

Valorização Energética dos Resíduos Sólidos Urbanos e Desenvolvimento Regional: um ensaio teórico-crítico

Inarê Roberto Rodrigues Poeta e Silva

Professor Mestrando em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente
Universidade Federal de Rondônia, Brasil
inare.poeta@unir.br
<https://orcid.org/0000-0001-6766-6219>

Fabíola Kaczam

Professora Doutora em Administração
Universidade Federal de Alagoas, Brasil
kaczamf@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0460-9927>

Antonio Carlos Duarte Ricciotti

Professor Doutor em Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Rondônia, Brasil
acdricciotti@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4986-6601>

Paulo de Tarso Carvalho de Oliveira

Professor Mestre em Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Rondônia, Brasil
paulo@unir.br
<https://orcid.org/0000-0002-1704-5913>

Fabício Moraes de Almeida

Professor Doutor em Física
Universidade Federal de Rondônia, Brasil
dr.fabriciomoraes001@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4173-4636>

**Valorização Energética dos Resíduos Sólidos Urbanos e
Desenvolvimento Regional: um ensaio teórico-crítico****RESUMO**

Objetivo – Analisar em que condições a valorização energética de resíduos sólidos urbanos pode contribuir para o desenvolvimento regional sustentável no Brasil, sem reproduzir conflitos socioambientais e injustiças territoriais.

Metodologia – Ensaio teórico-crítico, de abordagem qualitativa, fundamentado em mobilização teórica por pertinência e análise documental, articulado em três eixos analíticos: ambiental-climático, econômico-institucional e territorial/justiça energética.

Originalidade/relevância – O estudo enfrenta o gap teórico relacionado à tendência de tratar a valorização energética como sinônimo automático de sustentabilidade, deslocando o debate para as condições sociotécnicas, institucionais e territoriais que definem sua legitimidade e sua compatibilidade com a PNRS, a economia circular e a justiça energética.

Resultados – Os resultados indicam que a valorização energética somente pode ser considerada compatível com o desenvolvimento regional sustentável quando permanece subordinada à hierarquia da gestão de resíduos, demonstra adicionalidade climática líquida, apoia-se em viabilidade econômico-institucional com capacidade regulatória e contratual adequada, e incorpora legitimidade territorial baseada em justiça energética, transparência, participação substantiva e repartição equitativa de benefícios e ônus.

Contribuições teóricas/metodológicas – O ensaio contribui ao propor um enquadramento analítico que desloca o foco da escolha tecnológica para critérios de coerência sociotécnica e de governança, além de sistematizar condições mínimas, salvaguardas e evidências verificáveis para orientar decisões públicas e avaliação de alternativas.

Contribuições sociais e ambientais – O estudo contribui para qualificar decisões públicas sobre gestão de resíduos e energia ao enfatizar prevenção de *lock-in*, proteção socioambiental, fortalecimento da reciclagem, mitigação climática contextualizada e prevenção da concentração desigual de riscos e impactos nos territórios.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos sólidos urbanos. Valorização energética. Desenvolvimento regional sustentável.

**Energy Recovery from Urban Solid Waste and Regional Development:
a theoretical-critical essay****ABSTRACT**

Objective – To analyze under which conditions energy recovery from municipal solid waste can contribute to sustainable regional development in Brazil without reproducing socio-environmental conflicts and territorial injustices.

Methodology – A qualitative theoretical-critical essay based on theory mobilization by relevance and documentary analysis, structured around three analytical axes: environmental-climatic, economic-institutional, and territorial/energy justice.

Originality/Relevance – The study addresses the theoretical gap related to the tendency to treat energy recovery as an automatic synonym of sustainability, shifting the debate toward the socio-technical, institutional, and territorial conditions that define its legitimacy and compatibility with the Brazilian National Solid Waste Policy, circular economy, and energy justice.

Results – The findings indicate that energy recovery can only be considered compatible with sustainable regional development when it remains subordinate to the waste hierarchy, demonstrates net climatic additionality, relies on economic-institutional feasibility supported by adequate regulatory and contractual capacity, and incorporates territorial legitimacy grounded in energy justice, transparency, meaningful participation, and fair distribution of benefits and burdens.

Theoretical/Methodological Contributions – The essay contributes by proposing an analytical framework that shifts the focus from technological choice to socio-technical coherence and governance criteria, as well as by systematizing minimum conditions, safeguards, and verifiable evidence to guide public decision-making and the assessment of alternatives.

Social and Environmental Contributions – The study contributes to improving public decision-making on waste and energy management by emphasizing *lock-in* prevention, socio-environmental protection, strengthening recycling, contextualized climate mitigation, and the prevention of unequal concentration of risks and impacts across territories.

KEYWORDS: Urban solid waste. Energy recovery. Sustainable regional development.

Valorización energética de los residuos sólidos urbanos y desarrollo regional: un ensayo teórico-crítico

RESUMEN

Objetivo – Analizar en qué condiciones la valorización energética de los residuos sólidos urbanos puede contribuir al desarrollo regional sostenible en Brasil, sin reproducir conflictos socioambientales e injusticias territoriales.

Metodología – Ensayo teórico-crítico, de enfoque cualitativo, fundamentado en movilización teórica por pertinencia y análisis documental, organizado en tres ejes analíticos: ambiental-climático, económico-institucional y territorial/justicia energética.

Originalidad/Relevancia – El estudio aborda el vacío teórico relacionado con la tendencia a tratar la valorización energética como sinónimo automático de sostenibilidad, desplazando el debate hacia las condiciones sociotécnicas, institucionales y territoriales que definen su legitimidad y su compatibilidad con la PNRS, la economía circular y la justicia energética.

Resultados – Los resultados indican que la valorización energética solo puede considerarse compatible con el desarrollo regional sostenible cuando permanece subordinada a la jerarquía de la gestión de residuos, demuestra adicionalidad climática neta, se apoya en viabilidad económico-institucional con capacidad regulatoria y contractual adecuada, e incorpora legitimidad territorial basada en justicia energética, transparencia, participación sustantiva y distribución equitativa de beneficios y cargas.

Contribuciones teóricas/metodológicas – El ensayo contribuye al proponer un marco analítico que desplaza el foco de la elección tecnológica hacia criterios de coherencia sociotécnica y de gobernanza, además de sistematizar condiciones mínimas, salvaguardas y evidencias verificables para orientar decisiones públicas y la evaluación de alternativas.

Contribuciones sociales y ambientales – El estudio contribuye a cualificar la toma de decisiones públicas sobre gestión de residuos y energía al enfatizar la prevención del *lock-in*, la protección socioambiental, el fortalecimiento del reciclaje, la mitigación climática contextualizada y la prevención de la concentración desigual de riesgos e impactos en los territorios.

PALABRAS CLAVE: Residuos sólidos urbanos. Valorización energética. Desarrollo regional sostenible.

1 INTRODUÇÃO

A gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) constitui um dos principais desafios socioambientais contemporâneos, sobretudo em contextos marcados por desigualdades históricas, baixa capacidade estatal local e forte heterogeneidade territorial. A urbanização acelerada, a intensificação do consumo e a complexidade das cadeias produtivas ampliaram a geração de resíduos e pressionaram sistemas de coleta, tratamento e destinação final que, em muitos casos, permanecem frágeis e ambientalmente ineficientes (Guerrero; Maas; Hogland, 2013). No plano territorial, tais fragilidades tendem a se concentrar em periferias urbanas e municípios com menor infraestrutura e menor poder de barganha, reforçando assimetrias regionais e injustiças socioambientais (Acselrad, 2010).

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, estabeleceu princípios centrais como a responsabilidade compartilhada, a hierarquia da gestão de resíduos e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (Brasil, 2010). O arcabouço foi posteriormente complementado pelo Novo Marco do Saneamento (Lei nº 14.026/2020) e pelo Decreto nº 10.936/2022, que regulamenta a PNRS.

Apesar desse avanço normativo, persistem lixões, aterros precários e desigualdades institucionais que limitam a implementação efetiva da política em diferentes territórios (Brasil, 2020; Brasil, 2022). Esse quadro torna urgente discutir alternativas tecnológicas e arranjos de governança capazes de enfrentar o passivo ambiental dos resíduos sem reduzir o debate a uma solução meramente técnica, dissociada das condições sociais, políticas e territoriais de cada região (Haesbaert, 2010; Acselrad, 2010).

Paralelamente, a crise climática e a busca por matrizes menos dependentes de combustíveis fósseis ampliaram o interesse por estratégias de mitigação e por fontes alternativas de energia. O setor de resíduos é relevante nesse debate porque a disposição inadequada, especialmente da fração orgânica, contribui para emissões de metano (IPCC, 2021).

Nesse contexto, a valorização energética dos RSU (*waste-to-energy*, WtE, também referida como *energy-from-waste*, EfW) passou a ser apresentada como alternativa capaz de articular gestão de resíduos e produção de energia, com potencial de reduzir a dependência de aterros e evitar parte das emissões associadas à disposição final e à substituição de fontes fósseis (Scarlat; Fahl; Dallemand, 2019; Astrup et al., 2015).

Todavia, a valorização energética não é sinônimo automático de sustentabilidade. Neste ensaio, WtE é empregado como termo guarda-chuva para diferentes rotas de recuperação energética; quando a discussão focaliza plantas térmicas e riscos de *lock-in*, a ênfase recai especialmente sobre unidades de incineração com recuperação energética e os arranjos contratuais e regulatórios que as sustentam.

Evidências internacionais mostram que os resultados ambientais e climáticos dessas rotas dependem fortemente de fatores como composição dos resíduos, eficiência de captura, *mix* energético substituído, coprodutos e recuperação de materiais, o que inviabiliza tratar a tecnologia como solução universal (Arena, 2012; Astrup et al., 2015). Além disso, estudos de Avaliação do Ciclo de Vida indicam que o desempenho relativo entre incineração e aterro pode variar conforme as condições operacionais e regulatórias do sistema de disposição final, reforçando a necessidade de análises contextualizadas e transparentes (Anshassi et al., 2022).

Essa discussão também precisa ser situada na hierarquia da PNRS e na agenda de economia circular. Diretrizes internacionais destacam que a recuperação energética deve

ocupar papel complementar, incidindo prioritariamente sobre rejeitos não recicláveis, sem substituir políticas de redução, reutilização e reciclagem (European Commission, 2017).

Em sentido convergente, a literatura sobre economia circular adverte que o conceito não pode ser reduzido a reciclagem ou a soluções tecnológicas pontuais, pois envolve transformações sistêmicas em governança, desenho institucional, modelos de negócio e participação social (Kirchherr et al., 2017; Geissdoerfer et al., 2017). Nesse ponto, ganha destaque o risco de *lock-in*, entendido como a tendência de certas escolhas tecnológicas e institucionais se tornarem difíceis de reverter, comprometendo metas de circularidade (Mattson; Pettersen; Brattebø, 2024).

Sob a perspectiva do desenvolvimento regional, a energia é componente estruturante por influenciar dinâmicas produtivas, acesso a serviços e oportunidades. Ao considerar o desenvolvimento, na abordagem das capacidades, como expansão de liberdades substantivas (Robeyns, 2005), importa analisar se a infraestrutura energética derivada dos RSU amplia efetivamente possibilidades sociais e econômicas nos territórios ou se concentra benefícios e externaliza custos.

É nesse ponto que abordagens críticas se tornam indispensáveis, pois projetos energéticos, inclusive aqueles rotulados como “verdes”, podem reproduzir desigualdades, conflitos territoriais e exclusões quando concebidos sob racionalidade tecnocrática, baixa transparência e participação social restrita (Acselrad, 2010; Furtado, 2021). A noção de justiça energética contribui para esse exame ao perguntar quem decide, quem se beneficia e quem suporta os impactos ao longo do sistema energético (Sovacool; Dworkin, 2015; Jenkins et al., 2016).

Diante disso, a valorização energética dos RSU deve ser compreendida menos como solução tecnológica em abstrato e mais como escolha sociotécnica e territorial, atravessada por disputas de interesse, capacidades institucionais e diferentes projetos de desenvolvimento. Nessa perspectiva, este ensaio teórico-crítico parte da seguinte questão norteadora: como a geração de energia a partir dos resíduos sólidos urbanos pode contribuir para o desenvolvimento regional sustentável e para a proteção do meio ambiente, sem reproduzir conflitos socioambientais e injustiças territoriais?

Com base nessa problematização, o objetivo do artigo é analisar criticamente a valorização energética dos RSU como estratégia de política pública e infraestrutura territorial, identificando dilemas, condicionantes e salvaguardas para sua compatibilidade com a economia circular, a mitigação climática e a justiça energética. Como contribuição, o artigo desloca o debate da escolha da “tecnologia mais adequada” para as condições sociotécnicas e de governança que definem quando essa rota pode ser compatível com a sustentabilidade e com a justiça energética. Ao fazê-lo, busca oferecer critérios argumentativos mais robustos para orientar decisões públicas e debates regionais.

Além desta introdução, o texto apresenta as lentes analíticas do ensaio, explicita os procedimentos metodológicos, desenvolve a discussão por três eixos (ambiental-climático, econômico-institucional e territorial/justiça energética) e encerra com uma síntese propositiva e as considerações finais.

2 LENTES ANALÍTICAS DO ENSAIO

2.1 Resíduos sólidos urbanos e sustentabilidade

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) constituem um problema público multidimensional, pois sua geração e destinação articulam pressões ambientais, capacidades institucionais e desigualdades territoriais. Quando destinados de forma inadequada, sobretudo em aterros precários, a decomposição da fração orgânica amplia emissões de metano, agravando o desafio climático e reforçando a necessidade de soluções que combinem mitigação ambiental e efetividade institucional (IPCC, 2021). Nessa direção, a sustentabilidade na gestão de RSU não se limita à escolha de rotas de tratamento, mas pressupõe uma lógica de prioridades e de governança capaz de reduzir externalidades e ampliar benefícios sociais.

A PNRS consolida esse entendimento ao estabelecer uma hierarquia que prioriza não geração, redução, reutilização e reciclagem, reservando a recuperação energética aos rejeitos, diretriz reafirmada e operacionalmente detalhada em sua regulamentação mais recente (Brasil, 2010; Brasil, 2022). Esse princípio dialoga com orientações internacionais que tratam a recuperação energética como componente complementar, subordinado a metas de circularidade e prevenção (European Commission, 2017).

Ao mesmo tempo, a literatura internacional adverte que a economia circular é frequentemente apropriada de modo reducionista, como sinônimo de reciclagem ou de soluções tecnológicas pontuais, quando o conceito pressupõe transformações sistêmicas em modelos produtivos, governança e participação social (Kirchherr et al., 2017; Geissdoerfer et al., 2017).

Para este ensaio, portanto, a hierarquia da PNRS opera como lente de coerência e critério de avaliação: a recuperação energética só é aceitável quando permanece residual, não desloca as rotas superiores e é acompanhada de metas e salvaguardas capazes de impedir efeitos de *lock-in* e desincentivos à prevenção e à reciclagem.

2.2 Valorização energética dos RSU: fundamentos técnicos e limites ambientais

A valorização energética abrange rotas que convertem resíduos em energia térmica ou elétrica, incluindo incineração com recuperação energética, gaseificação, pirólise, digestão anaeróbia e aproveitamento do biogás de aterro. A literatura aponta potencial de redução do volume destinado a aterros e de mitigação de emissões, sobretudo quando há eficiência tecnológica e controle rigoroso de poluentes (Arena, 2012; Astrup et al., 2015).

Esses resultados, porém, dependem fortemente do desenho do sistema e das condições de operação. Composição e poder calorífico dos RSU, escala do empreendimento, grau de segregação prévia, eficiência real de recuperação energética, desempenho dos sistemas de controle de emissões e manejo de cinzas e efluentes alteram simultaneamente o balanço ambiental, os riscos locais e os custos de conformidade. Por isso, a comparação entre rotas não pode ser feita por atributo tecnológico isolado, mas pela configuração concreta em que a rota é implementada e regulada, incluindo requisitos de monitoramento, fiscalização e transparência operacional (Laurent et al., 2014; Mayer; Bhandari; Gäth, 2019).

Nessa perspectiva, a ACV é mobilizada como critério de criticidade e transparência, e não como tecnicismo metodológico. Estudos mostram que os resultados ambientais variam conforme escopo, unidade funcional, *mix* energético substituído, recuperação de materiais, coprodutos e eficiência operacional (Laurent et al., 2014; Astrup et al., 2015). Revisões recentes

reforçam que a ACV é central para explicitar *trade-offs* e evitar conclusões simplificadas, sobretudo em contextos de elevada heterogeneidade dos sistemas de coleta e disposição final (Zhou et al., 2018; Istrate et al., 2020; Dastjerdi et al., 2021).

Em particular, análises comparativas indicam que a preferência climática entre incineração e aterro pode se inverter conforme taxas reais de coleta e uso do gás de aterro e o perfil do resíduo, o que exige contextualização e transparência na avaliação do desempenho (Anshassi et al., 2022).

Essa compatibilidade não se esgota na dimensão climática. A agenda de economia circular acrescenta uma camada crítica ao mostrar que a recuperação energética pode tensionar metas de circularidade quando se converte em infraestrutura intensiva em capital e dependente de regularidade de alimentação, frequentemente reforçada por contratos de longo prazo e garantias de suprimento, influenciando políticas e instrumentos contratuais em favor da incineração em detrimento da prevenção e da reciclagem (Savini, 2021; Mattson; Pettersen; Brattebø, 2024).

Assim, o mérito da valorização energética depende menos da promessa tecnológica em si e mais do arranjo sociotécnico que a viabiliza, incluindo desenho contratual e regulatório, governança, metas explícitas de circularidade, mecanismos de controle ambiental e salvaguardas capazes de impedir que contratos e incentivos penalizem a redução de resíduos ou a expansão da reciclagem.

2.3 Desenvolvimento regional, território e energia

O desenvolvimento regional sustentável é compreendido neste trabalho como processo que articula dimensões econômicas, sociais, ambientais e territoriais, e não como crescimento econômico isolado. A abordagem das capacidades enfatiza que desenvolvimento envolve expansão de liberdades substantivas, incluindo acesso a serviços, participação política e qualidade ambiental, o que reposiciona energia e saneamento como infraestruturas de cidadania e bem-estar (Robeyns, 2005; Lemanski, 2020; Jiménez et al., 2019).

Nessa perspectiva, a energia derivada de RSU só pode ser considerada vetor de desenvolvimento regional quando amplia capacidades no território sem transferir riscos e externalidades a populações vulneráveis.

A geografia crítica reforça que infraestruturas energéticas produzem efeitos territoriais diferenciados, podendo gerar inclusão, mas também desterritorialização, conflitos e reprodução de desigualdades (Haesbaert, 2010). Evidências internacionais apontam ainda que transições e políticas energéticas se articulam a desigualdades regionais e assimetrias socioespaciais, exigindo análise que vá além da eficiência técnica e considere a distribuição territorial de benefícios e custos (Bouzarovski; Tirado Herrero, 2017).

No campo da gestão de resíduos, abordagens de gestão integrada e sustentável mostram que o desempenho depende de capacidade institucional, desenho de políticas, financiamento e coordenação intermunicipal, e não apenas de tecnologia (Wilson et al., 2013; Rodić; Wilson, 2017). Assim, a lente territorial conecta valorização energética e desenvolvimento regional ao perguntar como, para quem e sob quais condições a infraestrutura é implementada, governada e apropriada.

2.4 Justiça energética e conflitos socioambientais

A discussão sobre justiça energética aprofunda o argumento crítico ao deslocar o foco para dimensões distributivas, procedimentais e de reconhecimento, isto é, para quem se beneficia, quem decide e quem é mais afetado pelas externalidades do sistema energético (Sovacool; Dworkin, 2015; Jenkins et al., 2016).

Essa abordagem é particularmente relevante para a valorização energética dos RSU, porque esses empreendimentos tendem a localizar-se em áreas periféricas ou socialmente fragilizadas, onde a capacidade de contestação e participação costuma ser menor, ao mesmo tempo que a distribuição de riscos ambientais pode reproduzir desigualdades.

No contexto brasileiro, a crítica socioambiental indica que projetos energéticos rotulados como “sustentáveis” podem intensificar conflitos e desigualdades quando orientados por racionalidades tecnocráticas e arranjos institucionais assimétricos (Acsehrad, 2010; Furtado, 2021). Em complemento, a literatura de justiça energética reforça a necessidade de avaliar governança e participação como condições estruturais de legitimidade e sustentabilidade, e não como etapas meramente formais (Sovacool; Dworkin, 2015; Jenkins et al., 2016).

Para este ensaio, desenvolvimento regional sustentável não é sinônimo de crescimento econômico medido por PIB, arrecadação ou geração setorial de empregos. A noção adotada é a de expansão de capacidades coletivas e fortalecimento da governança territorial: (i) aumento da autonomia pública para planejar, regular e coordenar a gestão de RSU em escala regional; (ii) qualificação institucional, com transparência, *accountability* e controle social; (iii) redução de vulnerabilidades e riscos socioambientais; e (iv) distribuição mais equitativa de benefícios e ônus no território.

Resultados econômicos e energéticos podem ser relevantes, mas não bastam para qualificar contribuição ao desenvolvimento regional sem legitimidade procedimental, reconhecimento e justiça distributiva. Assim, nesta seção, a justiça energética funciona como critério normativo e analítico do ensaio, de modo que a valorização energética só pode ser considerada contribuição ao desenvolvimento regional sustentável na medida em que incorpora mecanismos efetivos de controle social, transparência e repartição justa de benefícios e riscos.

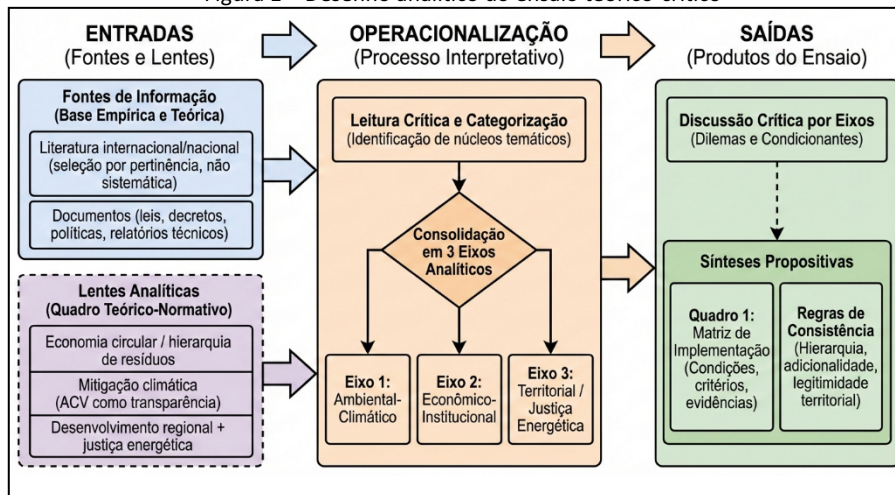
Em conjunto, as lentes analíticas adotadas permitem examinar a valorização energética dos RSU a partir de três chaves articuladas: (i) a sustentabilidade ambiental-climática, condicionada pela hierarquia da gestão de resíduos, pelos *trade-offs* evidenciados em ACV e pela efetividade do controle de emissões; (ii) a viabilidade econômico-institucional, como expressão da capacidade estatal, do desenho regulatório, do financiamento e da governança regional necessária para implementar e operar rotas de tratamento com estabilidade e transparência; e (iii) a dimensão territorial e de justiça energética, como critério normativo e analítico para examinar distribuição de benefícios e riscos, participação social, reconhecimento dos grupos afetados e prevenção de conflitos socioambientais.

Com base nessas lentes analíticas, o ensaio estrutura a discussão em três eixos articulados, correspondentes às dimensões ambiental-climática, econômico-institucional e territorial/justiça energética. A seção seguinte explicita os procedimentos adotados para operacionalizar essa leitura e sustentar a síntese propositiva.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo caracteriza-se como uma abordagem qualitativa, de natureza conceitual e analítica, desenvolvida no formato de ensaio teórico-crítico, com desenho analítico sintetizado na Figura 1, que articula fontes mobilizadas, lentes e eixos de discussão, resultando em uma síntese propositiva.

Figura 1 – Desenho analítico do ensaio teórico-crítico



Fonte: Próprios Autores (2026).

A partir dessa perspectiva, o objetivo não é produzir exaustividade empírica, mas problematizar pressupostos, explicitar tensões e construir um enquadramento analítico capaz de sustentar argumentos críticos sobre a valorização energética dos RSU e seus efeitos no desenvolvimento regional. Para isso, adotou-se uma estratégia de construção conceitual orientada pela problematização, tornando explícitas as escolhas teóricas, as categorias analíticas e o tipo de contribuição pretendida (Alvesson; Sandberg, 2011). Ademais, a lógica de desenho do ensaio segue recomendações para artigos conceituais, a fim de assegurar consistência interna entre problema, lentes analíticas e síntese argumentativa (Jaakkola, 2020).

Os procedimentos combinaram (i) mobilização teórica orientada por relevância e (ii) análise documental. A mobilização teórica foi conduzida como um processo estruturado de identificação e seleção de literatura, de caráter não sistemático, com o propósito de reunir contribuições nacionais e internacionais diretamente ligadas às lentes do ensaio. Trata-se, portanto, de uma revisão narrativa orientada por pertinência às lentes analíticas, e não de uma revisão sistemática. A busca foi apoiada por bases como Scopus e Web of Science e complementada por rastreamento de referências (*backward e forward search*), em consonância com orientações que destacam a importância de transparência e alinhamento entre objetivos e estratégia de revisão em estudos conceituais e teórico-analíticos (Snyder, 2019).

A análise documental (Bowen, 2009) contemplou legislações, políticas públicas e relatórios técnicos pertinentes ao tema, utilizando documentos como fonte de evidência para compreender diretrizes normativas, arranjos institucionais e implicações territoriais associadas às rotas de tratamento e recuperação energética.

O processo analítico foi conduzido de forma interpretativa, articulando fundamentos técnicos, relacionados às rotas de valorização energética e seus *trade-offs*, com dimensões socioinstitucionais e territoriais, relacionadas à governança, capacidades institucionais e distribuição de custos e benefícios. Para organizar a síntese, os materiais foram lidos e

categorizados interpretativamente por núcleos temáticos alinhados à pergunta norteadora do ensaio, resultando em três eixos de discussão: (i) ambiental-climático, (ii) econômico-institucional e (iii) territorial e justiça energética.

Essa categorização, empregada com finalidade heurística e argumentativa, inspirou-se na lógica da análise de conteúdo qualitativa descrita por Hsieh e Shannon (2005), com categorias inicialmente orientadas pelo quadro teórico-analítico e refinadas por iteração durante a leitura; não se trata, contudo, de um procedimento de codificação exaustiva ou de inferência empírica típica de estudos qualitativos baseados em corpus, mas de um recurso de organização interpretativa para registrar convergências, divergências e condições de validade dos argumentos (Hsieh; Shannon, 2005).

Por fim, a consistência do ensaio foi assegurada pela explicitação do critério de seleção por pertinência às lentes analíticas, pela articulação entre literatura e documentos e pela construção de uma síntese argumentativa orientada a condicionantes e critérios de implementação, evitando generalizações tecnológicas e mantendo alinhamento entre introdução, quadro teórico-analítico e discussão crítica (Alvesson; Sandberg, 2011; Jaakkola, 2020).

À luz desse desenho analítico, a discussão é desenvolvida por eixos para tornar visíveis os dilemas e condicionantes que frequentemente permanecem ocultos em abordagens estritamente tecnológicas. Em cada eixo, a valorização energética é examinada como infraestrutura situada, comparando pressupostos e seus efeitos possíveis e identificando salvaguardas coerentes com circularidade, mitigação climática e justiça territorial e energética. A seção seguinte, portanto, aplica as lentes do ensaio para discutir quando, como e para quem a recuperação energética pode contribuir para o desenvolvimento regional sustentável.

Como produto desse percurso analítico, o ensaio culmina em uma síntese propositiva que consolida os argumentos desenvolvidos nos três eixos em regras de consistência para decisão pública e em um instrumento de sistematização, o Quadro 1, no qual essas regras são traduzidas em condições mínimas, salvaguardas de implementação e evidências verificáveis. Dessa forma, explicita-se não apenas o “porquê” das tensões discutidas, mas também como elas podem ser tratadas por meio de critérios operacionais de governança, desempenho ambiental e legitimidade territorial.

4 DISCUSSÃO CRÍTICA POR EIXOS ANALÍTICOS

A presente seção organiza a discussão crítica em três eixos analíticos, derivados das lentes apresentadas na Seção 2 e orientados pela pergunta norteadora. O Eixo 4.1 examina a consistência ambiental-climática, articulando hierarquia da gestão, mitigação líquida e controle de externalidades locais; o Eixo 4.2 discute a viabilidade econômico-institucional como problema de incentivos, contratos, escala e capacidade regulatória; e o Eixo 4.3 analisa a dimensão territorial e de justiça energética, explicitando distribuição de riscos e benefícios, procedimentos decisórios e reconhecimento de grupos afetados. Em conjunto, os eixos tornam explícitos os dilemas e condicionantes que sustentam a passagem para a síntese propositiva.

4.1 Eixo ambiental-climático: *trade-offs*, emissões, ACV como critério, hierarquia dos resíduos

Do ponto de vista ambiental-climático, a questão decisiva não é apenas “gerar energia”, mas evitar que a recuperação energética se converta em vetor de anticircularidade. Quando deixa de ser residual, essa infraestrutura passa a demandar fluxo estável e elevado de resíduos para sustentar eficiência e viabilidade econômico-contratual, criando incentivos contrários à prevenção, à reutilização e à reciclagem. Nesse sentido, a hierarquia da PNRS, reafirmada e detalhada na regulamentação mais recente, opera como condição de coerência ao limitar a recuperação energética a papel complementar e reduzir o risco de *lock-in* e de reordenamento da política pública em torno da manutenção do fluxo de resíduos (Brasil, 2010; Brasil, 2022).

Essa dependência pode estimular volumes mínimos de alimentação da planta e encarecer, relativa ou politicamente, políticas de redução e reciclagem. Com isso, a “sustentabilidade” tende a ser apresentada como resultado contábil da energia produzida, enquanto o desempenho sistêmico pode se deteriorar, com perda de materiais recuperáveis, emissões evitáveis e riscos locais não captados pela métrica energética (European Commission, 2017; Mattson; Pettersen; Brattebø, 2024).

No debate climático, é fundamental reconhecer que o setor de resíduos importa tanto por emissões diretas, especialmente metano na disposição final inadequada, quanto por emissões evitadas, via substituição de energia e materiais. O IPCC (2021) ressalta que a mitigação requer redução de emissões e mudanças estruturais, e não apenas troca de rota tecnológica. Por isso, comparar aterro e incineração sem considerar condições reais de operação (como, por exemplo, captura e uso de biogás, eficiência energética, composição do resíduo, controle de emissões atmosféricas e manejo de cinzas) tende a produzir conclusões frágeis e pouco transferíveis (IPCC, 2021; Arena, 2012).

Nessa discussão, a ACV deve ser tratada como critério metodológico de transparência, e não como selo automático de superioridade ambiental. Seus resultados variam conforme escopo, unidade funcional, alocação, *mix* elétrico substituído, eficiência de recuperação e hipóteses sobre reciclagem e coprodutos (Astrup et al., 2015). Estudos mostram, inclusive, que o desempenho relativo entre incineração e aterro pode se inverter conforme a eficiência de coleta e uso do gás de aterro e a composição dos resíduos, o que torna indispensável explicitar pressupostos e trabalhar com cenários realistas (Anshassi; Townsend, 2021).

Neste ensaio, o cenário de referência do território (*baseline*) corresponde à condição real predominante de disposição final. Assim, a rota proposta é comparada a: (i) aterro sanitário com captação e queima ou uso do biogás, na eficiência operacional observada; ou, quando essa condição não existe, (ii) lixões ou aterros controlados com baixa ou nenhuma captura de metano, considerando a composição real dos RSU e o *mix* elétrico marginal substituído.

Em termos práticos para o Brasil, isso implica condicionar projetos de valorização energética a ACV contextualizada, com cenários de captura de metano, reciclagem incremental factível, deslocamento do *mix* energético e análise de sensibilidade, evitando “otimismo de projeto” desconectados da infraestrutura e da governança disponíveis (Brasil, 2010; Brasil, 2022; Astrup et al., 2015; Anshassi; Townsend, 2021).

Também é preciso reconhecer que um recorte climático estreito pode obscurecer dimensões igualmente decisivas, como poluentes atmosféricos, odores, tráfego, cinzas, requisitos de monitoramento e credibilidade institucional. A literatura técnico-ambiental destaca que tecnologias térmicas exigem padrões robustos de operação, fiscalização e transparência; quando esses requisitos falham, o *trade-off* pode migrar das emissões globais

para externalidades locais, com efeitos regressivos sobre populações vulneráveis (Arena, 2012; Astrup et al., 2015).

Assim, a consistência ambiental do argumento depende de reconhecer e governar esses *trade-offs* como parte do próprio desenho da política e da regulação, e não como efeitos colaterais posteriores, em consonância com a necessidade de mitigação efetiva e com a diretriz de destinação ambientalmente adequada e controle público prevista na PNRS e em sua regulamentação (IPCC, 2021; Brasil, 2010; Brasil, 2022).

4.2 Eixo econômico-institucional: escala, CAPEX/OPEX, consórcios, regulação, capacidade municipal

No eixo econômico-institucional, o dilema central é que a valorização energética é intensiva em capital, com despesas de capital (CAPEX) elevadas e despesas operacionais (OPEX) significativas, exigindo previsibilidade de receitas, contratos de longo prazo e capacidade pública mínima de regulação e fiscalização. Nessas condições, o principal risco institucional é a produção de *lock-in*, pois a combinação entre amortização de longo prazo, cláusulas de desempenho e busca de estabilidade financeira pode reduzir a flexibilidade do sistema e reordenar prioridades públicas, sobretudo quando governança e capacidade regulatória são insuficientes para revisar incentivos, renegociar contratos e ajustar metas ao avanço da prevenção e da reciclagem (Malinauskaite et al., 2017; Savini, 2021; Mattson; Pettersen; Brattebø, 2024).

Assim, a questão não é apenas viabilizar o projeto, mas assegurar que o desenho contratual e regulatório preserve margem de manobra para a economia circular, com licenciamento baseado em condicionantes monitoráveis, auditoria, transparência de indicadores e mecanismos de responsabilização e revisão contratual (Arena, 2012; Comoglio et al., 2022; Subiza-Pérez et al., 2020). Sem essas salvaguardas, pode-se induzir arranjos que “amarrem” o território a volumes mínimos de resíduos, reduzindo incentivos à prevenção e à reciclagem e elevando custos de transição para rotas mais circulares (European Commission, 2017; Mattson; Pettersen; Brattebø, 2024). Por isso, a PNRS precisa ser traduzida em cláusulas de governança e instrumentos regulatórios coerentes com a hierarquia da gestão, com metas progressivas de reciclagem, flexibilidade contratual, gatilhos de revisão e transparência de desempenho (Brasil, 2010; Brasil, 2022).

Esse desafio é agravado no Brasil pela heterogeneidade municipal e pelos déficits históricos de capacidade estatal local, em um contexto tensionado pela reorganização do setor no âmbito do Novo Marco do Saneamento (Leite; Moita Neto; Bezerra, 2022). Em muitos territórios, o debate sobre *waste-to-energy* surge antes da consolidação de etapas estruturantes, como coleta universalizada, triagem, infraestrutura de reciclagem, qualidade de dados e estabilidade regulatória. Estudos europeus e brasileiros convergem ao mostrar que contratos longos, exigências regulatórias complexas e fragilidades institucionais podem elevar o custo de oportunidade de priorizar soluções de alta complexidade antes de fortalecer a base do sistema (Malinauskaite et al., 2017; Campos, 2014; Deus et al., 2017).

Nessa configuração, a valorização energética pode funcionar como “atalho institucional”: oferece resposta de alta visibilidade, mas pode deslocar recursos e atenção política de políticas estruturantes, como coleta seletiva, triagem e inclusão na cadeia da reciclagem (Paes et al., 2020; Brasil, 2010; Brasil, 2020; Brasil, 2022). Por isso, a escala do projeto e os arranjos intermunicipais tornam-se decisivos. Consórcios públicos podem viabilizar

soluções regionalizadas e ganhos de escala, mas dependem de capacidade institucional, coordenação e *accountability* (Fernandes et al., 2023; Silva, 2020). Em síntese, discutir apenas “qual tecnologia” sem discutir capacidade institucional, arranjo federativo e condições de implementação tende a produzir projetos frágeis. Uma salvaguarda coerente com a PNRS e com a economia circular é adotar o princípio de “infraestrutura modular e reversível”, priorizando soluções e contratos que não punam financeiramente a redução de resíduos ao longo do tempo e que preservem incentivos à prevenção e à reciclagem (Brasil, 2010; Brasil, 2022; European Commission, 2017; Alves et al., 2025).

4.3 Eixo territorial e justiça energética: distribuição de riscos/benefícios, participação, conflitos, reconhecimento

O terceiro eixo desloca o centro do debate ao mostrar que, mesmo quando uma rota é considerada “viável” e “eficiente” em termos agregados, ela pode produzir injustiças territoriais se concentrar riscos e externalidades em áreas com menor poder político, menor capacidade de contestação e menor acesso a benefícios. A literatura brasileira de justiça ambiental sustenta que conflitos socioambientais não são meros “ruídos” da implantação, mas expressão de desigualdades estruturais, assimetrias de informação e modelos decisórios que despolitizam escolhas territoriais (Acselrad, 2010; Zhouri, 2008).

Esse diagnóstico converge com o argumento do ensaio ao tratar a valorização energética como escolha sociotécnica e territorial, isto é, como infraestrutura que reorganiza fluxos, decisões e a distribuição espacial de riscos e benefícios. Sua legitimidade, portanto, depende de salvaguardas de justiça energética, como participação substantiva, transparência e mecanismos de proteção e repartição voltados aos grupos afetados (Acselrad, 2010).

A noção de justiça energética organiza essa leitura em três dimensões complementares: justiça distributiva, relativa a quem recebe benefícios e quem suporta custos; justiça procedimental, referente a como se decide e sob quais padrões de transparência e participação; e justiça do reconhecimento, que interroga quais grupos são efetivamente considerados sujeitos de direitos e portadores de voz legítima nos processos decisórios (Sovacool; Dworkin, 2015; Jenkins et al., 2016).

Aplicada à valorização energética, essa lente orienta perguntas operacionais: o território anfitrião recebe retorno proporcional em tarifas, empregos e investimentos em saúde e monitoramento? Há acesso público a dados operacionais e ambientais? A participação ocorre apenas como rito do licenciamento ou como deliberação substantiva sobre alternativas, cenários e *trade-offs*? (Sovacool; Dworkin, 2015; Jenkins et al., 2016; Zhouri, 2008).

A literatura sugere que essas salvaguardas ganham densidade quando assumem forma institucional concreta, por meio de: (i) comitês territoriais permanentes com assento deliberativo para acompanhar desempenho, negociar contrapartidas e revisar medidas de mitigação; (ii) monitoramento independente com divulgação contínua de dados abertos e auditáveis, eventualmente articulado a arranjos de ciência cidadã; e (iii) mecanismos formais de repartição de benefícios, com regras vinculadas a indicadores verificáveis de saúde ambiental, infraestrutura e transparência (Liu et al., 2018; Mahajan et al., 2020; Gunton; Markey, 2021; Nie et al., 2025).

A literatura internacional sobre aceitação social e percepção de risco em incineração reforça que confiança institucional, percepção de justiça e qualidade do processo decisório

influenciam decisivamente o suporte público, indo além de variáveis estritamente técnicas (Subiza-Pérez et al., 2020). Em contextos de baixa confiança e fortes assimetrias territoriais, projetos apresentados como decisão “já tomada” tendem a ampliar contestação. Nesses casos, o conflito deve ser lido não como irracionalidade social, mas como disputa por reconhecimento, reparação e distribuição de danos e benefícios (Acselrad, 2010; Subiza-Pérez et al., 2020).

A implicação analítica do ensaio é que dados acessíveis, monitoramento independente, mecanismos de responsabilização e repartição de benefícios devem ser tratados como condições de legitimidade e desempenho institucional, e não como estratégias reativas de gestão de partes interessadas (Sovacool; Dworkin, 2015; Jenkins et al., 2016).

Nessa direção, o alinhamento com a PNRS e com a economia circular também envolve compromisso territorial, na medida em que ampliar prevenção e reciclagem é, igualmente, estratégia de justiça, pois reduz a exposição de comunidades vulneráveis a passivos ambientais e evita que o equilíbrio econômico dos projetos dependa da manutenção de elevadas taxas de geração de resíduos (Brasil, 2010; Brasil, 2022).

Assim, o eixo territorial e justiça energética fecha o argumento do ensaio ao sustentar que a contribuição da valorização energética para o desenvolvimento regional sustentável depende menos da promessa abstrata de geração de energia e mais de condições institucionais e procedimentais capazes de mitigar *lock-in*, reduzir assimetrias e evitar a reprodução de zonas de sacrifício.

Essas zonas podem ser compreendidas como territórios e comunidades sistematicamente expostos a ônus ambientais e estigmas socioespaciais, com baixa capacidade de influência sobre a decisão, enquanto benefícios são apropriados em outras escalas sob a retórica da transição verde (Brasil, 2010; Brasil, 2022; Acselrad, 2010; Zhouri, 2008; Mattson; Pettersen; Brattebø, 2024).

Em síntese, os três eixos analíticos convergem para a perspectiva de que a valorização energética dos RSU não pode ser avaliada como “solução tecnológica” em abstrato, mas como escolha sociotécnica, institucional e territorial cuja legitimidade depende de condições verificáveis e de salvaguardas. No plano ambiental-climático, sua contribuição só se sustenta quando a recuperação energética permanece subordinada à hierarquia da PNRS e se apoia em resultados demonstráveis em cenários realistas, com explicitação de *trade-offs* por ACV e controle rigoroso de externalidades (Brasil, 2010; Brasil, 2022; IPCC, 2021; Astrup et al., 2015; Anshassi; Townsend, 2021; Arena, 2012).

No plano econômico-institucional, a viabilidade exige governança regional, coordenação intermunicipal e desenho contratual que evite *lock-in* e preserve incentivos à prevenção e à reciclagem (European Commission, 2017; Malinauskaite et al., 2017; Fernandes et al., 2023; Silva, 2020; Mattson; Pettersen; Brattebø, 2024).

No plano territorial e da justiça energética, sustentabilidade implica explicitar assimetrias de poder, riscos percebidos e mecanismos de participação, transparência e repartição de benefícios e impactos, sob pena de normalizar lógicas de sacrifício territorial em nome da transição verde (Acselrad, 2010; Zhouri, 2008; Sovacool; Dworkin, 2015; Jenkins et al., 2016; Subiza-Pérez et al., 2020). Desse modo, a questão decisiva deixa de ser apenas “qual rota escolher” e passa a ser “sob quais condições a valorização energética pode ser compatível com economia circular, mitigação climática e justiça territorial”, conduzindo a próxima seção à síntese propositiva baseada em condicionantes e salvaguardas.

5 SÍNTESE PROPOSITIVA

A síntese propositiva traduz os argumentos desenvolvidos nos três eixos analíticos em critérios operacionais capazes de orientar decisões públicas, desenho de projetos e avaliação de alternativas. O objetivo não é apresentar a valorização energética como solução em si, mas explicitar em que condições ela pode ser considerada compatível com o desenvolvimento regional sustentável. Para isso, o Quadro 1 organiza a discussão em nove dimensões complementares.

Embora sejam apresentadas nove dimensões, a decisão pública requer um critério mais sintético e inteligível. Por essa razão, o ensaio as reorganiza em três regras de consistência, que funcionam como testes sucessivos de aceitabilidade pública, as quais constituem uma síntese analítica construída pelos autores do ensaio a partir de três matrizes da literatura mobilizada: (i) hierarquia dos resíduos e economia circular; (ii) adicionalidade climática e controle de externalidades; e (iii) justiça energética, participação e legitimidade territorial.

A primeira regra reúne a literatura sobre hierarquia dos resíduos, economia circular e prevenção de *lock-in*, especialmente a PNRS e trabalhos que alertam para incompatibilidades entre recuperação energética, reciclagem e desenho contratual dependente de fluxo (Brasil, 2010; Brasil, 2022; European Commission, 2017; Mattson; Pettersen; Brattebø, 2024).

A segunda regra se apoia na literatura sobre desempenho climático e controle de impactos, que exige comparação com cenário de referência, ACV contextualizada e monitoramento de emissões e resíduos do processo (IPCC, 2021; Astrup et al., 2015; Anshassi; Townsend, 2021; Arena, 2012).

A terceira regra deriva da literatura de justiça energética, justiça ambiental e legitimidade territorial, segundo a qual a viabilidade sociopolítica de infraestruturas depende de distribuição justa de riscos e benefícios, participação substantiva, reconhecimento e confiança institucional (Acsehrad, 2010; Zhouri, 2008; Sovacool; Dworkin, 2015; Jenkins et al., 2016; Subiza-Pérez et al., 2020).

Em outros termos, as três regras foram definidas porque condensam, de forma analiticamente coerente, a pergunta central do ensaio em três testes decisórios: (i) a rota é compatível com a hierarquia da gestão de resíduos e com a economia circular? (ii) ela produz benefício ambiental líquido e controlável no contexto real do território? (iii) ela é institucionalmente governável e territorialmente legítima? Essa organização torna a leitura do Quadro 1 mais compreensível, ao sintetizar a lista de requisitos em uma sequência lógica de verificação: primeiro, avalia-se se a alternativa é sistêmica e coerente; depois, se é ambientalmente justificável; por fim, se é social e territorialmente legítima.

Do ponto de vista ambiental-climático, a decisão pública deve estar condicionada a evidências verificáveis de consistência com a hierarquia da gestão e de desempenho ambiental. Em termos práticos, isso implica tratar a ACV como requisito de demonstração e transparência, com cenários realistas, análise de sensibilidade e explicitação de premissas.

Nessa direção, o Quadro 1 explicita que a decisão só é consistente quando há coerência com a PNRS e aplicação prioritária a rejeitos (Dimensão A), demonstração de adicionalidade climática frente ao *baseline* do território (Dimensão B) e controle robusto de externalidades locais, incluindo emissões, cinzas e efluentes, com monitoramento e rastreabilidade (Dimensão C). Assim, o benefício climático não pode ser presumido; ele precisa ser demonstrado de forma contextualizada e comparativa, evitando narrativas genéricas de que

“gera energia” ou “reduz metano” sem comprovação empírica (Brasil, 2010; Brasil, 2022; IPCC, 2021; Astrup et al., 2015; Anshassi; Townsend, 2021; Arena, 2012).

No plano econômico-institucional, a viabilidade de projetos de WtE depende de arranjos de governança compatíveis com sua complexidade técnica, regulatória e contratual. Em contextos de heterogeneidade municipal e desigualdade de capacidade estatal, investimentos intensivos e contratos longos podem reduzir a reversibilidade das escolhas públicas e tensionar metas de circularidade (Mattson; Pettersen; Brattembø, 2024).

Sendo assim, o Quadro 1 explicita que a análise não pode se limitar ao fechamento financeiro do empreendimento: ela deve verificar a prevenção de *lock-in* contratual e tecnológico (Dimensão D), a existência de capacidade regulatória e fiscalizatória compatível (Dimensão E) e a adequação da governança regional e da escala de implementação, inclusive por consórcios quando necessário (Dimensão F).

Em outras palavras, um projeto pode parecer tecnicamente viável e ainda assim ser inconsistente se depender de garantia de tonelagem mínima, penalizar a expansão da reciclagem, carecer de aparato público de fiscalização ou pressupor uma escala regional sem mecanismos claros de coordenação, accountability e rateio (European Commission, 2017; Malinauskaite et al., 2017; Fernandes et al., 2023; Silva, 2020).

No plano territorial, a síntese propositiva reforça que o desenvolvimento regional sustentável não pode ser aferido apenas por agregados como energia gerada ou redução de volume em aterro. A lente da justiça ambiental e da justiça energética mostra que decisões sobre infraestrutura de resíduos e energia distribuem benefícios e riscos de forma desigual, podendo gerar conflitos, estigmas territoriais e zonas de sacrifício quando conduzidas com baixa participação e racionalidade tecnocrática (Acselrad, 2010; Zhouri, 2008).

Dessa forma, o Quadro 1 incorpora como condições verificáveis a justiça energética e territorial (Dimensão G), a prevenção de conflitos e a aceitação social (Dimensão H) e a integração com inclusão socioeconômica, especialmente no que se refere à cadeia da reciclagem e aos meios de vida associados (Dimensão I).

Nessa perspectiva, a legitimidade do projeto não depende apenas de sua eficiência técnica, mas de participação substantiva desde o desenho, transparência pública, reconhecimento dos grupos afetados, repartição equitativa de benefícios e ônus, mecanismos de compensação e proteção contra a desestruturação de cooperativas, catadores e circuitos locais de recuperação de materiais (Sovacool; Dworkin, 2015; Jenkins et al., 2016; Subiza-Pérez et al., 2020; Brasil, 2010; Brasil, 2022).

Com base nessas nove dimensões articuladas, o Quadro 1 sistematiza condições mínimas, salvaguardas e evidências de verificação para orientar políticas públicas e decisões territoriais sobre valorização energética, preservando o caráter residual e condicionado dessa rota no interior de uma estratégia de economia circular, mitigação climática e justiça energética. Ao traduzir a discussão em critérios verificáveis e entregáveis de acompanhamento, explicita-se que retorno territorial, transparência, monitoramento, inclusão socioeconômica e participação substantiva não são atributos acessórios, mas parte do próprio teste de consistência da política pública.

Quadro 1 – Condições e salvaguardas para que a valorização energética contribua para o desenvolvimento regional sustentável

Dimensão	Condição mínima	Salvaguardas de implementação	Evidências/entregáveis para verificação
A. Coerência com PNRS e hierarquia	Recuperação energética aplicada prioritariamente a rejeitos, sem competir com prevenção e reciclagem (Brasil, 2010; Brasil, 2022).	Metas vinculantes de redução/reciclagem; CCPC com restrições à entrada de recicláveis; integração com coleta seletiva e triagem (Brasil, 2010; Brasil, 2022; European Commission, 2017).	TR com metas; contrato com CCPC (cláusulas de não competição); série de indicadores de reciclagem antes/depois e metas de rejeito (Brasil, 2010; Brasil, 2022; European Commission, 2017).
B. Adicionalidade climática	Demonstração de redução líquida de GEE frente ao cenário de referência do território (<i>baseline</i>) (IPCC, 2021).	Cenários realistas (captura de metano, <i>mix</i> elétrico, logística); análise de sensibilidade; avaliação independente (Astrup et al., 2015; Anshassi; Townsend, 2021; IPCC, 2021).	Relatório de ACV contextualizada com cenários e sensibilidade; memória de premissas/dados; parecer técnico independente (Astrup et al., 2015; Anshassi; Townsend, 2021).
C. Controle de externalidades locais	Controle robusto de emissões e gestão de cinzas/efluentes (Arena, 2012).	Monitoramento contínuo; auditorias; protocolos de resposta; transparência pública (Arena, 2012; Astrup et al., 2015).	Licenciamento + PM; relatórios públicos periódicos; auditorias e rastreabilidade de cinzas/efluentes (Arena, 2012; Astrup et al., 2015).
D. Prevenção de <i>lock-in</i>	O arranjo econômico-contratual não pode depender de garantia de volume (tonelagem mínima) para viabilização financeira, nem conter penalidades diretas/indiretas que obriguem manutenção de fluxo (Mattson; Pettersen; Brattembø, 2024).	Revisões periódicas com gatilhos ligados a metas de prevenção/reciclagem; mecanismos de remuneração menos dependentes de tonelagem; cláusulas de ajuste/renegociação; preferência por desenho modular e reversível (European Commission, 2017; Mattson; Pettersen; Brattembø, 2024).	Minuta contratual + matriz de riscos com identificação de cláusulas de volume/penalidades; modelagem de oferta de rejeito com cenários de aumento de reciclagem e redução de geração; simulações econômico-financeiras sob queda de fluxo; comprovação de compatibilidade com metas locais de redução/reciclagem (European Commission, 2017; Mattson; Pettersen; Brattembø, 2024).
E. Viabilidade econômico-institucional	Capacidade regulatória e fiscalizatória compatível com a complexidade da rota (Malinauskaite et al., 2017).	Fortalecimento institucional; capacitação; estrutura de fiscalização; segregação entre regulação e operação (Malinauskaite et al., 2017; Brasil, 2010; Brasil, 2022).	Diagnóstico de capacidade; PG; PF; equipe/estrutura; rotinas de prestação de contas (Malinauskaite et al., 2017; Brasil, 2010; Brasil, 2022).
F. Governança regional e escala	Escala tecnicamente adequada e, quando necessário, regionalização via consórcios (Fernandes et al., 2023; Silva, 2020).	Regras claras de rateio; <i>accountability</i> ; critérios de localização e logística; instâncias decisórias formais (Fernandes et al., 2023; Silva, 2020).	Estatuto/contrato de consórcio; matriz de custos; pactos de rateio; indicadores de governança e transparência (Fernandes et al., 2023; Silva, 2020).
G. Justiça energética e territorial	Distribuição justa de riscos/benefícios; participação substantiva; reconhecimento (Sovacool; Dworkin, 2015; Jenkins et al., 2016).	Participação desde o desenho; compensações; fundos territoriais; monitoramento comunitário; canais de denúncia (Sovacool; Dworkin, 2015; Jenkins et al., 2016; Acselrad, 2010; Zhouri, 2008).	PPT com devolutivas; desenho de compensações/fundos; indicadores territoriais de benefícios/ônus; mecanismos de monitoramento independente (Sovacool; Dworkin, 2015; Jenkins et al., 2016; Acselrad, 2010).

H. Prevenção de conflitos e aceitação social	Transparência e confiança institucional como condição de legitimidade (Subiza-Pérez et al., 2020).	Portal de dados; relatórios em linguagem acessível; comitê local permanente; mediação e resposta a demandas (Subiza-Pérez et al., 2020; Jenkins et al., 2016).	Dados públicos de desempenho; relatórios periódicos; atas e encaminhamentos do comitê; registro de queixas/respostas (Subiza-Pérez et al., 2020; Jenkins et al., 2016).
I. Integração com inclusão socioeconômica	O sistema não pode desestruturar a cadeia da reciclagem e meios de vida associados (Brasil, 2010; Brasil, 2022).	Integração formal de catadores/cooperativas; contratos de triagem; remuneração por serviço ambiental; transição justa (Brasil, 2010; Brasil, 2022; Acselrad, 2010).	Instrumentos de inclusão; indicadores de renda/emprego; acordos com cooperativas; metas de material recuperado (Brasil, 2010; Brasil, 2022).

Fonte: Próprios Autores (2026).

Nota: Siglas utilizadas no Quadro 1: PNRS = Política Nacional de Resíduos Sólidos; RSU = Resíduos Sólidos Urbanos; GEE = Gases de Efeito Estufa; ACV = Avaliação do Ciclo de Vida; TR = Termo de Referência; PM = Plano de Monitoramento; PG = Plano de Governança; PF = Plano de Fiscalização; CCPC = Cláusulas Contratuais de Proteção à Circularidade; PPT = Plano de Participação e Transparência.

Após a sistematização do Quadro 1, torna-se possível formular regras de decisão pública que funcionem como “testes” de consistência para orientar políticas e projetos. Assim, ao invés de tratar a valorização energética como solução automática, essas regras ajudam a verificar, antes da implementação, se a rota é compatível com a hierarquia da gestão de resíduos, com metas de circularidade e com resultados ambientais efetivos.

A Regra 1 é a regra da coerência sistêmica com a PNRS e com a circularidade. Ela agrega principalmente as Dimensões A, D e I, com apoio da Dimensão F, porque responde à pergunta mais básica: a valorização energética está incidindo sobre rejeitos e preserva as rotas superiores da gestão de resíduos? Assim, a recuperação energética só deve entrar na agenda quando houver evidências verificáveis de que políticas e investimentos de prevenção, coleta seletiva, triagem e reciclagem estão implementados e monitorados, com capacidade operacional em funcionamento e metas progressivas. Além disso, a caracterização gravimétrica e a modelagem de oferta devem demonstrar que a alimentação da planta recairá sobre o resíduo residual, sem desviar recicláveis das rotas superiores.

O desenho contratual, por sua vez, não pode criar dependência de volume mínimo nem penalidades diretas ou indiretas à redução da geração ou à expansão da reciclagem; tampouco a escala regional pode ser construída de maneira a pressionar municípios a manter fluxos incompatíveis com metas de circularidade. Como a PNRS também incorpora a dimensão social da gestão de resíduos, essa regra inclui a exigência de que o sistema não desestruture a cadeia da reciclagem nem os meios de vida de catadores e cooperativas, mas opere de forma articulada com inclusão produtiva e transição justa (Brasil, 2010; Brasil, 2022; European Commission, 2017; Mattson; Pettersen; Brattebø, 2024).

A Regra 2 é a regra da adicionalidade ambiental líquida e do controle operacional. Ela reúne principalmente as Dimensões B, C e E, porque responde à segunda pergunta decisiva: o projeto melhora, de fato, o desempenho ambiental do sistema territorial e possui capacidade institucional para sustentar esse desempenho? Nenhum empreendimento deve avançar apenas por narrativa. É necessário demonstrar, frente ao cenário de referência do território, benefícios líquidos de GEE por meio de ACV contextualizada, cenários realistas, análise de sensibilidade e explicitação transparente de premissas como captura de metano, composição do resíduo, logística, *mix* elétrico substituído e incremento factível de reciclagem.

Ao mesmo tempo, o ganho climático não basta se vier acompanhado de falhas no controle de emissões atmosféricas, cinzas e efluentes. Por isso, a demonstração de adicionalidade precisa caminhar junto com evidências de monitoramento contínuo, rastreabilidade, protocolos de resposta e aparato regulatório e fiscalizatório efetivo. Essa regra foi definida porque, na literatura, o benefício climático de WtE é sempre condicional e contextual, e depende tanto da comparação com alternativas reais quanto da capacidade pública de controlar externalidades durante a operação (IPCC, 2021; Astrup et al., 2015; Anshassi; Townsend, 2021; Arena, 2012; Malinauskaitė et al., 2017).

A Regra 3 é a regra da legitimidade territorial e da governança justa. Ela agrega principalmente as Dimensões G e H, em articulação com as Dimensões F e I, porque responde à terceira pergunta: o projeto é socialmente legítimo e territorialmente governável? A sustentabilidade da valorização energética não pode ser aferida apenas por indicadores técnicos ou ambientais; ela deve incluir condições verificáveis sobre como decisões são tomadas, quem suporta os riscos, quem recebe os benefícios e como se evita a concentração de ônus em territórios mais vulneráveis.

Nessa direção, a participação substantiva deve ocorrer desde a fase de alternativas e licenciamento, acompanhada por transparência ativa de dados, contratos e critérios decisórios, monitoramento independente, canais de denúncia e mediação, comitês locais permanentes e mecanismos de compensação ou fundos territoriais quando houver impactos relevantes.

Essa regra também incorpora a exigência de reconhecimento e proteção dos grupos diretamente afetados, inclusive trabalhadores da reciclagem, porque a legitimidade territorial se enfraquece quando a transição “verde” se apoia em invisibilização social ou em redistribuição regressiva de riscos.

As evidências sobre aceitação social de incineradores e as formulações de justiça energética sustentam precisamente esse ponto: confiança institucional, distribuição justa, participação e reconhecimento são condições de viabilidade sociopolítica, e não apenas elementos acessórios de comunicação (Acselrad, 2010; Zhou, 2008; Sovacool; Dworkin, 2015; Jenkins et al., 2016; Subiza-Pérez et al., 2020).

Em termos de contribuição do ensaio, a síntese propositiva mostra que a valorização energética é mais bem compreendida como opção residual, condicionada e territorialmente situada no interior de um arranjo mais amplo de economia circular, mitigação climática e justiça energética. O deslocamento analítico é deliberado: em vez de orientar decisões pela pergunta “qual tecnologia é mais adequada?”, orienta-se escolhas pela pergunta “quais condições sociotécnicas, institucionais e territoriais tornam essa rota aceitável?”.

Com isso, a valorização energética deixa de aparecer como promessa abstrata e passa a ser tratada como alternativa cuja validade depende de passar, cumulativamente, pelos três testes aqui propostos: coerência com a PNRS e a circularidade, adicionalidade ambiental líquida e legitimidade territorial. É precisamente essa passagem do debate tecnológico para o debate sobre condições de governança que torna a síntese propositiva compatível com as lentes analíticas do ensaio (Brasil, 2010; Brasil, 2022; IPCC, 2021; Astrup et al., 2015; Jenkins et al., 2016; Mattson; Pettersen; Brattebø, 2024).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este ensaio discutiu em que condições a geração de energia a partir de resíduos sólidos urbanos pode contribuir para o desenvolvimento regional sustentável sem reproduzir conflitos socioambientais e injustiças territoriais. Retomando a pergunta norteadora, conclui-se que a valorização energética dos RSU não deve ser tratada como solução tecnológica autojustificável, mas como decisão pública condicionada por critérios verificáveis que articulam sustentabilidade ambiental, viabilidade econômico-institucional e justiça energética. Nesse sentido, o Quadro 1 traduz os argumentos em condições e salvaguardas.

No eixo ambiental-climático, a contribuição da valorização energética precisa ser demonstrada como adicionalidade líquida em relação ao cenário de referência do território, com pressupostos, transparência e análise de sensibilidade. Comparações entre incineração, aterro, digestão anaeróbia e captura de biogás variam conforme composição dos resíduos, eficiência operacional e *mix* energético. Por isso, ganhos globais não podem ser aceitos à custa de externalidades locais regressivas, o que exige controle de emissões, monitoramento e fiscalização.

No eixo econômico-institucional, argumentou-se que a viabilidade não se reduz a CAPEX, OPEX e fluxo de caixa, pois depende de governança, regulação e capacidade estatal. Projetos intensivos em capital e contratos longos exigem salvaguardas que preservem a reversibilidade das escolhas públicas e evitem penalizar a redução de resíduos e a expansão da reciclagem, bem como arranjos regionais e intermunicipais para escala e coordenação.

No eixo territorial e de justiça energética, a conclusão central é que a sustentabilidade exige enfrentar a distribuição de riscos e benefícios e as condições de decisão. Infraestruturas de resíduos e energia podem produzir conflitos e desigualdades quando implementadas com baixa transparência e participação restrita. Assim, legitimidade requer participação substantiva, acesso público a dados, monitoramento independente e mecanismos de reconhecimento e reparação.

Como contribuição, o ensaio consolida critérios operacionais para a decisão pública e para a avaliação de alternativas. Como limite, reconhece-se que tal contribuição não substitui análises empíricas locais nem avaliações do ciclo de vida específicas por território. Desse modo, a agenda de pesquisa inclui estudos comparativos sobre governança, análises contratuais voltadas à identificação de mecanismos de *lock-in*, ACV contextualizadas e investigações sobre justiça energética e participação social.

Em síntese, a valorização energética pode contribuir para o desenvolvimento regional sustentável quando tratada como opção residual e condicionada, integrada a políticas de prevenção e reciclagem, com adicionalidade climática demonstrável e critérios de governança e justiça energética. Fora dessas condições, há risco de que a infraestrutura reordene a política pública em torno do fluxo de resíduos e reproduza desigualdades que a agenda de sustentabilidade pretende superar.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, H. Ambientalização das lutas sociais: o caso do movimento por justiça ambiental. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 103-119, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142010000100010>.

ALVES, R. B. et al. Potencial de aproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos para sistemas térmicos no Brasil. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 17, e20230415, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.017.e20230415>.

- ALVESSON, M.; SANDBERG, J. Generating research questions through problematization. **Academy of Management Review**, v. 36, n. 2, p. 247-271, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5465/amr.2009.0188>.
- ANSHASSI, M.; SMALLWOOD, T.; TOWNSEND, T. G. Life cycle GHG emissions of MSW landfilling versus incineration: expected outcomes based on US landfill gas collection regulations. **Waste Management**, v. 142, p. 44-54, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.01.040>.
- ANSHASSI, M.; TOWNSEND, T. G. Reviewing the underlying assumptions in waste ACV models to identify impacts on waste management decision making. **Journal of Cleaner Production**, v. 313, art. 127913, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127913>.
- ARENA, U. Process and technological aspects of municipal solid waste gasification: a review. **Waste Management**, v. 32, n. 4, p. 625-639, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.09.025>.
- ASTRUP, T. F. et al. Life cycle assessment of thermal waste-to-energy technologies: review and recommendations. **Waste Management**, v. 37, p. 104-115, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.06.011>.
- BOWEN, G. A. Document analysis as a qualitative research method. **Qualitative Research Journal**, v. 9, n. 2, p. 27-40, 2009.
- BOUZAROVSKI, S.; TIRADO HERRERO, S. The energy divide: integrating energy transitions, regional inequalities and poverty trends in the European Union. **European Urban and Regional Studies**, v. 24, n. 1, p. 69-86, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1177/0969776415596449>.
- BRASIL. Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 12 jan. 2022. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/d10936.htm. Acesso em: 24 jan. 2026.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 2 ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 24 jan. 2026.
- BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, e a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, entre outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 15 jul. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 24 jan. 2026.
- CAMPOS, H. K. T. Recycling in Brazil: challenges and prospects. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 85, p. 130-138, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.10.017>.
- COMOGLIO, C. et al. Assessing the environmental performances of waste-to-energy plants: the case-study of the EMAS-registered waste incinerators in Italy. **Waste Management**, v. 153, p. 209-218, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.09.005>.
- DASTJERDI, B. et al. A systematic review on life cycle assessment of different waste to energy valorization technologies. **Journal of Cleaner Production**, v. 290, art. 125747, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125747>.
- DEUS, R. M.; BATTISTELLE, R. A. G.; SILVA, G. H. R. Current and future environmental impact of household solid waste management scenarios for a region of Brazil: carbon dioxide and energy analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 155, p. 218-228, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.158>.
- EUROPEAN COMMISSION. **Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: the role of waste-to-energy in the circular economy**. Brussels, 2017. COM(2017) 34 final. 11 p.
- FERNANDES, A. S. A. et al. Consórcios públicos intermunicipais de resíduos sólidos em regiões metropolitanas no Brasil: fatores institucionais contextuais de ação coletiva. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 15, e20220169, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.015.e20220169>.
- FURTADO, F. **Energia renovável em comunidades no Brasil: conflitos e resistências**. São Paulo: Fundação Rosa Luxemburgo, 2021.

- GEISSDOERFER, M. et al. The circular economy: a new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p. 757-768, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>.
- GUERRERO, L. A.; MAAS, G.; HOGLAND, W. Solid waste management challenges for cities in developing countries. **Waste Management**, v. 33, n. 1, p. 220-232, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.008>.
- GUNTON, C.; MARKEY, S. The role of community benefit agreements in natural resource governance and community development: issues and prospects. **Resources Policy**, v. 73, art. 102152, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102152>.
- HAESBAERT, R. **Regional-global: dilemas da região e da regionalização**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.
- HSIEH, H.-F.; SHANNON, S. E. Three approaches to qualitative content analysis. **Qualitative Health Research**, v. 15, n. 9, p. 1277-1288, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1177/1049732305276687>.
- IPCC. **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. 2391 p. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009157896>.
- ISTRATE, I.-R. et al. Review of life-cycle environmental consequences of waste-to-energy solutions on the municipal solid waste management system. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 157, art. 104778, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104778>.
- JAAKKOLA, E. Designing conceptual articles: four approaches. **AMS Review**, v. 10, n. 1, p. 18-26, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13162-020-00161-0>.
- JENKINS, K. et al. Energy justice: a conceptual review. **Energy Research & Social Science**, v. 11, p. 174-182, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.10.004>.
- JIMÉNEZ, A. et al. The enabling environment for participation in water and sanitation services. **Water**, v. 11, n. 2, art. 308, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/w11020308>.
- KIRCHHERR, J.; REIKE, D.; HEKKERT, M. Conceptualizing the circular economy: an analysis of 114 definitions. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 127, p. 221-232, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>.
- LAURENT, A. et al. Review of LCA studies of solid waste management systems – Part II: methodological guidance for a better practice. **Waste Management**, v. 34, n. 3, p. 589-606, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.12.004>.
- LEITE, C. H. P.; MOITA NETO, J. M.; BEZERRA, A. K. L. Novo marco legal do saneamento básico: alterações e perspectivas. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 27, n. 5, p. 1041-1047, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-415220210311>.
- LEMANSKI, C. Infrastructural citizenship: the everyday citizenships of adapting and/or destroying public infrastructure in Cape Town, South Africa. **Transactions of the Institute of British Geographers**, v. 45, n. 3, p. 589-605, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/tran.12370>.
- LIU, Y. et al. Impact of community engagement on public acceptance towards waste-to-energy incineration projects: empirical evidence from China. **Waste Management**, v. 76, p. 431-442, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.02.028>.
- MAHAJAN, S. et al. A citizen science approach for enhancing public understanding of air pollution. **Sustainable Cities and Society**, v. 52, art. 101800, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101800>.
- MALINAUSKAITE, J. et al. Municipal solid waste management and waste-to-energy in the context of a circular economy and energy recycling in Europe. **Energy**, v. 141, p. 2013-2044, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.11.128>.
- MATTSON, K. R.; PETTERSEN, J. B.; BRATTEBØ, H. Incineration economy: waste management policy failing the circular economy transition in Norway. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 210, art. 107838, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.107838>.

MAYER, F.; BHANDARI, R.; GÄTH, S. Critical review on life cycle assessment of conventional and innovative waste-to-energy technologies. **Science of the Total Environment**, v. 672, p. 708-721, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.449>.

NIE, R. et al. Real-time emissions data disclosure of waste-to-energy incineration plants and public risk perceptions: evidence from the housing market. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 133, art. 103207, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2025.103207>.

PAES, M. X. et al. Transition towards eco-efficiency in municipal solid waste management to reduce GHG emissions: the case of Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 263, art. 121370, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121370>.

ROBEYNS, I. The Capability Approach: a theoretical survey. **Journal of Human Development**, v. 6, n. 1, p. 93-117, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1080/146498805200034266>.

RODIĆ, L.; WILSON, D. C. Resolving governance issues to achieve priority sustainable development goals related to solid waste management in developing countries. **Sustainability**, v. 9, n. 3, art. 404, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3390/su9030404>.

SAVINI, F. The circular economy of waste: recovery, incineration and urban reuse. **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 64, n. 12, p. 2114-2132, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/09640568.2020.1857226>.

SCARLAT, N.; FAHL, F.; DALLEMAND, J.-F. Status and opportunities for energy recovery from municipal solid waste in Europe. **Waste and Biomass Valorization**, v. 10, p. 2425-2444, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12649-018-0297-7>.

SILVA, D. P. da; SILVESTRE, H. C.; EMBALO, A. A. A cooperação intermunicipal no Brasil: o caso dos consórcios de resíduos sólidos. **Revista de Administração Pública**, v. 54, n. 5, p. 1239-1259, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-761220180151>.

SNYDER, H. Literature review as a research methodology: an overview and guidelines. **Journal of Business Research**, v. 104, p. 333-339, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>.

SOVACOOOL, B. K.; DWORKIN, M. H. Energy justice: conceptual insights and practical applications. **Applied Energy**, v. 142, p. 435-444, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.01.002>.

SUBIZA-PÉREZ, M. et al. Explaining social acceptance of a municipal waste incineration plant through sociodemographic and psycho-environmental variables. **Environmental Pollution**, v. 263, art. 114504, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114504>.

WILSON, D. C.; VELIS, C. A.; RODIĆ-WIERSMA, L. Integrated sustainable waste management in developing countries. **Waste and Resource Management**, v. 166, n. 2, p. 52-68, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1680/warm.12.00005>.

ZHOURI, A. Justiça ambiental, diversidade cultural e accountability: desafios para a governança ambiental. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 23, n. 68, p. 97-107, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-69092008000300007>.

ZHOU, Z. et al. Waste-to-energy: a review of life cycle assessment and its extension methods. **Waste Management & Research**, v. 36, n. 1, p. 3-16, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1177/0734242X17730137>.