ISSN:2594-6153

Incineração de Resíduos Sólidos Urbanos com Aproveitamento para Geração de Energia na Baixada Santista: Controvérsias e Desafios para a Sustentabilidade

William Thomas Sandall Junior, Elio Lopes dos Santos

Universidade Santa Cecília (UNISANTA)

E-mail: wj217981@alunos.unisanta.br

Resumo: A incineração de resíduos sólidos urbanos (RSU) com recuperação energética é apontada como alternativa de destinação final, mas gera recorrentes controvérsias pelos seus impactos ambientais e sanitários. Este artigo analisa os debates do tema a partir do Parecer Técnico da URE Valoriza Santos e de evidências científicas recentes. Trata-se de uma análise documental e bibliográfica, conduzida sob abordagem qualitativa e crítico-interpretativa. Os resultados indicam questionamentos sobre emissões atmosféricas, liberação de dioxinas e furanos, produção de cinzas perigosas e potenciais prejuízos à reciclagem. A discussão contrapõe esses pontos à literatura, apontando convergências, divergências e lacunas no conhecimento. Conclui-se que a sustentabilidade do processo exige rigoroso controle operacional, carece de consonância com a economia circular e não aparenta ser a opção mais adequada na agenda ESG.
Palavras-chave: Incineração de resíduos; Recuperação energética; Dioxinas e furanos; Economia circular; Sustentabilidade.

Municipal Solid Waste Incineration for Energy Generation in the Baixada Santista Region: Controversies and Challenges for Sustainability

Abstract: The incineration of municipal solid waste (MSW) with energy recovery is presented as an alternative for final disposal, but it generates recurring controversies due to its environmental and health impacts. This article analyzes the debates surrounding the topic based on the Technical Opinion on the Valoriza Santos Waste-to-Energy Facility (URE) and recent scientific evidence. This is a documentary and bibliographic analysis conducted using a qualitative and critical-interpretive approach. The results indicate concerns regarding atmospheric emissions, the release of dioxins and furans, the generation of hazardous ash, and potential adverse impacts on recycling. The discussion contrasts these issues with the scientific literature, highlighting convergences, divergences, and knowledge gaps. It is concluded that the sustainability of the process requires rigorous operational control, lacks alignment with the circular economy, and does not appear to be the most appropriate option within the ESG agenda.
Keywords: Waste incineration; Energy recovery; Dioxins and furans; Circular economy; Sustainability.

Introdução

O crescimento populacional tem promovido significativo aumento na geração de resíduos sólidos urbanos (RSU), pressionando os municípios a buscar alternativas de destinação final que reduzam a dependência de aterros sanitários, sendo certo que essa alternativa de disposição final, encontra dificuldades face a escassez de locais adequados, em função de

diversos fatores limitantes como especulação imobiliária, áreas de proteção ambiental e de preservação permanente(APA e APP). Nesse horizonte, a incineração com recuperação energética, designada Unidade de Recuperação de Energia (URE) ou waste-to-energy (WtE), tem sido apresentada como tecnologia capaz de reduzir o volume de resíduos e gerar eletricidade.

Entretanto, a tecnologia apontada é objeto de grande controvérsia ambiental e sanitária, além de não se coadunar com os ditames da Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010. A combustão de RSU gera emissões de material particulado, óxidos de enxofre e de nitrogênio, metais pesados e compostos organoclorados persistentes, entre os quais as dibenzo-p-dioxinas e os dibenzofuranos policlorados (PCDD/PCDF), além de cinzas de fundo e volantes que concentram metais pesados e organoclorados. Somam-se a isso os riscos à saúde das populações do entorno e os efeitos sobre cadeias de reciclagem já estabelecidas, o que coloca a incineração em tensão com a hierarquia de gestão de resíduos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e com os princípios basilares da economia circular.

Como estudo de caso, este artigo toma o projeto da URE Valoriza Santos, unidade de incineração de RSU por queima direta de massa (mass burning) com recuperação de energia, prevista para a Baixada Santista no Estado de São Paulo. A região carece totalmente de locais adequados a obras de engenharia dessa natureza, especialmente em função do predomínio de locais com solos predominantemente arenosos e lençol freático raso. O empreendimento foi submetido ao licenciamento ambiental estadual perante a agência ambiental(CETESB), mediante Estudo de Impacto Ambiental(EIA-RIMA), o qual foi objeto de um Parecer Técnico [1] que aponta fragilidades técnicas, ambientais e sanitárias no estudo apresentado. Confrontar as questões ali levantadas com a literatura recente sobre monitoramento de dioxinas e furanos, riscos à saúde, caracterização dos poluentes gerados no processo sob a ótica da agenda ESG e dos Princípios do Direito Ambiental como o da Precaução e o da Prevenção, permite qualificar quais debates encontram respaldo científico e quais carecem de evidências.

Objetivos: O presente estudo tem como objetivo analisar criticamente as principais controvérsias ambientais e sanitárias associadas à incineração de resíduos sólidos urbanos, a partir das questões apresentadas no Parecer Técnico da URE Valoriza Santos e de evidências científicas recentes.

Material e Métodos

Trata-se de estudo de análise documental e bibliográfica, de abordagem qualitativa e caráter crítico-interpretativo. O documento central da análise é o Parecer Técnico de análise do

EIA da URE Valoriza Santos, elaborado em 2020 [1], que examina o estudo apresentado ao órgão ambiental estadual para o licenciamento do empreendimento.

As fontes científicas complementares foram cinco artigos publicados entre 2021 e 2024, selecionados por abordarem, respectivamente, o monitoramento e controle operacional de PCDD/F em incineradores [2]; a caracterização de dioxinas, furanos e metais pesados em solos no entorno de um incinerador [3]; a avaliação de risco à saúde associada a plantas de recuperação energética [4]; a existência de metais pesados em cinzas de fundo [5]; e a relação entre incineração, reciclagem e economia circular [6].

O procedimento consistiu na leitura integral do Parecer Técnico, na extração das questões polêmicas nele apresentadas e no confronto de cada questão com as evidências da literatura selecionada, identificando convergências, convergências parciais, divergências ou evidências insuficientes. As afirmações do Parecer foram tratadas como argumentos técnicos a verificar, e resultados obtidos em outros países não foram generalizados para o caso de Santos.

Resultados

O Parecer Técnico [1] descreve a URE Valoriza Santos como unidade de quatro módulos, com capacidade de até 500 toneladas diárias cada, operando por queima direta de massa a temperaturas mínimas de 850ºC e produção de até 50 MW/h. As questões nele apresentadas concentram-se em cinco pontos: o perfil térmico do processo e seu efeito sobre a formação de dioxinas e furanos; a confiabilidade das estimativas de emissão; a natureza e o destino das cinzas; os riscos sanitários atribuídos aos poluentes; e a ausência de triagem prévia de recicláveis.

Essas questões são apresentadas na forma de argumentos e preocupações dirigidas ao EIA-RIMA, e não como medições realizadas na planta, que não se encontrava sequer em fase de implantação. A síntese é apresentada na tabela 1.

Tabela 1. Síntese das principais questões apresentadas no Parecer Técnico.

Tema	Principal questão apresentada no Parecer Técnico
Processo e temperatura	Queima direta de massa sem sistema de resfriamento brusco (quench), o que segundo o Parecer favoreceria a formação de dioxinas e furanos.
Emissões atmosféricas	Concentrações estimadas, e não medidas in loco, de material particulado, SOx, NOx, CO, chumbo e dioxinas/furanos próximas aos limites legais.
Cinzas e metais	Geração de cerca de 226 t/dia de cinzas contendo metais pesados, dioxinas e furanos, classificadas no EIA como inertes e destinadas a aterro não projetado para receber resíduos perigosos.

Riscos à saúde	Associação dos poluentes emitidos (dioxinas, furanos, Pb, Hg, Cd, Ni, Cr, SOx, NOx) a efeitos carcinogênicos, mutagênicos e teratogênicos.
Reciclagem e economia circular	Ausência de etapa de triagem prévia de recicláveis; risco de enfraquecimento da cadeia de catadores da Baixada Santista, que respondia por cerca de 18% de reciclagem em 2018.

Discussão

A confrontação dessas questões com a literatura científica revela um quadro de convergências parciais, divergências pontuais e lacunas de evidência, mais do que uma confirmação ou refutação integral das afirmações do documento.

No tocante ao monitoramento, o Parecer critica a ausência de medições reais e a proximidade dos valores estimados aos limites legais. Xiong et al. [2], avaliando 500 amostras de PCDD/F ao longo de 168 horas de operação contínua, mostraram que as emissões variaram de 0,01 a 2,37 ng I-TEQ/Nm³, com apenas 44% dos valores abaixo do padrão chinês de 0,1 ng I-TEQ/Nm³, e que manter a temperatura de saída da fornalha acima de 800ºC, a pressão do leito acima de 13 kPa e o teor de oxigênio acima de 10% reduz eficazmente essas emissões. O achado corrobora em parte a preocupação do Parecer: o cumprimento dos padrões depende substancialmente de controle operacional contínuo e rigoroso, e não apenas da conformidade de projeto.

Quanto ao mecanismo específico apontado pelo Parecer — de que a operação em torno de 900ºC sem resfriamento brusco favoreceria maior formação de dioxinas e furanos na URE Valoriza Santos —, nenhum dos artigos consultados testou esse perfil térmico. Xiong et al. [2] indicam a temperatura de saída da fornalha como parâmetro relevante, mas não permitem confirmar nem afastar essa hipótese, que permanece não verificável com as evidências disponíveis.

Quanto aos riscos à saúde, os achados são mais suavizados do que o tom do Parecer sugere. Tang et al. [3] constataram, em solos no entorno de um incinerador na China, dioxinas abaixo dos padrões de controle de risco e riscos aceitáveis para a maioria dos metais, à exceção de níquel e cromo. Huang et al. [4], em 96 plantas de recuperação energética, encontraram índices de risco e de câncer geralmente abaixo dos limiares de referência, porém variáveis conforme a planta, apontando a triagem prévia, a altura das chaminés e o investimento na construção como fatores determinantes. Há aqui divergência de ênfase: enquanto o Parecer descreve os efeitos sanitários de forma categórica, a literatura indica que o risco é condicionado pela qualidade operacional e pela triagem. Nesse ponto específico o Parecer aponta de forma

cristalina sua ausência no Estudo de Impacto Ambiental. Ressalte-se que os contextos regulatório e operacional chineses não podem ser literalmente trazidos ao caso da Baixada Santista.

No que concerne às cinzas, a caracterização apresentada no Parecer encontra respaldo em Ghani et al. [5], que confirmaram, em cinzas de fundo de duas plantas italianas, concentrações relevantes de elementos potencialmente tóxicos(Cr, Ni, As, Cd, Pb) ao lado de elementos de base e de elementos críticos. Diverge-se quanto ao enquadramento: enquanto o Parecer trata as cinzas primordialmente como resíduo perigoso a terem destinação final adequada, aqueles autores discutem a possibilidade de recuperação desses metais como estratégia de economia circular, isto é, como matriz passível de valorização e economia de recursos primários.

O argumento de que a incineração compete e inibe o fomento à reciclagem encontra apoio em Mattson, Pettersen e Brattebø [6]: na Noruega, apesar da política formal de transição para a economia circular, a taxa de incineração de resíduos domiciliares subiu de 49% em 2009 para 65% em 2019, descontadas as perdas por triagem e a persistência de elevados volumes de material residual comprometendo o avanço da reciclagem. Embora o contexto norueguês não seja transponível à realidade dos catadores da Baixada Santista, o padrão sistêmico é compatível com a preocupação do Parecer.

No conjunto, a literatura não permite afirmar que a incineração de RSU seja intrinsecamente inviável, nem que os riscos apontados sejam infundados. Os estudos convergem ao mostrar que a formação de dioxinas e furanos, a presença de metais pesados nas cinzas e a tensão com a reciclagem são fenômenos documentados, mas que a magnitude do risco dependerá, de forma relevante, de fatores de governança: triagem prévia, controle operacional contínuo, transparência do monitoramento e articulação com políticas de reciclagem — precisamente os fatores que o Parecer aponta como insuficientemente tratados no EIA-RIMA.

Conclusões

A análise crítica das controvérsias apresentadas no Parecer Técnico da URE Valoriza Santos mostra que parte substancial delas encontra respaldo na literatura — a dependência do controle operacional contínuo para conter a formação de dioxinas e furanos, a presença de metais pesados nas cinzas e a tensão entre incineração e reciclagem —, ao passo que outras, como o efeito específico da ausência de resfriamento brusco na planta de Santos, não puderam

ser confirmadas nem refutadas. A gravidade sanitária atribuída de forma ampla e generalizada é apenas parcialmente sustentada, já que o risco é condicionado pela qualidade da triagem e da operação. Conclui-se que a sustentabilidade da incineração de RSU não decorre unicamente da tecnologia em si, dependendo também da transparência do monitoramento, do rigor operacional e da articulação com as políticas locais de reciclagem e economia circular.

Referências

1. Ecel Ambiental. Parecer Técnico – Análise do Estudo de Impacto Ambiental da URE Valoriza Santos. Santos: Ecel Ambiental; 2020.
2. Xiong S, Shang F, Chen K, Lu S, Tang S, Li X, et al. Stable and effective online monitoring and feedback control of PCDD/F during municipal waste incineration. Molecules. 2021;26(14):4290.
3. Tang L, Guo J, Li L, Wan R, Cui L, Liu A, et al. Contamination characteristics, coexistence relationships and health risk assessment of dioxins and metals in topsoil around municipal solid waste incinerator in Hainan, China. Front Environ Sci. 2022;10:898934.
4. Huang Z, Cui J, Boré A, Ma W, Zhang Z, Qiao Z, et al. Health risk assessment of municipal solid waste incineration emissions based on regression analysis. Eco-Environ Health. 2024;3(4):338-46.
5. Ghani J, Toller S, Dinelli E, Funari V. Impact and recoverability of metals from waste: a case study on bottom ash from municipal solid waste incineration plants. Front Environ Sci. 2023;11:1252313.
6. Mattson KR, Pettersen JB, Brattebø H. Incineration economy: waste management policy failing the circular economy transition in Norway. Resour Conserv Recycl. 2024;210:107838.