

Oportunidades de evolução nos critérios do saneamento de resíduos sólidos no Brasil e na América Latina

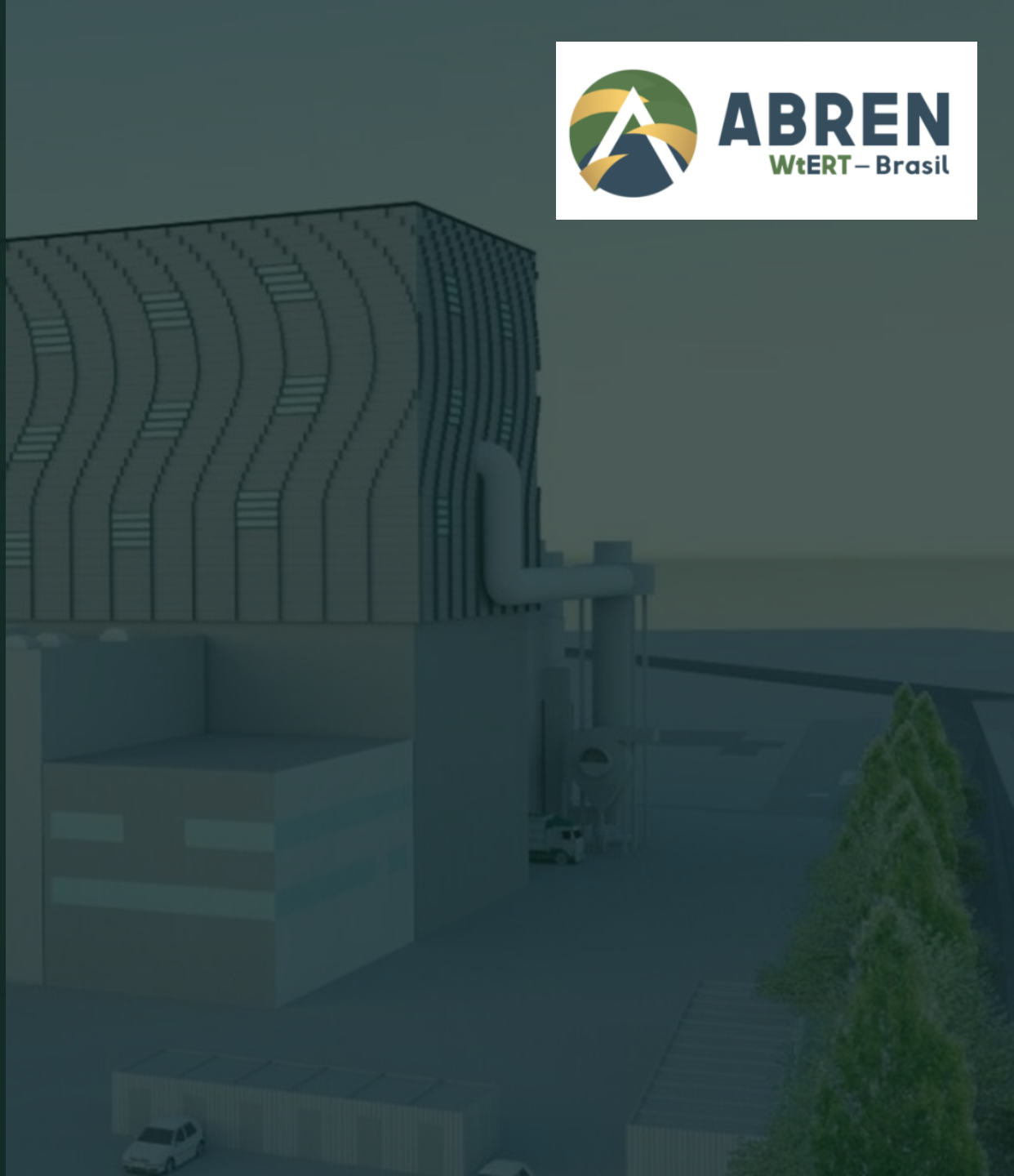
Lições da Europa, do Japão e de outros sistemas avançados com foco em reciclagem, compostagem/biogás e waste-to-energy (WTE)

Premissa central: aterro sanitário deve ser a última etapa — destinada apenas a rejeitos após segregação, recuperação e pré-tratamento.

PLANARES + PNRS

Redução do aterro

WTE com controle ambiental



Mensagem executiva

A oportunidade não é escolher entre reciclar ou recuperar energia — é desenhar uma hierarquia técnica que reduza o aterro e melhore o saneamento urbano.

48,1%

meta de recuperação do RSU no PLANARES até 2040

20,0% reciclagem seca + 13,5% tratamento biológico + 14,6% WTE

31,9%

dos municípios brasileiros ainda destinavam resíduos a lixões em 2023

e o país tinha só 76 unidades de compostagem e zero de incineração

22%

foi a parcela aterrada do resíduo municipal na UE em 2023

no Japão, 1004 plantas já geram energia a partir da incineração

Três implicações práticas

- A maior alavanca climática do saneamento está em desviar orgânicos e resíduos residuais do aterro, reduzindo a geração de metano.
- Reciclagem, compostagem/digestão anaeróbia e WTE devem ser tratadas como camadas complementares, e não como alternativas excludentes.
- O uso de WTE faz mais sentido para a fração residual não reciclável em regiões metropolitanas e arranjos consorciados, sob controle ambiental rigoroso.

Marco regulatório: a direção já está posta na PNRS e no PLANARES

Brasil

Hierarquia operacional desejada

1 Prevenção e redução na origem

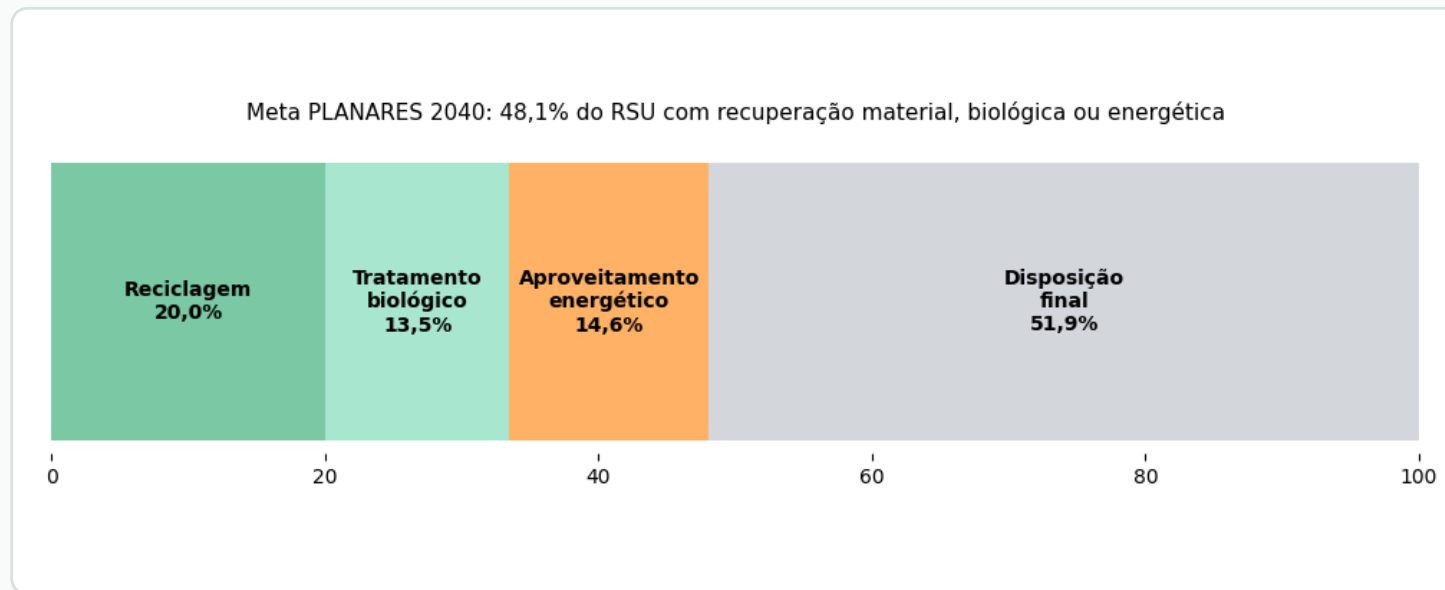
2 Reutilização e reciclagem de secos

3 Compostagem e digestão anaeróbia dos orgânicos

4 WTE para a fração residual não reciclável

5 Aterro sanitário apenas para rejeitos tratados

PNRS, art. 9º: disposição final ambientalmente adequada é a última alternativa. “Rejeito” é o resíduo que já esgotou as possibilidades técnica e economicamente viáveis de tratamento e recuperação.



>60%

do biogás de digestão anaeróbia e de aterros com aproveitamento energético até 2040

potencial estimado para abastecer 9,5 milhões de residências

994 MW

capacidade de WTE estimada pelo PLANARES até 2040

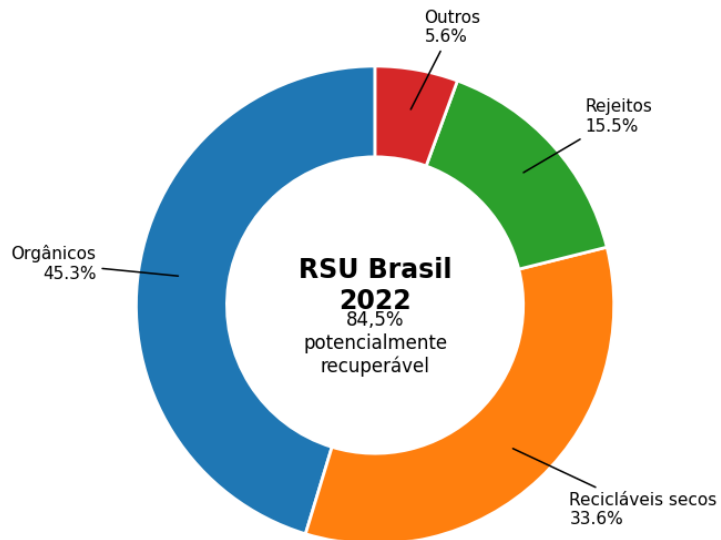
equivalente a ~14,6% do RSU nacional

Diagnóstico do Brasil: o potencial recuperável é muito maior que a infraestrutura atual

Brasil

Grande parte do RSU brasileiro é recuperável antes do aterro

Brasil • composição gravimétrica do RSU • 2022

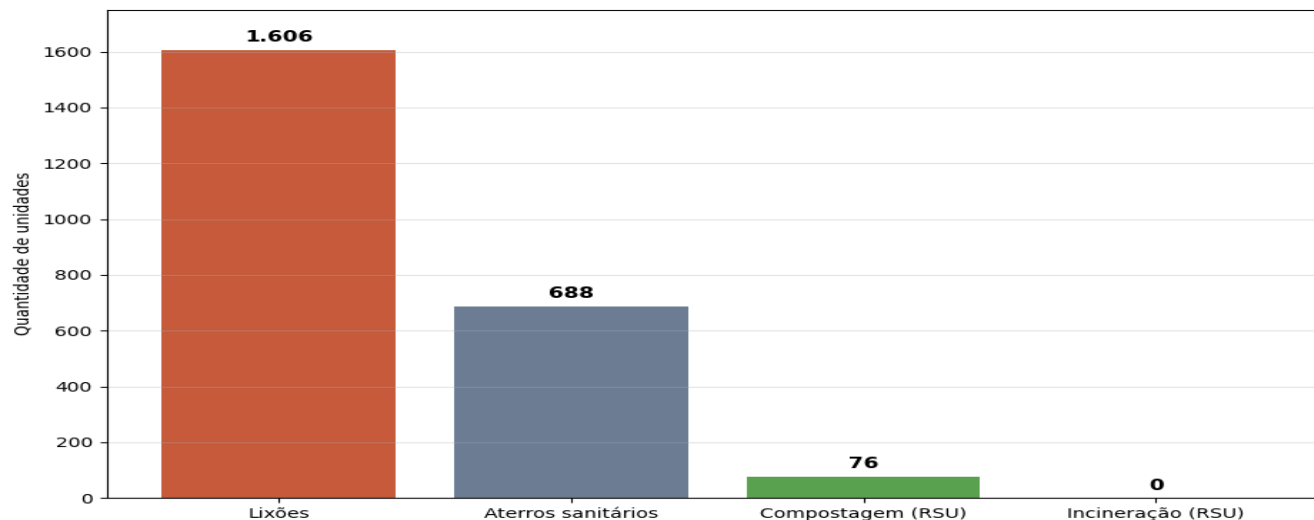


Leitura estratégica: apenas a fração de rejeitos deveria seguir para disposição final após pré-tratamento.

A soma de orgânicos e recicláveis secos chega a 78,9% do RSU — muito acima da parcela que deveria seguir diretamente para disposição final.

A infraestrutura ainda é dominada pela disposição final, não pela valorização

Brasil: infraestrutura de destinação e tratamento de RSU



Fonte: SINISA/Ministério das Cidades (2023); MMA - Plano Setorial de Resíduos Sólidos

31,9%

dos municípios ainda usam lixões

IBGE MUNIC 2023

60,5%

dos municípios têm coleta seletiva

IBGE MUNIC 2023

58,5%

do RSU gerado teve destinação para aterros sanitários em 2023

ABREMA 2024

8%

dos resíduos secos foi enviado à reciclagem

ABREMA 2024

América Latina: o grande salto está em tirar resíduos do despejo a céu aberto e tratar a fração orgânica

América
Latina

A região já coleta volume razoável, mas ainda recupera pouco e perde valor material, energético e sanitário.

>90%

**cobertura populacional
de coleta**

mas ~35 mil t/dia ainda ficam sem
coleta

~1/3

**do resíduo urbano vai
para lixões ou para o
ambiente**

expondo trabalhadores e
comunidades

10%

**apenas é recuperado
por reciclagem ou
outras técnicas**

a maior parte do valor é perdida

~50%

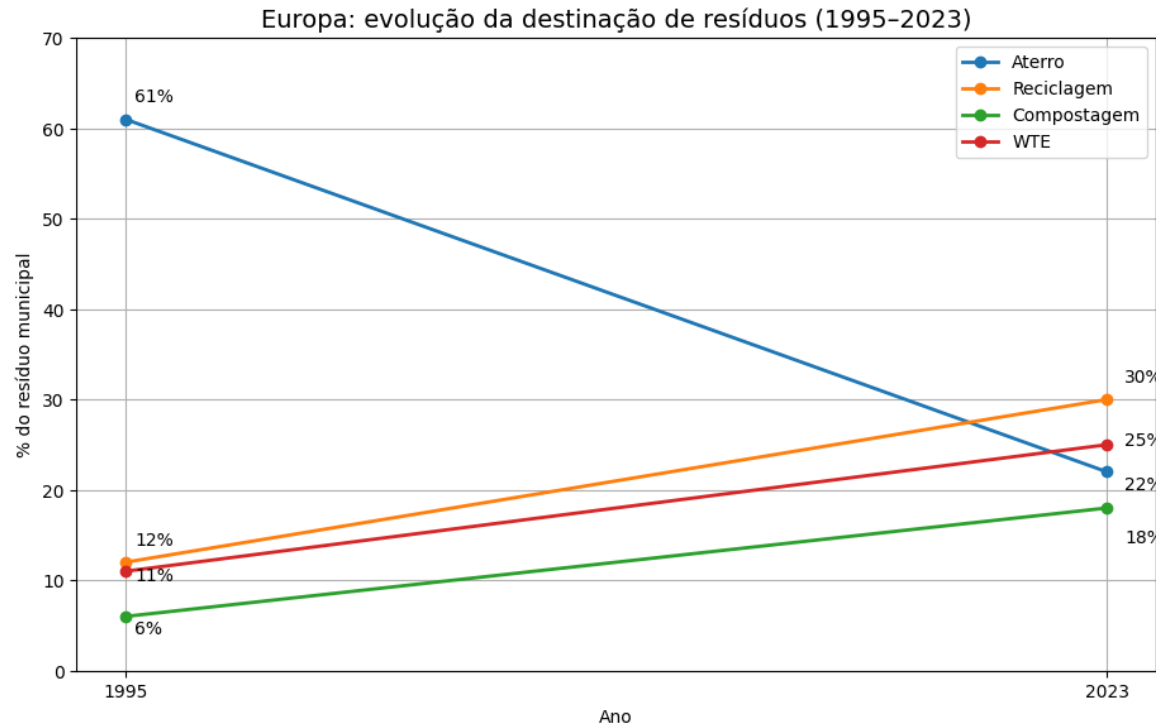
é fração orgânica

o fluxo menos gerido e um dos
mais emissores

Implicação para política pública: a priorização de recicláveis secos, compostagem/digestão anaeróbia e WTE para o residual pré-tratado pode reduzir o uso de aterros, cortar emissões de metano e elevar a qualidade sanitária do serviço urbano.

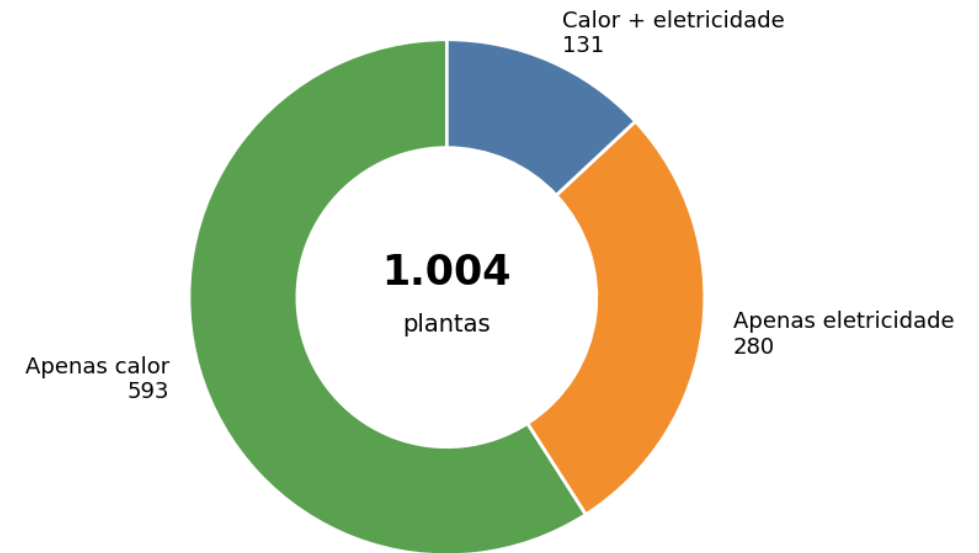
Benchmarks internacionais: Líderes restringiram o aterro e amadureceram o tratamento da fração residual

Europa + Japão



UE: meta regulatória de limitar o aterro a 10% do resíduo municipal até 2035, além de restringir o envio de resíduos aptos à reciclagem e à recuperação energética.

Japão: decomposição do aproveitamento energético

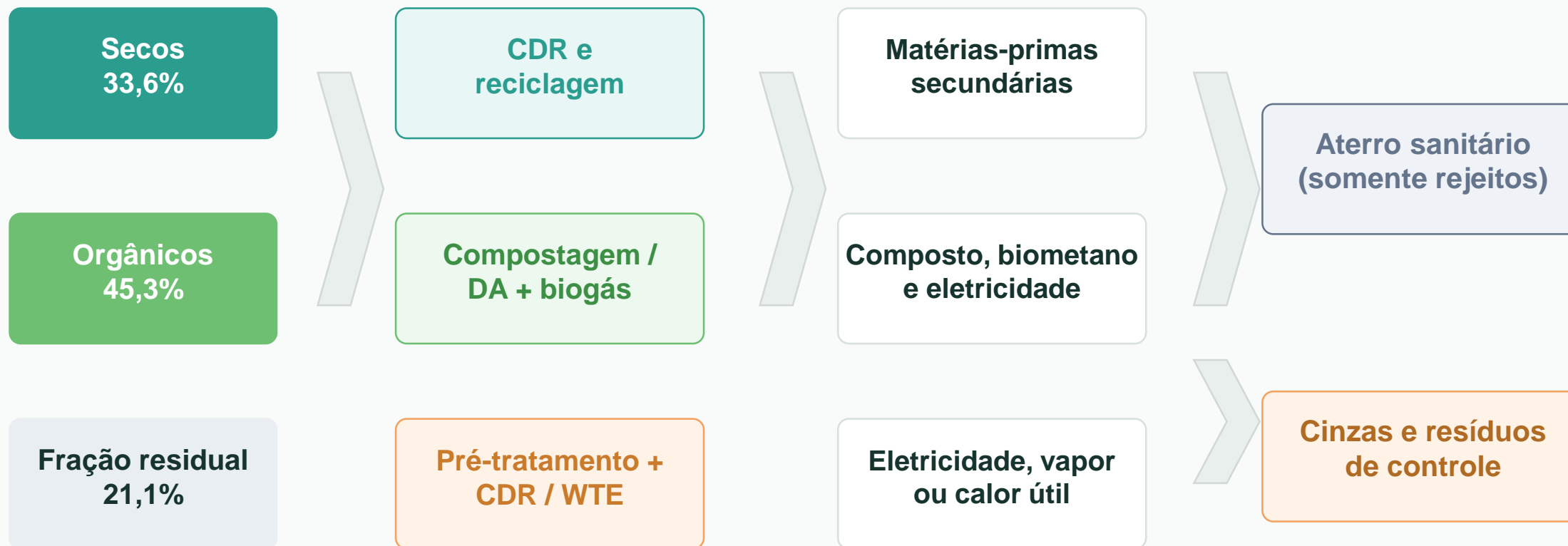


Japão: a incineração com recuperação de calor e eletricidade já é infraestrutura urbana madura para a fração residual, com 2,23 GW de capacidade elétrica.

Lição principal: os sistemas avançados não aboliram a hierarquia — eles reduziram o aterro com combinação de reciclagem, tratamento biológico, pré-tratamento e WTE para o rejeito processado.

Modelo-alvo: um sistema integrado de valorização antes do aterro

WTE entra como camada complementar para a fração residual não reciclável — e não como substituto da coleta seletiva, da reciclagem ou do tratamento biológico.



Objetivo do critério regulatório: maximizar recuperação material, biológica e energética; minimizar o volume aterrado e reservar o aterro apenas para rejeitos comprovadamente tratados.

Aterro x WTE moderno: onde estão os principais passivos ambientais e sanitários?

Comparativo

Aterro / lixão

Os maiores passivos se concentram na disposição final contínua de matéria orgânica e rejeitos sem tratamento adequado.

- Gera metano e chorume; a Comissão Europeia destaca o aterro como a opção menos preferível e associada a contaminação de águas subterrâneas e emissões de GEE.
- Na Europa, cerca de 80% do metano do setor de resíduos vem da disposição de resíduos sólidos, principalmente aterros.
- Em lixões e operações frágeis, odores, vetores, queima descontrolada e exposição ocupacional tornam o problema sanitário ainda mais agudo.

80%

do metano do setor de resíduos na Europa vem da disposição de sólidos

EEA

14,4%

das emissões antrópicas de metano dos EUA vieram de aterros em 2022

US EPA

WTE moderno e regulado

Para a fração residual não reciclável, a recuperação energética pode reduzir volume, gerar energia e evitar parte do passivo associado ao aterro.

- Plantas modernas operam com combustão controlada, limpeza de gases, limites de emissão e monitoramento contínuo.
- A UK Health Security Agency afirma que incineradores municipais modernos, bem operados e regulados, não são considerados risco significativo à saúde pública.
- O benefício depende de governança: segregação prévia, operação estável, gestão de cinzas e transparência.

850°C

temperatura mínima exigida nas regras europeias de incineração

com tempo mínimo de 2 s

Limites + CEMS

metais, dioxinas, NOx, poeira e outros poluentes monitorados

conforme regras da UE

Oportunidades de evolução dos critérios regulatórios e de projeto

Cinco movimentos podem aproximar Brasil e América Latina do padrão sanitário de sistemas mais avançados.

1

Definir rejeito e exigir pré-tratamento antes do aterro

Laudo, rastreabilidade e prova de esgotamento das rotas de recuperação.

2

Separar em fluxos: secos, orgânicos e rejeitos

Coleta em 3 correntes onde viável; MRFs e triagem profissionalizada.

3

Escalar compostagem, DA e aproveitamento de biogás

Prioridade alta para a fração orgânica, principal geradora de metano.

4

Implantar WTE em polos regionais ou metropolitanos

Para o residual não reciclável, com escala, PCI adequado e contrato de energia.

5

Regular por desempenho, emissões e inclusão social

Metas de desvio do aterro, CEMS, gestão de cinzas e inclusão de catadores.

Onde WTE torna-se essencial: grandes aglomerações, consórcios regionais, alto custo/escassez de aterro, obrigação de controle ambiental e integração formal com reciclagem e orgânicos.

Conclusões

O debate mais produtivo não é “aterro ou incineração”, e sim qual combinação faz com que apenas rejeitos tratados cheguem ao aterro.

1

Brasil já possui base legal para reduzir aterro

PNRS e PLANARES apontam para valorização material, biológica e energética antes da disposição final.

2

O maior ganho está em capturar valor dos orgânicos e dos recicláveis

Essa é a principal frente para elevar a qualidade sanitária e reduzir emissões de metano.

3

WTE completa a rota do residual não reciclável

Sob regulação e monitoramento, pode reduzir dependência de aterros e gerar energia.

Mensagem final: para o Brasil e América Latina, evoluírem seus padrões de saneamento de resíduos sólidos significa sair do modelo centrado em aterro e migrar para um sistema integrado de recuperação de materiais, tratamento biológico e aproveitamento energético do residual processado.

PLANARES 2040: 48,1% recuperação

13,5% bio

14,6% WTE

aterro = etapa final mínima



- Brasil. Lei 12.305/2010 (PNRS), art. 3º e art. 9º; Decreto 10.936/2022.
- Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES), 2022.
- MMA. Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil (dados de 2022).
- IBGE. Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC) 2023 – gestão de resíduos sólidos.
- Plano Setorial de Mitigação de Resíduos / Plano Clima – diagnóstico de infraestrutura e orgânicos.
- ABREMA. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2024.
- UNEP. Waste Management Outlook for Latin America and the Caribbean.
- Eurostat. Municipal waste statistics; “Municipal waste down by second consecutive year” (2025).
- European Commission. Landfill waste; European Environment Agency. Methane emissions from the waste sector.
- Japan Ministry of the Environment. General Waste Treatment Business Survey Results (FY2023), 2025.
- UK Health Security Agency. Municipal waste incinerators emissions: impact on health (2023).
- EUR-Lex / Industrial Emissions Directive – regras europeias para incineração e monitoramento.
- US EPA. Basic Information about Landfill Gas.

Observação: ao longo do arquivo, cada slide também traz um bloco [Sources] nas notas para facilitar rastreabilidade de dados e afirmações.