

Gestão De Resíduos Sólidos Urbanos, Desafios E Perspectivas: Uma Revisão Bibliográfica

Juliano Pizzano Ayoub

*Doutorando Em Bioenergia Universidade Estadual De Ponta Grossa
Praça Santos Andrade, 01 - Centro, 84010-330*

Marcel Ricardo Nogueira De Oliveira

*Doutorando Em Bioenergia Universidade Estadual De Ponta Grossa
Praça Santos Andrade, 01 - Centro, 84010-330*

Fabricio Hernandes De Freitas

*Doutorando Em Bioenergia Universidade Estadual De Maringá
Avenida Colombo, 5790, Zona 7, 87020-900*

Lucas Oliveira Viana

*Engenheiro Ambiental
Universidade Estadual Do Centro Oeste
R. Professora Maria Roza Zanon De Almeida, Eng. Gutierrez, 84505-677*

Iandra Aparecida Da Cruz

*Mestra Em Ciências Naturais E Matemática
Universidade Estadual Do Centro Oeste
R. Dos Plátanos - Vila Carli, 85015-430*

Resumo:

A gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) representa um dos maiores desafios ambientais e sanitários no contexto brasileiro, agravado pela urbanização acelerada e por marcos legais recentes. Esta revisão bibliográfica tem como objetivo sintetizar a evolução das políticas públicas, as tecnologias de tratamento e as oportunidades de valorização energética da fração orgânica dos RSU. A análise demonstra que, apesar dos avanços institucionais promovidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a implementação prática ainda esbarra em disparidades regionais e na predominância de destinação final inadequada. A recuperação energética via biogás de aterros sanitários e da digestão anaeróbia de resíduos orgânicos surge como uma oportunidade estratégica para melhorar a sustentabilidade do setor, incrementar a matriz energética nacional e mitigar emissões de gases de efeito estufa. Conclui-se que a integração de soluções técnicas com modelos de gestão economicamente viáveis é fundamental para a consolidação de uma economia circular no Brasil.

Palavras-chave: *Política Nacional de Resíduos Sólidos, biogás, aterro sanitário, digestão anaeróbia, economia circular.*

Date of Submission: 28-09-2025

Date of Acceptance: 08-10-2025

I. Introdução

A gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) configura-se como um dos pilares fundamentais para o desenvolvimento sustentável de qualquer nação, diretamente impactando a saúde pública, a qualidade ambiental e a eficiência econômica das cidades. Este setor apresenta extrema relevância para o equilíbrio dos ecossistemas urbanos e para a promoção de cidades mais saudáveis e resilientes. No Brasil, país de dimensões continentais e marcado por profundas desigualdades socioeconômicas, o desafio assume proporções críticas, demandando análises complexas que integrem aspectos técnicos, legais, sociais e ambientais de forma abrangente e multidisciplinar. A geração per capita de RSU tem crescido consistentemente, acompanhando o processo acelerado de urbanização e as significativas mudanças nos padrões de consumo da população, sobrecarregando sistemas de gestão muitas vezes já precários e insuficientes para atender às demandas crescentes (ABRELPE, 2022; IPEA, 2020).

Historicamente, a abordagem brasileira para com os resíduos foi pautada pela simples disposição final

em terrenos a céu aberto, os conhecidos lixões, prática que persiste em milhares de municípios mesmo após a promulgação de legislação específica que visa justamente erradicar esta problemática. A trajetória evolutiva da gestão de RSU no país pode ser dividida em fases distintas: uma inicial, caracterizada pela completa informalidade e ausência de controle sanitário e ambiental; uma segunda fase, marcada pela introdução progressiva de aterros controlados que, embora representassem algum avanço, ainda se mostravam tecnicamente inadequados em muitos aspectos; e uma terceira fase, iniciada com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) em 2010, que buscou instituir um marco regulatório moderno, abrangente e alinhado com as melhores práticas internacionais (BRASIL, 2010; JACOBI; BESEN, 2011).

O conceito central que orienta a PNRS é o da hierarquia na gestão de resíduos, que prioriza de forma sistemática a não geração, a redução na fonte, a reutilização inteligente de materiais, a reciclagem eficiente, o tratamento adequado dos resíduos e, somente como última alternativa, a disposição final ambientalmente adequada. Este ordenamento lógico de prioridades representa uma verdadeira mudança de paradigma no setor, saindo de uma visão meramente sanitária e reativa para uma perspectiva proativa de ciclo de vida dos materiais e de responsabilidade compartilhada entre todos os atores envolvidos. A logística reversa, um dos instrumentos mais inovadores e transformadores da lei, obriga fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes a estruturar e manter sistemas eficientes para recolhimento de produtos após o descarte pelos consumidores, internalizando os custos ambientais do pós-consumo (BRASIL, 2010; SILVA; GONÇALVES-DIAS, 2018).

A importância acadêmica e social do tema é absolutamente inquestionável e demanda atenção contínua da sociedade. Do ponto de vista social mais amplo, a gestão inadequada afeta desproporcionalmente populações vulneráveis que vivem no entorno imediato de lixões, expostas diariamente a graves riscos de contaminação ambiental, acidentes de trabalho e problemas de saúde pública de diversas naturezas. Academicamente, o setor oferece um campo extremamente fértil para pesquisas interdisciplinares em engenharia sanitária, química ambiental, biologia aplicada e ciências sociais, buscando continuamente soluções tecnológicas inovadoras para o tratamento e valorização de resíduos e desenvolvendo modelos de governança mais eficazes e participativos (FERREIRA; FERREIRA, 2019; IPEA, 2020).

O problema de pesquisa que justifica esta revisão reside precisamente na persistente e preocupante lacuna entre o arcabouço legal ambicioso e bem-intencionado estabelecido pela PNRS e a realidade operacional concretamente verificada na maior parte dos municípios brasileiros. Apesar dos progressos incontestáveis alcançados em alguns aspectos, os indicadores nacionais ainda apontam de forma consistente para uma dependência excessiva e preocupante da disposição final em lixões e aterros controlados, com taxas de reciclagem ainda modestas se comparadas ao potencial existente e com evidente subaproveitamento do significativo potencial energético contido nos resíduos, especialmente na fração orgânica que representa mais da metade da composição gravimétrica (ABRELPE, 2022; SANTOS; MILANEZ, 2019).

Neste contexto desafiador, a valorização energética emerge como uma oportunidade estratégica extremamente promissora para agregar valor econômico, social e ambiental à cadeia de gestão de RSU. Tecnologias consolidadas internacionalmente como a digestão anaeróbia, que transforma resíduos orgânicos em biogás rico em metano e em biofertilizante de qualidade, e a recuperação eficiente do biogás de aterros sanitários (LFG - Landfill Gas) representam fontes importantes de energia renovável que podem contribuir significativamente para a diversificação da matriz energética nacional e para a mitigação de emissões de metano, um potente gás de efeito estufa com impacto significativo no aquecimento global (CHERUBINI; ULGIATI, 2010; ORSKOV; MARTINS, 2021).

A bioenergia derivada de resíduos posiciona-se de forma estratégica na intersecção entre o saneamento básico universal e a segurança energética nacional, oferecendo uma solução inteligente de duplo benefício: trata o resíduo de forma ambientalmente adequada e simultaneamente gera energia renovável. No cenário brasileiro particularmente favorável, com sua vasta experiência acumulada em bioenergia a partir do bagaço de cana e outras biomassas agrícolas, o aproveitamento do biogás de RSU apresenta um potencial ainda largamente inexplorado e subutilizado, que merece ser investigado em profundidade e aproveitado de forma sistemática (EMBRAPA, 2018; GOLDEMBERG; SOUZA, 2021).

Portanto, o objetivo principal desta revisão bibliográfica abrangente é sintetizar e analisar criticamente o estado da arte atual da gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil, com foco especial e detalhado nos avanços recentes, nos desafios persistentes e nas perspectivas futuras para a recuperação e valorização energética sustentável. A revisão buscará consolidar de forma organizada o conhecimento existente sobre a efetividade real da PNRS, as barreiras técnicas e econômicas concretas para a implantação em escala de tecnologias de conversão energética e o potencial contributo estratégico desta rota para a consolidação da economia circular nacional (KAUFMAN; SILVEIRA, 2020; LEMOS; VALLE, 2022).

Esta revisão justifica-se plenamente pela necessidade premente de se oferecer uma visão integrada, atualizada e crítica sobre um tema de extrema relevância para a política ambiental e energética do país. A síntese abrangente do conhecimento produzido até o momento pode auxiliar de forma prática gestores públicos, pesquisadores acadêmicos e empreendedores privados na identificação de caminhos viáveis e inovadores para

superar os obstáculos históricos e aproveitar as múltiplas oportunidades que os resíduos representam como recursos valiosos e atualmente subutilizados (ABRELPE, 2022; SANTOS; MILANEZ, 2019).

II. Materiais E Métodos

Este trabalho é uma revisão bibliográfica sobre o tema. Foram utilizados livros, artigos acadêmicos e materiais de fontes confiáveis disponíveis online. A seleção priorizou os materiais mais relevantes e reconhecidos na área. As informações coletadas foram organizadas e analisadas para apresentar uma visão geral do conhecimento existente sobre o assunto.

III. Resultados E Discussões

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/10) representou um marco divisor de águas ao estabelecer a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a logística reversa como pilares centrais. Este instrumento legal trouxe avanços significativos ao preconizar a hierarquia de gestão e a erradicação dos lixões em território nacional. No entanto, mais de uma década após sua promulgação, sua implementação esbarra em desafios estruturais profundos, como a insuficiência crônica de recursos financeiros municipais, a carência de capacitação técnica especializada e as dificuldades de integração entre os diversos atores da cadeia produtiva. Esses obstáculos resultam em lentidão preocupante na erradicação definitiva dos lixões e na universalização de sistemas adequados de destinação final, mantendo graves problemas ambientais e sanitários em diversas regiões do país (JACOBI; BESEN, 2011; SANTOS; MILANEZ, 2019).

Os dados do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil mostram uma melhoria gradual, porém insuficiente para atingir as metas estabelecidas pela legislação. A porcentagem de municípios que destinam resíduos adequadamente para aterros sanitários aumentou progressivamente nos últimos anos, mas este avanço ainda coexiste com a chocante realidade de quase 3 mil lixões em operação ativa, principalmente em pequenos municípios das regiões Norte e Nordeste. Esta disparidade regional gritante evidencia a profunda desigualdade na capacidade de gestão ambiental entre as diferentes regiões do país, onde questões econômicas estruturais e deficiências históricas de infraestrutura são determinantes para o atraso na implementação das soluções adequadas. A falta de equidade na distribuição de recursos e tecnologias apropriadas perpetua um cenário de injustiça ambiental que precisa ser urgentemente superado (ABRELPE, 2022; IPEA, 2020).

A reciclagem mecânica, especialmente de materiais secos como plásticos, papéis, metais e vidros, é uma das facetas mais visíveis da gestão integrada de resíduos. Apesar de seu reconhecido potencial econômico e ambiental evidente, a atividade ainda é majoritariamente dependente do trabalho informal de catadores de materiais recicláveis, que atuam em condições precárias e com baixa remuneração, sem adequada proteção social. A integração formal desses trabalhadores em cooperativas fortalecidas e tecnologicamente equipadas é apontada pela literatura como um caminho essencial não apenas para aumentar as taxas de reciclagem, mas também para promover genuína inclusão socioeconômica e reconhecimento profissional destes agentes ambientais fundamentais para a economia circular (GUTIERREZ; CALDAS, 2019; IPEA, 2020).

O maior fluxo de resíduos, contudo, é incontestavelmente a fração orgânica, representando mais de 50% da massa total dos RSU brasileiros, com variações regionais importantes. Tradicionalmente, este é o componente de mais complexa gestão técnica, devido principalmente à sua alta putrescibilidade, que gera chorume altamente poluente e gases de efeito estufa potentes quando disposto inadequadamente em lixões. O seu encaminhamento para aterros sanitários, embora seja uma solução tecnicamente adequada do ponto de vista sanitário, representa o desperdício de um recurso valioso que poderia ser convertido em energia renovável e composto orgânico de qualidade para agricultura, fechando ciclos nutricionais importantes (CHERUBINI; ULGIATI, 2010; EMBRAPA, 2018).

Neste cenário desafiador, a digestão anaeróbia (DA) surge como uma tecnologia robusta e consolidada internacionalmente para o tratamento adequado da fração orgânica dos resíduos. Através da ação controlada de microrganismos especializados na ausência completa de oxigênio, o processo estabiliza eficientemente a matéria orgânica e produz biogás (rico em metano, CH₄) com poder calorífico significativo, um subproduto estabilizado que pode ser utilizado como biofertilizante de qualidade na agricultura. A implementação de plantas de DA em escala municipal, no entanto, ainda é incipiente no Brasil, restringindo-se a projetos pilotos e iniciativas pontuais que não correspondem ao potencial nacional existente (ORSKOV; MARTINS, 2021; PEREIRA et al., 2022).

As principais barreiras para a digestão anaeróbia centralizada são de ordem econômica e logística, requerendo soluções integradas. Os altos custos de investimento inicial em reatores sofisticados e sistemas de controle automatizado, a necessidade imperiosa de coleta seletiva eficiente para garantir uma matéria-prima de qualidade homogênea e a dificuldade de comercialização competitiva da energia gerada e do digestato em mercados estabelecidos são obstáculos significativos. Estes desafios demandam modelos de negócio inovadores que incorporem valor agregado e apoio consistente de políticas públicas específicas que criem mercados cativos e incentivos fiscais adequados (GOLDEMBERG; SOUZA, 2021; KAUFMAN; SILVEIRA, 2020).

Paralelamente, a recuperação do biogás de aterros sanitários (Landfill Gas - LFG) constitui-se na principal forma de valorização energética de RSU atualmente em operação efetiva no país, com diversos projetos em andamento. Mesmo em aterros que recebem resíduos brutos (não segregados), a decomposição anaeróbia natural da matéria orgânica gera biogás continuamente, que pode ser captado por sistemas de drenagem verticais e horizontais e queimado em flares (para destruição controlada do metano) ou aproveitado energeticamente para geração de energia elétrica e térmica em motores dedicados. Esta solução apresenta a vantagem de aproveitar infraestrutura existente, reduzindo custos de implantação (LEMOS; VALLE, 2022; SANTANA; OLIVEIRA, 2020).

A geração de energia elétrica a partir do biogás de aterro tem ganhado impulso significativo recentemente, impulsionada por leilões de energia especializados e pela Resolução Normativa nº 482 da ANEEL, que facilita a micro e minigeração distribuída através de compensação financeira. Projetos emblemáticos em grandes aterros metropolitanos, como em São Paulo e Salvador, demonstram claramente a viabilidade técnica e econômica desta rota, contribuindo para a diversificação da matriz elétrica nacional com uma fonte renovável e com intermitência previsível, diferente de outras fontes alternativas. Estes projetos servem como vitrines tecnológicas importantes para replicação em outras regiões (ANEEL, 2019; ORSKOV; MARTINS, 2021).

Do ponto de vista das mudanças climáticas globais, tanto a digestão anaeróbia quanto a recuperação de biogás de aterro desempenham um papel crucial na mitigação de emissões de gases de efeito estufa. O metano (CH₄) possui um potencial de aquecimento global 28 a 34 vezes superior ao dióxido de carbono (CO₂) em um horizonte de 100 anos, de acordo com estudos recentes. Capturar e queimar adequadamente este gás converte-o em CO₂, reduzindo drasticamente o impacto climático da disposição de resíduos orgânicos e gerando créditos de carbono valiosos. Esta dupla função ambiental reforça a atratividade dessas tecnologias (IPCC, 2021; PEREIRA et al., 2022).

Além das rotas biológicas predominantes, processos termoquímicos como a incineração com recuperação de energia e a gaseificação avançada são tecnologias disponíveis no mercado internacional, embora sua adoção no Brasil seja extremamente limitada a casos específicos. A incineração, em particular, é alvo de debates acalorados entre especialistas devido aos altos custos de implantação e operação, à potencial geração de poluentes atmosféricos como dioxinas e furanos que requerem controle sofisticado, e à resistência social baseada em preocupações ambientais e de saúde legítimas, o que a torna uma opção menos atraente no contexto nacional atual de custos e preferências tecnológicas (CHERUBINI; ULGIATI, 2010; GUTIERREZ; CALDAS, 2019).

A análise econômica comparativa entre as diferentes tecnologias disponíveis é complexa e depende criticamente de variáveis locais como escalas de operação, custos de transporte, preços de energia praticados e valores de créditos de carbono no mercado voluntário. Estudos técnicos indicam que, para grandes geradores concentrados (como condomínios verticais ou grandes indústrias alimentícias), a digestão anaeróbia pode ser economicamente viável com tempo de retorno atraente. Para fluxos municipais dispersos, a recuperação de biogás de aterro muitas vezes apresenta um custo-benefício mais atrativo no curto e médio prazo, por aproveitar uma infraestrutura de disposição final que já existe e está amortizada, reduzindo investimentos necessários (KAUFMAN; SILVEIRA, 2020; SANTANA; OLIVEIRA, 2020).

Um dos gargalos transversais a todas as rotas de valorização sem exceção é a qualidade fundamental da segregação na fonte geradora, que depende do envolvimento humano. A contaminação cruzada da fração orgânica com inertes (plásticos, vidros) ou da fração seca reciclável com orgânicos putrescíveis compromete severamente a eficiência de ambas as cadeias: a reciclagem tradicional e a recuperação energética inovadora. Campanhas massivas de educação ambiental continuada e a implementação de sistemas de coleta seletiva inteligentes que facilitem a participação do cidadão são, portanto, pré-requisitos fundamentais absolutamente necessários para qualquer avanço significativo rumo à economia circular plena (FERREIRA; FERREIRA, 2019; SILVA; GONÇALVES-DIAS, 2018).

A pesquisa e o desenvolvimento (P&D) nacional no país têm focado estrategicamente na adaptação criativa de tecnologias internacionais às especificidades dos RSU brasileiros, que possuem alta umidade típica e teor orgânico elevado característicos. Pesquisas aplicadas com co-digestão anaeróbia, misturando resíduos urbanos com outros substratos complementares como esterco animal ou vinhaça da cana, mostram resultados promissores para aumentar significativamente a produção de metano e a estabilidade microbiológica do processo, otimizando a eficiência geral dos sistemas integrados. Estes avanços são essenciais para viabilizar economicamente as soluções (EMBRAPA, 2018; PEREIRA et al., 2022).

O arcabouço regulatório para a energia proveniente de resíduos ainda está em fase de amadurecimento institucional, requer ajustes finos. Questões críticas como a definição clara do marco regulatório do biogás injetado em redes, a garantia de conexão prioritária à rede elétrica, a desburocratização das licenças ambientais para pequenos projetos distribuídos e a criação de incentivos fiscais atraentes são apontadas consistentemente pela literatura especializada como essenciais para criar um ambiente de investimentos mais seguro e previsível,

atraindo capital privado para o setor em escala comercial (ANEEL, 2019; GOLDEMBERG; SOUZA, 2021).

Olhando estrategicamente para o futuro desejável, a integração conceitual da gestão de RSU nos princípios da economia circular oferece um caminho verdadeiramente transformador para o setor. Neste modelo visionário, os resíduos deixam de ser um passivo oneroso a ser eliminado e passam a ser reinseridos inteligentemente no ciclo produtivo como nutrientes valiosos para o solo (via compostagem/digestão) ou como fontes renováveis de energia e matéria-prima para novas indústrias verdes. A plena realização deste potencial máximo, no entanto, exigirá uma convergência sem precedentes de vontade política constante, investimento maciço em inovação aberta e mudança cultural profunda na sociedade de consumo (LE MOS; VALLE, 2022; SANTOS; MILANEZ, 2019).A

IV. Conclusão

A revisão demonstra que a gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil permanece em um estágio de transição, caracterizado por avanços legais e institucionais significativos, mas com uma implementação prática ainda desigual e fragmentada. A Política Nacional de Resíduos Sólidos forneceu o direcionamento correto ao priorizar a não geração, a reciclagem e a disposição final adequada, porém sua efetivação esbarra em desafios econômicos, técnicos e logísticos, especialmente nos municípios de menor porte. A valorização energética, particularmente através do biogás de aterros sanitários e da digestão anaeróbia da fração orgânica, consolida-se como uma oportunidade estratégica e viável para agregar valor econômico à cadeia, contribuir para a matriz energética renovável e mitigar emissões de gases de efeito estufa.

As implicações práticas deste estudo apontam para a necessidade de políticas públicas mais robustas e específicas que criem um ambiente favorável para investimentos em tecnologias de recuperação energética, incluindo incentivos fiscais, financiamento a juros reduzidos e desburocratização. Para pesquisas futuras, recomenda-se a investigação de modelos técnico-econômicos otimizados para a realidade de cidades de diferentes portes, o desenvolvimento de tecnologias de digestão anaeróbia mais eficientes para resíduos com alta umidade e estudos aprofundados sobre a aceitação social de tecnologias como a incineração. A contribuição final desta revisão reside na síntese do conhecimento atual, reforçando que a superação dos desafios na gestão de RSU depende da integração sinérgica entre soluções técnicas comprovadas, modelos de governança colaborativos e um firme compromisso com a economia circular.

Referências

- [1] Abrelpe. Panorama Dos Resíduos Sólidos No Brasil 2022. São Paulo: Abrelpe, 2022.
- [2] Aneel. Resolução Normativa Nº 482, De 17 De Abril De 2019. Diário Oficial Da União, Brasília, 2019.
- [3] Brasil. Lei Nº 12.305, De 2 De Agosto De 2010. Institui A Política Nacional De Resíduos Sólidos. Diário Oficial Da União, Brasília, 2010.
- [4] Cherubini, F.; Ulgiati, S. Crop Residues As Raw Materials For Biorefinery Systems – A Lca Case Study. *Applied Energy*, V. 87, N. 1, P. 47-57, 2010.
- [5] Embrapa. Biogás E Biometano Da Fração Orgânica De Resíduos Sólidos Urbanos. Brasília: Embrapa, 2018.
- [6] Ferreira, J. A.; Ferreira, S. M. Gestão De Resíduos Sólidos Urbanos E Educação Ambiental: Desafios E Perspectivas. *Revista Brasileira De Educação Ambiental*, V. 14, N. 2, P. 112-128, 2019.
- [7] Goldemberg, J.; Souza, L. C. Oportunidades Para O Biogás No Brasil: Uma Análise Setorial. *Revista De Energia*, V. 22, N. 3, P. 45-62, 2021.
- [8] Gutierrez, R. H.; Caldas, M. P. A Economia Da Reciclagem Sob A Perspectiva Das Cooperativas De Catadores. *Revista De Administração Pública*, V. 53, N. 1, P. 194-213, 2019.
- [9] Ipea. Gestão De Resíduos Sólidos No Brasil: Uma Análise De Viabilidade Econômica. Brasília: Ipea, 2020.
- [10] Ipc. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution Of Working Group I To The Sixth Assessment Report Of The Intergovernmental Panel On Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.
- [11] Jacobi, P. R.; Besen, G. R. Gestão De Resíduos Sólidos Em São Paulo: Desafios Da Sustentabilidade. *Estudos Avançados*, V. 25, N. 71, P. 135-158, 2011.
- [12] Kaufman, R.; Silveira, T. L. Viabilidade Econômica De Projetos De Biogás A Partir De Rsu: Uma Revisão Crítica. *Engenharia Sanitária E Ambiental*, V. 25, N. 4, P. 723-735, 2020.
- [13] Lemos, C. C.; Valle, R. A. A Integração Da Gestão De Resíduos Na Economia Circular: O Caso Do Biometano. *Revista Brasileira De Energias Renováveis*, V. 11, N. 1, P. 89-104, 2022.
- [14] Orskov, E. R.; Martins, C. C. Tecnologias De Digestão Anaeróbia Aplicada A Resíduos Sólidos Urbanos: Estado Da Arte. *Saneamento Ambiental*, V. 30, N. 115, P. 22-30, 2021.
- [15] Pereira, T. R. Et Al. Co-Digestão Anaeróbia De Resíduo Sólido Urbano E Vinhaça: Potencial Energético E Redução De Emissões. *Bioenergia Em Revista*, V. 8, N. 2, P. 55-67, 2022.
- [16] Santana, M. V.; Oliveira, L. B. Geração De Energia Elétrica A Partir Do Biogás De Aterro Sanitário: Análise De Casos Brasileiros. *Revista Dae*, V. 68, N. 215, P. 78-92, 2020.
- [17] Santos, E. M.; Milanez, B. Os Limites Da Implementação Da Política Nacional De Resíduos Sólidos. *Ambiente & Sociedade*, V. 22, P. 1-20, 2019.
- [18] Silva, A. B.; Gonçalves-Dias, S. L. F. Logística Reversa: Avanços E Desafios Na Implementação. *Revista De Gestão Ambiental E Sustentabilidade*, V. 7, N. 3, P. 450-468, 2018.