

O CHORUME COMO FONTE DE BIOGÁS: UMA ABORDAGEM PARA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E GERAÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL

SEWAGE SLUDGE AS A SOURCE OF BIOGAS: AN APPROACH TO ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY AND RENEWABLE ENERGY GENERATION

EL LODO COMO FUENTE DE BIOGÁS: UN ENFOQUE PARA LA SOSTENIBILIDAD MEDIOAMBIENTAL Y LA GENERACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE

Cristina Seabra Moraes¹

DOI: 10.54899/dcs.v23i93.6443

Recibido: 03/07/2026 | Aceptado: 27/07/2026 | Publicación en línea: 03/08/2026.

RESUMO

A destinação inadequada de resíduos sólidos urbanos representa um dos maiores desafios ambientais contemporâneos. O chorume, líquido altamente poluente resultante da decomposição de matéria orgânica, é fonte potencial de contaminação ambiental, mas também pode ser aproveitado na geração de biogás como uma alternativa energética sustentável. Este artigo propõe a análise sobre a importância das políticas públicas para a gestão do chorume e a utilização de usinas de biogás como mecanismo de mitigação dos impactos ambientais, alinhados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial os ODS 7, 11 e 12, que trata de energia limpa e acessível, das cidades e comunidades sustentáveis e do consumo e produção responsáveis, respectivamente. A pesquisa foi desenvolvida por meio de revisão bibliográfica, destacando os aspectos legais, ambientais e tecnológicos relacionados ao tema. Os resultados indicam que, apesar do potencial do biogás como fonte de energia renovável, sua implementação ainda é incipiente no Brasil, demandando ações governamentais mais assertivas para o incentivo à expansão do setor.

Palavras-chave: Chorume. Biogás. Sustentabilidade. Resíduos Sólidos. Políticas Públicas.

ABSTRACT

The improper disposal of municipal solid waste represents one of the greatest contemporary environmental challenges. Leachate, a highly polluting liquid resulting from the decomposition of organic matter, is a potential source of environmental contamination, but it can also be harnessed to generate biogas as a sustainable energy alternative. This article analyzes the importance of public policies for leachate management and the use of biogas plants as a mechanism to mitigate environmental impacts, in line with the Sustainable Development Goals (SDGs), particularly SDGs 7, 11, and 12, which address affordable and clean energy, sustainable cities and communities, and responsible consumption and production, respectively. The research

¹ Doutoranda em Direito Internacional, Universidade Autônoma de Assunção (UAA), Paraguai.
E-mail: cseabra199@gmail.com

was conducted through a literature review, highlighting the legal, environmental, and technological aspects related to the topic. The results indicate that, despite biogas's potential as a renewable energy source, its implementation is still in its infancy in Brazil, requiring more assertive government actions to encourage the sector's expansion.

Keywords: Leachate. Biogas. Sustainability. Solid Waste. Public Policies.

RESUMEN

La disposición inadecuada de los residuos sólidos urbanos representa uno de los mayores desafíos ambientales contemporáneos. El lixiviado, líquido altamente contaminante resultante de la descomposición de materia orgánica, constituye una fuente potencial de contaminación ambiental, pero también puede aprovecharse en la generación de biogás como una alternativa energética sostenible. Este artículo propone un análisis sobre la importancia de las políticas públicas para la gestión del lixiviado y la utilización de plantas de biogás como mecanismo de mitigación de los impactos ambientales, en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en especial los ODS 7, 11 y 12, que abordan la energía asequible y no contaminante, las ciudades y comunidades sostenibles, y la producción y el consumo responsables, respectivamente. La investigación se desarrolló mediante revisión bibliográfica, destacando los aspectos legales, ambientales y tecnológicos relacionados con el tema. Los resultados indican que, a pesar del potencial del biogás como fuente de energía renovable, su implementación en Brasil aún es incipiente, lo que exige acciones gubernamentales más efectivas para fomentar la expansión del sector.

Palabras clave: Lixiviado. Biogás. Sostenibilidad. Residuos Sólidos. Políticas Públicas.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma área territorial de 8.510.417,771 km² (IBGE, 2022) e uma população estimada em 212,5 milhões de habitantes em 2024. A elevada geração de resíduos sólidos urbanos, sobretudo nos grandes centros, representa um dos maiores desafios ambientais contemporâneos, exigindo políticas públicas eficazes para a destinação adequada desses materiais.

A Constituição Federal/CF de 1988, em seu artigo 225, assegura o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, impondo ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo. Nesse sentido, a gestão de resíduos sólidos e do chorume, subproduto altamente poluente dos aterros sanitários, demandam ações estatais articuladas para mitigar riscos

à saúde e ao meio ambiente.

Este artigo analisa a relação entre políticas públicas e gestão ambiental, com foco na destinação dos resíduos sólidos e no aproveitamento energético do chorume por meio de usinas de biogás, coadunando com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU, em especial o ODS 7, 11 e 12, que trata da energia limpa e acessível, das cidades e comunidades sustentáveis e do consumo e produção responsáveis, respectivamente para reduzir os impactos negativos do atual modelo de disposição de resíduos no Brasil.

REFERENCIAL TEÓRICO

Políticas Públicas

O campo das políticas públicas consolidou-se de forma distinta entre Europa e Estados Unidos, enquanto na tradição europeia derivou da análise do papel do Estado e de suas instituições, nos EUA desenvolveu-se de maneira pragmática, com foco direto na ação governamental (Souza, 2006). No Estado democrático de direito, políticas públicas constituem instrumentos de efetivação de direitos fundamentais, sociais e de liberdade (Queiroz, 2012) e classificam-se em regulatórias, constitutivas, distributivas, redistributivas e compensatórias, cada qual com objetivos específicos voltados à regulação, inclusão social e garantia do bem-estar coletivo. A gestão dessas políticas demanda indicadores que permitam monitorar e avaliar sua efetividade, considerando não apenas resultados numéricos, mas a satisfação social.

O ciclo de políticas públicas, descrito por Secchi (2012), organiza-se em etapas interdependentes — identificação de problemas, formação da agenda, elaboração, formulação, decisão, implementação e avaliação —, oferecendo referencial analítico para compreender a ação governamental. Ademais, a definição da agenda resulta da interação entre problemas, processos políticos e participantes visíveis (políticos, mídia, grupos de pressão) e invisíveis (burocracia, acadêmicos), (Souza, 2006).

No contexto brasileiro, políticas públicas são essenciais para reduzir desigualdades históricas de renda e desenvolvimento regional (Brum, 1982), além de garantir a regulação de mercados e estimular a cooperação entre Estado, sociedade civil, setor privado e instituições de pesquisa (Brandão, 2012; Queiroz, 2012). A efetividade dessas ações depende de estratégias integradas e da articulação entre diferentes atores sociais, constituindo condição necessária para

o desenvolvimento econômico e social sustentável, sendo assim, o meio ambiente e a sociedade devem estar em harmonia para um crescimento regional equilibrado.

Meio Ambiente e os Desafios para a Humanidade

O estudo do meio ambiente e de suas interações com os seres vivos representa um desafio complexo, dada a multiplicidade de fatores envolvidos, mas é essencial para compreender o fenômeno da vida na Terra (V. Mendonça et al., 2010). Os ecossistemas, compostos por elementos bióticos e abióticos, apresentam dinâmicas que garantem relativo equilíbrio ecológico, ainda que ameaçado por impactos como mudanças climáticas, degradação da água e perda de biodiversidade (Zulauf, 2000). O conceito de meio ambiente, amplo e dinâmico, abrange tanto transformações naturais quanto intervenções humanas, podendo atuar como fator de preservação ou de destruição da própria humanidade (Pereira *et al.*, 2012). Nesse contexto, o saneamento básico constitui componente essencial do desenvolvimento humano e da proteção ambiental, assegurado pela CF 88 e regulamentado pela Lei nº 11.445/2007 que especialmente trata sobre o tratamento de esgoto doméstico (Polido, 2013 *apud* Silva, 2023).

A relação entre o homem e o meio ambiente foi historicamente marcada pela transformação do espaço natural em cultural, a partir da apropriação dos recursos visando à satisfação de suas necessidades. Essa postura, ao dissociar o ser humano da natureza, favoreceu práticas de exploração intensiva e a concepção de domínio sobre os ecossistemas (Pereira, 2012). Na contemporaneidade, com a urbanização e industrialização crescentes, a pressão sobre os recursos naturais se intensificou, reduzindo áreas rurais e ampliando impactos como o desmatamento e a perda da biodiversidade (V. Mendonça *et al.*, 2010). Tais processos agravam o aquecimento global e ameaçam o equilíbrio ecológico, colocando em risco a sobrevivência das espécies, inclusive a humana.

Embora crises ecológicas tenham ocorrido ao longo da história terrestre, o atual cenário caracteriza-se pela velocidade e intensidade sem precedentes das transformações ambientais. Diante disso, cientistas e gestores têm enfatizado que soluções dependem não apenas de políticas públicas e regulamentações, mas também de ações individuais, como a reciclagem, a coleta seletiva e o reaproveitamento de materiais (Baldwin, 1979). Tais práticas contribuem para reduzir o volume de resíduos descartados, um dos principais desafios da sociedade moderna. O crescimento populacional e o aumento do consumo intensificam a geração de lixo urbano e

industrial, exigindo avanços na gestão de resíduos sólidos (Dias & Salgado, 1999 *apud* Costa, 2021).

A degradação ambiental e a gestão inadequada dos resíduos sólidos estão diretamente relacionadas à qualidade de vida da população. O descarte incorreto impacta o solo, a água e o ar, além de gerar problemas sociais, como a marginalização dos catadores, que sobrevivem da coleta em lixões a céu aberto (Monteiro *et al.*, 2001 *apud* Costa, 2021). Embora os aterros sanitários tenham substituído parte dos lixões, persistem as deficiências na destinação final e na valorização de resíduos recicláveis, como papel, vidro, plástico e metais (Diniz, 2016).

No cenário internacional, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1991) destacou três finalidades essenciais da conservação: manter processos ecológicos, preservar a diversidade genética e assegurar o uso sustentável dos recursos. O Brasil, alinhado a essa estratégia, aderiu à Agenda 2030, que estabelece os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), entre os quais se destacam o ODS 7 (energia limpa e acessível), ODS 11 (cidades e comunidades sustentáveis) e ODS 12 (consumo e produção responsáveis). Esses objetivos reforçam a necessidade de conciliar crescimento econômico, inclusão social e preservação ambiental.

A desativação dos lixões está prevista na Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. O Artigo 17 determina que o plano estadual de resíduos sólidos deve ter vigência indeterminada, horizonte de 20 anos e revisões quadrienais. Entre os conteúdos mínimos, destacam-se: metas para aproveitamento energético dos gases, eliminação e recuperação de lixões com inclusão social dos catadores, incentivo à gestão consorciada, diretrizes para regiões metropolitanas e normas para disposição final adequada de rejeitos e resíduos.

O crescimento populacional e a expansão urbana no Brasil intensificam o desafio da destinação adequada dos resíduos sólidos e do manejo do chorume, cuja má gestão acarreta sérios riscos ao meio ambiente e à saúde humana. Amparado pelo artigo 225 da Constituição Federal de 1988, este estudo analisa a relevância das políticas públicas na gestão desses resíduos, destacando a necessidade de ações estatais alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente os ODS 7, 11 e 12. Ressalta-se a viabilidade das usinas de biogás como alternativa sustentável para mitigar os impactos negativos dos aterros sanitários, conciliando desenvolvimento econômico e preservação ambiental.

O portal da educação relata que o chorume, também denominado lixiviado ou percolato,

constitui um líquido escuro e de forte odor, resultante da decomposição da matéria orgânica associada à infiltração da água da chuva. Trata-se de um efluente altamente poluente, presente em lixões, aterros sanitários e cemitérios (nesse último denominado necrochorume), contendo metais pesados e compostos tóxicos que podem comprometer os ecossistemas, a saúde humana e a qualidade das águas superficiais e subterrâneas. O manejo inadequado desse efluente potencializa riscos ambientais e sociais, exigindo tecnologias específicas de tratamento para prevenir ou mitigar os impactos. Nesse contexto, o crescimento urbano e o consumo exacerbado intensificam a produção de resíduos e, conseqüentemente, a formação do chorume, reforçando a necessidade de políticas públicas e estratégias de gestão adequadas para o enfrentamento desse problema.

O chorume, resultante da decomposição bacteriana da matéria orgânica, caracteriza-se pelo odor intenso e pelo elevado potencial de contaminação ambiental. Sua infiltração no solo pode comprometer lençóis freáticos e cursos d'água, ocasionando riscos significativos à saúde humana devido à presença de elementos tóxicos dispersos na água contaminada.

Tabela 1 Fontes e doenças relacionadas a elementos químicos presentes no Chorume

ELEMENTOS QUÍMICOS	DOENÇAS RELACIONADAS	FONTES
Mercúrio (Hg)	Perda da visão, debilidade das funções cerebrais, coma	Pilhas comuns e alcalinas, lâmpadas fluorescentes
Manganês (Mn)	Distúrbios neurológicos, como Mal de Parkinson	
Níquel (Ni)	Doenças respiratórias, alergias	Baterias recarregáveis (celular, telefone sem fio, automóveis)
Cádmio (Cd)	Dores abdominais, distúrbios na visão, paralisia nas mãos	
Chumbo (Pb)	Inflamação nos pulmões, problemas no fígado e nos rins, saturnismo	
Arsênio (As)	Úlceras, inflamação nasal, câncer de pulmão	Embalagens de tintas, vernizes, solventes orgânicos
Boro (B)	O excesso de Boro pode provocar náuseas, vômitos, diarreia, dermatose e letargia. Boro sequestra a vitamina B2	Vidro, aditivos para fibra de vidro, cerâmicas, fertilizantes

Fonte: Miguel Júnior (2016); Amaral Neto (2016); IPT (2000) *apud* Costa, 2021.

O aterro sanitário é um sistema utilizado em áreas urbanas para a deposição de resíduos sólidos em uma menor área possível e reduzindo-os ao menor volume, que abriga, em geral, resíduos provenientes das atividades domésticas, obedecendo a normas legais e critérios ambientais para o combate à poluição do solo e das camadas inferiores. Utiliza técnicas de

engenharia e tecnologia seguras para evitar danos ao meio ambiente e à saúde pública e passa por monitoramento constante para evitar vazamentos no solo (PORTELLA e RIBEIRO, 2014 *apud* Costa, 2021).

Nele, o lixo é depositado em camadas que são compactadas por tratores e cobertas com terra. O aterro tem o solo impermeabilizado e possui sistema de drenagem para captar o chorume e levá-lo ao tanque de equalização. A finalidade é reter os metais pesados e em seguida entrar no processo de biodegradação.

No tanque, ocorre a decantação, os materiais mais pesados se acumularam no fundo, formando uma camada de lodo. O líquido, caso já esteja em conformidade com as leis ambientais, poderá ser destinado aos rios, apresentado na figura 1.



Fonte: Toda matéria, 2025.

O chorume que ficou acumulado pode ser usado para produção de biogás ou como adubo em composteiras (www.todamatéria.com.br).

É importante ressaltar que, tradicionalmente, o tratamento de chorume é realizado em estações de efluentes, que englobam gradeamentos, caixa de areia, elevatórios, lagoas aeradas, secagem e tratamento do lodo. Nesse sentido, as tecnologias avançadas possuem como foco principal a remoção de alguns compostos ou classes de compostos e dificilmente uma única tecnologia atende todas essas demandas, dado que o emprego de containers específicos auxilia no tratamento de efluentes (Casellato *et al.*, 2025).

O portal do biogás, relata que as usinas de biogás são uma resposta concreta ao problema da gestão de resíduos. O acúmulo de resíduos orgânicos em aterros sanitários contribui para a liberação de gases de efeito estufa e a contaminação do solo e da água. Com uma usina de biogás, esses resíduos são transformados em energia limpa, reduzindo a pressão sobre os aterros e

mitigando seus impactos ambientais negativos. Além disso, a geração de energia com biogás oferece uma solução crucial para a crescente demanda por fontes energéticas sustentáveis. Ao produzir eletricidade e calor a partir de resíduos, as usinas de biogás reduzem a dependência de combustíveis fósseis e contribuem para a transição para uma matriz energética mais limpa, conforme modelo abaixo figura 6.

Figura 2. Modelo de usina de biogás



Fonte: pgambiental.com.br/usina-termoeletrica-a-biogas.

O portal acrescenta que outro problema abordado pelas usinas de biogás é a geração descentralizada de energia. Em muitas áreas, a falta de acesso à rede elétrica é um obstáculo ao desenvolvimento. As usinas de biogás podem ser instaladas localmente, fornecendo eletricidade e calor onde é mais necessário, promovendo o desenvolvimento sustentável e a inclusão social. Por último, mas não menos importante, as usinas de biogás também são uma resposta à necessidade de utilização sustentável dos recursos naturais. Ao converter resíduos em biogás e subprodutos valiosos como biofertilizantes, essas usinas fecham o ciclo de nutrientes, reduzindo a demanda por fertilizantes químicos e melhorando a saúde dos solos.

Segundo dados levantados pelo CIBiogás, houve um aumento de 16% no número de plantas em operação e 10% no volume de biogás produzido em 2021, em comparação ao ano anterior. Acrescenta que Santa Catarina e Goiás registraram crescimento de 24% e 28% no número de plantas, em operação, respectivamente.

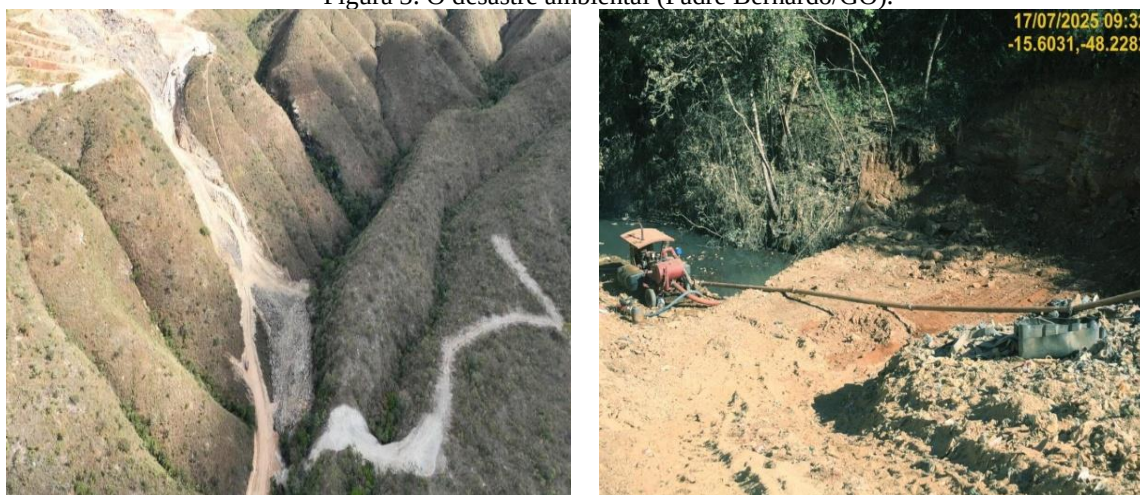
A CIBiogás relata que em 2021, o setor agropecuário foi responsável por 80% das plantas de biogás em operação no país. Enquanto o setor industrial e o setor de saneamento contribuíram em 9% e 11%, respectivamente, no número de plantas. Quanto ao volume de biogás, o setor de saneamento foi responsável por 74% do volume total produzido, seguido pelos setores industrial

(16%) e agropecuário (10%). O uso do biogás para geração de energia elétrica apresenta-se como a principal aplicação energética realizada nas plantas de biogás brasileiras. Em termos de representatividade, no ano de 2021, cerca de 87% das unidades em operação utilizaram esta fonte energética para tal finalidade, resultando no uso de 71% do volume de biogás produzido para geração de energia elétrica.

A construção de uma usina de biogás é importante para evitar o que aconteceu no aterro sanitário de Padre Bernardo que completa 30 dias, conforme reportagem a seguir...“o desmoronamento de uma pilha de lixo no lixão da empresa Ouro Verde, em Padre Bernardo - Goiás, sexta-feira, 18 de julho. O desastre ambiental resultou na contaminação do córrego Santa Bárbara, usado por agricultores da região. Esse período foi marcado sobretudo pela demora dos proprietários do local na contenção dos danos que eles causaram e pelo esforço do gabinete de crise para preencher essa lacuna”.

A ação imediata da prefeitura de Padre Bernarde diante do acidente foi o isolamento da massa de resíduos que desmoronou antes do ponto de contato com o córrego (à montante) e depois (à jusante), tal procedimento foi necessário para o início da retirada do lixo, conforme figura 7. Também começou a ser preparada a célula que vai abrigar provisoriamente esse lixo, dentro da mesma propriedade. A Ouro Verde, empresa que administrava o aterro sanitário que afundou, informou ter adquirido a manta de impermeabilização dessa célula, segundo a SEMAD.

Figura 3. O desastre ambiental (Padre Bernardo/GO).



Fonte: Semad, 2025.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A gestão do chorume e sua utilização para geração de biogás representam tanto um desafio quanto uma oportunidade para a sustentabilidade ambiental no Brasil. Apesar de haver legislação robusta, a aplicação prática ainda é limitada, com mais de 40% dos resíduos sólidos destinados inadequadamente. Enquanto países desenvolvidos avançaram na redução de aterros por meio de usinas de biogás, o Brasil apresenta apenas iniciativas isoladas em pequena escala.

O potencial energético é significativo — capaz de suprir até 36% da demanda elétrica nacional —, mas enfrenta barreiras como falta de financiamento, burocracia e baixa conscientização dos gestores. A adoção de usinas de biogás poderia gerar benefícios socioeconômicos, criar empregos, incluir catadores e fortalecer economias locais, além de contribuir para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Tecnologias como sensores, monitoramento em tempo real e inteligência artificial já vêm sendo aplicadas em projetos-piloto, aumentando a eficiência e a segurança ambiental. No entanto, a viabilidade econômica depende de estímulos governamentais, como subsídios e incentivos fiscais.

METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho baseou-se em levantamentos bibliográficos realizados em fontes digitais e literaturas impressas. Esse arcabouço teórico teve como propósito compreender o conceito de políticas públicas, seus diferentes tipos e o ciclo de sua implementação. Paralelamente, buscou-se identificar os instrumentos potencialmente aplicáveis à promoção de um meio ambiente sustentável.

A pesquisa abordou a relevância da temática ambiental, com ênfase em questões como o chorume e o papel das usinas de biogás na gestão de resíduos. Ademais, a análise contemplou o disposto na Constituição Federal de 1988, especialmente no artigo 225, que trata da preservação do meio ambiente ecologicamente equilibrado e de sua importância para a qualidade de vida da população e a Lei nº 12.305, 02/08/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

CONCLUSÃO

Cuidar do meio ambiente é condição essencial para a preservação da vida em todas as suas formas. Não apenas os seres humanos necessitam de cuidados, mas também a flora e a fauna, que compõem o equilíbrio ecológico indispensável à sobrevivência no planeta. Nesse contexto, torna-se evidente a necessidade de políticas públicas capazes de conciliar crescimento econômico e sustentabilidade ambiental, em consonância com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável – ODS 7 (energia limpa e acessível), 11 (cidade e comunidades sustentáveis) e 12 (consumo e produção responsáveis) da Agenda 2030 da ONU, voltado ao consumo e produção responsáveis. Entre os maiores desafios desses ODS está a gestão e o redimensionamento consciente dos resíduos sólidos, questão ainda pouco efetiva no âmbito estatal.

No Brasil, as políticas públicas voltadas à correta destinação dos resíduos urbanos avançam de forma lenta e tímida. Faz-se necessário, portanto, um planejamento mais assertivo, com ações estratégicas e incisivas. Entre elas, destaca-se o incentivo à criação e expansão de usinas de biogás, alternativa que alia sustentabilidade à geração de energia limpa. Essa medida ganha relevância no contexto brasileiro, dada a elevada produção de resíduos e a grande disponibilidade de dejetos oriundos da pecuária, especialmente das fezes bovinas, matéria-prima eficiente para a produção de biogás. Assim, tais iniciativas poderiam fortalecer a economia local e, simultaneamente, atender às metas da Agenda 2030, bem como realizar a destinação correta do chorume.

Cumprе ressaltar que, apesar da relevância das usinas de biogás para a preservação ambiental e a promoção da saúde pública, sua implementação ainda é frequentemente relegada a segundo plano nas agendas governamentais. Tal negligência ocorre mesmo diante do fato de que os gases resultantes da lixiviação dos resíduos sólidos representam riscos significativos tanto para o meio ambiente quanto para a saúde humana. Nesse sentido, a adoção de políticas públicas mais efetivas e a atuação proativa dos agentes estatais brasileiros poderiam modificar substancialmente essa realidade vivenciada em diferentes estados do país.

O planejamento adequado é, portanto, fator decisivo para garantir que os recursos públicos sejam direcionados de forma eficiente à instalação dessas usinas. Com a ampliação da capacidade energética sustentável, os estados brasileiros poderiam alcançar maior autonomia na produção de energia renovável, atraindo investimentos privados interessados em setores verdes e inovadores. Além disso, a expansão do setor exigiria mão de obra qualificada, o que abre espaço para a criação

de escolas técnicas e programas de capacitação voltados à manutenção e ao gerenciamento das usinas de biogás. Dessa forma, além de ampliar o fornecimento de energia a custos mais baixos, o país também promoveria inclusão social, geração de empregos e desenvolvimento regional.

A legislação ambiental brasileira, embora ampla em seu arcabouço normativo, revela-se de baixa efetividade prática, uma vez que os gestores públicos demonstram limitada preocupação com a destinação adequada dos resíduos sólidos. Apesar da existência de estudos consistentes acerca do ciclo das políticas públicas e da temporalidade necessária para a implementação das agendas governamentais, observa-se, na realidade, um cenário de adoecimento progressivo da população brasileira, decorrente, em grande medida, do consumo de alimentos e da água contaminados. Nesse contexto, torna-se imprescindível a realização de pesquisas mais aprofundadas voltadas à implantação de usinas de biogás, bem como à análise dos benefícios sociais, ambientais e econômicos que essas estruturas podem proporcionar. Paralelamente, a implementação de projetos destinados à recuperação e à purificação das águas constitui medida essencial, trazendo impactos positivos tanto para o equilíbrio ambiental quanto para a qualidade de vida humana. Para que tais ações se concretizem, contudo, é necessário que o poder público adote posturas mais comprometidas com a proteção da saúde dos cidadãos, assim como com a preservação da fauna e da flora, assegurando, dessa forma, o desenvolvimento sustentável em sua integralidade.

Conclui-se que o Brasil tem alto potencial para transformar o chorume em fonte de energia limpa, mas carece de estratégia nacional integrada que una legislação, financiamento, inovação e participação social, capaz de converter o problema ambiental em oportunidade de desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

BALDWIN, Roberto E. **Desenvolvimento e crescimento econômico**. Livraria Pioneira. Editora: São Paulo, 1979.

BRANDÃO, Carlos A. **Território e Desenvolvimento: As múltiplas escalas entre o local e o global** - 2ª ed. – Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2012.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 07 jul. 2025.

_____. BRASIL. **Presidência da República. Comissão Interministerial para Preparação da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Brasília:

Cima, 1991.

BRUM, Argemiro J. **O Desenvolvimento Econômico Brasileiro**. Editora Vozes Ltda. Petrópolis – RJ, 1982.

CASELLATO, Thais Fernanda *et. al.*. Tecnologias avançadas para o tratamento de chorume e prevenção da contaminação de lençóis freáticos: uma revisão sistemática. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/30305/19501>. Acesso em: 26 ago. 2025.

Chorume. Portal da educação ambiental. <https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/chorume/#:~:text=Chorume%2C%20tamb%C3%A9m%20chamado%20de%20lixivia%20ou%20percolado%2C,desagrad%C3%A1vel%2C%20resultado%20de%20mat%C3%A9ria%20org%C3%A2nica%20em%20decomposi%C3%A7%C3%A3o.&text=O%20chorume%2C%20por%20ser%20extremamente%20poluente%2C%20pode,tanto%20para%20plantas%2C%20como%20para%20os%20animais>. Acesso em: 01 jul. 2025.

COSTA, Amini Ferreira da. Análise de risco à saúde humana por uso do solo contaminado por chorume na área do antigo lixão de Maceió. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/123456789/9543/1/An%C3%A1lise%20de%20risco%20%C3%A0%20sa%C3%BAde%20humana%20por%20uso%20do%20solo%20contaminado%20por%20chorume%20na%20%C3%A1rea%20do%20antigo%20lix%C3%A3o%20de%20Macei%C3%B3-AL.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2025.

DINIZ, Laura Carolina. Avaliação do chorume produzido pelo aterro sanitário da cidade de Ponta Grossa na qualidade das águas da bacia do Rio Cará-cará. 2016. 68f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2016.

Lixão de Padre Bernardo. Disponível em: <https://goias.gov.br/meioambiente/lixao-de-padre-bernardo-desastre-completa-30-dias-veja-atualizacoes/>. Acesso em: 27 ago. 2025.

Nações Unidas no Brasil. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 01 jul. 2025.

Panorama do Biogás no Brasil. Disponível em: <https://cibiogas.org/wp-content/uploads/2022/04/NT-PANORAMA-DO-BIOGAS-NO-BRASIL-2021.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2025.

PEREIRA, S. S. & CURI, R. C.. Meio Ambiente, Impacto Ambiental e Desenvolvimento Sustentável: Conceituações Teóricas sobre o Despertar da Consciência Ambiental. Disponível em: <https://reunir.revistas.ufcg.edu.br/index.php/uacc/article/view/78/pdf>. Acesso em: 28 ago. 2025.

População Brasileira. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=popula%C3%A7%C3%A3o+brasileira>. Acesso em: 05 mai. 2025.

Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/emissoes-e-residuos/residuos/politica-nacional-de-residuos-solidos-pnrs>. Acesso em: 24 ago. 2025.

Problemas que uma usina de biogás resolve. Disponível em: <https://portaldobiogas.com/que-problemas-uma-usina-de-biogas-resolve/#:~:text=Uma%20usina%20de%20biog%C3%A1s%20%C3%A9,resultando%20na%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20biog%C3%A1s>. Acesso em: 24 ago. 2025.

QUEIROZ, Roosevelt B. **Formação e gestão de políticas públicas**. Curitiba: InterSaberes – Série Gestão Pública, 2012.

SECCHI, Leonardo. **Políticas públicas: conceitos, esquemas de análise, casos práticos**. 2. Ed. São Paulo: Cengagelearning, 2012.

SILVA, Ranielle Linhares da. Tratamento e disposição final de chorume de aterros sanitários: o caso de Brasília. Disponível em: http://repositorio2.unb.br/bitstream/10482/49231/1/2023_RanielleLinharesDaSilva_DISSERT.pdf. Acesso em: 29 ago. 2025.

SOUZA, Celina. **Políticas Públicas: uma revisão da literatura**. Sociologias, Porto Alegre, ano 8, n° 16, jul/dez 2006, p. 20-45.

Tratamento do chorume. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/chorume/>. Acesso em: 02 jul. 2025.

Usina de biogás. Disponível em: <https://pgambiental.com.br/usina-termoeletrica-a-biogas/>. Acesso em: 12 jun. 2025.

V. Mendonça *et. al.*. **Biologia: ecologia, origem da vida e biologia celular, embriologia e histologia: volume 1: ensino médio**. 1 ed., São Paulo: Nova Geração, 2010.

ZULAUF, Werner E. O meio ambiente e o futuro. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/dY7KkdsDQtPvvfZfV69NhZc/?format=html&lang=pt> Acesso em: 27 ago 2025.