilizantes minerais (BENITES et al., 2010).

### **3.10. Economia Circular**

Atualmente, o conceito de economia circular tem recebido crescente atenção global. Embora suas origens sejam diversas e com contribuições recebidas desde meados do século passado, a economia circular originou-se de diferentes princípios que incorporam múltiplos conceitos teóricos e aplicações práticas advindas da ecologia industrial do “*creadle to creadle*”, da economia azul, da biomimética, da economia ecológica, dentre outros. Sua base conceitual desafia o sistema econômico predominante baseado no consumo exagerado que leva à finitude dos recursos naturais e à altos índices de geração de resíduos e impactos ambientais (MOTTA, 2018).

A economia mundial tem sido construída com base num modelo linear de negócios, baseado em extrair, transformar, produzir, utilizar e descartar (e, às vezes, reciclar ou incinerar) (BRAUNGART *et al.*, 2003). A economia circular, ao determinar a possibilidade de criação de produtos de ciclos múltiplos de uso, reduz a dependência em recursos ao mesmo tempo em que elimina o desperdício. Produtos e serviços desse modelo são elaborados para circular de modo eficiente, com materiais biológicos que retornam para a cadeia de alimentos e agricultura, ao passo que materiais técnicos são recolocados na produção, sem perda da qualidade (AZEVEDO, 2015).

A Economia Circular se baseia na reutilização dos produtos adquiridos até que não seja mais possível sua utilização, após sua reutilização, estes devem ser reciclados pela própria empresa produtora e, ao invés de descartá-los, eles se transformam em matérias primas secundárias, que voltam para o ciclo produtivo, de alguma forma. (BRAUNGART *et al.*, 2003)

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, as empresas e a sociedade buscam uma nova visão de comportamento ético com relação à produção e comercialização de produtos e serviços no mercado, além disso, a sociedade está cada vez mais consciente e exigente quanto às práticas de criação, industrialização e comercialização de produtos agroindustriais (ANDRADE, 2002, BARBIERI, 2004, DONAIRE, 1999).

O gerenciamento de resíduos gerados pelas empresas, em especial pelas indústrias, pois além de ser um conjunto de ações que são exercidas nas etapas identificação, quantificação, coleta, manuseio, acondicionamento, armazenamento temporário, tratamentos e minimizações, transporte rodoviário e destinação final ambientalmente adequada também é uma obrigação institucionalizada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil. Através da ferramenta de Produção mais Limpa (P+L) as empresas buscam a eliminação ou minimização dos aspectos e impactos, além da diminuição dos consumos de matérias primas e infraestrutura (RENZI, 2005, RENZI, 2006).

Portanto, pode-se concluir através da análise da legislação ambiental brasileira e seu ordenamento jurídico, fortemente impactada pelos mecanismos e eventos globais em prol do avanço de políticas ambientais, que o aproveitamento de resíduos orgânicos através da compostagem e sua utilização na produção de fertilizante para o setor agro é uma tecnologia sustentável para a destinação ambientalmente adequada de resíduos sólidos para as empresas adequadas às demandas globais de desenvolvimento sustentável, pois além de favorecer a economia circular, também é um indicador da Agenda 2030 que atinge Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

As vantagens da compostagem de resíduos orgânicos, são:

- Redução da disposição final em aterros;
- Aproveitamento agrícola da matéria orgânica;
- Reciclagem de nutrientes para o solo;
- Processo ambientalmente seguro;
- Eliminação de patógenos;
- Economia com o tratamento de resíduos, por ser de baixo custo operacional.

A indústria de fertilizante ao produzir o fertilizante orgânico e organomineral, faz com que aquele resíduo proveniente das atividades agroindustriais volte para a cadeia de produção

dos commodities usados como matéria prima pela própria agroindústria, causando impacto e visibilidade por atingir as ODS: 1 – Erradicação da pobreza; 2 – Fome zero e agricultura sustentável; 12 – Consumo e produção responsáveis; 17 – Parcerias e meios de implementação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABISOLO – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE TECNOLOGIA EM NUTRIÇÃO VEGETAL. **Legislação aplicável aos Insumos orgânicos Agrícolas**. Acesso em: Fev. de 2022

ABREU, M. F.; ABREU Jr. C.H.; SILVA, F. C. et al., 2009. **Análise química de fertilizantes orgânicos**. In: SILVA, F. C. da. (Org.). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2 ed. Brasília-DF:Embrapa. 2009. p. 397-485.

ARAÚJO, G. F., 2008. **Responsabilidades no direito internacional do meio ambiente**. Direito Ambiental. São Paulo: Atlas, 2008. p. 184-193.

ARGENTA, D. O. F., 2007. **Alternativas de melhoria no processo produtivo do setor moveleiro de Santa Maria/RS: Impactos Ambientais**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2007.

AURÉLIO, S. C., 2008. **Desenvolvimento sustentável: uma análise a partir do Relatório Brundtland 197 f**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Filosofia e Ciências, 2008.

BARROS, W. P., **Curso de direito ambiental**, 2008. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

BRASIL. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). (org.), 2022. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: Fev. de 2022.

BRAUNGART, M, MCDONOUGH, W., ANASTAS, P.T., & ZIMMERMAN, J. B. 2003. *Applying the principles engineering of green cradle-to-cradle design*. *Environmental Science and Technology*, 434-441.

BURIGO, A. C.; PORTO, M. F., 2021. **Agenda 2030, saúde e sistemas alimentares em tempos de sindemia: da vulnerabilização à transformação necessária**. *Ciência & Saúde Coletiva*, [S.L.], v. 26, n. 10, p. 4411-4424, out. 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1413-812320212610.13482021>.

CAVALCANTI C, FURTADO A., STAHEL A., RIBEIRO A., MENDES A., SEKIGUCHI C., *et al.* **DESENVOLVIMENTO E NATUREZA: Estudos para uma sociedade sustentável**, 1994. INPSO/FUNDAJ, Instituto de Pesquisas Sociais, Fundação Joaquim Nabuco, Ministerio de Educacao, Governo Federal, Recife, Brasil, p. 262, out. 1994.

CORDANI, U. G.; MARCOVITCH, J.; SALATI, E., 1997. **Avaliação das ações brasileiras após a Rio-92**. Estudos Avançados, [S.L.], v. 11, n. 29, p. 399-408, abr. 1997. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40141997000100019>.

COSTA, L. M.; SILVA, H.F.; RIBEIRO, P.R.A., 2013. **Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas**. Enciclopédia Biosfera; v.9, n.17, p. 1842-1860, 2013.

CRUZ, A. C., PEREIRA F. S. & FIGUEIREIDO V. S., 2017. **Fertilizantes organominerais de Resíduos Do Agronegócio: Avaliação Do Potencial Econômico Brasileiro**. Bndes Setorial: Indústria Química, Brasília, v. 1, n. 45, p. 137-187, 22 maio 2017.

FERNANDES, J. V. G., GONÇALVES E., ANDRADE J. C. S., & KIPERSTOK A. 2001. **Introduzindo práticas de produção mais limpa em sistemas de gestão ambiental certificáveis: uma proposta prática**. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 06, n. 03, jul/dez. Rio de Janeiro, 2001. p. 157-164.

FGV EESP., 2019. **Agroindústria brasileira: retrato do setor e projeções para 2019**. FGVAgro : CENTRO DE ESTUDOS DO AGRONÉGOCIO, São Paulo, p. 1-78, 22 abr. 2019. Acesso em: Fev. de 2022.

FINATTO, J.; ALTMAYER, T.; MARTINI, M.C. et al., 2013. **A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura**. Revista Destaques Acadêmicos, v.5, n.4, p.85-93, 2013.

HENRIQUES, L. P. & QUELHAS, O. L. G., 2007. **Produção Mais Limpa: Um exemplo para sustentabilidade nas organizações**. 2007. Acesso em: Jun. 2021.

KARPINSKI, G., 2010. **Sistema de Gestão Ambiental-SGA: Uma Proposta Para Empresa Abatedora De Aves**. TCC- Trabalho de conclusão de curso (Curso de MBA em Gestão Ambiental), UNOESC-SC, Joaçaba, 2010, 120 p.

KIEHL, E. J. **Manual da Compostagem: Maturação e Qualidade do Composto**. 4ªed. Piracicaba, 173p. 2004.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A., 2001. **Metodologia de trabalho científico: Procedimentos básicos, pesquisas bibliográficas, projetos e relatórios, publicação e trabalho científico**. São Paulo: Atlas, 2001.

MENEGALE, V. L. C., LEÃO A. L., FILHO G. H. & MENEGALE M. L. C., 2012. **Resíduos Agroindustriais para enriquecimento de fertilizante orgânico**. Energia na Agricultura, Botucatu, v. 27, n. 2, p. 113-123, abr. 2012. Trimestral.

MOTTA, W. H., 2018. *Cross Fertilization Between Eco-innovation and Life Cycle Assessment: a pathway to circular economy. Proceedings of LCA XVIII, Fort Collins, CO, USA, 18, 2018.*

MOURA, A. M. M., 2012. **Governança Ambiental no Brasil: instituições, atores e políticas públicas: trajetória da política ambiental federal no brasil**. 5. ed. Brasília: Ipea, 2012. 168 p. Acesso em: Fev. 2022.

PEREIRA NETO, J. T., 1987. **On the Treatment of Municipal Refuse and Sewage Sludge Using Aerated Static Pile Composting – A Low Cost Technology Approach**. University of Leeds, Inglaterra. p. 839-845.

**Política Nacional de Resíduos Sólidos..** 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em: Jan. 2022.

RIBEIRO, W. C., 2001. **A ordem ambiental internacional**. 1. Ed. São Paulo: Contexto, 2001. 182 p.

SCHENINI P. C., 2011. **Gerenciamento de Resíduos da Agroindústria**. II Simpósio Internacional sobre gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais, II SIGERA., 2011, Foz do Iguaçu, PR. . Foz do Iguaçu, PR. 6 p. v. Volume I.

SILVA, I. R. & MENDONÇA, E. S. **Matéria orgânica do solo**. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F. et al., Eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.275-374.

TAVARES, M. F. de F.; HABERLI, C. Jr., 2011. **O mercado de fertilizantes no Brasil e as influências mundiais**. Outubro, 2011. Acesso em: Set. 2021.

VIEIRA, P. A., 2011. **Resíduos: uma oportunidade - Portugal a caminho da sustentabilidade**. 1. ed. Lisboa: Publichance, 2011. 192 p. v. 1. ISBN 978-989-97596-0-2.

WERNER, E. M., BACARAJI A. G. & HALL R. J., 2010. **Produção Mais Limpa: Conceitos e Definições Metodológicas**. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2010.