



## Gestão de resíduos sólidos urbanos e geração de energia elétrica: uma análise baseada no uso integrado de recursos

Sara de Souza Ribeiro <sup>1</sup>  

Fabricio Quadros Borges <sup>2</sup>  

### Destaques

- Gestão de recursos locais baseada no aproveitamento energético a partir dos resíduos sólidos urbanos.
- Gerenciamento estratégico dos Resíduos sólidos urbanos.
- Gestão Integrada de Recursos (GIR).
- Geração de energia elétrica a partir dos resíduos sólidos urbanos.
- Geração de energia elétrica complementar para transformações produtivas.

**Resumo:** Este artigo tem por objetivo, analisar a proposta da gestão integrada de recursos (GIR) como estratégia para a combinação entre a coleta de resíduos sólidos urbanos e a geração de energia elétrica complementar para transformações produtivas na microrregião de Belém-PA. A metodologia ocorreu por meio de coleta de dados a partir de pesquisa documental, bibliográfica e de campo; o tratamento de dados deu-se por meio da construção de dois *Corpus*: legislação e entrevista, com auxílio do *software* IRAMUTEQ; e, a análise de dados realizada decorreu mediante a técnica de análise de conteúdo. O estudo concluiu que a GIR pode contribuir para uma combinação estratégica entre a coleta de RSU e a geração de energia elétrica complementar para transformações produtivas na microrregião de Belém-PA, por meio da reestruturação dos processos tradicionais de gestão de recursos locais em direção a importante estratégia de ecodesenvolvimento e no desenvolvimento durável, associada a implementação de decisões mais assertivas para a implantação de consórcio municipal com a gestão dos resíduos sólidos urbanos.

**Palavras-chave:** resíduos sólidos; energia elétrica; gestão integrada; consórcio municipal; Gestão.

<sup>1</sup> Doutora em Administração pelo PPAD/Universidade da Amazônia (UNAMA).

<sup>2</sup> Professor titular do Instituto Federal do Pará - IFPA/ Área de Gestão Pública. Pós-doutor em Gestão de Tecnologia pelo IPEN/USP.



## URBAN SOLID WASTE MANAGEMENT AND ELECTRICITY GENERATION: AN ANALYSIS BASED ON THE INTEGRATED USE OF RESOURCES

**Abstract:** This article aims to analyze the proposal of integrated resource management (IRM) as a strategy for combining the collection of urban solid waste and the generation of complementary electric energy for productive transformations in the micro-region of Belém, Pará, Brazil. The methodology occurred through data collection from documental, bibliographical and field research; data processing took place through the construction of two Corpus: legislation and interview, with the help of the IRAMUTEQ software; and, the data analysis carried out took place through the technique of content analysis. The study concluded that GIR can contribute to a strategic combination between the collection of MSW and the generation of complementary electric energy for productive transformations in the micro-region of Belém-PA, through the restructuring of the traditional processes of management of local resources towards an important eco-development strategy and sustainable development, associated with the implementation of more assertive decisions for the implementation of a municipal consortium with the management of urban solid waste.

**Keywords:** solid waste; electricity; integrated management; municipal consortium; Management.

## GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD: UN ANÁLISIS BASADO EN EL USO INTEGRADO DE RECURSOS

**Resumen:** Este artículo tiene como objetivo analizar la propuesta de gestión integrada de recursos (GRI) como estrategia para combinar la recolección de residuos sólidos urbanos y la generación de energía eléctrica complementaria para las transformaciones productivas en la microrregión de Belém-PA. La metodología ocurrió a través de la recolección de datos a partir de investigaciones documentales, bibliográficas y de campo; El procesamiento de datos se realizó a través de la construcción de dos Corpus: legislación y entrevista, con la ayuda del software IRAMUTEQ; y, el análisis de datos realizado se realizó a través de la técnica de análisis de contenido. El estudio concluyó que GIR puede contribuir a una combinación estratégica entre la captación de RSU y la generación de energía eléctrica complementaria para las transformaciones productivas en la microrregión de Belém-PA, a través de la reestructuración de los procesos tradicionales de gestión de los recursos locales hacia una importante estrategia de ecodesarrollo y desarrollo sostenible, asociada a la implementación de decisiones más asertivas para la implementación de un consorcio municipal con la gestión de los residuos sólidos urbanos.

**Palabras clave:** residuos sólidos; energía eléctrica; administración integrada; consorcio municipal; Gestión.

## INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta como objetivo analisar a proposta da Gestão Integrada de Recursos como estratégia para a combinação entre a coleta de resíduos sólidos urbanos e a geração de energia elétrica complementar para

transformações produtivas na microrregião de Belém-PA. A relevância do tema justifica-se ao se deparar com a realidade da Europa, que busca tratamento adequado de seus resíduos por meio da produção de energia elétrica desde 1960 (Carvalho, 2014); bem como na América do Norte, que utiliza a indústria WTE (resíduos em energia) desde 1970 (Carvalho, 2014); quanto aos países asiáticos e oriente médio, constatou-se a produção de biogás como a escolha mais adequada para a transformação de resíduos sólidos em energia alternativa (Babalola, 2015); já no Brasil, as potências hidráulicas ganham destaque, seguidas da solar, da biomassa e dos ventos (Cunha *et al.*, 2019). Outros projetos existentes ganham visibilidade, como no Estado de São Paulo, com a produção de energia nos aterros Bandeirantes e São João, com, respectivamente, 20 e 24 *megawatts* de potência instalada (EPE, 2014) e Santana de Parnaíba (Orlando, 2018), todavia, com ações pontuais.

O processo de gestão dos resíduos na microrregião de Belém-PA ocorre de forma deficiente ou irregular, significativa realidade dos bairros do Jurunas, Terra Firme e Guamá, localizados na periferia da capital paraense, cujos serviços de coleta de resíduos são reduzidos pela metade quando comparados a bairros centrais e considerados nobres, como: Nazaré, Umarizal e Batista Campos (Silva Filho *et al.*, 2018). Os bairros localizados próximos a canais, como o Tucunduba, além de apresentarem um sistema de coleta de resíduos fragilizado, convivem com a disposição irregular de resíduos, principalmente em feiras livres, onde há marcante falha na elaboração de projetos que vise à conscientização ambiental dos feirantes (Silva Filho *et al.*, 2018). De acordo com Silva Filho *et al.* (2018), os bairros localizados na área central da microrregião de Belém-PA, por sua vez, passam a receber um atendimento de aproximadamente 100% na coleta de resíduos que após tratamento, ou não, são depositados em aterro sanitário como o localizado no município de Marituba.

Nesta perspectiva, a baixa qualidade no abastecimento de energia também se desdobra em áreas urbanas de ocupações irregulares, com carência de serviços públicos essenciais e localização territorial que apresentam restrições à ocupação (IBGE, 2019). Esse fornecimento energético ocorre por meio dos serviços prestados pela Equatorial Pará Distribuidora de Energia SA, antes denominada

como Centrais Elétricas do Pará (CELPA), sendo esta, a única empresa responsável pela distribuição de energia (Barcellos, 2018).

Ao se falar em tratamento dos Resíduos Sólidos Urbanos - RSU e aproveitamento energético complementar na microrregião de Belém-PA, vê-se que o tema é defendido de forma associada, por acreditar que os mesmos representam relevante contribuição estratégica aos responsáveis, seja pela gestão de resíduos ou, até mesmo, pela produção de energia renovável através da ampliação de estratégias de desenvolvimento sustentável na região, constituindo, assim, em oportunidade de repensar sobre o atendimento a questões ambientais e em possibilidades de incentivo a expansão das fontes produtoras de energia, além de compreender as circunstâncias no atendimento a questões sociais por meio da ampliação dos serviços de gestão de RSU e possibilidades estratégicas na geração de energia elétrica na microrregião verificada, com a perspectiva de se tornar potencial referência de análises e reflexão de outras realidades verificadas no país.

## **ASPECTOS METODOLÓGICOS**

A estratégia metodológica utilizada nesta pesquisa, de acordo com a taxionomia de Raupp e Beuren (2003) e Marconi e Lakatos (2019), se apoia em aspectos bibliográficos, documentais e em entrevista estruturada, cujo fundamento está na medida em que se utiliza destes recursos para o levantamento de dados junto a agentes ligados a questão de meio ambiente e de geração de eletricidade complementar na microrregião de Belém-PA, para tanto, a abordagem do problema de pesquisa é classifica como qualitativa. É importante destacar que a pesquisa foi realizada sob limitações de circulação, institucionais de acesso durante a pandemia.

O estudo limitou-se ao recorte espacial das regiões de Ananindeua, Belém e Marituba (Belém, 2020), por apresentarem elementos de interesse comum, no que se refere ao processo de gestão de resíduos. Estes municípios compõe a Microrregião de Belém-PA, formada pelos municípios de Ananindeua, Belém, Benevides, Marituba, Santa Bárbara do Pará, Santa Isabel do Pará e Castanhal; entretanto o foco se deu. E diferente do rejeito, que nada se aproveita, o resíduo

é todo material que pode ser reciclado e reutilizado, mesmo assim, os coletados nos espaços urbanos de Ananindeua, Belém e Marituba continuam sendo destinados ao aterro sanitário sendo operacionalizado pela Guamá Tratamento de Resíduos (GTR) e administrado pela empresa Solvi (Soluções para a Vida), com 28 aterros sanitários presentes em várias localidades do Brasil (Da Cunha; Franco, 2021).

Dentre os municípios que compõem a microrregião de Belém-PA, apenas Benevides, Santa Bárbara do Pará, Santa Izabel do Pará, Castanhal e Marituba, tratam seus resíduos na própria cidade. Os municípios de Belém e Ananindeua, apresentam as maiores quantidades coletadas, estimadas em 30.000 e 8.000 toneladas ao mês, respectivamente (Guamá Tratamento de Resíduos, 2020), todavia, por não possuem área de tratamento direcionam seus resíduos para o aterro sanitário localizado em Marituba a um custo de R\$65,00 a R\$60,00 /Ton até o início de 2019, mas que desde junho do mesmo ano, passou a pagar por tonelada depositada no aterro a quantia de 95,00 R\$/Ton segundo o PMSB de Belém (2020).

Considerando que o estudo intenciona apresentar uma realidade vivida em solo paraense, bem como a importância na busca por melhoria e qualidade de vida, no período entre março de 2020 e abril 2021 foi realizada a coleta de dados, sendo dividida em três etapas, a saber: documental, bibliográfica e pesquisa de campo. A coleta documental teve por base a Lei 9.478/97; assim como, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, por meio da Lei 12.305/2010, com o propósito de acessar as diretrizes para gestão dos RSU incluindo a recuperação energética dos mesmos; e, o Plano Municipal de Saneamento Básico, Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e Plano Diretor dos municípios de Ananindeua, Belém e Marituba por demonstrar em nível local a coleta, tratamento e disposição final dos resíduos.

Na segunda etapa, realizou-se a entrevista estruturada, por meio de roteiro estabelecido (Marconi; Lakatos, 2019), com instrumento amplo, contendo inicialmente 9 questões direcionadas para a descrição do perfil do entrevistado, continuando com mais 5 questões que esquadriham o entendimento quanto a políticas públicas e responsabilidade do município em relação ao gerenciamento

dos RSU e domésticos. Os PMSB, associados à observação assistemática, colaboraram para a formulação do roteiro de entrevistas.

A aplicação das entrevistas teve como propósito entender a compreensão dos indivíduos sobre a importância do poder público na gestão integrada dos resíduos sólidos para a combinação estratégica entre a disposição final dos resíduos e a geração de energia elétrica complementar na microrregião de Belém-PA. As percepções a respeito de informação, a concordância com a Política Pública sobre as possibilidades de se produzir energia limpa, os obstáculos na produção de energia limpa e a relevância na geração de energia limpa de trinta e quatro profissionais atuantes no setor público, da área de gestão, da ambiental e secretaria administrativa, constituíram aspectos observados, sendo: dezenove servidores da Prefeitura de Belém; oito da Prefeitura de Ananindeua; e sete da Prefeitura de Marituba.

Para o tratamento dos dados coletados, a organização se concentrou em dois Corpus: Legislação e Entrevista, seguido de análise com o auxílio do software, o Iramuteq®, designando a *Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires [Computer software]*, desenvolvido por Pierre Ratinaud. Esta ferramenta integra um programa informático gratuito, que se ancora no software R e permite diferentes maneiras de exame estatístico a respeito do corpus textuais e tabelas de indivíduos por palavras. Inicialmente o software foi planejado em língua francesa, onde estudos já o empregam como ferramenta de análise de dados, expandindo-se a outros idiomas - inglês e italiano - chegando ao Brasil em 2013 (Souza *et al.*, 2018). Atuando relativamente a corpus textuais, tabelas de indivíduos por palavras e análises de estatísticas textuais clássicas, o software opera nas especificidades de grupo, em classificação hierárquica descendente, análises de similitude, nuvem de palavras e, por fim, em Análise Fatorial por Correspondência (AFC), o que permite uma investigação de dados segura e confiável (Souza *et al.*, 2018).

O cálculo do potencial energético dos resíduos sólidos urbanos na microrregião de Belém apoiou-se, metodologicamente, em uma mensuração de base matemática e na estatística simples e com médias ponderadas. Deste modo, a projeção adotada para um consumo médio foi de de 162 kWh/mês, que foi

multiplicado pelo número de meses do ano, totalizando 1.944 kWh/ano. A relação usada baseou-se nas indicações da ABREN (2019), onde 1 tonelada de resíduo geraria 0,5 kWh/t de RSU de eletricidade.

O exame dos dados coletados e tratados ocorreu por meio da técnica de análise de conteúdo, por permitir a realização de diagnóstico de cunho quantitativo e qualitativo. Segundo Bastos e Oliveira (2015), a análise de conteúdo contempla um conjunto de técnicas de análise de comunicações, cujo objetivo é reduzir o grau de subjetividade e incerteza, enriquecendo os dados que são coletados em uma pesquisa.

## **CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

A partir da Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010, entra em vigor a responsabilidade compartilhada dos resíduos, em que o ciclo de vida dos produtos passa a ser de responsabilidade dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, com a finalidade de minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados (Brasil, 2010). A partir da PNRS, a responsabilidade compartilhada determina que cada indivíduo, seja público ou privado, considere o seu papel em sociedade diante dos resíduos que produz (Garcia *et al.*, 2016).

A complexidade sobre geração e manejo de resíduos sólidos passa a ter visibilidade no Brasil a partir do reconhecimento da gravidade e a extensão dos danos que a disposição final inadequada dos resíduos pode provocar à sociedade como um todo. Daí a necessidade de se entender que a gestão dos resíduos sólidos deve ser iniciada na conscientização da urgência de se gerir, de forma eficiente, os resíduos produzidos diariamente em sociedade, e que, cada um dos atores, deve assumir a responsabilidade pelos resíduos que produz (Freitas, 2016).

Observa-se que a gestão dos RSU inicia com a segregação dos resíduos na fonte geradora, seja esta de origem doméstica (Besen *et al.*, 2016), ou oriundas de espaços públicos, com a participação direta dos coletores de resíduos e de cooperativas (Silva *et al.*, 2018). A educação para a não geração de resíduos

também é ponto fundamental. Podendo o material separado ser comercializado ou transformado em matéria prima gerando, portanto, novos produtos que passam a fazer parte de um mercado cada vez mais competitivo (Antenor; Szigethy, 2020).

Conforme Bizerra, Queiroz e Coutinho (2018), com aprimoramentos nas ações e implementação de tecnologias, um olhar atencioso ao processo de gestão dos RSU se dispõe à busca por novas fontes de energia elétrica, uma vez que, é real o esgotamento das reservas de combustíveis fósseis, agregada aos danos ambientais ocasionados por fontes de energia tradicional, direcionando a sociedade à buscar novas alternativas energéticas, como as derivadas da biomassa.

Compreende-se, então, que a necessidade de se buscar novas fontes de energia elétrica, seja por meio da biomassa ou outra fonte de energia limpa, justifica-se pelo fato de que a mesma é sinônimo de desenvolvimento, urbanização e atividade industrial (Bizerra; Queiroz; Coutinho, 2018), expansão e competitividade (Amaro, 2017), melhor qualidade de vida, emprego, renda e educação (Aboboreira; Cruz, 2016; De Oliveira, 2016).

Países como Alemanha, Estados Unidos, Japão e China, são exemplos desde 1960, de nações que buscam fontes de energia renovável apoiada pelo governo (Reis; Da Costa, 2019). Enquanto que, no Brasil, destaca-se em sua base energética as hidrelétricas, mesmo compreendendo que apesar da mesma atender grande parte da demanda brasileira, é responsável por causar sérios impactos negativos à população próxima das hidrelétricas, além de apresentar sinais de esgotamento (Cunha *et al.*, 2019), porém, já demonstra algumas ações em direção à energia renovável mesmo com restrições financeiras em novas pesquisas, adversidades socioeconômicas e ambientais (De Oliveira *et al.*, 2021).

Na Região Norte do Brasil, por possuir grande extensão territorial, abriga um amplo número de comunidades isoladas que vivem na ausência de energia elétrica, com características socioculturais e geográficas diferentes (Teixeira; Melillo, 2019). Devido à imensa dispersão do território, a distribuição de energia no interior da Amazônia geralmente é considerada inviável pelas concessionárias em virtude à dificuldade de acesso às extensas redes compostas por quilômetros

de fios e vários postes para atender um número pequeno de moradores (Matiello *et al.*, 2018).

Em relação ao potencial e experiência de uso energético, a partir da biomassa dos RSU na Região Norte, mais especificamente na microrregião de Belém, determinadas ações pontuais transformam sobra de madeira em insumo para a produção de energia térmica, que alimenta os fornos de olarias, panificadoras e outros empreendimentos locais (RAMOS *et al.*, 2018); outra utilização meritória, é a inserção do caroço de açaí para a produção de energia conforme o estudo apresentado por Kühn e Oliveira (2019) em que descrevem a viabilidade ambiental, econômica e social da implantação de um sistema de gaseificação do caroço do fruto da palmeira mais abundante da região amazônica, o açaí, e assim suprir a demanda energética do restaurante universitário da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).

## **PRINCÍPIOS TEÓRICOS DA GESTÃO INTEGRADA DE RECURSOS**

O entendimento acerca de desenvolvimento sustentável teve sua origem vinculada à perspectiva de aprimoramento, consubstanciada na ótica de crescimento até a formulação do surgimento do conceito acerca do que seja, de fato, desenvolvimento sustentável. Tal conceito é fundamentado, sobretudo, com a realização de importantes eventos e espaços de discussões como: o Relatório Nosso Futuro Comum (1987), a Rio 92, a assinatura do Protocolo de Quioto (1997), o Pacto Global (1999) e o estabelecimento dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. Motivados por problemas ambientais que se fazem presente nas sociedades mundiais, com o advento da lógica racionalista e mecanicista, empreendidos pelo modo de produção capitalista, após o início da Revolução Industrial e consolidado em escala planetária após a Segunda Guerra Mundial (Santos *et al.*, 2017).

O Relatório de Brundtland, de 1987, define, acertadamente, o desenvolvimento sustentável de forma minuciosa, argumentando que o termo é um processo de mudança no qual a direção de investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão em harmonia e

elevam o potencial corrente e futuro para reunir necessidades e aspirações humanas (CNMAD, 1991).

Cabe ressaltar sobre a existência de uma corrente que considera o desenvolvimento sustentável um mito, fruto do pensamento pós-moderno da globalização. Todavia, nesta linha de pensamento, o desenvolvimento sustentável é uma invenção com objetivo de providenciar o controle social pelos países mais desenvolvidos diante dos considerados subdesenvolvidos, uma burocracia aplicada por meio de Tratados que dificultam o crescimento econômico dos países periféricos (Azevedo Neto, 2020). Dentre os eventos que marcam a consolidação de uma proposta contestável de desenvolvimento, destaca-se a ECO-92, o evento cria a imagem de um debate amplo e democrático sobre as possíveis soluções para os grandes problemas ambientais do mundo. Essa falsa aparência, segundo De Oliveira (2016), foi palco escolhido para a aclamação do Desenvolvimento Sustentável enquanto mecanismo de transformação dos problemas ambientais em lucros crescentes.

Da Silva, Alves e Ramalho (2020) em suas concepções ideológicas - direcionadas ao conceito de energia ou de desenvolvimento sustentável - passam a compreender a oferta energética, assegurando a integridade essencial dos sistemas naturais, até mesmo prevenindo mudanças climáticas catastróficas e, sincronicamente em níveis globais, passando a compor uma missão complexa ao olhar para as necessidades de atendimento às dimensões sociais, tecnológicas, econômicas e políticas, alcançando objetivos de sustentabilidade e demandando mudanças, não somente no modo pelo qual a energia é fornecida, mas na maneira em como é utilizada.

A reorientação de conceitos tradicionais como desenvolvimento, ligado ao que deve ser economicamente sustentado, socialmente justo e ecologicamente aceitável (Romero, 2012) na visão de Godard (1997), desdobra-se em uma gestão de recursos naturais constituindo-se em componentes de tendência internacional que se vincula à noção de ecodesenvolvimento ou de desenvolvimento durável.

De acordo com Godard (2002), os atributos principais do desenvolvimento durável destacam-se por transformar em utopia positiva o que é visto como negativo, a exemplo da poluição e da degradação do meio ambiente, passando a

manifestar um conteúdo ético e preocupando-se com as gerações humanas, amenizando, assim, as preocupações relacionadas ao futuro e se tornando, não somente mais flexível às diversidades, mas expandindo as percepções de conteúdos econômicos e sociais na problemática do desenvolvimento imbuído por uma visão estratégica de longo prazo, que lhe confere, então, um sentido mais além dos usos cotidianos.

## **ANÁLISE DE DADOS**

### **Análise da gestão integrada de recursos: Potencial energético dos resíduos sólidos urbanos na microrregião de Belém, Pará, Brasil**

Para a identificação do potencial energético dos resíduos sólidos dos municípios de Ananindeua, Belém e Marituba, adotou-se a o vies de quantidade de energia elétrica - em kWh - obtida por tonelada de resíduo sólido. A relação usada foi de uma tonelada de resíduo para a geração de 0,5 kWh/t de RSU de energia elétrica (ABREN, 2019). Para fins de cálculo e projeção (fictícia) foi adotado um consumo médio de 162 kWh/mês, que será multiplicado pelo número de meses do ano, totalizando 1.944 kWh/ano, gerando as seguintes referências por localidade: nos próximos dez anos, no município de Ananindeua, estima-se um quantitativo de 108.541,11 t e a produção mensal de 4.522,55 kWh/mês, o suficiente para abastecer a 32,66 famílias com o consumo de 162 kWh/mês; no município de Belém, registra-se para a próxima década o quantitativo de 384.205,62 t com a produção mensal de 16.202,44 kWh/mês, índice satisfatório para abastecer 117 famílias com o consumo de 162 kWh/mês. A prospecção para o município de Marituba para o período dos próximos dez anos, é o quantitativo de 21.749,26 t com a estimativa de produtividade de 906,22 kWh/mês, sendo o suficiente para abastecer cerca de 6,54 famílias com um consumo de 162 kWh/mês.

### **Análise dos mecanismos tecnológicos para produção de energia a partir dos resíduos sólidos urbanos**

Esta análise baseia-se nos resultados dos questionários em combinação com a literatura especializada. Primeiramente, identificou-se quais mecanismos

tecnológicos poderão fazer parte deste processo. Na literatura, os biodigestores e as termoelétricas apresentam maior destaque quando há o uso da biomassa proveniente dos RSU para a produção de energia, neste sentido, identificou-se num primeiro momento que a produção de energia por meio de resíduos com a utilização dos biodigestores - uma vez que a base de insumos para a utilização do biodigestor são os resíduos orgânicos - correspondem a 52% dos resíduos do município de Belém (Babalola, 2015; Cunha *et al.*, 2019).

Num segundo momento, observou-se a possibilidade de produção de energia elétrica por meio de resíduos com a utilização do incinerador, uma vez que, a base de insumos utilizadas são os resíduos orgânicos e inorgânicos, mesmo que isso influencie no potencial de energia produzida, o resultado é considerado positivo. Outra condição a ser avaliada é sobre a localização da usina incineradora, podendo ser próxima aos centros urbanos, facilitando a logística da coleta e a disposição final de tratamento dos resíduos, questão que justifica sua utilização como tecnologia para a produção de energia elétrica por meio de RSU na microrregião de Belém (EPE, 2014; Di Matteo *et al.*, 2017).

### **Análise do potencial dos resíduos sólidos urbanos e das demandas energéticas de transformações produtivas à luz da GIR**

Esta análise também está baseada nos resultados dos questionários em combinação com a literatura especializada. Percebe-se que a GIR se sustenta no desenvolvimento pautado em aspectos econômico, ambiental, social, político e tecnológico, fornecendo elementos que podem contribuir para uma proposta de desenvolvimento durável, segundo Godard (2002). Nesta perspectiva, a GIR apresenta um modelo econômico - enquanto provedor do desenvolvimento - de novas fontes de energia elétrica, desenvolvendo mecanismos de transformação dos problemas ambientais em lucros crescentes (Godard, 2002). No entanto, a microrregião de Belém-PA ainda tenta solucionar o déficit na arrecadação de imposto para o tratamento do resíduo e a relação com os atores sociais acontece, somente, na realização da coleta e disposição final no aterro sanitário; para a gestão de resíduos essa falha na comunicação com cooperativas, associações e grandes produtores de resíduos, é considerada um entrave.

O saldo negativo na receita, por sua vez, se desdobra em investimentos no sistema de tratamento de resíduos de forma deficiente e se replica no atendimento à demanda energética da população, refletindo desta forma no descontentamento da maior parte de seus habitantes devido as altas taxas no fornecimento de energia e incapacidade de investimento em fontes de energia limpa; além do que, o sistema tradicional, ainda precisa dispor de extensas redes compostas por quilômetros de fios e vários postes para atender um número pequeno de consumidores, o que torna o processo, economicamente, inviável (CNI, 2014; Soares; Cândido, 2019; Tiepolo *et al.*, 2014).

No aspecto ambiental, a GIR orienta-se em direção a uma proposta de desenvolvimento associado à redução da poluição e degradação do meio ambiente, em que se trabalhe para expandir percepções de conteúdos econômicos e sociais na problemática do desenvolvimento (Carvalho; Carvalho, 2016; Godard, 1997). Porém, a realidade do processo de gestão dos resíduos na microrregião de Belém-PA demonstra o qual a administração encontra-se ultrapassada e sem estratégia em longo prazo, se sustentando por meio de um fornecimento de energia tradicional, baseada na matriz energética brasileira, o que gera dificuldade em se investir em novos mecanismos de produção de energia limpa e perda da biodiversidade local (Costa; Abreu, 2018).

Essa falta no entendimento na aplicação de capital para o desenvolvimento local de forma sustentável, causa sérios problemas à sociedade, tais como: a escassez no investimento de recursos em educação ambiental; parcerias insatisfatórias com as cooperativas de catadores de resíduos, o que provoca o convívio de grande parte da população com resíduos urbanos indesejáveis de feiras, áreas periféricas e próximas ao aterro sanitário; insatisfação no atendimento à demanda energética no campo social, em que há fragilidade no acesso à energia elétrica; comprometimento considerável da renda de famílias menos favorecidas economicamente; deficiência na qualidade de prestação de serviço; e, o remanejamento da comunidade e desvalorização da cultura local em virtude da implantação das grandes hidrelétricas. Neste sentido, é possível afirmar que a GIR, se preocupa com o desenrolar de uma postura ética, em que seja possível vislumbrar a equidade no desenvolvimento econômico das

sociedades (Coelho; Toccheto; Meinhardt, 2014), além do acesso a um sistema eficiente de tratamento de resíduos e fornecimento de energia elétrica de qualidade e baixo custo para a maior parte da população (Costa; Abreu, 2018).

Questões políticas carregam consigo um estereótipo negativo no Brasil, no entanto, baseando-se na proposta de desenvolvimento da GIR e compreendendo que o campo político demanda estabelecer conexões de infraestruturas que, isoladas, seriam economicamente inviáveis, mas socialmente necessárias. Portanto, deve passar a atuar na promoção de parcerias, incentivos e subsídios de projetos que possam contribuir para o crescimento local, mas a ausência de um plano de gestão dos RSU comum à microrregião de Belém-PA, o diálogo fragilizado para implantação de um consórcio municipal para gestão dos RSU e comunicação deficiente com os atores sociais que se expande ao planejamento da diversificação do fornecimento de energia elétrica, termina por fortalecer a descrença da população em seus gestores políticos (Besen *et al.*, 2016).

E por fim, a GIR discute, como o aspecto tecnológico e a busca por associar infraestrutura e tecnologia gera vantagens que garantam a competitividade econômica e a viabilidade do investimento (Carvalho; Carvalho, 2016; Godard, 1997). No entanto, o que se verifica na prática, são infraestruturas e tecnologias ultrapassadas que fracassam no oferecimento da destinação correta dos resíduos, da mesma forma que não conseguem utilizar resíduos sólidos urbanos como insumos para a produção de energia elétrica e atendimento das necessidades da microrregião de Belém-PA.

### **Elaboração de um Modelo de Gestão Integrada de Recursos para a microrregião de Belém-PA**

Acredita-se no modelo - de curto e médio prazo - para a gestão dos resíduos sólidos urbanos, a partir da construção de parcerias entre o poder público, empresas privadas, universidades e sociedade civil local, conforme Figura 1.

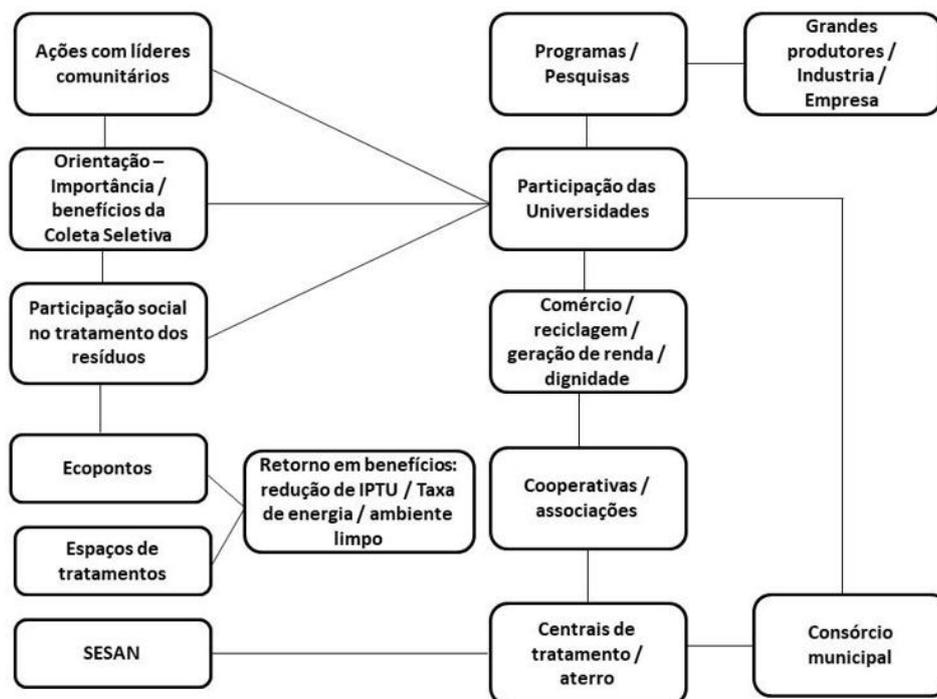
O modelo demonstra algumas singularidades, a saber: a universidade poderia contar com o apoio dos grupos de pesquisas interessados em participar do projeto; as prefeituras dos municípios estudados, atuariam na promoção da educação ambiental e as orientações com relação a responsabilidade

compartilhada dos resíduos, o que resultaria em uma comunicação direta e sem ruídos; e, as empresas privadas seriam beneficiadas com a associação de sua imagem ao desenvolvimento de projeto social junto à comunidade, uma vez que a gestão de resíduos passaria a ter mais importância e ser do interesse de todos.

Após o mapeamento dos locais a serem implantados o projeto - em parceria com os líderes comunitários - a universidade poderia iniciar a implementação de um programa de gestão de resíduos, com objetivo de orientar a comunidade sobre a importância da participação social de cada cidadão em relação aos resíduos que produz. Com o estímulo e desenvolvimento da consciência ambiental na comunidade, a segregação dos resíduos na fonte, a utilização de Ecopontos para depósito de resíduos selecionados ou o depósito direto dos resíduos em locais de tratamento, passariam a ser uma realidade na microrregião de Belém, Pará, Brasil. A mudança no comportamento poderia ser revertida em benefícios à comunidade, como redução no IPTU, ou na taxa de energia, bem como a ampliação e conservação de espaços comunitários. As parcerias tomariam uma dimensão necessária se estendendo aos grandes produtores como shoppings, supermercados, condomínios residenciais e comércios diversos, sejam estes, horizontais ou verticais, porém, que resultassem no fortalecimento da relação com as cooperativas e orientassem os pequenos produtores.

De acordo com o modelo da GIR, o projeto de GIRS deve estar associado a questões econômicas, ambientais, sociais, políticas e tecnológicas (Godard, 1997). A Figura 1 apresenta tais características em seu modelo de gestão de resíduos a curto e médio prazo, uma vez que, ao iniciarem o projeto, os recursos financeiros possam originar-se de investimentos públicos reservados à educação que promovem o esclarecimento da população quanto a gestão de resíduos, assim como a projetos universitários e parcerias com empresas privadas, principalmente àquelas que seriam beneficiadas diretamente com a promoção de suas imagens e desenvolvimento de projeto social junto à comunidade local.

**Figura 1** - Modelo a curto e médio prazo de gestão integrada de resíduos sólidos com fins energéticos para a microrregião de Belém-PA



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2022).

Em relação à questão ambiental, a perspectiva se concentra na ampliação de uma consciência ambiental, com o objetivo de reduzir e gerenciar, de forma apropriada, os resíduos que se produz, gerando, conseqüentemente, benefícios sociais com a coleta seletiva, parceria com as cooperativas, possibilidade de geração de renda e recuperação da dignidade social de muitos coletores de resíduos; outrossim, na questão política, além do atendimento a PNRS, os projetos mais próximos das comunidades podem formar a propagação de uma imagem positiva dos seus gestores; e por fim, direcionando-se à questão tecnológica, os projetos desenvolvidos junto às comunidades em parceria com os centros universitários, poderão preparar profissionais para a inserção em unidades de tratamentos de resíduos mais complexas.

Segundo o modelo de gestão de Gimenes *et al.* (2000), para atender a realidade da microrregião de Belém-PA, em longo prazo e de forma mais ampla, o que mais se aproxima do aceitável é a elaboração de um Consórcio Municipal.

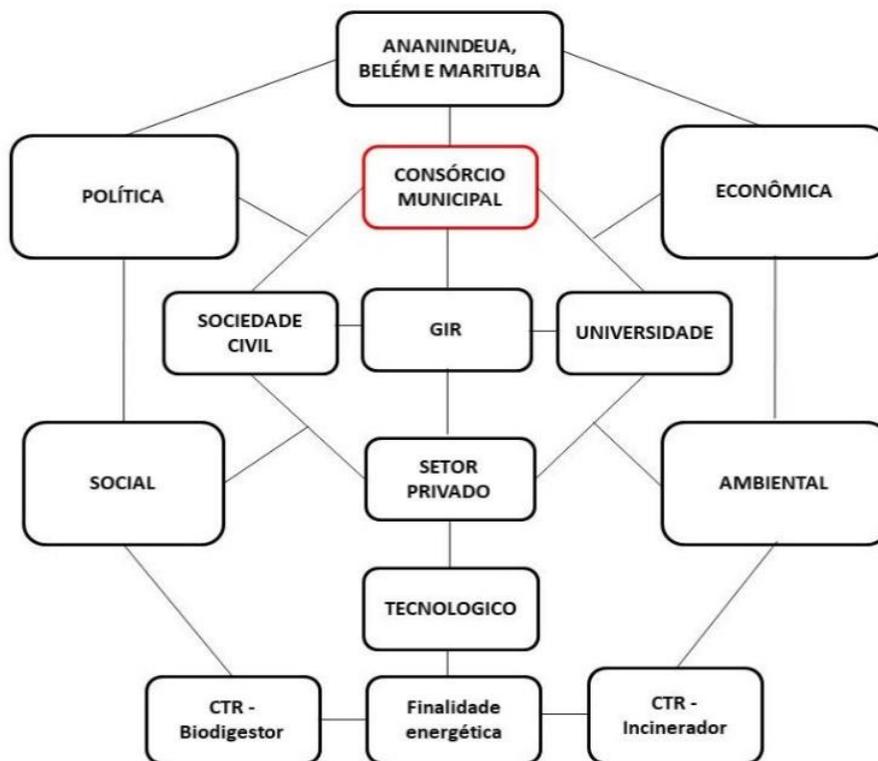
Visto que, a GIR, deve procurar nas alianças e parcerias, vantagens na implantação e operação de componentes da infraestrutura, além de buscar, outros benefícios que garantam a competitividade econômica e a viabilização do investimento, uma vez que, isoladas, seriam economicamente inviáveis, mas são socialmente necessárias (Gimenes *et al.*, 2000; Reis; Fadigas; Carvalho, 2005).

A análise da Figura 2, associada a compreensão dos documentos e das entrevistas, contribuiu para a criação de um modelo de gestão integrada de resíduos, com base no modelo de gestão integrada de Gimenes *et al.* (2000). No entanto, acrescenta-se a este modelo a política, uma vez que, determina a promoção de parcerias, incentivos e subsídios, por meio do atendimento às Leis Nº 12.305/2010 e Nº 9.478/1997, como também na condução da elaboração de um consórcio municipal para a gestão dos RSU. Além da tecnologia, esta promove os mecanismos tecnológicos para melhor aproveitamento dos resíduos, possibilitando o desenvolvimento de alternativas em direção a produção de energias mais sustentáveis.

De acordo com o modelo proposto de gestão integrada de resíduos com fins energéticos, elaborado a partir do consórcio entre Ananindeua, Belém e Marituba, as identificações economicamente atraentes podem ser observadas a partir da administração pública, integrada ao setor privado, com o intuito de impulsionar e viabilizar a estrutura financeira do consórcio, ressaltando que, estratégias de gestão de resíduos por meio do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PGIRS é condição para que os municípios recebam recursos da União (Brasil, 2010).

Devido a sua relevância, o setor privado possui mais de seis mil indústrias de vários tamanhos - pequeno, médio e grande porte – e nos mais diversos ramos de atividade, como: área alimentícia, cerâmica, construção civil, bebidas, mineração, madeireiras entre outras, responsáveis por pagar a segunda maior tarifa de energia elétrica em todo o território nacional, segundo a Federação das Indústrias do Estado do Pará (FIEPA, 2018), enquanto a média entre as demais regiões é de 776,70 MWh, a indústria paraense paga 19% a mais segundo a CNI (2021), o que fundamenta o debate a respeito do tema.

**Figura 2** - Modelo em longo prazo de gestão integrada de resíduos sólidos com fins energéticos para a microrregião de Belém-PA



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Abordando sobre as demandas sociais, identificou-se no poder público a possibilidade de implantação de um plano de ação que pudesse orientar a sociedade através de políticas que valorizem a educação ambiental. Segundo Besen *et al.* (2016), um dos grandes empecilhos para que a gestão eficiente dos resíduos, com finalidade energética, faça parte da realidade da maioria dos municípios brasileiros está na fragilidade dos planejamentos desenvolvidos, investimento em tecnologia, políticas de educação ambiental e falta de diálogo entre os envolvidos. Situação que pode ser amenizada com a participação da universidade na promoção de debates em respeito ao tema, com o intuito de facilitar o diálogo entre o setor público, empresas privadas e sociedade civil (Coelho; Toccheto; Meinhardt, 2014).

Quanto ao campo infraestrutural e tecnológico, Reis *et al.* (2018), destacam condutas inovadoras mais comuns para o processo de transformação de resíduos sólidos em eletricidade, e em especial, o biodigestor. Já quanto ao

aspecto relacionado à tecnologia, aponta-se a produção do biogás oriundo de aterros sanitários. Quanto à identificação entre os componentes de infraestrutura para implantação e operação, assim como a definição do escopo e deparar-se com uma área delicada que exige atenção considerada por envolver interesses individuais e particularidades dos envolvidos, tem-se primeiramente, a sociedade, que almeja melhores condições de vida passando pela convivência harmoniosa junto aos resíduos que produz associado à qualidade e precificação do fornecimento de energia, principalmente em áreas isoladas (Barcellos, 2018); em seguida, o poder público com o dever legal de atender as políticas públicas, a sociedade civil e o setor privado; este por sua vez, se desenvolve em torno de uma proposta de crescimento econômico, expansão e fortalecimento de sua marca, no qual precisa atender a normas legais no que diz respeito à sociedade e à disposição final de seus resíduos industriais; e, por fim, porém não menos importante, a universidade, que se apresenta como um fomentador de pesquisa e desenvolvimento a respeito do tema.

As vantagens encontradas no modelo proposto se desdobram em: econômicas, com a formulação do consórcio, uma vez que será possível conseguir recursos da União e parcerias com o setor privado, principalmente, os que serão diretamente beneficiados, pois o capital investido, anteriormente, era apenas para depositar resíduo no aterro sanitário, podendo então ser convertido em infraestrutura e desenvolvimento econômico, assim como a possibilidade de redução nas taxas de fornecimento de energia (Santos *et al.*, 2017); outra vantagem está no aspecto social, pois acredita-se que o consórcio poderá contribuir para a ampliação dos serviços de gestão de RSU e possibilidades estratégicas de geração de energia elétrica na microrregião de Belém-PA, bem como na melhoria para quem reside no entorno da CTR, em área que o serviço de coleta quando acontece, é de forma precária, portanto, contribui para inclusão social e independência econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis (Coelho; Toccheto; Meinhardt, 2014). E também, considerada vantagem necessária, com a ampliação de estratégias de desenvolvimento sustentável na região, é possível repensar o atendimento a questões ambientais, uma vez que, visa à destinação correta dos resíduos sólidos produzidos

diariamente na microrregião de Belém-PA por meio do atendimento a PNRS (Brasil, 2010) e a produção de energia através de fontes renováveis, beneficiada pela PEN (Brasil, 1997).

A base de viabilidade do consórcio se dará através de um acordo entre os municípios, inclusive Ananindeua, que até o presente momento não possui um PGIRS e está com o seu Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB em construção; Belém, já possui um PGIRS e PMSB que discutem a possibilidade de produzir energia através de seus resíduos, mas que de forma independente, torna-se inviável; e Marituba, que assim como Belém já discute a possibilidade de produzir energia através de seus resíduos e abriga em seu município a Central de Tratamento de Resíduos - CTR.

Concomitantemente, Ananindeua, Belém e Marituba compartilham da necessidade de destinação correta de 471.805,18 mil toneladas de resíduos depositados no aterro sanitário, porém uma quantidade incalculável de resíduos não foram coletados - ou foram depositados em locais inapropriados só no ano de 2020, segundo a Guamá Tratamento de Resíduos (2021) – ademais, há também a necessidade de melhorias no atendimento, custo do fornecimento e expansão da rede elétrica às áreas urbanas e àquelas que ainda se encontraram em áreas isoladas. No entanto, para atender a esta demanda ainda é necessário romper com a falta de confiança existente entre os atores envolvidos, ausência de diálogo e a descontinuidade dos planos de ação do município a cada nova eleição.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O estudo concluiu que a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos pode contribuir para um acordo estratégico entre a coleta de RSU e a geração de energia elétrica complementar para transformações produtivas na microrregião de Belém-PA por meio de uma reestruturação dos processos tradicionais de gestão de recursos locais em direção a uma estratégia de ecodesenvolvimento e no desenvolvimento durável, associada a uma proposta de implantação de consórcio municipal para a gestão dos resíduos sólidos urbanos.

A contribuição da gestão integrada de recursos por meio de ações para a implantação do consórcio municipal, deve ser direcionada a procedimentos de:

compartilhamento de instalações e ganhos de escala; aumento da capacidade de cooperação técnica; racionalização no uso de recursos financeiros e tecnológicos; bem como, favorecimento da adoção de tecnologia e técnicas que podem ser expandidas.

Já o modelo de gestão proposto à microrregião de Belém-PA está apoiado na GIR e articulado por meio da implantação de um consórcio municipal para a gestão dos RSU. No que diz respeito a apoio, a GIR deve procurar nas alianças e parcerias, vantagens na implantação e operação de componentes da infraestrutura, além de buscar, na associação da infraestrutura ou serviços, vantagens que garantam a competitividade econômica e a viabilização do investimento, uma vez que, isoladas, seriam economicamente inviáveis, mas são socialmente necessárias. No entanto, obstáculos aos moldes de reivindicações antagônicas entre os associados, interesses individuais político-partidários e inadimplência de alguns municípios, podem vir a prejudicar o andamento das atividades consorciadas. Por meio da GIR, as ações para a implantação do Consórcio Municipal, devem ser direcionadas a uma conduta de compartilhamento de instalações e ganhos de escala, a aumento da capacidade de cooperação técnica, a racionalização no uso de recursos financeiros e tecnológicos, e também, ao favorecimento da adoção de tecnologia e técnicas que já são utilizadas em alguns municípios e que podem ser expandidas.

Por fim, a pesquisa ofereceu subsídios para a construção deste artigo que se sustenta na ideia de que é possível modificar o panorama da gestão de resíduos sólidos urbanos a partir de uma estratégia associada à geração de eletricidade voltada para transformações produtivas na microrregião de Belém-PA, por meio de um modelo de gestão baseado nos princípios da GIR e associado a um consórcio municipal dotado de instalações compartilhadas, potencial de cooperação técnica, eficiência no uso de recursos e inovação tecnológica.

## **REFERÊNCIAS**

ABOBOREIRA, F. L.; CRUZ, A. F. dos S. A importância do *Smart Grid* na rede elétrica de distribuição do Brasil. **Seminário Estudantil de Produção Acadêmica**, v. 15, p. 100-120, 2016.

ALMEIDA JÚNIOR, R. de A.; AMARAL, S. P. Lixo urbano, um velho problema atual. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO, 13., 2006, Bauru. **Anais [...]**. São Paulo: **Universidade Estadual Paulista**, 2006. p. 1-7. Disponível em: [https://simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_13/artigos/78.pdf](https://simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/78.pdf). Acesso em 21 jan. 2021.

AMARO, R. R. Desenvolvimento ou pós-desenvolvimento? Des-Envolvimento e *Noflay!* **Cadernos de Estudos Africanos**, n. 34, p. 75-111, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4000/cea.2335>

ANTENOR, S.; SZIGETHY, L. **Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos**. Brasília: IPEA, 2020. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-deconteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicose-economicos>. Acesso em: 18 jun. 2020.

AZEVEDO NETO, J. M. C. de. Energia eólica e solar: fontes alternativas de geração ou indispensáveis ao desenvolvimento sustentável? **Complexitas - Revista de Filosofia Temática**, v. 4, n. 2, p. 48-68, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.18542/complexitas.v4i2.7787>

BABALOLA, M. A. A multi-criteria decision analysis of waste treatment options for food and biodegradable waste management in Japan. **Environments**, v.2, n. 4, p.471-488, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/environments2040471>

BARCELLOS, M. Energia Elétrica: Sessão especial debate aumentos abusivos na conta de energia cobrados pela Celpa. **REDEPARÁ**. 2018. Disponível em: <https://redepara.com.br/Noticia/180070/sessao-especial-debate-aumentos-abusivos-na-conta-de-energia-cobrados-pela-celpa>. Acesso em: 11 jun. 2019.

BELÉM. Prefeitura Municipal. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Belém-PA**. Relatório 3.1 – revisão 1. Caracterização geral do município de Belém, abril de 2020. Belém, 2020. Disponível em: <http://ww4.belem.pa.gov.br/wp-Bel%C3%A9m-Relat%C3%B3rio-3.1-1.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2021.

BESSEN, G. R.; GÜNTHER, W. M. R.; RIBEIRO, H.; JACOBI, P. R.; DIAS, S. M. **Gestão da coleta seletiva e de organizações de catadores: indicadores e índices de sustentabilidade**. São Paulo: Fundação Nacional de Saúde, 2016.

BIZERRA, A. M. C.; QUEIROZ, J. L. A. de; COUTINHO, D. A. M. O impacto ambiental dos combustíveis fósseis e dos biocombustíveis: as concepções de estudantes do ensino médio sobre o tema. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 13, n. 3, p. 299-315, 2018. DOI: <https://doi.org/10.34024/revbea.2018.v13.2502>

BORGES, F. Q. Administração pública do setor elétrico: indicadores de sustentabilidade no ambiente residencial do estado do Pará (2001-10). **Revista**

**de Administração Pública**, v. 46, n. 3, p. 737-751, 2012. DOI:  
<https://doi.org/10.1590/S0034-76122012000300006>

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento (SNS). **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2019. Brasília: SNS/MDR, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/diagnosticos-anteriores-do-snis/residuos-solidos-1/2019>. Acessado em: 15 de jan. de 2022.

CARVALHO, B. C. de T.; CARVALHO, M. Sustentabilidade no planejamento do fornecimento de energia: avaliação do ciclo de vida como consideração inicial. *In: CBGA, 7., Campina Grande-PB, 2016. Anais [...]*. Bauru: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2016. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/anais.htm>. Acesso em: 16 ago. 2020.

CARVALHO, Joaquim Francisco de. Energia e sociedade. **Estudos Avançados [online]**, v. 28, n. 82, p. 25-39, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142014000300003>.

CHANGKOOK, R.; HEO, H. S.; YIM, J. H.; JEON, J. K.; KIM, S. S. Clean bio-oil production from fast pyrolysis of sewage sludge: Effects of reaction conditions and metal oxide catalysts. **Bioresource Technology**, v.101, p. 83-85, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.06.103>

COELHO, J. P.; TOCCHETTO, M. R. L.; MEINHARDT, E. L. Centrais de triagem de resíduos (CTR): uma solução para o gerenciamento em municípios de pequeno porte. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 2, p. 3019-3025, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5902/2236130810930>

COMISSÃO NACIONAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV. 1991. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4245128/mod\\_resource/content/3/Nosso%20Futuro%20Comum.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4245128/mod_resource/content/3/Nosso%20Futuro%20Comum.pdf). Acesso em: 19 ago. 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Pará**. Belém, 2021. Disponível em: <https://perfiledaindustria.portaldaindustria.com.br/estado/pa#:~:text=6.046%20empresas%20industriais%20em%202019%20no%20estado>. Acesso em: 20 jan. 2021.

CORSINI, R. **Equipamentos Públicos**. 2013. Disponível em: <http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucioestecnicas/28/3-geracao-de-energia-por-incineracao-delixo-saiba-291153-1.aspx>. Acesso em: 25 nov. 2018.

COSTA, I. P.; ABREU, Y. V. de. Estudo sobre a possibilidade de geração de energia a partir de resíduos de saneamento (lixo, esgoto). **Desafios**, v. 5, n. 1, p. 14-25, 2018. DOI: <https://doi.org/10.20873/uft.2359-3652.2018vol5n1p14>

- CUNHA, E. A. A.; SIQUEIRA, J. A. C.; NOGUEIRA, C. E. C.; DINIZ, A. M. Aspectos Históricos da Energia Eólica no Brasil e no Mundo. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 8, n. 4, p. 689-697, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rber.v8i4.65759>
- DA CUNHA, J. A.; SANTOS, V. C. P.; FRANCO, M. C. O Papel das cooperativas de reciclagem no gerenciamento de resíduos sólidos urbanos na região metropolitana de Belém. *In: CONRESOL, 4., Gramado/RS, 2021. Anais [...]*. Bauru: IBEA, 2016. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2021/XIII-001.pdf>. Acesso em: 8 ago. 2021.
- DA SILVA, S. S. F.; ALVES, A. C.; RAMALHO, Â. M. C. Energia eólica e complementaridade energética: estratégia e desafio para o desenvolvimento sustentável na região nordeste do Brasil. **Qualitas Revista Eletrônica**, v. 19, n. 3, p. 53-72, 2020.
- DE OLIVEIRA, A. M.; MARIO, M. C.; PACHECO, M. T. T. Fontes renováveis de energia elétrica: evolução da oferta de energia fotovoltaica no Brasil até 2050. **Brazilian Applied Science Review**, v. 5, n. 1, p. 257-272, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34115/basrv5n1-016>
- DE OLIVEIRA, L. D. A Geopolítica do Desenvolvimento Sustentável na CNUMAD-1992 (ECO-92): entre o local e o global, a tensão e a celebração. **Revista de Geopolítica**, v. 2, n. 1, p. 43-56, 2016.
- DI MATTEO, U.; ALBO, A.; GARCIA, D. A.; NASTASI, B. Energy contribution of OFMSW (Organic Fraction of Municipal Solid Waste) to energy-environmental sustainability in urban areas at small scale. **Energies**, v. 10, n. 2, p. 229, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3390/en10020229>
- DIAS, S. G. Consumo & resíduos: Duas faces da mesma moeda. **GV-executivo**, v. 14, n. 1, p. 38-41, 2015. DOI: <https://doi.org/10.12660/gvexec.v14n1.2015.49189>
- FREITAS, C. M. Levantamento da disposição final de resíduos sólidos urbanos em 32 municípios do Estado de Goiás. **Revista de Biologia Neotropical**, v. 12, n. 2, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5216/rbn.v12i2.27876>
- GARCIA, F. A.; MORAES, C. C.; PAVANELI, K. F.; SCATENA JUNIOR, S. A. A importância da responsabilidade socioambiental e da logística reversa como estratégia competitiva para as empresas. **Revista Eletrônica Organizações e Sociedade**, v. 5, n. 3, p. 78-87, 2016.
- GIMENES, A. L. V.; DOS REIS, L. B.; GALVÃO, L. C. R.; UDAETA, M. E. M. A abordagem da gestão integrada de recursos na integração da energia elétrica à agricultura. *In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3., 2000, Campinas. Proceedings online [...]* disponível em:

[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=MSC00000022000000100016&lng=en&nrm=abn](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC00000022000000100016&lng=en&nrm=abn). Acesso em: 27 jul. 2021.

GODARD, O. A gestão integrada dos recursos naturais e do meio ambiente: conceitos, instituições e desafios de legitimação. *In*: VIEIRA, P. F.; WEBER, J.(orgs.) **Gestão de Recursos Naturais Renováveis e Desenvolvimento**: novos desafios para a pesquisa ambiental. São Paulo: Cortez, 2002.

GODARD, O. O desenvolvimento sustentável: paisagem intelectual. *In*: CASTRO, E.; PINTON, F.(orgs.). **Faces do trópico úmido**: conceitos e questões sobre desenvolvimento e meio ambiente. Belém: Cejup: UFPA-NAEA, 1997.

IBGE. **Produto Interno Bruto dos Municípios de 2010 a 2016**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?=&t=downloads>. Acesso em: 28 mai. 2019.

KÜHL, R. M.; OLIVEIRA, G. M. T. da S. de. Análises da viabilidade econômica da gaseificação de caroço de açaí no restaurante universitário da universidade federal rural da Amazônia. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 5, n. 11, p. 25994-26011, nov. 2019. DOI: [10.34117/bjdv5n11-245](https://doi.org/10.34117/bjdv5n11-245)

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

MARITUBA. Prefeitura Municipal. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Marituba-PA**. Produto 5 – Programas, Projetos e Ações, setembro de 2019. Marituba, 2019. Disponível em: [https://www.marituba.pa.gov.br/site/wp-content/uploads/2019/08/PMSB-Marituba-Programas-projetos-e-a%C3%A7%C3%B5es\\_1910085.pdf](https://www.marituba.pa.gov.br/site/wp-content/uploads/2019/08/PMSB-Marituba-Programas-projetos-e-a%C3%A7%C3%B5es_1910085.pdf). Acesso em: 19 jan. 2021.

MATIELLO, S.; PAGANI, C. H. P.; LEAL, M. L. M.; CERRI, F.; MORET, A. de S. Energia e desenvolvimento: alternativas energéticas para áreas isoladas da Amazônia. **Revista Presença Geográfica**, v. 5, n. 1, p. 11-21, 2018. DOI: <https://doi.org/10.36026/rpgeo.v5i1.2723>

MILANEZ, A. Y.; GUIMARÃES, D. D. M.; MAIA, G. B. da S.; DE LEMOS, J. A. P.; FREITAS, M. F. Biogás de resíduos agroindustriais: panorama e perspectivas. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, v. 47, p. 221-275, mar. 2018.

PARÁ. Tribunal de Justiça. Prorrogado prazo de funcionamento do aterro sanitário até 30 de junho. Recorrente: **Município de Belém**. Recorrido: Prorrogado prazo de funcionamento do aterro sanitário até 30 de junho. Relator: **Des. Luiz Gonzaga da Costa Neto, 30 de junho de 2021**.

Disponível em: <https://www.tjpa.jus.br/PortalExterno/imprensa/> Acesso em: 7 ago. 2021.

RAMOS, W. F.; RUIVO, M. de L.; SOUSA, L.; RAMOS, U.; CASTRO, R. Gerenciamento dos resíduos sólidos da indústria de base florestal na Região Metropolitana de Belém-PA. **Agrarian academy**, v.5, n. 9, p. 358-367, 2018.

RAUPP, F. M.; BEUREN, I. M. Metodologia da pesquisa aplicável às ciências sociais. In: BEUREN, I. M. (org.). **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2003.

REIS, A. M. dos; CRUZ, A. A.; BOTELHO, J. M. Quantificação do potencial teórico de aproveitamento energético do biogás no aterro sanitário de Sabará-MG. **Holos Environment**, v. 18, n. 2, p. 227-239, 2018.

DOI: <https://doi.org/10.14295/holos.v18i2.12251>

REIS, E. R.; DA COSTA, S. P. M. A necessária diversificação da matriz energética no Piauí: uma reflexão sociojurídica e econômica à luz da regulação alemã da energia renovável. **Revista Videre**, v. 11, n. 22, p. 126-142, 2019.

DOI: <https://doi.org/10.30612/videre.v11i22.10328>

REIS, L. B. dos; FADIGAS, E. A. F. A.; CARVALHO, C. E. Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável. São Paulo: Editora Manole, 2005. p. 413-413.

ROMERO, A. R. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. **Estudos avançados**, v. 26, n. 74, p. 65-92, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142012000100006>. Acesso em: 5 ago. 2021.

SANTOS, L. A.; SANTOS, E. A.; SILVA, E.; BENÍCIO, D. A. A inserção da educação ambiental por meio de estratégias lúdico-educativas. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 15, n. 1, p. 240-252, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v15i1.3756>

SILVA FILHO, C. S.; PONTES, M. L. B.; DE SOUZA, P. H. N.; SANTOS, M. N.; DE OLIVEIRA, E. R. C. Diagnóstico Socioambiental do Bairro Montese, Situado na Bacia de Drenagem Tucunduba, Belém-PA. In: TULLIO, L. (org.). **Gestão de resíduos sólidos [recurso eletrônico]**. Ponta Grossa-PR: Atena, 2019. Cap. 17. DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.84819140317>

Recebido em 30 de janeiro de 2023  
Aceito em 12 de janeiro de 2024