

RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: MITOS E FATOS SOBRE INCINERAÇÃO E OUTRAS FORMAS DE TRATAMENTO TÉRMICO

1ª Edição – set/2025



Realização:

Aliança
RESÍDUO
ZERO Brasil

Instituto **Pólis**

FICHA TÉCNICA

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Victor Hugo Argentino de Moraes Vieira

AUTORES

Elisabeth Grimberg

Pedro Souza Ferrão

Rafael Eudes Ferreira

Victor Hugo Argentino de Moraes Vieira

REVISÃO TÉCNICA

Carlos Alberto Mendes Moraes (NucMat/Unisinos)

Débora Machado de Souza (NucMat/Unisinos)

Genyr Kappler (NucMat/Unisinos)

Carlos Thadeu C. de Oliveira (Pimp My Carroça)

EDITORA DE ARTE E DESIGNER GRÁFICA

Maria Alice de Sá Queiroz

APOIO

GAIA - Global Alliance for Incinerator Alternatives

UMIFund - Urban Movement Innovation Fund



Esse trabalho foi possível pelo apoio do Urban Movement Innovation Fund, projeto patrocinado pela Rockefeller Philanthropy Advisors, e também por GAIA - Global Alliance for Incinerator Alternatives.

SUMÁRIO

Principais dados	04
Resumo	05
Introdução	07
Mito #1: “A queima de resíduos é segura e não gera poluentes atmosféricos de acordo com tecnologias atuais”	08
Mito #2: “A incineração é uma fonte renovável de energia”	12
Mito #3: “A incineração não compete com a reciclagem”	16
Mito #4: “As tecnologias de incineração vão gerar empregos verdes”	19
Mito #5: “A incineração é uma forma eficaz de mitigação de GEE”	22
Mito #6: “Incineração é melhor que aterro sanitário em termos de emissão de metano”	27
Mito #7: “A energia oriunda da incineração/tratamento térmico é barata”	31
Mito #8: “Europa, Estados Unidos e demais países incineram muito e por isso devemos copiá-los”	35
Mito #9: “A única forma de aproveitamento energético de RSU é a incineração”	42
Mito #10: “A incineração é necessária para trazer segurança energética e elétrica para o país. Estamos desperdiçando energia não aproveitando os resíduos”	44
Mito #11: “Co-processamento em cimenteiras é alternativa muito diferente da incineração para o RSU”	47
Mito #12: “A incineração é a solução para lixões e aterros no Brasil e não conflita com o trabalho de catadores”	50
Mito #13: “As plantas de tratamento térmico/incineração não geram impacto para a vizinhança”	52
Mito #14: “Os rejeitos sempre irão existir, e por isso devem ser incinerados”	54

PRINCIPAIS DADOS

- **Custo alto para os consumidores de energia:** os custos de capital (CAPEX) para construção de plantas de incineração variam entre R\$ 14.500 e R\$ 27.000 por kW, enquanto, para a energia solar, ficam entre R\$ 2.500 e R\$ 5.000 por kW. Isso significa que o mesmo investimento poderia gerar em média até 8 vezes mais energia se direcionado à energia solar²⁸.
- **Tecnologia mais cara por tonelada para tratar resíduos sólidos urbanos:** em países de renda média-alta, como o Brasil, a incineração custa de 3 a 10 vezes mais por tonelada (USD/tonelada) em comparação a reciclagem/compostagem ou aterro sanitário³¹.
- **Queimar desperdiça energia:** A reciclagem e a biodigestão preservam até seis vezes mais energia que incineração, pois evitam a extração e o processamento de novas matérias-primas, reduzindo significativamente o gasto energético.
- **Menos empregos, mais poluição:** a reciclagem semi-mecanizada pode gerar 321 empregos por 10000 toneladas por ano, enquanto que a incineração gera apenas 1,7 empregos por 10000 toneladas por ano¹⁸.
- **É a fonte de energia mais poluente:** a incineração pode emitir 1707 g CO₂eq/kWh²², enquanto que a matriz brasileira equivale a 88 g CO₂eq/kWh²³.
- **A incineração tem um alto impacto na saúde:** a incineração pode causar danos à saúde avaliados em 55 milhões de dólares por ano em um incinerador nos EUA⁵².
- **A falta de infraestrutura pode levar os incineradores ao fracasso financeiro:** pelo menos 53 incineradores encerraram suas atividades desde 2000 nos EUA⁴⁴.

RESUMO

ASPECTOS AMBIENTAIS

- Os incineradores são reconhecidas internacionalmente pela geração de poluentes tóxicos, capazes de produzir poluentes que podem acabar no meio ambiente ou no corpo das pessoas. Mesmo em países europeus, os níveis de PFAS na água e o nível de dioxinas em ovos de granjas próximos a incineradores excederam os limites ambientais estabelecidos na União Europeia⁴⁷. As tecnologias necessárias para tratar essas cinzas, conforme os padrões ambientais e de saúde exigidos internacionalmente, muitas vezes não estão acessíveis às economias em desenvolvimento.
- Incineração é umas das formas mais caras de se gerar energia, custando em média até 8 vezes mais que a energia solar, aumentando o custo da energia elétrica para os consumidores²⁸. Em relação aos dados globais, a incineração apresenta custos de geração de energia quase quatro vezes maiores que a energia solar e eólica, mais que o dobro do gás natural e 25% superiores aos da energia a carvão³⁰.
- A incineração compete com os esforços para implementação da reciclagem, compostagem, reuso – tecnologias que conseguem reduzir substancialmente a emissão de gases de efeitos estufa e gerar 200 vezes mais empregos. A reciclagem semi-mecanizada pode gerar 321 empregos por 10000 toneladas por ano, enquanto que a incineração gera apenas 1,7 empregos por 10000 toneladas por ano¹⁸.
- Os resíduos brasileiros possuem aproximadamente 43% de fração orgânica¹¹, tendo um teor de umidade maior que os resíduos de países desenvolvidos. Secar os resíduos gera custo e energia adicional para unidades de incineração, que poderiam estar sendo destinados à compostagem.

ASPECTOS ECONÔMICOS

- A União Europeia, usada como referência, tornou a incineração inelegível para financiamento em todas as definições mais recentes de medidas de concessão: Fundos de Transição Justa, Fundos Regionais, Taxonomia de Finanças Sustentáveis da UE, Fundos de Recuperação³⁸. E cerca de 9 países da União Europeia possuem uma taxa sobre a incineração de resíduos urbanos, enquanto que 5 países não possuem incineradores⁴².
- A mais recente revisão da ONU sobre a gestão de resíduos no mundo afirma que a incineração

waste-to-energy é a opção mais cara para tratamento dos resíduos urbanos. Em países de renda média-alta, como o Brasil, a incineração custa de 3 a 10 vezes mais por tonelada (USD/tonelada) em comparação à reciclagem/compostagem ou aterro sanitário³¹.

- A incineração de resíduos possui baixa eficiência na geração de eletricidade, convertendo apenas 20% a 25% da energia contida nos resíduos em eletricidade²⁰. No Brasil, onde a capacidade instalada do Sistema Interligado Nacional (SIN) já supera 200 GW⁵⁸, e os projetos de incineração atualmente previstos planejam queimar 9.875 ton/dia de resíduos para uma capacidade de 0,25 GW⁵⁹, equivalentes a 0,1% do atual cenário energético brasileiro. Portanto, a contribuição energética da incineração é insignificante para a segurança energética nacional. Além disso, o país já conta com uma matriz elétrica majoritariamente renovável²⁴, o que torna injustificável o uso de uma tecnologia poluente e pouco eficiente. Alternativas como reciclagem e biodigestão oferecem maior retorno energético e ambiental.
- Ainda que a incineração e outras soluções de tratamento térmico informem que são uma forma de aproveitamento energético, as soluções de reciclagem também são. Afinal, quando reciclamos materiais, estamos evitando que nova matéria-prima seja extraída e processada para suprir essa demanda, economizando todo gasto energético envolvido nesse processo. Um estudo da EPE demonstra que a reciclagem de resíduos secos, associada a biodigestão, tem um potencial de aproveitamento energético 6 vezes maior que a incineração¹².
- Devido aos altos custos de instalação e operação, muitos são os exemplos de falência financeira para esses empreendimentos. Nos Estados Unidos, 53 incineradores encerram suas atividades desde 2000⁴⁴.

ASPECTOS SOCIAIS

- Em países onde essa tecnologia está implementada, inúmeros são os casos de custos para saúde, meio ambiente e pequenos empreendimentos locais. Nos EUA, provou-se que a incineração reproduz práticas de racismo ambiental, visto que 8 em cada 10 incineradores estão instalados próximos à população negra, povos indígenas, imigrantes e população de baixa renda⁶.
- Devido ao alto custo de instalação e operação, os contratos de fornecimento de resíduos de 20 a 30 anos de incineradores limitam esforços de redução, reuso e reciclagem nas cidades onde a incineradora está operando^{36,37}. Além disso, os contratos de incineração costumam incluir cláusulas de garantia de volume, que obrigam o município a entregar uma quantidade mínima de resíduos ou pagar multas caso não o faça⁴⁵. Esse modelo transfere o risco econômico para a administração pública e contraria a ordem de prioridade da PNRS.
- A incineração tipo mass burn de RSU depende da queima do material reciclável, como – papel, plástico e têxteis – perpetuando uma economia linear e a nossa dependência pela extração de matéria-prima não renovável. Devido à necessidade de queimar plásticos, papel e papelão e têxteis pelo seu alto poder calorífico¹², essa tecnologia não deve ser considerada como geradora de “empregos verdes”, e compete com a transição justa de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis.

INTRODUÇÃO

A incineração é uma tecnologia de tratamento de resíduos que envolve a queima de resíduos comerciais, residenciais e perigosos. A incineração converte, através da queima, resíduos, incluindo papel, plásticos, e restos de alimentos, em calor para produzir eletricidade. Por isso, essa tecnologia é chamada pela indústria de *waste-to-energy* (da sigla WTE, ou em tradução livre, resíduos para energia). Adicionalmente à geração de energia, a incineração produz cinzas, dióxido de carbono (CO₂), poluentes atmosféricos e outros resíduos de tratamento.

Nos últimos anos, o setor de incineradores tentou expandir seu negócio comercializando suas instalações como *waste-to-energy* (WTE), usando alegações que não evidenciam todos os impactos gerados por essa tecnologia. E devido à oposição pública, aos riscos à saúde identificados e ao meio ambiente, aos altos custos, consideramos relevante elencar **14 Mitos e Fatos** sobre a incineração, trazendo argumentos que comprovam que esta tecnologia (e similares) é uma falsa solução, e informando comunidades locais, governos e ativistas sobre os riscos dessa tecnologia para suas cidades.

MITO #1

“A QUEIMA DE RESÍDUOS
É SEGURA E NÃO GERA POLUENTES
ATMOSFÉRICOS DE ACORDO
COM TECNOLOGIAS ATUAIS”

MITO #1

“As tecnologias de incineração vão gerar empregos verdes”

FATO

A incineração, assim como a queima de qualquer material, libera diversos gases relacionados à combustão e à transformação do carbono, a maioria deles extremamente tóxicos, tais como o dióxido de enxofre (SO₂), ácido clorídrico (HCl) e ácido fluorídrico (HF), além de óxidos de nitrogênio (NO_x), monóxido de carbono (CO), vapor d'água e dióxido de carbono (CO₂). Também são lançados gases que contribuem para o efeito estufa, e metais pesados, como cádmio, tálio, chumbo e mercúrio. Além disso, ocorre a liberação de substâncias cancerígenas e prejudiciais à reprodução, conhecidas como dioxinas e furanos, assim como hidrocarbonetos. Outro resíduo gerado pela incineração são as cinzas, que contêm materiais particulados (partículas finas e ultrafinas), representando riscos ao sistema respiratório, e já identificados como fonte de poluentes orgânicos persistentes em convenção ambiental internacional¹. Essas cinzas são tóxicas, e no caso do Brasil, demandam destinação para Aterros Classe I (destino para resíduos perigosos).

Nos incineradores mais novos, os dispositivos de controle de poluição do ar, como os filtros de ar, capturam e concentram alguns dos poluentes, mas não os eliminam. Os poluentes capturados restam para sempre, sendo transferidos para outros subprodutos como cinzas e escórias e lodo de tratamento de águas residuais, que são liberados frequentemente em aterros sanitários, a céu aberto ou em espaços subterrâneos^{2,3}. No entanto, mesmo os dispositivos modernos de controle de poluição, como os filtros de ar, não impedem o escape de emissões perigosas, como as partículas ultrafinas⁴. As cinzas tóxicas, quando dispostas em aterros sanitários, podem facilmente ser espalhadas pelo vento na forma de poeira fina para o ambiente no entorno³.

Portanto, além de demandar sistemas de controle e fiscalização ambiental extremamente rigorosos, situação inexistente em grande parte dos estados e municípios brasileiros, esses sistemas ainda não são suficientes para neutralizar totalmente os riscos existentes, principalmente para a população do entorno.

EXEMPLOS REAIS DE IMPACTOS NA SAÚDE DE COMUNIDADES VIZINHAS A INCINERADORES

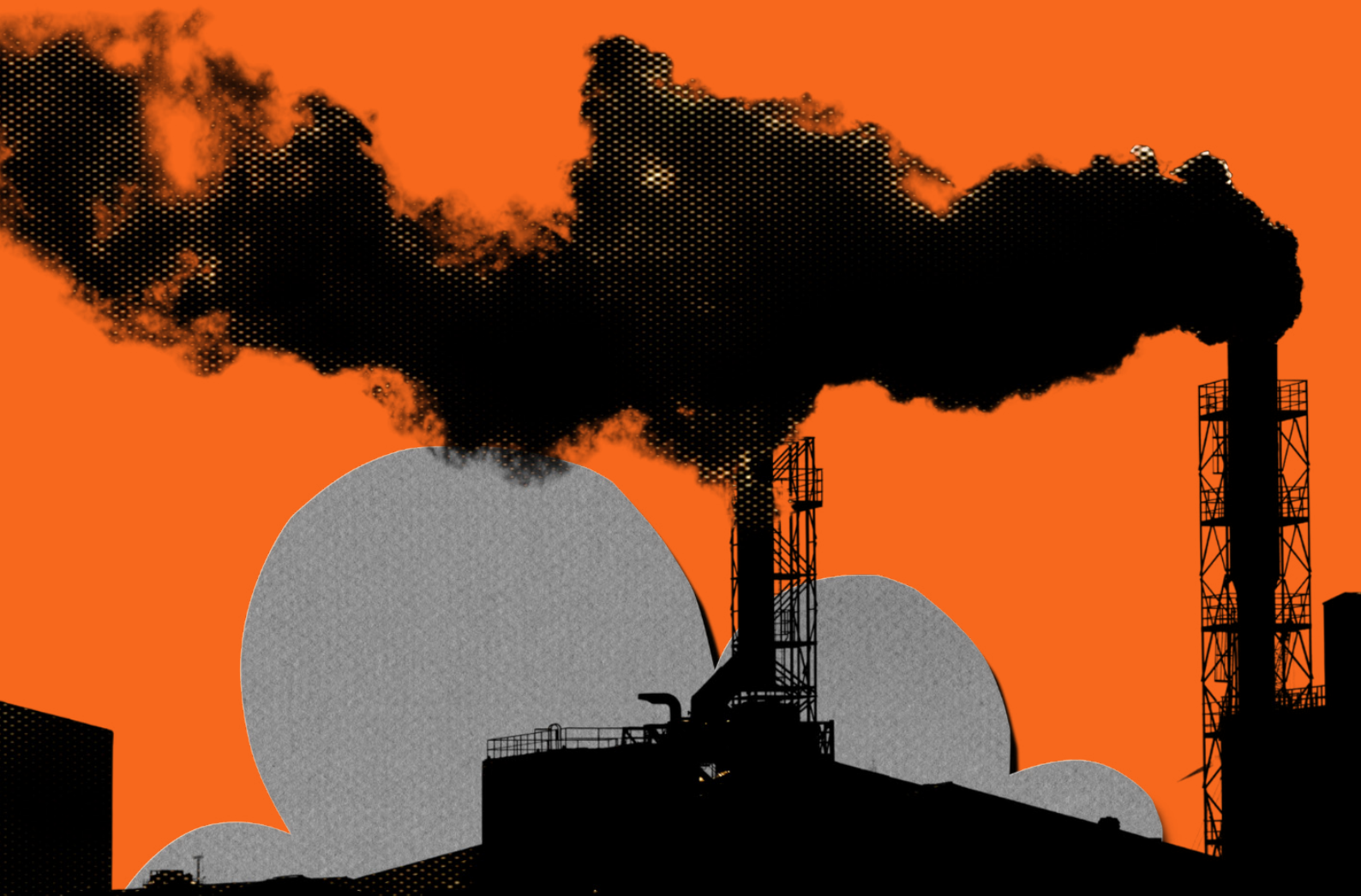
As partículas ultrafinas são produzidas a partir da queima de materiais (incluindo PCBs, dioxinas e furanos). Essas partículas podem ser letais, causando câncer, ataques cardíacos, derrames, asma e doenças pulmonares. Estima-se que as partículas transportadas pelo ar causem a morte de mais de 2 milhões de pessoas em todo o mundo a cada ano⁴. Em estudo de caso nos EUA, provou-se que a incineração reproduz práticas de racismo ambiental, marginalizando ainda mais comunidades, visto que 8 em 10 incineradores estão instalados próximos à população negra, povos indígenas, imigrantes e população de baixa renda^{5,6}.

Conforme amplamente abordado na literatura, a incineração de resíduos como forma de gerenciamento de resíduos pode ser associada a diversos riscos à saúde. Os impactos à saúde ocorrem devido à exposição de trabalhadores, comunidades próximas sujeitas ao contato com a poeira e cinzas resultantes da incineração, e alimentos contaminados (tanto os residentes que ingerem alimentos cultivados próximo de incineradores, quanto as populações mais distantes, que consomem alimentos transportados de áreas próximas a um incinerador, estão sujeitos à exposição)⁷.

Muitos incineradores mais antigos foram associados a neoplasias, problemas reprodutivos e outras doenças⁷. Com base em um princípio de precaução, não há evidências suficientes para concluir que qualquer incinerador seja seguro. Há alguma sugestão de que as tecnologias mais recentes de incineradores com cronogramas de manutenção robustos podem ser menos prejudiciais, mas as doenças decorrentes de exposições tendem a se manifestar somente após muitos anos de exposição cumulativa, portanto, é prematuro concluir que essas tecnologias mais recentes aumentam a segurança.

MITO #2

“A INCINERAÇÃO É UMA FONTE
RENOVÁVEL DE ENERGIA”



MITO #2

“A incineração é uma fonte renovável de energia”

FATO

Argumenta-se que a combustão de materiais como papel, papelão, madeira e resíduos alimentícios resultam em “carbono neutro”, por se tratarem de fontes de CO₂ biogênico⁸. Esses argumentos ignoram as evidências substanciais que mostram que as interrupções humanas nos ciclos naturais de carbono, como o desmatamento e a degradação do solo, desempenham um papel importante no aumento dos níveis de carbono na atmosfera^{9,10}. Portanto, o adequado em uma perspectiva da economia circular é que esses materiais e nutrientes retornem aos seus ciclos produtivos (e biogeoquímicos) originais, por meio da compostagem e reciclagem, reduzindo a demanda por matéria-prima virgem e recuperando solos.

PLÁSTICO É O NOVO CARVÃO: POR QUE QUEIMAR O RSU NÃO É A ROTA IDEAL

Um fator crucial para entender a viabilidade técnica de uma incineradora é através do conteúdo energético dos resíduos – ou seja, quão bem esse resíduo é queimado. Uma das formas de medir o potencial de queima dos materiais é através do Poder Calorífico Inferior (PCI).

Atualmente, devido à baixa recuperação de resíduos orgânicos na coleta municipal, aproximadamente 43,2% dos resíduos sólidos coletados nas cidades brasileiras e destinados para aterros sanitários são orgânicos¹¹. Mesmo sendo a maior fração, os resíduos orgânicos não possuem viabilidade para a queima, devido à alta umidade dessa fração e, por consequência, baixo PCI. Para queimar esses resíduos, é necessária uma etapa prévia de secagem, aumentando ainda mais os custos associados à incineração.

Em relação aos plásticos, que possuem origem predominantemente fóssil, estes possuem alto PCI, e por isso, seu uso em incineradores são altamente demandados. Conforme dados do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA), os plásticos constituem 15,3% dos resíduos coletados no Brasil¹¹. Adicionalmente, a sua queima libera uma série de substâncias químicas tóxicas, incluindo dioxinas, furanos, ácido clorídrico e dióxido de enxofre. No fim, queimar plástico é o mesmo que queimar petróleo.

A viabilidade da incineração dos resíduos sólidos urbanos (RSU) depende diretamente do poder calorífico inferior (PCI), indicador da energia liberada durante a combustão. Nesse contexto, resíduos com PCI inferior a 1.675 kcal/kg não apresentam viabilidade técnica para incineração. Na faixa entre 1.675 e 2.000 kcal/kg, a queima só é possível mediante pré-tratamentos que aumentem o valor energético. Já quando o PCI é superior a 2.000 kcal/kg, a queima é considerada autossustentada em incineradores mass burn¹³.

De acordo com estudo de 2014 da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), dada a composição gravimétrica do RSU brasileiro, para um valor de PCI médio de 2.000 kcal/kg, seria necessário queimar uma fração de 86,5% de resíduos recicláveis provenientes do papel e plástico, toda matéria orgânica seria consumida, e os vidros e metais seriam considerados inertes, constituindo as cinzas da fornalha do incinerador caso não separados previamente¹³.

Portanto, a incineração frequentemente depende da queima de materiais recicláveis, sobretudo papel e papelão, que possuem maior poder calorífico. Essa prática acaba competindo diretamente com a cadeia de reciclagem e reuso, limitando os esforços para ampliar a recuperação de materiais e a economia circular no país.

Tabela 1: Valores do Poder Calorífico Inferior (PCI) de materiais encontrado no RSU:

Componente	PCI Individual (kcal/kg)
Plásticos	6.301
Borracha	6.780
Couro	3.629
Têxteis	3.478
Madeira	2.520
Alimentos	1.311
Papel	4.033

Fonte: EPE, 2014¹².

MITO #3

“A INCINERAÇÃO NÃO COMPETE
COM A RECICLAGEM”



MITO #3

“A incineração não compete com a reciclagem”

FATO

A queima desses materiais para gerar eletricidade cria uma demanda por “resíduos” para manter a produção elétrica e desestimula os esforços tão necessários para conservar recursos, prevenir a geração de resíduos, produzir bens com maior durabilidade e incentivar a reciclagem, reutilização e a compostagem. Na Noruega, a capacidade instalada de incineração estagnou as taxas de reciclagem por 10 anos e aumentou a emissão de CO₂ para o mesmo período¹⁴. O mesmo ocorreu na Suécia durante o período de 2006 a 2015, onde as taxas de reciclagem estagnaram devido à ampliação da incineração no país, visto que ambas tecnologias competem pelo mesmo material¹⁵.

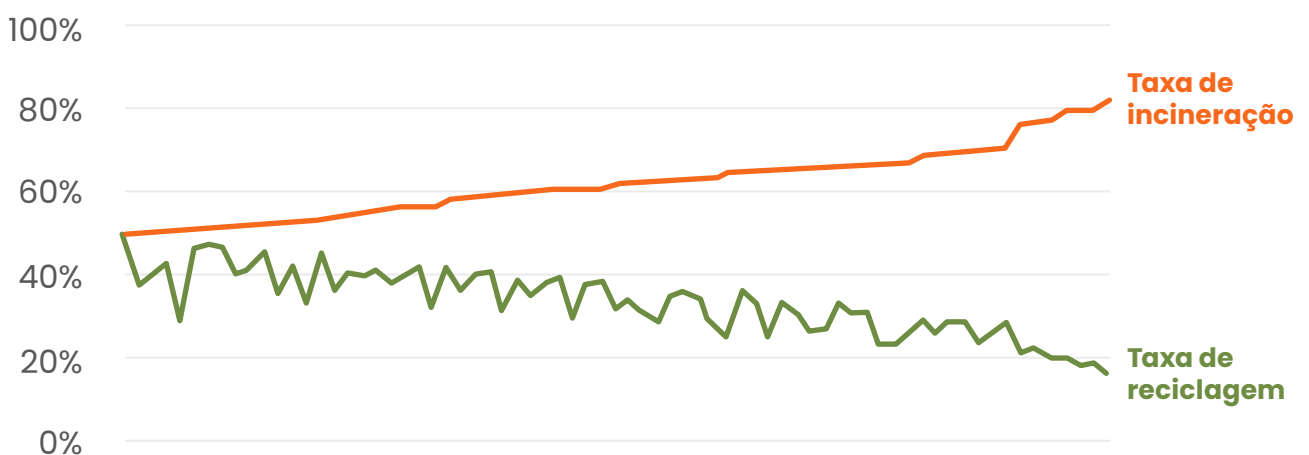
Para o caso dos plásticos, como dois terços das suas emissões se encontram na fase de produção, muitos consideram o plástico como o novo carvão¹⁵. Conforme dados do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA), os plásticos constituem 15,3% dos resíduos coletados no Brasil, e 77,8% dos resíduos atualmente descartados no Brasil potencialmente podem ser reutilizados, reciclados e compostados¹¹, mas acabariam gerando perdas econômicas e danos ambientais à sociedade caso incinerados.

Em países europeus, a sobrecapacidade de operação dessa tecnologia impede que a reciclagem e o reuso ganhem escala¹⁶. Embora alguns países com incineradores apresentem avanços nas taxas nacionais de reciclagem, esse dado pode ser enganoso ao se observar a realidade local. Em muitos casos, as médias nacionais são infladas por cidades que investem fortemente em reciclagem e compostagem, enquanto outras, que utilizam incineração como principal forma de destinação de resíduos, apresentam índices significativamente mais baixos. A Figura 1 apresenta

o caso do Reino Unido, evidenciando que a elevada taxa nacional de reciclagem mascara disparidades regionais. Regiões que adotam a incineração como principal forma de destinação de resíduos apresentam níveis substancialmente inferiores de reciclagem e compostagem em comparação às demais áreas do país¹⁷. Adicionalmente, dados do governo britânico mostram que nenhum dos nove distritos que mais incineram está entre os 100 distritos com maior índice de reciclagem¹⁸.

Figura 1: Taxas de tratamento de RSU no Reino Unido.

Taxas de tratamento de resíduos municipais para regiões inglesas com taxas de incineração acima da média em 2022/23



Fonte: UKWIN, 2024¹⁷.

MITO #4

“AS TECNOLOGIAS DE INCINERAÇÃO
VÃO GERAR EMPREGOS VERDES”



MITO #4

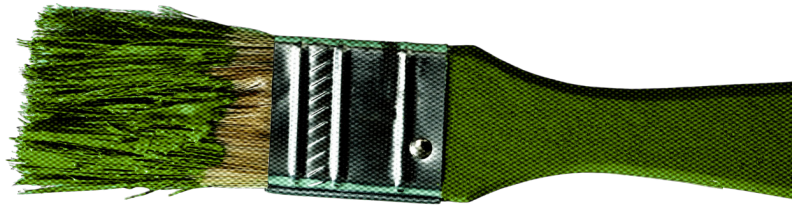
“As tecnologias de incineração vão gerar empregos verdes”

FATO

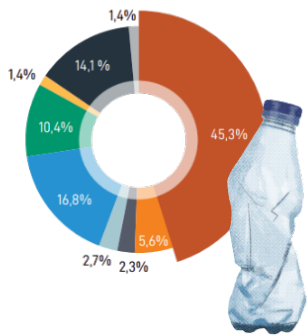
Os impactos negativos gerados pela incineração somados à destruição de matérias-primas e produtos pós-consumo de origem fóssil faz com que os empregos gerados no setor não sejam verdes. Ao passo que a intensificação da economia com base na coleta seletiva, reciclagem, compostagem, conserto e reuso de produtos e materiais pode criar até 200 vezes mais postos de trabalho que incineradores e aterros sanitários. O potencial de criação de empregos da incineração de resíduos é consistentemente baixo, sustentando uma média de 1,7 empregos/10.000 ton.ano¹⁸. E em um incinerador proposto na África do Sul, a taxa de empregabilidade seria de apenas 0,7 emprego/10.000 ton.ano¹⁸. Já soluções de reparo e remanufatura podem gerar 404 empregos/10.000 ton.ano e soluções de reciclagem semi-mecanizada podem gerar 321 empregos/10.000 ton.ano¹⁹. Está comprovado que as atividades como a compostagem e reciclagem promovem a preservação de ecossistemas, diminuição do consumo de energia, água e matérias-primas e redução de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), contribuindo para a transição para uma economia de baixo carbono¹⁹.

CARBONO VERDE, EMPREGO VERDE, RESÍDUO VERDE?

Porque essas alegações podem ser problemáticas e levar ao greenwashing.



O CASO DOS PLÁSTICOS

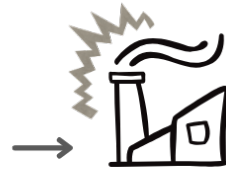


O RSU brasileiro possui plásticos de forma considerável na sua composição - que são materiais de origem fóssil



Adicionalmente, na sua queima são emitidos substâncias químicas tóxicas, incluindo dioxinas, furanos, ácido clorídrico e dióxido de enxofre

Ao queimar os plásticos em incineradores, é liberado CO₂ de origem fóssil, não garantindo que esses empreendimentos sejam geradores de "carbono verde" ou responsáveis por uma transição energética



Economia linear e perpetua a produção de plástico virgem



Uma melhor alternativa para os plásticos que conservam mais carbono se dá através da redução de produção dos plásticos problemáticos, a substituição por materiais alternativos e reciclagem e reuso não tóxico



O CASO DOS VIDROS E METAIS



Os vidros e metais não conseguem ser fundidos na temperatura de operação das incineradores para geração de energia e calor. Em muitos casos, esses materiais são enterrados com cinzas devido a sua periculosidade



Com a segregação na fonte, os vidros e metais podem ser reciclados - em especial destaque as altas taxas de reciclagem do alumínio e os benefícios ambientais da utilização do vidro em embalagens retornáveis



MITO #5

“A INCINERAÇÃO É UMA FORMA EFICAZ DE MITIGAÇÃO DE GEE”

MITO #5

“A incineração é uma forma eficaz de mitigação de GEE”

FATO

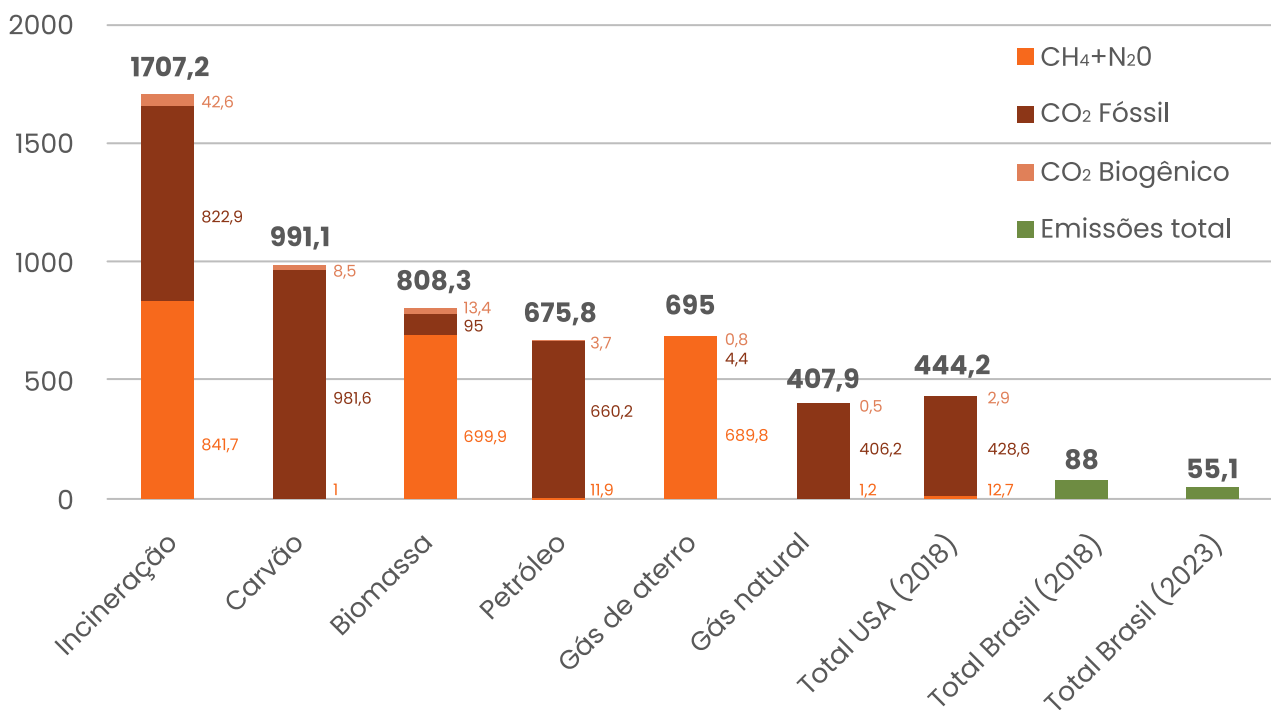
Os incineradores têm melhor desempenho em cidades onde o calor residual pode ser usado em uma rede de aquecimento doméstico e urbano, o que não corresponde à realidade climática da maior parte do Brasil, que possui clima predominantemente tropical e subtropical e baixa ou nenhuma demanda por aquecimento. Já em países europeus, onde o inverno exige sistemas robustos de calefação, esse calor substitui fontes como carvão e petróleo. Na Europa, as instalações de incineração destinadas unicamente à geração de calor podem apresentar eficiência energética semelhante àquela obtida pela queima de gás natural, porém com até duas vezes mais emissões de CO₂²⁰.

Além disso, a queima de resíduos, especialmente plásticos, agrava significativamente a crise climática: cada tonelada de plástico incinerada gera, em média, 1,43 toneladas de CO₂ equivalente²¹. A incineração pode ser responsável por emitir 1707,2 g CO_{2eq}/kWh na geração de energia elétrica²², sendo essa mais intensiva em carbono do que a atual matriz energética brasileira, equivalente a 88 g CO_{2eq}/kWh em 2018²³ e 55,1 g CO_{2eq}/kWh em 2023²⁴, conforme a Figura 2.

E quando comparado os impactos em relação ao aquecimento global a longo prazo, é possível observar que soluções resíduo zero como separação na fonte e reciclagem de resíduos secos e orgânicos é mais efetiva que a incineração. Um estudo da Aliança Global para Alternativas à Incineração (GAIA) analisou as emissões de gases de efeito estufa até 2060 em Barueri-SP, onde se é planejado a instalação de uma incineradora para queimar 100% dos resíduos do município. Ao projetar os impactos climáticos no longo prazo, o estudo

comprovou que práticas resíduo zero promovem um ganho de 40% na redução do aquecimento climático até 2060 em comparação com a incineração, sendo essa diferença equivalente a retirar 650 mil carros das ruas por um ano²⁵.

Figura 2: Emissões na produção de energia elétrica por tecnologia e emissões médias brasileiras (em g CO_{2eq}/kWh)



Fonte: Adaptado de Tangri, 2023²², EPE, 2024²³, e EPE, 2019²⁴. Os dados de Tangri, 2023 apresentam a pegada de carbono detalhada por tecnologia, enquanto que os dados da EPE apresentam uma média da matriz energética brasileira que possui um portfólio diversificado e predominantemente renovável.

SÃO PAULO CONSEGUE SE TORNAR UMA CIDADE LÍDER RESÍDUO ZERO

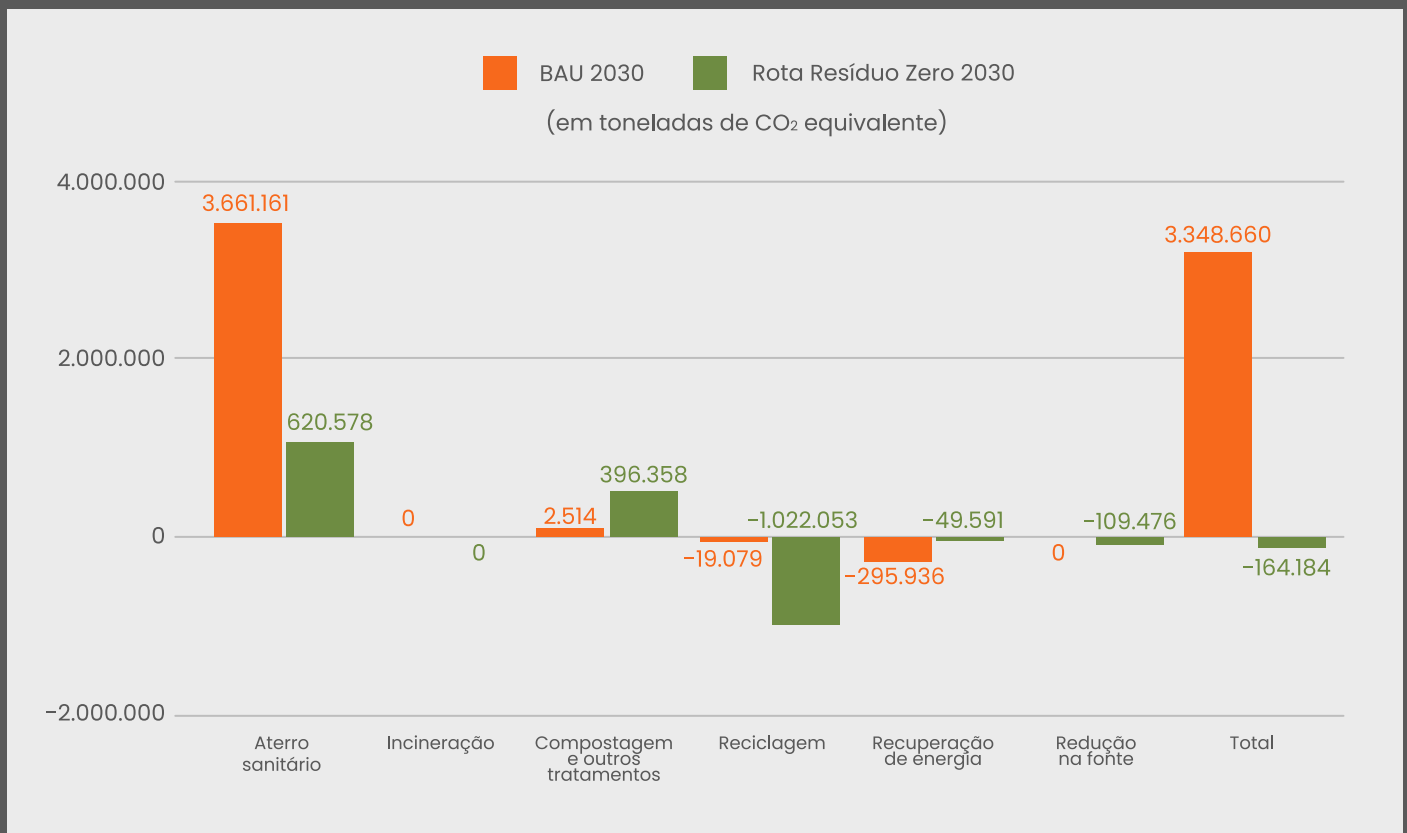
Potencial de Redução de GEE em um Cenário Rota Resíduo Zero de 105% e 3.512.844 toneladas de CO_{2eq} evitados por ano em 2030

Atualmente, a cidade de São Paulo destina aproximadamente 97% dos resíduos oficialmente rastreados para aterros sanitários, e a cadeia de reciclagem da cidade existe majoritariamente devido ao trabalho de catadores e catadoras. Com este cenário, uma crescente oferta pela implementação de tecnologias de incineração surgem para gestores públicos, em contraste a soluções resíduo zero que podem mitigar a crise climática e garantir mais postos de trabalho¹⁵.

Em 2030, São Paulo consegue reduzir as emissões de metano em aterros sanitários em 83% se:

- Desviar os resíduos enviados para aterros em 68%;
- Não investir em incineração de RSU;
- Desviar 80% dos resíduos orgânicos de aterros sanitários através da expansão da compostagem e do tratamento mecânico-biológico;
- Incentivar a inclusão produtiva de catadores(as) e a expansão da reciclagem informal, capturando 715.980 toneladas adicionais de recicláveis secos por ano;
- Evitar 27.327 toneladas de embalagens plásticas com a proibição de plásticos de uso único, já conhecidos pela baixa reciclabilidade e pela poluição no meio ambiente e na saúde humana.

Figura 2: Estimativa de emissões de GEE para a cidade de São Paulo em 2030 no cenário Business as Usual (BAU) e Rota Resíduo Zero



Fonte: GAIA, 2022¹⁵.

MITO #6

“INCINERAÇÃO É MELHOR QUE
ATERRO SANITÁRIO EM TERMOS
DE EMISSÃO DE METANO”



MITO #6

“Incineração é melhor que aterro sanitário em termos de emissão de metano”

FATO

Incineradores conseguem reduzir a quantidade de metano emitida em comparação aos aterros sanitários, porém outras tecnologias conseguem alcançar um melhor resultado sem as externalidades negativas da incineração. A separação na fonte com coleta seletiva e compostagem de resíduos orgânicos pode reduzir em 62% as emissões de metano dos aterros sanitários. Em cenários de alta ambição, a recuperação mecânica, o tratamento biológico de rejeitos e o uso de coberturas biologicamente ativas em aterros são medidas complementares eficazes; quando combinadas com a coleta seletiva de orgânicos, essas estratégias podem reduzir as emissões de metano em até 95% em média¹⁵. Além disso, na incineração, é preciso dedicar recursos para destinar as cinzas e a escória para Aterros Sanitários Classe I (resíduos tóxicos), que ainda pode ser até 30% de todo resíduo gerado²⁶.

INCINERADORES VS ATERROS SANITÁRIOS: PORQUE ESSA PERSPECTIVA LIMITA AS POSSIBILIDADES DE ESFORÇOS PARA REDUÇÃO DA EMISSÃO DE METANO

Propostas de incineradores — assim como iniciativas para centralizar e privatizar os sistemas de gestão de resíduos — costumam ser apresentadas como a única solução possível diante do aumento no volume de resíduos.

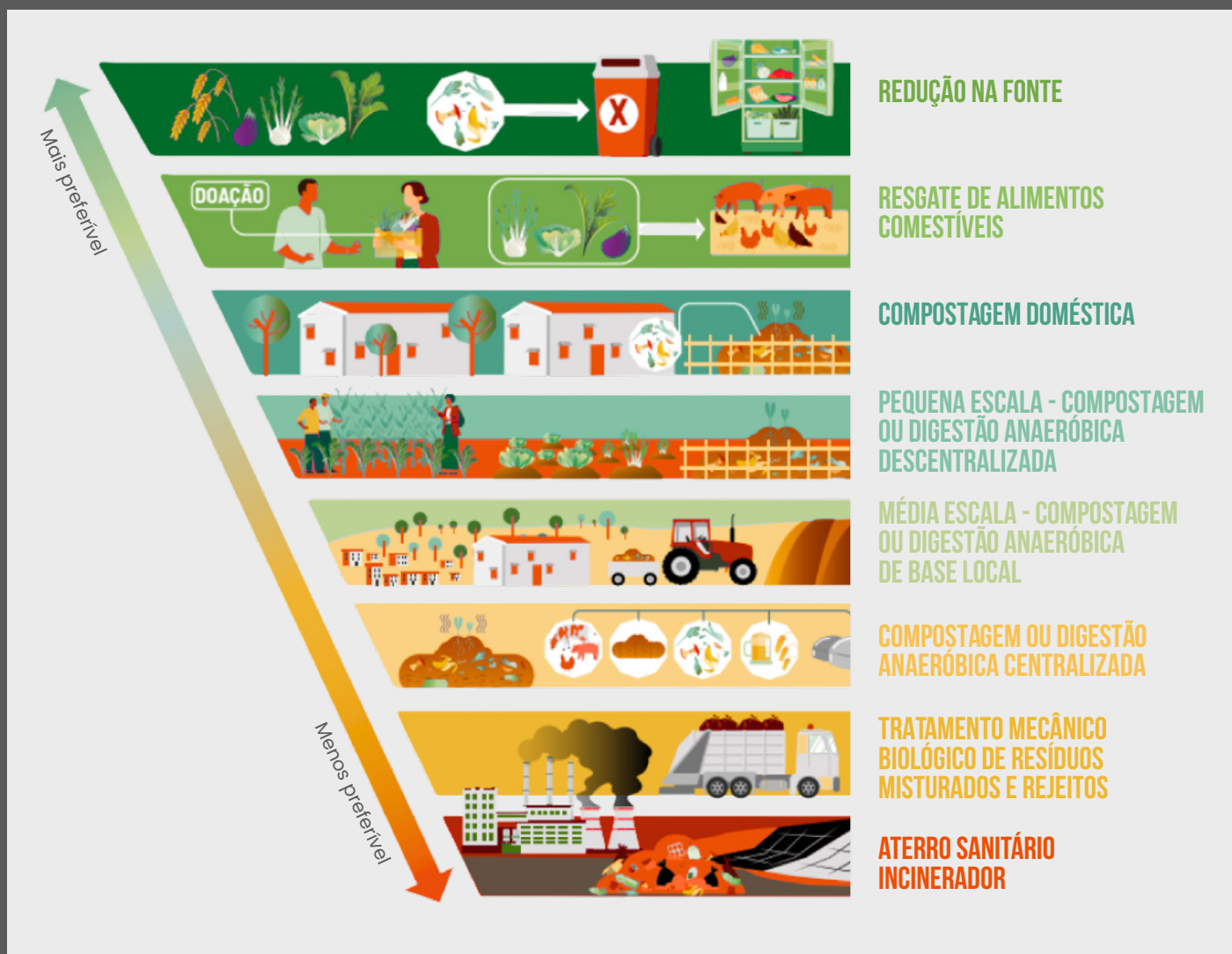
Os gestores públicos, com a crescente demanda por apresentarem uma rápida solução para os resíduos, têm recebido uma demanda crescente pela implementação de tecnologias como a incineração, com a argumentação de geração de energia limpa e diminuição de resíduos enviados para aterros sanitários.

A natureza e o alto custo das usinas de incineração exigem contratos de longo prazo, geralmente de no mínimo 20 anos, para unidades com vida útil média de 40 anos. Alguns países da UE investiram demasiadamente em instalações de incineração e, em seguida, se comprometeram com contratos de longo prazo (40 a 50 anos) com os incineradores, que exigem um fluxo constante de resíduos 24 horas por dia para continuar funcionando²⁷.

Outras alternativas não apenas custam uma fração do valor necessário para construir e operar incineradores, como também geram muito mais empregos e poluem significativamente menos. Em especial, programas de separação na origem — em que os próprios domicílios separam recicláveis e resíduos orgânicos — têm o potencial de desviar até 90% dos resíduos domiciliares da disposição final, ou seja, aterros sanitários e incineradores. Um desempenho que os incineradores simplesmente não conseguem alcançar.

Portanto, existem alternativas mais sustentáveis e eficazes. Soluções que não envolvem incineração podem ser amplas, eficientes no tratamento dos resíduos de grandes centros urbanos e viáveis mesmo em países em processo de industrialização, com recursos limitados.

Figura 3: Alternativas ao aterro sanitário e à incineração para os resíduos orgânicos



Fonte: GAIA, 2022¹⁵.

MITO #7

“A ENERGIA ORIUNDA DA
INCINERAÇÃO/TRATAMENTO
TÉRMICO É BARATA”

MITO #7

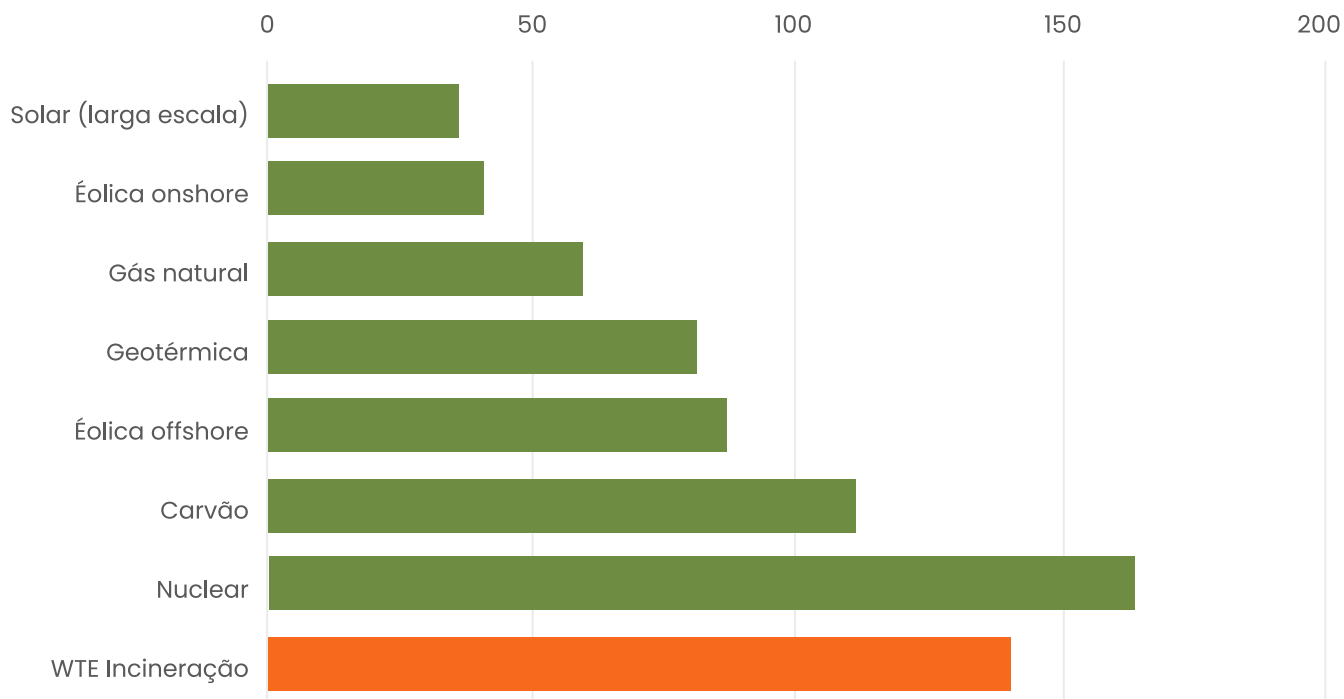
“A energia oriunda da incineração/tratamento térmico é barata”

FATO

Segundo dados incluídos no Plano Decenal de Energia (PDE) 2031, a incineração de RSU, depois da nuclear, é a que possui o mais alto CAPEX (despesa de capitais, em tradução livre) na relação R\$/kW, variando de 14.500 a 27.000 R\$/kW. A título de comparação, a solar varia de 2.500 a 5.000 R\$/KW, a eólica onshore entre 3.200 e 5.5000 R\$/kW, e a biomassa varia de 2.000 a 5.500 R\$/kW. Portanto, é possível concluir que custa em média até 8 vezes mais implementar tecnologias de incineração em comparação à solar²⁸.

O alto custo da incineração pode ser confirmado na compra de energia elétrica no Brasil oriunda desta fonte. O Leilão de Energia Nova (LEN) A-5 de 30/09/2021 contratou, pela primeira vez, a geração de energia através da incineração de RSU para o município de Barueri, São Paulo. O projeto prevê uma potência contratada de 20 MW com a energia, a garantia física contratada a 16 MW médio, com um período contratual de 20 anos, e o preço médio de R\$ 549/MWh²⁹. Quando comparado com as outras fontes de energia do próprio leilão, o valor da geração de energia elétrica através da incineração mass burn é três vezes mais cara que eólica e solar. O preço médio contratado no mesmo leilão para eólica foi de R\$ 160,4/MWh, enquanto o preço médio para solar fotovoltaica foi de R\$ 166,9/MWh²⁹.

Em relação a dados globais associados ao custo de geração de energia, a incineração *waste-to-energy* (WTE) custa quase quatro vezes mais do que a energia solar e a energia eólica (em terra), e mais do que o dobro do gás natural, conforme a Figura 4. Adicionalmente, a incineração WTE é ainda mais cara do que a energia a carvão em 25%³⁰. E a incineração também é a solução mais custosa para a gestão de RSU - três vezes mais que o aterro sanitário e cinco vezes mais que a reciclagem e compostagem¹⁵.

Figura 4: Custo de geração de energia nivelado em escala global (USD/MWh)

Fonte: GAIA, 2021³⁰.

Quando olhamos a partir da perspectiva do tratamento dos RSU as tecnologias de incineração e tratamento térmico (*waste-to-energy*) também não fazem sentido economicamente. A mais recente revisão da ONU sobre a gestão de resíduos no mundo afirma que essas tecnologias são a opção mais cara para tratamento dos resíduos urbanos. Em países de média-alta renda, como o Brasil, a incineração custa de 3 a 10 vezes mais por tonelada (USD/tonelada) em comparação com a reciclagem/compostagem³¹. O mesmo cenário se repete na Europa, onde é pelo menos 3 vezes mais caro construir uma planta *waste-to-energy*, e entre 3 e 10 vezes mais caro para operá-la (Tabela 2).

Tabela 2: Custos médios para diferentes tecnologias de destinação de RSU no mundo.

Tecnologia	Países de média-alta renda ³¹	Europa ³²	
	Total (USD/tonelada)	CAPEX (USD/tonelada)	OPEX (USD/tonelada)
Incineração (<i>waste-to-energy</i>)	60 - 150	245 - 1750 (538)	13 - 198 (65)
Compostagem*	5 - 50	29 - 600 (211)	6 - 79 (43)
Unidades de triagem e reciclagem*		100 - 179 (158)	40
Aterro sanitário	25 - 65	-	-
Tratamento Mecânico-Biológico (TMB)*	-	40 - 488 (261)	15 - 88 (42)

Fonte: Elaborado pelos autores com base em PNUMA, 2024³¹ e base de dados do EPEM, 2011³². Dados apresentados em min-máx (média). *Os dados referentes ao caso europeu para a tecnologia de compostagem incluem unidades isoladas ou integradas a TMBs. Os dados referentes a tecnologia de TMB representam uma combinação de diversos processos, podendo incluir unidades de compostagem e triagem para reciclagem.

MITO #8

“EUROPA, ESTADOS UNIDOS E
DEMAIS PAÍSES INCINERAM MUITO
E POR ISSO DEVEMOS COPIÁ-LOS”



MITO #8

“Europa, Estados Unidos e demais países incineram muito e por isso devemos copiá-los”

FATO

É importante reconhecer que, especialmente na Europa, a incineração de resíduos teve um crescimento significativo nas últimas décadas, em grande parte como resposta às restrições de envio de resíduos a aterros, impostas pela Landfill Directive de 1999³³. Essa diretiva, ao exigir a redução progressiva do envio de resíduos biodegradáveis a aterros, não determinava qual tecnologia deveria ser priorizada, permitindo que tanto a reciclagem quanto a incineração se expandissem como alternativas.

Com o tempo, entretanto, diversos países europeus passaram a reconhecer os limites e impactos da incineração, sinalizando a necessidade de reavaliar suas estratégias e redirecionar esforços para soluções mais sustentáveis. Nesse contexto, a Waste Framework Directive (2008/98/EC) representou um avanço, pois, ao reforçar a hierarquia de resíduos e introduzir metas obrigatórias de reciclagem de resíduos secos e orgânicos, passou a favorecer essa rota tecnológica em detrimento da incineração³⁴. Posteriormente, a revisão de 2018 da Waste Framework Directive elevou as metas de reciclagem para 55% até 2025, 60% em 2030 e 65% em 2035, consolidando a transição para uma economia para longe da destruição dos materiais³⁵. Nesse sentido, o Brasil tem a oportunidade de aprender com essas experiências e evitar repetir os mesmos equívocos, adotando desde já caminhos mais alinhados com os princípios da não geração de resíduos e da justiça ambiental.

No longo prazo, a implantação destas unidades são um grande risco para a cidade. A instalação de incineradores pode gerar impactos negativos significativos devido ao chamado efeito lock-in,

que ocorre quando investimentos elevados em infraestrutura tornam econômica e politicamente difícil a transição para alternativas mais sustentáveis. Esses sistemas demandam contratos de longo prazo e volumes constantes de resíduos para manter a viabilidade financeira, o que desincentiva políticas de redução, reuso e reciclagem³⁶, criando uma dependência estrutural da geração contínua de resíduos. Os contratos que os municípios estabelecem com incineradores podem durar pelo tempo de vida útil dessas instalações, sendo de 20 a 30 anos, competindo com o mercado de reciclagem³⁷.

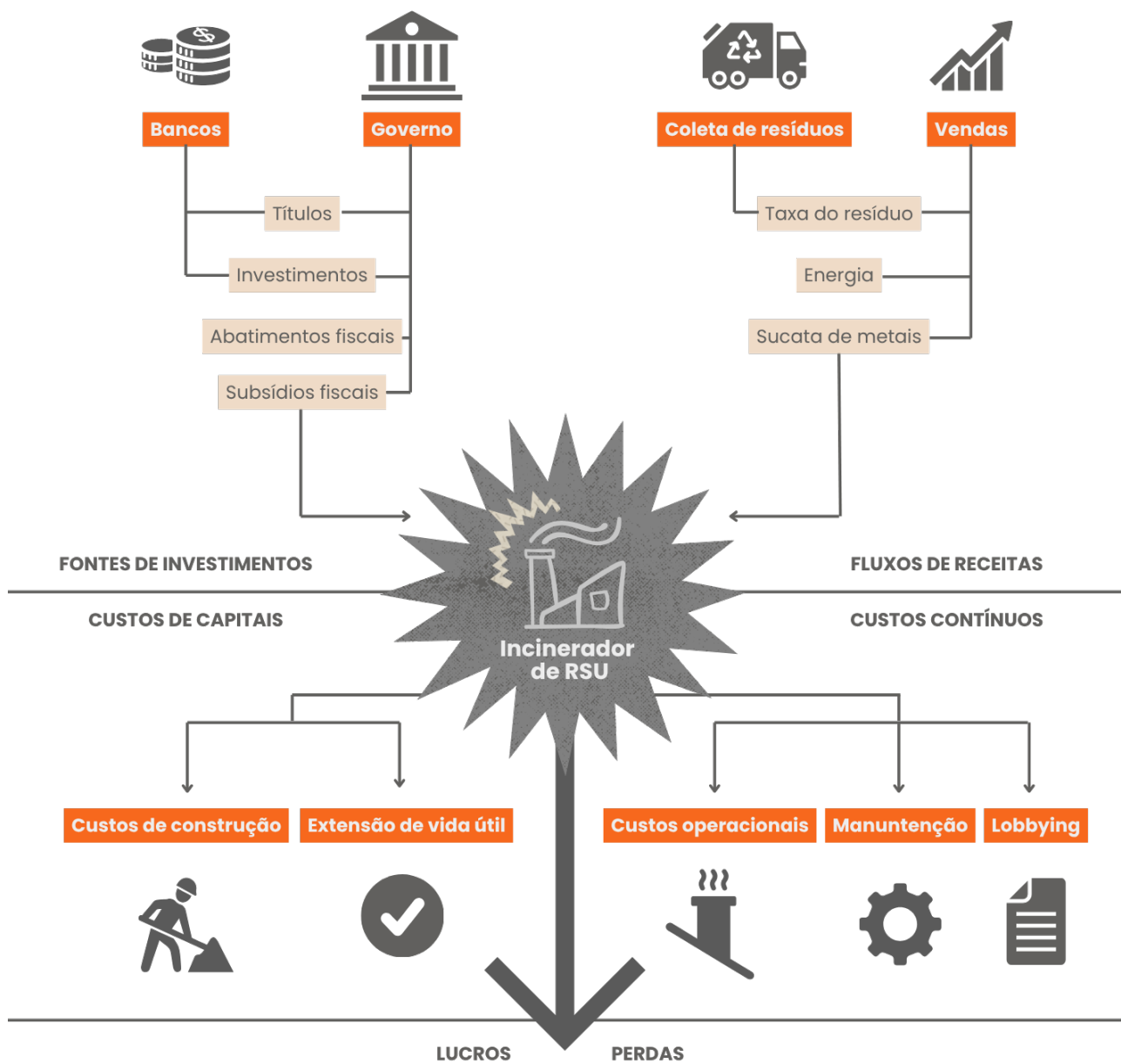
Por conta de todas as externalidades negativas associadas à incineração, as instituições da União Europeia (UE) tornaram a incineração inelegível para financiamento em todas as definições mais recentes de medidas de concessão: Fundos de Transição Justa, Fundos Regionais, Taxonomia de Finanças Sustentáveis da UE, Fundos de Recuperação³⁸. No caso da Taxonomia Europeia, a incineração foi citada como exemplo de não cumprimento do princípio de “não prejudicar significativamente” o ambiente, também conhecido por DNSH (a sigla em inglês para ‘Do No Significant Harm’).

Além da remoção de fundos sustentáveis, devido à emissão de GEE e da queima de combustíveis fósseis, países proativamente inseriram a incineração de resíduos no Sistema de Comércio de Emissões da UE (EU ETS) para taxar o CO₂ emitido^{39,40}. A Noruega impôs, desde janeiro de 2025, uma taxa de 908 NOK por tonelada de CO₂ emitido em incineradores⁴¹. Ao todo, 9 países da União Europeia possuem uma taxa sobre a incineração de resíduos urbanos, países onde as taxas de reciclagem são as mais altas da Europa, e outros 5 países não possuem incineradores⁴².

O incinerador em funcionamento em Copenhague, usualmente utilizada como referência, tem enfrentado críticas por superdimensionamento, problemas financeiros e contradições com metas ambientais, já que depende da importação de

resíduos para operar plenamente⁴³. Nos Estados Unidos, 53 incineradores encerraram suas atividades desde 2000⁴⁴, majoritariamente devido a condições econômicas⁶. Esse cenário levou a um aumento na oferta dessa tecnologia em países como Brasil, que possuem maiores desafios na regulação e fiscalização da poluição. A Figura 5 evidencia fluxos financeiros comumente encontrados para uma incineradora de RSU.

Figura 5: Estrutura financeira de uma incineradora de RSU



Fonte: Adaptado de Baptista, A. I. et al, 2019⁶.

Os contratos de incineração costumam incluir cláusulas relacionadas à garantia de volume mínimo, que obrigam o município a entregar uma quantidade mínima de resíduos à planta, sob pena de pagar multas ou tarifas adicionais caso esse volume não seja atingido⁴⁵. Esse modelo transfere o risco econômico do empreendimento para o poder público e cria um incentivo perverso e injusto: ao invés de estimular a redução, a reciclagem e a compostagem, que estão no topo da ordem de prioridade definida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), força as administrações locais a manterem ou até ampliarem a geração de resíduos destinados à queima, sob pena de sofrerem prejuízos financeiros diretos^{6,18}.

A cidade de Honolulu, Havaí, pagou, entre os anos de 2013 a 2016, US\$ 6,2 milhões para cobrir as toneladas que não foram incineradas e as perdas de receita de eletricidade da incineradora local⁶. Em Baltimore/USA, no ano de 2019, a incineradora local entrou com uma ação contra o condado por violar seu contrato ao não enviar resíduos suficientes para suas instalações e alegando que os réus causaram mais de US\$ 32 milhões em danos⁶. Em casos similares na Espanha, Reino Unido e Estados Unidos, gestores públicos lidam com contratos que desfavorecem o reúso, a reciclagem e a compostagem¹⁸.

A REALIDADE DE OUTROS INCINERADORES PELO MUNDO: APRENDENDO COM AS CONSEQUÊNCIAS PARA NÃO REPETIR OS ERROS

- Nos Estados Unidos, entre 2000 e 31 de dezembro de 2024, 53 incineradores de resíduos encerraram suas atividades⁴⁴, majoritariamente devido a condições econômicas⁶. Apesar de diversas tentativas de construir novos incineradores de resíduos, nenhum novo incinerador foi construído em um novo local no país desde 1995⁴⁴.
- Dos incineradores em operação nos Estados Unidos, 21 de um total de 73 incineradores cometeram 126 violações sujeitas a notificação federal⁶.
- Em 2025, governo de Maryland decide remover subsídios de incineradora WTE em Baltimore destinados para soluções de energia limpa e renovável⁴⁶.
- Em Paris, foram encontradas substâncias químicas tóxicas em escolas e parques próximos a uma incineradora WTE, conforme relatório de 2025⁴⁷.
- Na Espanha, os níveis de dioxina em ovos localizados próximos à incineradora WTE de Zubieta foram os mais altos registrados na Europa em 13 anos, conforme relatório de 2025⁴⁸.
- Nos Países Baixos, os níveis de substâncias per e polifluoroalquil (PFAS) na água de valas atingiram 138 vezes acima dos limites holandeses de água potável, e as dioxinas nos ovos próximos a uma incineradora excederam os limites da UE, conforme relatório de 2025⁴⁹.
- Uma investigação conduzida na Índia em 2024 aponta a incineradora WTE de Okhla como geradora de poluentes até 19 vezes maiores que padrões ambientais estabelecidos, e que depositou cinzas de incineração em locais ilegais⁵⁰.
- Conforme análise de 2019, a incineradora WTE de Copenhague, na Dinamarca, é considerada com capacidade excessiva, levando à necessidade de importar resíduos para operar plenamente, o que contraria os objetivos ambientais originais. Além disso, dificuldades técnicas e financeiras persistem, comprometendo as metas climáticas e energéticas de Copenhague para as próximas décadas⁴².
- Em 2018, um plano de expansão de um aterro de cinzas em Massachusetts enfrentou um processo judicial por não atender aos requisitos de licenciamento do Conselho de Saúde. Dados do Registro de Câncer de Massachusetts indicaram que a comunidade vizinha apresentava taxas elevadas de câncer no cérebro, bexiga e pulmões, acima do esperado⁵¹.

- Um estudo concluiu, em 2017, que uma incineradora WTE na cidade de Baltimore, nos EUA, causou danos à saúde avaliados em 55 milhões de dólares por ano⁵².
- A taxa de reciclagem da Suécia ficou em estagnação no período de 2006 a 2015, visto que o foco na incineração dado pelo país impediu a implementação de programas de reciclagem, visto que ambas tecnologias competem pelo mesmo material¹⁴.
- Em 2015, descobriu-se que a Suécia havia descartado cinzas volantes altamente tóxicas em uma pequena ilha na Noruega durante cinco anos, gerando riscos de vazamento de metais pesados no fiorde de Oslo e até explosões na ilha⁵³.
- Em 2012, testes realizados em grandes quantidades de cinzas descartadas pela empresa Covanta no condado de Butte, na Califórnia, identificaram altos níveis de dioxinas⁵⁴.
- Uma análise de 2012 indicou que a implementação de uma incineradora WTE na Índia ocasionou a diminuição da renda de catadores de materiais recicláveis, aumentando o endividamento da população local e diminuição da frequência escolar de crianças⁵⁵.
- O uso de cinzas de incineradores como camada de cobertura de aterros sanitários causou a dispersão de poeira fina tóxica em territórios próximos de cidade na República Checa em 2011³.
- Na China, um estudo de 2009 revelou que cinzas de incineração foram descartadas em aterros sem preparo adequado, devido à escassez de locais apropriados para resíduos tóxicos⁵⁶.

MITO #9

“A ÚNICA FORMA DE
APROVEITAMENTO ENERGÉTICO
DE RSU É A INCINERAÇÃO”

MITO #9

“A única forma de aproveitamento energético de RSU é a incineração”

FATO

A recuperação ou aproveitamento energético inclui diversas tecnologias além da incineração, tais como os processos de digestão anaeróbia que permitem a geração de biogás a partir de resíduos orgânicos sem combustão, oferecendo uma alternativa mais sustentável. Um estudo da EPE (2014) demonstra que a reciclagem de resíduos secos, associada a biodigestão, tem um potencial de aproveitamento energético 6 vezes maior que a incineração¹². Outras tecnologias incluem a produção de biodiesel a partir de óleos residuais, e a captura e conversão de gases de aterro em eletricidade. Portanto, equiparar a recuperação energética exclusivamente à incineração é uma simplificação que ignora outras opções menos poluidoras e mais sustentáveis.

No entanto, o aproveitamento de energia só é viável se houver rigorosos critérios ambientais e operacionais. É essencial controlar temperatura, atmosfera e a escolha dos materiais, como o uso sustentável de biomassas - desde que sua extração não comprometa ecossistemas ou gere novas cadeias de degradação. A digestão anaeróbia pode ser eficaz, mas depende de infraestrutura e gestão adequadas. Sem planejamento, essas soluções podem reforçar modelos de consumo insustentáveis.

MITO #10

“A INCINERAÇÃO É NECESSÁRIA PARA TRAZER SEGURANÇA ENERGÉTICA E ELÉTRICA PARA O PAÍS. ESTAMOS DESPERDIÇANDO ENERGIA NÃO APROVEITANDO OS RESÍDUOS”

MITO #10

“A incineração é necessária para trazer segurança energética e elétrica para o país. Estamos desperdiçando energia não aproveitando os resíduos”

FATO

Embora a produção de energia seja crucial, a incineração não é a solução mais eficiente ou sustentável para a segurança energética do Brasil. O país tem um vasto potencial em fontes renováveis como solar, eólica e biomassa. Investir em incineração pode desviar recursos de alternativas mais limpas e eficientes.

A energia gerada a partir da incineração não substitui significativamente a energia baseada em outras fontes, assim como não satisfaz um percentual significativo da demanda de energia elétrica, de modo que não consegue produzir energia excedente para ser comercializada. Conforme o caso europeu, a eficiência elétrica dos incineradores são por volta de 20 a 25% nos melhores casos²⁰.

A incompatibilidade da implementação da incineração foi analisada previamente pelo Senado Federal ao discutir possíveis emendas a projetos de lei sobre a expansão da operação de plantas de incineração no Brasil. Conforme o Senador relator: “As emendas podem acarretar custos adicionais para os consumidores, considerando que a energia gerada por usinas de recuperação energética tende a ser mais cara do que alternativas disponíveis. Além disso, a inflexibilidade operacional dessas usinas contrasta com a necessidade crescente de flexibilidade do Sistema Elétrico Brasileiro para atender à expansão das fontes renováveis e garantir segurança energética”^{57,p.4}.

No contexto brasileiro, essa taxa de conversão resulta em um potencial energético insignificante quando

comparado à capacidade instalada nacional. O Brasil é atendido majoritariamente pelo Sistema Interligado Nacional (SIN), uma vasta rede de usinas geradoras, linhas de transmissão e distribuidoras que cobre praticamente todo o território nacional. A capacidade instalada do SIN ultrapassou 200 GW em 2024, segundo dados do Ministério de Minas e Energia, o que representa a máxima capacidade de geração disponível para atender à demanda do país⁵⁸.

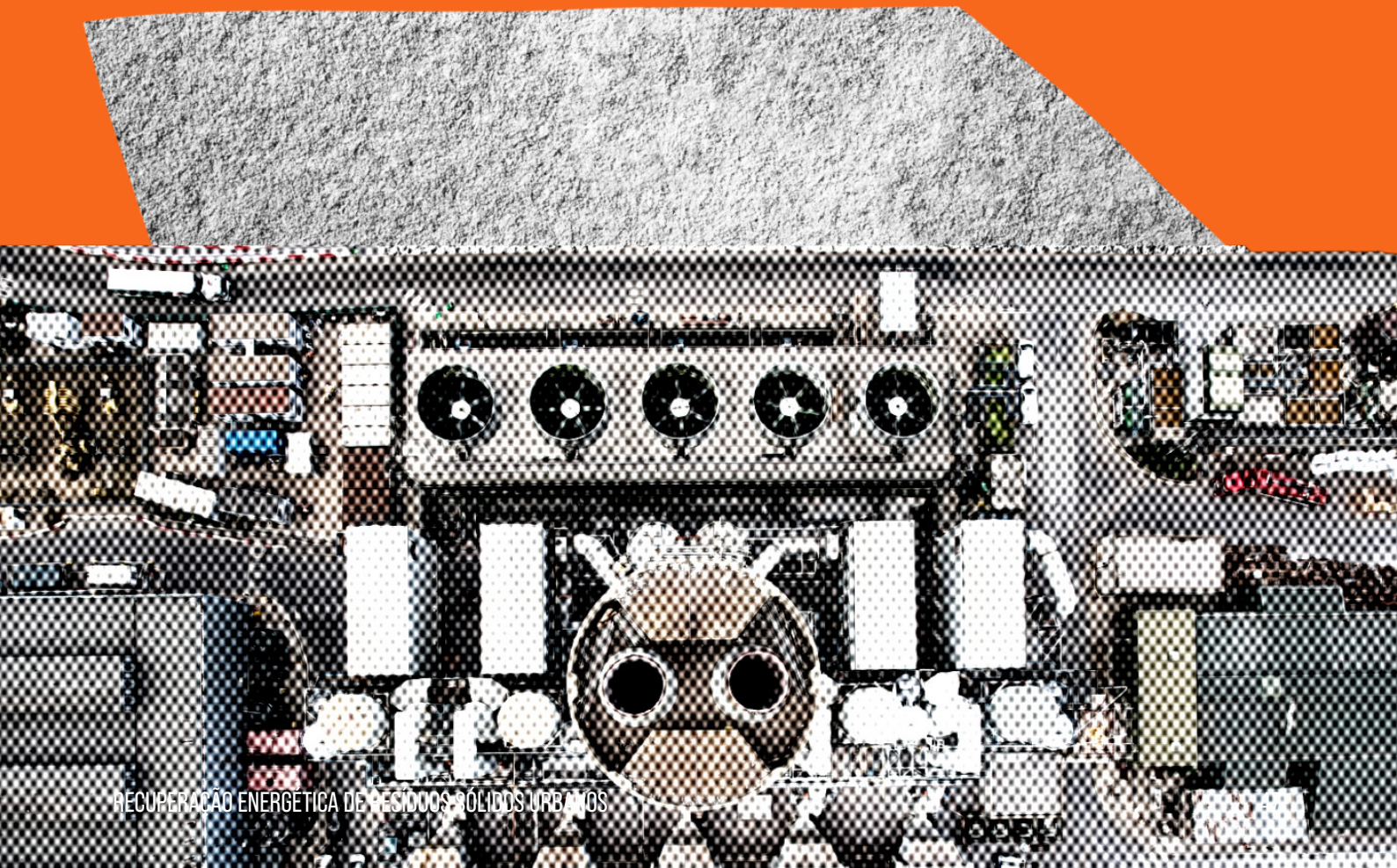
Ao compararmos com os projetos de incineração atualmente previstos no Brasil, a potência instalada prevista para queimar aproximadamente 9.875 ton/dia de resíduos é de 0,25 GW⁵⁹. Quando comparado a atual capacidade instalada brasileira, os projetos de incineração equivalem a 0,1% do atual cenário, mostrando a contribuição energética insignificante para a segurança energética nacional frente a todo impacto negativo gerado.

Mesmo que grandes quantidades de resíduos fossem incineradas, o volume de eletricidade gerado não teria relevância significativa frente à magnitude dessa demanda. Além disso, o Brasil já possui uma matriz elétrica predominantemente limpa e renovável, com mais de 80% da geração oriunda de fontes como hidrelétricas, solar e eólica²⁴. Diante disso, apostar em tecnologias como a incineração – de baixo rendimento energético e alto impacto ambiental – se mostra contraproducente.

Com base em outros países, mesmo com taxas de recuperação altas, a incineração pode suprir apenas uma pequena fração do consumo total de energia de uma cidade. Por exemplo, recuperar 50% dos resíduos municipais na França poderia satisfazer cerca de 1% das necessidades energéticas do país⁶⁰. Isso indica uma diferença significativa entre o potencial de produção dos incineradores e os requisitos totais de energia das áreas urbanas. Nos Estados Unidos, a contribuição para da incineração para a matriz elétrica é mínima (0,3%)²².

MITO #11

“CO-PROCESSAMENTO EM CIMENTEIRAS É ALTERNATIVA MUITO DIFERENTE DA INCINERAÇÃO PARA O RSU”



MITO #11

“Co-processamento em cimenteiras é alternativa muito diferente da incineração para o RSU”

FATO

Embora sejam diferentes tecnologias de conversão de resíduos em energia, a incineração e o co-processamento de resíduos em fornos de cimento também são formas de tratamento térmico de resíduos. Esses processos envolvem a destruição de materiais a altas temperaturas, sendo uma solução exclusiva de tratamento e não de reciclagem, não promovendo uma economia circular e não sendo a prioridade de destinação dos RSU de acordo com o Art. 9º da Política Nacional de Resíduos Sólidos⁶¹.

O processo de incineração pode ser entendido como combustão direta, e ocorre na presença de oxigênio⁶². Quando os resíduos são queimados em fornos como o de cimenteiras, esse processo é chamado de co-processamento, ou co-incineração. Apesar de frequentemente apresentadas como uma solução para a destinação de resíduos, essas tecnologias trazem impactos ambientais significativos, já reconhecidos por convenções internacionais. A Convenção de Estocolmo exige a eliminação dos Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) gerados durante a incineração e co-incineração, enquanto a Convenção de Minamata identifica essas atividades como fontes relevantes de emissão de mercúrio⁶³.

Adicionalmente, tecnologias como pirólise e gaseificação são frequentemente apresentadas a gestores públicos como alternativas para o tratamento de resíduos sólidos urbanos. Essas tecnologias envolvem o mesmo princípio básico da incineração, a decomposição termoquímica a altas temperaturas, embora operem em condições distintas, gerando produtos finais diferentes e perfis de emissões e aplicações variados⁶⁴. No entanto, essas rotas têm se

mostrado economicamente inviáveis para aplicação em larga escala no tratamento de RSU. Há, portanto, uma necessidade emergente de mudança de paradigmas no país, colocando em prática a ordem de prioridade prevista no Art. 9º da Política Nacional de Resíduos Sólidos, que estabelece a não geração como ação principal, seguida pela redução, antes mesmo da reciclagem e do tratamento.

MITO #12

“A INCINERAÇÃO É A SOLUÇÃO
PARA LIXÕES E ATERROS NO BRASIL
E NÃO CONFLITA COM O TRABALHO
DE CATADORES”

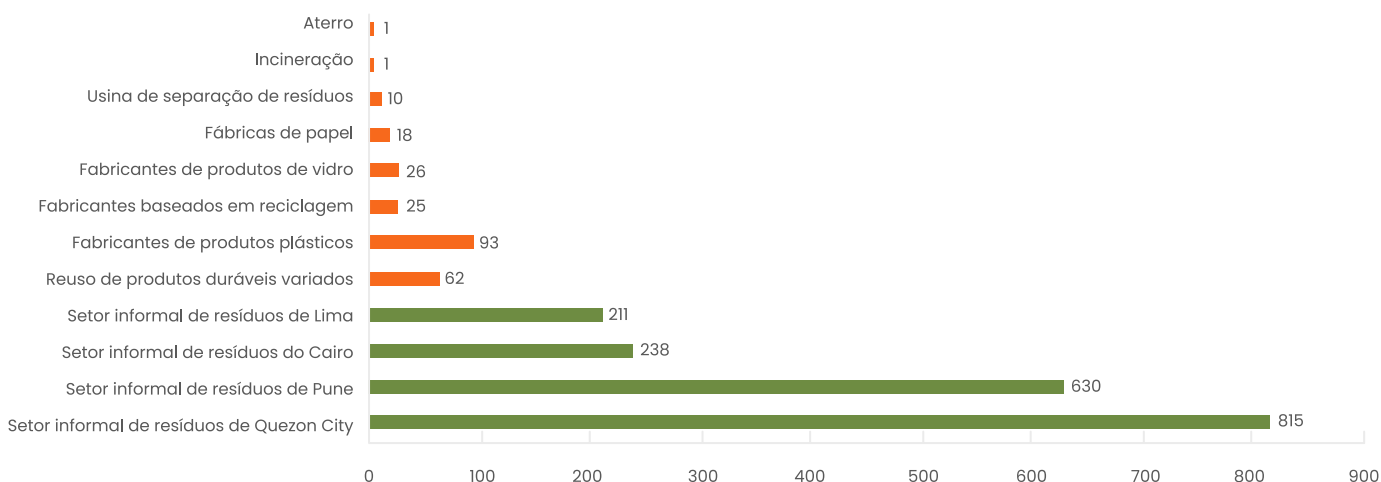
MITO #12

“A incineração é a solução para lixões e aterros no Brasil e não conflita com o trabalho de catadores”

FATO

De acordo com a organização Mulheres no Emprego Informal: Globalizando e Organizando (WIEGO) de 2019, a instalação de incineradores pode causar impactos ambientais e sociais para trabalhadores da cadeia formal e informal. A partir de análise da organização, se esses materiais forem desviados diretamente para incineradores, os catadores perderão o acesso a eles — e, conseqüentemente, à renda que obtêm com sua venda⁶⁵.

Figura 6: Empregos por 10.000 toneladas métricas de materiais por ano



Fonte: WIEGO, 2019⁶⁵.

A melhor solução para desviar a destinação de resíduos urbanos dos lixões e aterros sanitários é a implantação de coleta seletiva em três frações, a reciclagem progressiva de 80% a 85% dos resíduos orgânicos e secos, e a implementação de sistemas de reuso. É preciso fechar lixões com cidadania, integrando catadores, que eventualmente trabalhem nos mesmos, em cooperativas estruturadas, remunerando seu serviço. Sempre que possível, construir aterros consorciados apenas para os rejeitos, que são fração minoritária do total gerado.

MITO #13

“AS PLANTAS DE TRATAMENTO
TÉRMICO/INCINERAÇÃO NÃO GERAM
IMPACTO PARA A VIZINHANÇA”



MITO #13

“As plantas de tratamento térmico/ incineração não geram impacto para a vizinhança”

FATO

Com a resistência das comunidades locais e a exclusão de financiamento público à construção de novos incineradores no Norte Global, tem aumentado a oferta desta tecnologia em países do Sul Global⁶⁶. Uma série de relatórios desenvolvidos pela Zero Waste Europe (ZWE) e ToxicoWatch Foundation apresentaram evidências que substâncias químicas tóxicas estão contaminando territórios próximos aos incineradores em sete países da Europa. Impactos dos incineradores foram mensurados através de pesquisas de biomonitoramento indicando presença de Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) no solo, água, vegetação e alimentos próximos às instalações. Foram encontradas especialmente dioxinas, Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (PAHs) e substâncias per e polifluoroalquil (PFAS) em ovos de diferentes países da Europa⁶⁷. Em Paris, na França, a Agência da Saúde recomendou que 407 municípios não consumam ovos de galinhas devido ao risco à saúde gerado por incineradores locais⁶⁸.

MITO #14

“OS REJEITOS SEMPRE IRÃO EXISTIR, E POR ISSO DEVEM SER INCINERADOS”



MITO #14

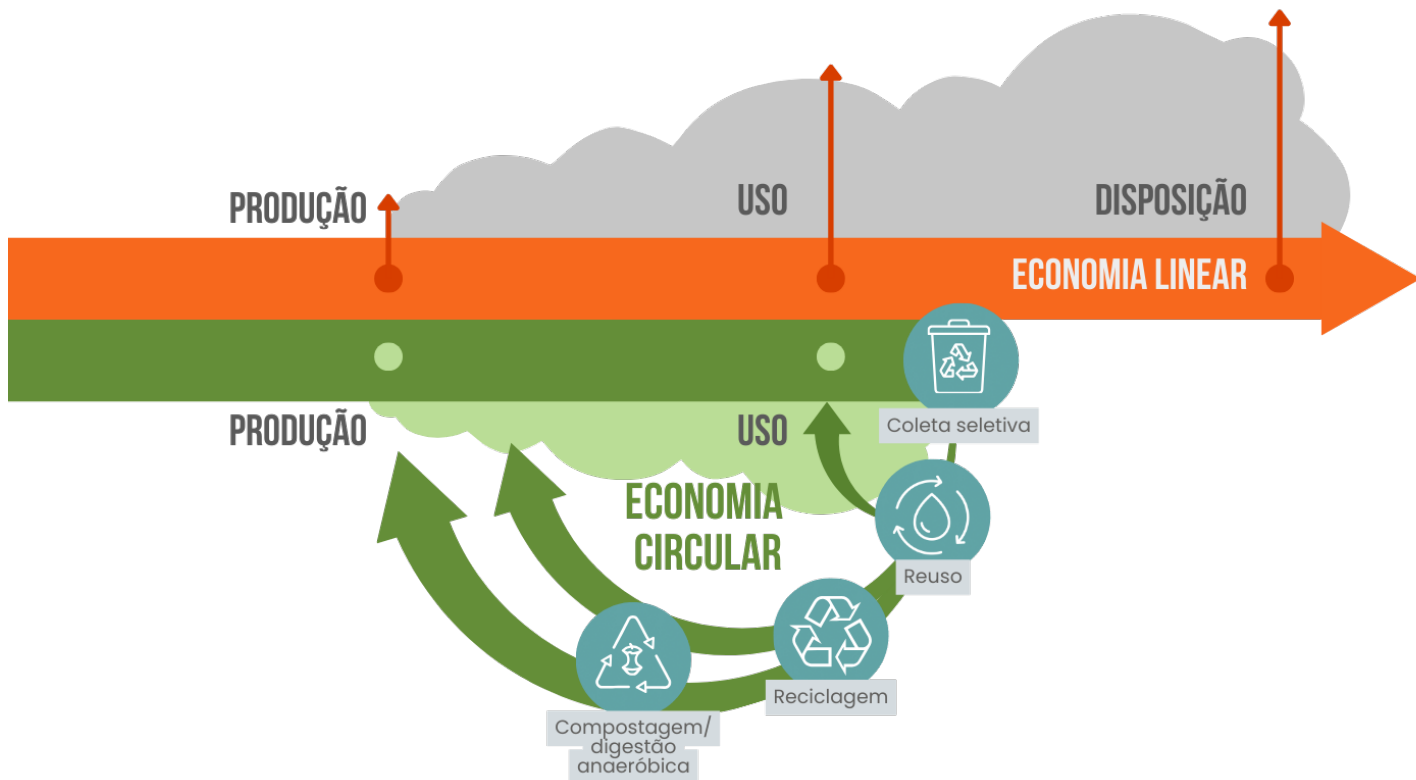
“Os rejeitos sempre irão existir, e por isso devem ser incinerados”

FATO

É comum a falsa premissa de que os rejeitos – resíduos que não podem ser reciclados ou reutilizados – sempre vão existir, e por isso devem ser incinerados. No entanto, essa visão desconsidera avanços técnicos, econômicos e políticos rumo a um sistema de resíduos zero. De fato, a única forma de garantirmos a preservação do meio ambiente e da saúde humana é baseado na conservação de recursos por meio da produção, consumo e recuperação responsáveis, sem queima e sem descarte no solo, água ou ar.

É importante entender que o conceito de rejeito não é fixo, mas reflete de escolhas de design, infraestrutura e políticas públicas. Em muitos casos, resíduos são considerados rejeitos não por impossibilidade técnica, mas por falta de escala, infraestrutura adequada ou viabilidade financeira – consequências diretas da ausência de políticas públicas robustas e da aplicação insuficiente da Responsabilidade Estendida do Produtor (REP). Sem mecanismos eficazes que obriguem fabricantes a planejar o pós-consumo de seus produtos e embalagens, materiais como plásticos complexos, embalagens multicamadas e itens descartáveis continuam sendo produzidos sem solução real para seu destino final.

A solução está na mudança sistêmica: promover o redesenho de produtos, ampliar políticas de REP e fortalecer novos negócios de menor impacto ambiental. Produtos que não podem ser compostados, reciclados, reutilizados ou reparados não devem ser produzidos. Países e cidades comprometidos com a abordagem sistêmica “Resíduo Zero” mostram que é possível reduzir drasticamente os rejeitos, e que um futuro sem incineração é viável, desejável e alinhado com a preservação ambiental e a saúde pública.



Fonte: GAIA, 2022¹⁵.

REFERÊNCIAS

1. LI, C. et al. Identification of emerging organic pollutants from solid waste incinerations by FT-ICR-MS and GC/Q-TOF-MS and their potential toxicities. *Journal of Hazardous Materials*, v. 428, p. 128220, 15 abr. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.128220>.
2. RÖMBKE, J.; MOSER, TH.; MOSER, H. Ecotoxicological characterisation of 12 incineration ashes using 6 laboratory tests. *Waste Management*, v. 29, n. 9, p. 2475–2482, set. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.03.032>.
3. PETRLIK, J.; BELL, L. Toxic ash poisons our food chain. 2020. Disponível em: <https://ipen.org/sites/default/files/documents/ipen-toxic-fly-ash-in-food-v2_3-en.pdf>. Acesso em: mar. 2025.
4. HOWARD, C.V. Statement of Evidence, Particulate Emissions and Health, Proposed Ringaskiddy Waste-to-Energy Facility, June 2009. Disponível em: <<https://www.nottinghamshire.gov.uk/media/110338/kc3-particulate-emissions-and-health-statement-of-evidence-to-ringaskiddy-inquiry.pdf>>. Acesso em dez. 2024.
5. MARTUZZI, M.; MITIS, F.; FORASTIERE, F. Inequalities, inequities, environmental justice in waste management and health. *The European Journal of Public Health*, v. 20, n. 1, p. 21–26, 8 jan. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckp216>.
6. BAPTISTA, A.I.; PEROVICH, A. U.S. Municipal Solid Waste Incinerators: An Industry in Decline. 2019. Disponível em: <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/2021/03/CR_GaiaReportFinal_05.21-1.pdf>. Acesso em: mar. 2025.
7. TAIT, P.W. et al. The health impacts of waste incineration: a systematic review. 2020. DOI: <<https://doi.org/10.1111/1753-6405.12939>>.
8. KONG, D. et al. Evaluating greenhouse gas impacts of organic waste management options using life cycle assessment. *Waste Management & Research*, v. 30, n. 8, p. 800–812, 15 maio 2012. DOI: <https://doi.org/10.1177/0734242X12440479>.
9. CIAIS, P.; SABINE, C. Carbon and other biogeochemical cycles. In: *Climate change 2013: the physical science basis: contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. p. 465–570. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIAR5_Chapter06_FINAL.pdf>. Acesso em dez. 2024.
10. SEARCHINGER, T. D. et al. Fixing a Critical Climate Accounting Error. *Science*, v. 326, n. 5952, p. 527–528, 23 out. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1178797>.
11. Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA). Relatório dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos – SINISA ano de referência 2023. Ministério das Cidades (MCID). Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA). 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/sinisa/resultados-sinisa/RELATORIO_SINISA_RESIDUOS_SOLIDOS_2024.pdf>. Acesso em: mai. 2025.
12. Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Nota Técnica DEA 18/14 – Inventário Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos. Ministério de Minas e Energia. 2014. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-251/topico-311/DEA%20>

- [18%20-%20%20Invent%C3%A1rio%20Energ%C3%A9tico%20de%20Res%C3%ADduos%20S%C3%B3lidos%20Urbanos%5B1%5D.pdf](#)>. Acesso em: mai 2025.
- 13.** MATTSON, K. R.; PETTERSEN, J. B.; BRATTEBØ, H. Incineration economy: Waste management policy failing the circular economy transition in Norway. *Resources, conservation, and recycling*, v. 210, n. 107838, p. 107838, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.107838>.
- 14.** Zero Waste Europe (ZWE). Sweden's Recycling (D)evolution. 2017. Disponível em: <<https://zerowasteurope.eu/2017/06/swedens-recycling-devolution/>>. Acesso em abr 2025.
- 15.** GAIA. Resíduo Zero para Zero Emissões: a Redução de Resíduos como a Virada de Jogo Climática. 2022. Disponível em: <<https://polis.org.br/publicacoes/residuo-zero-para-zero-emissoes/>>. Acesso em dez. 2024.
- 16.** Nordic Council of Ministers. Nordic regulatory framework and its effect on waste prevention and recycling in the region. 2019. Disponível em: <<https://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:1304371/FULLTEXT01.pdf>>. Acesso em: mar. 2025.
- 17.** United Kingdom Without Incineration Network (UKWIN). Yorkshire and The Humber. 2024. Disponível em: <<https://ukwin.org.uk/pledge/yorkshire-and-the-humber/>>. Acesso em abr 2025.
- 18.** GAIA. Bad News for Recycling and Waste Reduction: The Impact of Waste Incineration on Zero Waste. 2013. Disponível em: <<https://www.no-burn.org/bad-news-recycling/>>. Acesso em: 8 set. 2025.
- 19.** RIBEIRO-BROOMHEAD, J.; TANGRI, N. Zero Waste and Economic Recovery the Job Creation Potential of Zero Waste Solutions. 2021. Disponível em: <<https://www.no-burn.org/zerowastejobs/>>. Acesso em dez. 2024.
- 20.** Zero Waste Europe (ZWE). Debunking Efficient Recovery: The Performance of EU Incineration Facilities. 2023. Disponível em: <<https://zerowasteurope.eu/wp-content/uploads/2023/01/Debunking-Efficient-Recovery-Full-Report-EN.docx.pdf>>. Acesso em abr 2025.
- 21.** United Kingdom Without Incineration Network (UKWIN). Evaluation of the climate change impacts of waste incineration in the United Kingdom. 2018. Disponível em: <<https://ukwin.org.uk/files/pdf/UKWIN-2018-Incineration-Climate-Change-Report.pdf>>. Acesso em mai 2025.
- 22.** TANGRI, N. Waste incinerators undermine clean energy goals. *PLOS climate*, v. 2, n. 6, p. e0000100–e0000100, 1 jun. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000100>. Acesso em mar. 2025.
- 23.** Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Balanço Energético Nacional 2019 – Relatório Síntese: Ano base 2018. 2019. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-377/topico-470/Relat%C3%B3rio%20S%C3%ADntese%20BEN%202019%20Ano%20Base%202018.pdf>>. Acesso em: mai 2025.
- 24.** Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Balanço Energético Nacional 2024 – Relatório Síntese: Ano base 2023. 2024. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-819/topico-715/BEN_S%C3%ADntese_2024_PT.pdf>. Acesso em: mai 2025.
- 25.** GAIA. Zero Waste as An Effective Climate Strategy: Avoiding Warming Tradeoffs from Incineration. 2025. Disponível em: <<https://www.no-burn.org/resources/zero-waste-as-an-effective-climate-strategyavoiding-warming-tradeoffs-from-incineration/>>. Acesso em: 26 set. 2025.
- 26.** Zero Waste Europe (ZWE). Incineration and residues in the EU: quantities and fates. 2022. Disponível em: <<https://zerowasteurope.eu/library/incineration-and-residues-in-the-eu-quantities-and-fates/>>. Acesso em dez. 2024.
- 27.** Zero Waste Europe (ZWE). The Nordics addiction to incineration fuels the controversy on renewable

- energy. 2018. Disponível em: <<https://zerowasteurope.eu/2018/04/the-nordics-addiction-to-incineration-fuels-the-controversy-on-renewable-energy/>>. Acesso em abr 2025.
- 28.** BRASIL. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. Plano Decenal de Expansão de Energia 2031. Brasília: MME/EPE, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia/pde-2031>>. Acesso em mar. 2025.
- 29.** CCEE. 35º Leilão de Energia Nova (A-5). 2021. Disponível em; <https://www.ccee.org.br/documents/80415/919432/InfoLeil%C3%A3o_35_LEN_A-5.pdf/02192fc9-5a79-221a-0b5b-586e087d5ae3>. Acesso em mai 2025.
- 30.** GAIA, The High Cost of Waste Incineration. 2021. Disponível em: <<https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/2021/11/The-High-Cost-of-Waste-Incineration-March-30.pdf>>. Acesso em dez. 2024.
- 31.** Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Global Waste Management Outlook 2024: Beyond an age of waste – Turning rubbish into a resource. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2024. Disponível em: <<https://www.unep.org/resources/global-waste-management-outlook-2024>>. Acesso em: 17 set. 2025.
- 32.** EPEM S.A. (Environmental Planning, Engineering & Management). Database of Waste Management Technologies – Cost of Waste Treatment Technologies. 2011. Disponível em: <<https://www.epem.gr/waste-c-control/database/html/costdata-00.htm>>. Acesso em: 11 set. 2025.
- 33.** UNIÃO EUROPEIA. Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste. Official Journal of the European Communities, L 182, p. 1–19, 16 Jul. 1999. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:31999L0031>>. Acesso em: 17 set. 2025.
- 34.** UNIÃO EUROPEIA. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. Official Journal of the European Union, L 312, p. 3–30, 22 Nov. 2008. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0098>>. Acesso em: 17 set. 2025.
- 35.** UNIÃO EUROPEIA. Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste. Official Journal of the European Union, L 150, p. 109–140, 14 Jun. 2018. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32018L0851>>. Acesso em: 17 set. 2025.
- 36.** Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Waste to Energy: Considerations for Informed Decision-Making. United National Environmental Program. 2019. Disponível em: <<https://www.developmentaid.org/api/frontend/cms/file/2019/08/WTEfull-compressed.pdf>>. Acesso em: mai 2025.
- 37.** World Bank, Urban Development Working Papers East Asia Infrastructure Department. Waste Management in China: Issues and Recommendations. 2005. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/07182b66-7b1c-506d-9631-d507995dc8be/content>>. Acesso em: mai 2025.
- 38.** Zero Waste Europe (ZWE). The EU is clear: Waste-To-Energy incineration has no place in the sustainability agenda. 2021. Disponível em: <<https://zerowasteurope.eu/2021/05/wte-incineration-no-place-sustainability-agenda/>>. Acesso em dez. 2024.
- 39.** WARRINGA, G. Waste Incineration under the EU ETS: An assessment of climate benefits. Disponível em: <https://zerowasteurope.eu/wp-content/uploads/2021/10/ZWE_Delft_Oct21_Waste_Incineration_EUETS_Study.pdf>. Acesso em abr 2025.

- 40.** HOGG, D. Incineration in the EU-ETS: a set of suggestions for its inclusion. 2024. Disponível em: <<https://zerowasteurope.eu/wp-content/uploads/2024/09/ZWE-Incineration-in-the-EU-ETS-Final-Version.docx.pdf>>. Acesso em abr 2025.
- 41.** The Norwegian Tax Administration. Waste incineration tax. Disponível em: <<https://www.skatteetaten.no/en/business-and-organisation/vat-and-duties/excise-duties/about-the-excise-duties/avfallsforbrenning/>>. Acesso em abr 2025.
- 42.** European Environment Agency (EEA). Economic instruments and separate collection systems – key strategies to increase recycling. 2023. Disponível em: <<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/economic-instruments-and-separate-collection>>. Acesso em: 8 set. 2025.
- 43.** Zero Waste Europe (ZWE). A Danish fiasco: the Copenhagen incineration plant. 2019. Disponível em: <<https://zerowasteurope.eu/2019/11/copenhagen-incineration-plant/>>. Acesso em dez. 2024.
- 44.** Energy Justice Network. Fact Sheet: Trash Incinerator Closures 2000–2024. 2025. Disponível em: <<https://energyjustice.net/incineration/closures.pdf>>. Acesso em abr 2025.
- 45.** GAIA. Burning Public Money: The True Costs of Incineration for Municipalities and Communities. 2011. Disponível em: <<https://www.no-burn.org/burning-public-money/>>. Acesso em: 8 set. 2025.
- 46.** Baltimore Brew. A long-sought victory for community groups: Lawmakers end Maryland’s subsidy for incinerators. 2025. Disponível em: <<https://www.baltimorebrew.com/2025/04/08/a-long-sought-victory-for-community-groups-lawmakers-end-marylands-subsidy-for-incinerators/>>. Acesso em abr 2025.
- 47.** ToxicoWatch Foundation. The True Toxic Toll – Biomonitoring report in Paris, France. Disponível em: <<https://zerowasteurope.eu/library/the-true-toxic-toll-biomonitoring-report-in-paris-france/>>. Acesso em abr 2025.
- 48.** ToxicoWatch Foundation. The True Toxic Toll – Biomonitoring report in Zubieta, Spain. Disponível em: <<https://zerowasteurope.eu/library/the-true-toxic-toll-biomonitoring-report-in-zubieta-spain/>>. Acesso em abr 2025.
- 49.** ToxicoWatch Foundation. The True Toxic Toll – Biomonitoring report in Harlingen, The Netherlands. 2025. Disponível em: <<https://zerowasteurope.eu/library/the-true-toxic-toll-biomonitoring-report-in-harlingen-the-netherlands/>>. Acesso em abr 2025.
- 50.** The New York Times. Is a ‘Green’ Revolution Poisoning India’s Capital?. 2024. Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2024/11/09/world/asia/india-air-quality-trash.html>>. Acesso em abr 2025.
- 51.** Superior Court Department. Complaint, Conservation Law Found. v. Massachusetts Department of Environmental Protection. Disponível em: <https://climatecasechart.com/wp-content/uploads/case-documents/2018/20180509_docket-1884CV01431-_complaint.pdf>. Acesso em abr 2025.
- 52.** Chesapeake Bay Foundation. CBF Study: Baltimore Incinerator Causes \$55 Million in Health Problems Per Year. 2017. Disponível em: <<https://www.cbf.org/news-media/newsroom/2017/maryland/cbf-study-baltimore-incinerator-causes-55-million-in-health-problems-per-year.html>>. Acesso em abr 2025.
- 53.** The Local. Sweden dumps toxic ash on Norway Island. 2015. Disponível em: <<https://www.thelocal.no/20150511/sweden-dumpstoxic-ash-in-norway>>. Acesso em abr 2025
- 54.** News Review. Fly in the ashes: Waste from co-generation plant tests high for dioxins. 2012. Disponível em: <<http://www.newsreview.com/chico/fly-in-the-ashes/content?oid=6579788>>. Acesso em abr 2025.
- 55.** CHATURVEDI, B.; KHAN, I; SEN, P. Give Back Our Waste: What the Okhla Waste-to-Energy Plant

- has done to Local Wastepickers. 2012. Disponível em: <<https://globalrec.org/2012/11/20/chintans-new-study-give-back-our-waste-what-the-okhla-waste-to-energy-plant-has-done-to-local-wastepickers/>>. Acesso em abr 2025.
- 56.** N.Y. Times. China's Trash Problem May Also Be the World's. 2009. Disponível em: <<https://archive.nytimes.com/query.nytimes.com/gst/fullpage-9800E1DD1I3DF931A2575BC0A96F9C8B63.html>>. Acesso em abr 2025.
- 57.** BRASIL. Senado Federal. Parecer Nº 205, de 2024-PLen/SF. Projeto de Lei nº 327, de 2021. Institui o Programa de Aceleração da Transição Energética (Paten); e altera as Leis nºs 13.988, de 14 de abril de 2020, 11.484, de 31 de maio de 2007, e 9.991, de 24 de julho de 2000. Brasília, DF: Senado Federal, 2024. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9865066&ts=1741982308122&disposition=inlin>>. Acesso em: mai 2025.
- 58.** BRASIL. Ministério de Minas e Energia. SIN ultrapassa a capacidade de 200 GW. Brasília: MME, 07 mar. 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/sin-ultrapassa-a-capacidade-de-200-gw>>. Acesso em: 8 set. 2025.
- 59.** BNAMERICAS. Spotlight: Brazil's waste-to-energy projects. BNamericas, 29 ago. 2023. Disponível em: <<https://www.bnamericas.com/en/analysis/spotlight-brazils-waste-to-energy-projects>>. Acesso em: 8 set. 2025.
- 60.** Planète Energies. Incineration - The Heating Power of Refuse. 2015. Disponível em: <<https://www.planete-energies.com/en/media/article/incineration-heating-power-refuse>>. Acesso em dez. 2024.
- 61.** BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Presidência da República, Departamento da Casa Civil. Brasília, 2010.
- 62.** MOHARIR, R. V.; GAUTAM, P.; KUMAR, S. Waste Treatment Processes/Technologies for Energy Recovery. Current Developments in Biotechnology and Bioengineering, p. 53–77, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64083-3.00004-X>.
- 63.** GAIA. Waste incineration and burning waste in cement kilns. 2022. Disponível em: <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/2022/11/UNEA-publication-packet_waste-incineration.pdf>. Acesso em mar. 2024.
- 64.** Aliança Resíduo Zero Brasil (ARZB). Nota Técnica - Incineração De Resíduos Sólidos Urbanos. 2025. Disponível em: <https://residuozero.org.br/wp-content/uploads/2025/08/NotaTecnica_Incineracao_final2.pdf>. Acesso em: 8 set. 2025.
- 65.** WIEGO. Incineração de resíduos e Catadores Um guia técnico sobre tecnologias de recuperação energética de resíduos sólidos. 2019. Disponível em: <https://www.wiego.org/wp-content/uploads/2019/10/IJgosse_Technical_Brief_11_Incineration_Portuguese.pdf>. Acesso em abr 2025.
- 66.** GAIA. Resources Up in Flames: The Economic Pitfalls of Waste Incineration versus a Zero Waste Approach in the Global South. 2004. Disponível em: <<https://ilsr.org/articles/resources-up-in-flames-the-economic-pitfalls-of-waste-incineration-versus-a-zero-waste-approach-in-the-global-south/>>. Acesso em dez. 2024.
- 67.** Zero Waste Europe (ZWE). The True Toxic Toll: Biomonitoring of incineration emissions. 2022. Disponível em: <<https://zerowasteurope.eu/library/the-true-toxic-toll-biomonitoring-of-incineration-emissions/>>. Acesso em dez. 2024.
- 68.** Agence Régionale de Sante. L'ARS recommande de ne pas consommer les œufs des poules domestiques. 2023. Disponível em: <https://www.iledefrance.ars.sante.fr/polluants-organiques-persistants-lars-ile-de-france-maintient-et-precise-sa-recommandation-de-ne#_ftnl>. Acesso em dez. 2024.