



Mulheres no Emprego Informal: Globalizando e Organizando

Nota Técnica da WIEGO Nº 11

Agosto de 2019

Incineração de resíduos e Catadores Um guia técnico sobre tecnologias de recuperação energética de resíduos sólidos

Jeroen IJgosse



Notas Técnicas da WIEGO

As Notas Técnicas da rede global de ação-pesquisa-política Mulheres no Trabalho Informal: Globalizando e Organizando (WIEGO) fornecem orientações tanto para o público especializado quanto para o não especializado. Elas foram elaboradas para fortalecer a compreensão e a análise da situação das pessoas que trabalham na economia informal, bem como do contexto político e das opções de políticas.

Sobre o autor:

Jeroen IJgosse é consultor sênior internacional em gestão de resíduos sólidos, especialista em meio ambiente urbano, instrutor e facilitador de processos com 25 anos de experiência em gestão de resíduos sólidos na América Latina, África, Ásia e Europa Oriental. Ele trabalhou extensivamente nas áreas de planejamento, facilitação de processos, fortalecimento institucional, desenvolvimento de políticas, assuntos financeiros, avaliação de devida diligência e processos inclusivos envolvendo atores informais na gestão de resíduos sólidos. Depois de 20 anos morando e trabalhando na América Latina, atualmente reside na Holanda.

Data de publicação: agosto de 2019

Número ISBN: 978-92-95106-31-4

Por favor, cite esta publicação como: IJgosse, Jeroen. 2019. Incineração de resíduos e Catadores: Um guia técnico sobre tecnologias de recuperação energética de resíduos sólidos. Nota Técnica da WIEGO No. 11. Manchester, UK: WIEGO.

Editor da série: Caroline Skinner

Editor da cópia: Megan MacLeod

Layout: Julian Luckham da Luckham Creative

Foto da capa: Os catadores que trabalham no aterro sanitário de Kpone, em Tema, Gana, enfrentam a ameaça de perder o acesso aos resíduos para reciclagem. Foto: Dean Saffron

Publicado por Mulheres no Trabalho Informal: Globalizando e Organizando (WIEGO)
Uma empresa beneficente limitada por garantia –N° da empresa:.6273538, Instituição beneficente registrada N° 1143510

WIEGO Limited

521 Royal Exchange
Manchester, M2 7EN
United Kingdom
www.wiego.org

Direitos autorais © WIEGO. Este relatório pode ser replicado para fins educacionais, organizacionais e de política, desde que a fonte seja reconhecida.

Sumário

1. Introdução.....	1
2. Desenvolvimento de iniciativas de recuperação energética a partir de resíduos.....	3
3. Conflito entre atividades do setor inf. de resíduos e inic. de recuperação energética de resíduos	4
4. Potencial de impacto dos incineradores nos meios de vida dos catadores	10
4.1. Geração de emprego versus perda de empregos.....	10
4.2. Investimento e custos operacionais.....	12
5. Como se preparar enquanto município/comunidade quando iniciativas de recuperação energética são propostas?.....	16
6. Considerações finais.....	19
7. Referências e Leituras Adicionais.....	20
8. Glossário.....	23

Lista de Figuras

Figura 1: Métodos de tratamento de resíduos usados em 28 estados membros da União Europeia em 2014	3
Figura 2: Porcentagem de resíduos municipais incinerados em 28 estados membros da UE em 2012	4
Figura 3: Visão geral das opções de tratamento de resíduos sólidos municipais	6
Figura 4: Composição dos RSU globais	7
Figura 5: Empregos por 10.000 toneladas métricas de materiais por ano	10
Figura 6: Estimativas de custo de capital para usinas de geração de energia em escala de concessionária nos EUA	13

Lista de Tabelas

Tabela 1: Valor calorífico aproximado para frações comuns de resíduos sólidos municipais e a relação com os interesses dos catadores	7
Tabela 2: Conteúdo calorífico dos resíduos sólidos municipais em Buenos Aires (2005-2008)	8
Tabela 3: Fatores de produção de emprego por material e atividade de gestão nos EUA	11
Tabela 4: Custos de investimento para incineração	13
Tabela 5: Custos comparativos de incineração nos estados membros da União Europeia (2001)	14
Tabela 6: Comparação do processamento de materiais recicláveis via incineração versus a cadeia de reciclagem	15
Tabela 7: Visão geral do guia para gestores e ferramentas de avaliação para iniciativas de recuperação energética de resíduos sólidos	18
Tabela 8: Visão geral das publicações sobre recuperação energética resíduos sólidos	18

Prefácio

Diante da crise climática, melhorar a disposição final de resíduos sólidos tornou-se uma grande preocupação. Por todo o sul global as cidades estão modernizando seus sistemas municipais de resíduos sólidos. Na busca por serviços eficientes, muitos optam por terceirizar a gestão de resíduos para grandes corporações e/ou estabelecem iniciativas de geração de recuperação energética de resíduos sólidos como a incineração. No entanto, estas tecnologias de recuperação energética de resíduos sólidos geram altos níveis de poluição quando mal controladas. Além disso, tem havido uma pressão para uma mudança de lixões a céu aberto ou controlados para aterros sanitários, em decorrência de preocupações ecológicas.

Essas mudanças tendem a afetar os meios de vida dos catadores, trabalhadores que desempenham um papel crítico na gestão de resíduos municipais bem como na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. As avaliações existentes das tecnologias de recuperação energética de resíduos sólidos concentram-se nos impactos ambientais e fornecem diretrizes sobre como avaliar riscos e viabilidade econômica. Até agora, pouca atenção foi dada ao impacto sob os catadores.

Nesta publicação, a WIEGO visa fornecer às organizações de catadores, gestores públicos e profissionais informações sobre iniciativas de recuperação energética de resíduos sólidos. Isso visa fortalecer modelos de gestão de resíduos sólidos fiéis a uma economia circular inclusiva. Isso inclui estratégias de lixo zero, minimização de resíduos, reutilização e redução de resíduos e tecnologias descentralizadas e ambientalmente corretas para descarte, que sejam adequadas para os contextos locais e que incluam proteção dos meios de vida.

Sonia Dias

Especialista no Setor de Resíduos, WIEGO

Lucia Fernandez

Coordenadora do Programa de Catadores, WIEGO

Abreviações

CAG — Controladoria e Auditoria Geral da Índia

CWG — Grupo de Trabalho Colaborativo: gestão de resíduos sólidos em países de baixa e média renda

EfW — recuperação energética de resíduos sólidos

UE — União Europeia

GAIA — Aliança Global para Alternativas à Incineração

GiZ — Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH – Agência de Cooperação Técnica Alemã

ISWA — Associação Internacional de Resíduos Sólidos

Ktpa — quilotonelada por ano

MJ — Megajoules

MNES — Ministério de Fontes de Energia Não-Convencionais (da Índia)

RSU — Resíduos Sólidos Urbanos

GRSU — Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos MW — Megawatts

ONG — Organização Não Governamental

EUA — Estados Unidos da América

WEC — Conselho Mundial de Energia

WtE — Geração de Energia a partir de Resíduos Sólidos

1. Introdução

A discussão sobre recuperação energética de resíduos sólidos é um tópico recorrente em todo o mundo. O resultado dessas discussões e as decisões tomadas afetam uma grande variedade de atores, entre elas políticos, funcionários públicos, comércio, comunidades de bairro e catadores.

Para poder participar e contribuir com essa discussão, é importante entender a complexidade das diferentes tecnologias, seus impactos e quem está lutando a favor da tecnologia. Às vezes, a recuperação energética de resíduos sólidos pode ser retratada como uma solução simples para todos os problemas de resíduos sólidos e energia de um município: os que vendem a tecnologia promovem continuamente projetos de recuperação energética de resíduos sólidos como uma resposta ao esgotamento dos recursos de combustíveis fósseis, como uma fonte de energia renovável ou uma oportunidade para a aquisição de créditos de carbono no âmbito da redução de emissões de gases de efeito estufa. Os políticos locais podem ficar tentados a acreditar que é a opção mais fácil de considerar quando confrontados com lixões a céu aberto que precisam ser fechados enquanto a quantidade de lixo coletado continua aumentando.

O termo “recuperação energética de resíduos sólidos” refere-se a uma gama de tecnologias que lidam com os resíduos para recuperar energia na forma de calor, eletricidade ou combustíveis alternativos como o biogás. Essas tecnologias podem ser aplicadas em diferentes escalas e com complexidade variada: produção de gás de cozinha em digestores domésticos a partir de resíduos orgânicos, coleta de gás metano de aterros sanitários, tratamento térmico de resíduos em instalações de incineração de larga escala no nível municipal (geralmente chamado de tamanho de concessionária) e coprocessamento de refulgos derivados de combustíveis em fábricas de cimento ou de gaseificação.

A literatura principal distingue cinco tipos principais de tecnologias de recuperação energética, também conhecidas como tecnologias de conversão, usadas internacionalmente no tratamento de resíduos (municipais): a) incineração, b) coprocessamento, c) digestão anaeróbica, d) coleta de gás de aterro e) pirólise e gaseificação. Essas cinco tecnologias são aplicadas a diferentes fluxos de resíduos e têm funções e características diferentes e afetarão os meios de vida dos trabalhadores informais de diversas maneiras. Esta nota técnica incidirá principalmente¹ sobre o impacto que a incineração tem sobre os meios de vida dos catadores informais de resíduos.

Esta nota, também, analisa especificamente o uso de sistemas de recuperação energética de resíduos sólidos em vários países da Europa. Mudanças significativas nas políticas de gestão de resíduos na Europa resultaram em uma redução da demanda por incineração, o que levou as empresas que vendem a tecnologia de recuperação energética de resíduos sólidos a voltar sua atenção para as economias em desenvolvimento, para vender instalações sob o pretexto de desenvolvimento.

Para aqueles que defendem alternativas de gestão de resíduos que não incluem a incineração e que estão apoiando o envolvimento ativo do setor informal de resíduos, é essencial compreender como as iniciativas de recuperação energética de resíduos sólidos têm sido implementadas nos países industrializados e por que elas têm falhado nas economias em desenvolvimento e emergentes. Um tema recorrente enfatizado na literatura, e muitas vezes negligenciado por aqueles que defendem a tecnologia de recuperação energética de resíduos sólidos, são as condições de enquadramento, que na maioria dos países em desenvolvimento e emergentes são essencialmente (estruturalmente) diferentes daquelas que acompanharam o aumento dos projetos de recuperação energética de resíduos sólidos em países industrializados, onde grandes usinas de recuperação energética de resíduos sólidos são parte integrante da infraestrutura de gestão de resíduos.

Esta nota técnica não pretende fornecer todas as respostas, mas sim uma breve e sistemática visão geral dos impactos das iniciativas de recuperação energética de resíduos sólidos, especialmente aqueles que a incineração tem ou pode ter. Além disso, procura ajudar os gestores, ativistas e lideranças de catadores, organizações não-governamentais e organizações comunitárias na avaliação dos limites e riscos das diversas tecnologias de recuperação energética de resíduos sólidos no que tange o efetivo planejamento, uso eficiente de investimentos na gestão de resíduos, e onde buscar mais apoio e inspirações.

¹ As outras quatro tecnologias serão descritas brevemente no glossário.

Caixa de texto 1: Um breve guia sobre as principais características da incineração

A incineração de resíduos sólidos municipais é a queima de resíduos misturados e (geralmente) não tratados de residências, comércio (e algumas) indústrias em um processo controlado dentro de uma instalação específica (chamada incinerador) que foi projetada e construída para esse fim. Várias questões-chave (técnicas) são cruciais para a compreensão do impacto dos sistemas de incineração de resíduos sólidos urbanos (RSU).

Primeiro, o objetivo principal da incineração é reduzir o volume e a massa de RSU. Embora uma redução no volume e uma massa de 75% possam normalmente ser alcançados, os 25% restantes são preocupantes e requerem atenção especializada. As cinzas remanescentes na forma de escória (cinza residual) e as cinzas volantes requerem tratamento adicional. Isso é especialmente verdadeiro no caso de cinzas volantes perigosas (tóxicas), que são partículas finas nos gases de escape criados durante a incineração que devem ser removidas dos gases liberados pelas chaminés da planta para evitar a poluição do ar. Uma opção para a cinza volante é coletá-la em um aterro sanitário com células seguras apropriadas para substâncias perigosas, embora elas geralmente não estejam disponíveis nos países em desenvolvimento.

Em segundo lugar, a combustão (queima) de resíduos gera energia e calor, mas os resíduos não queimam por si só. Os materiais combustíveis presentes nos resíduos somente queimam quando atingem uma temperatura específica (a temperatura necessária para a ignição) e entram em contato com o oxigênio - passando por uma reação de oxidação. Essa (chamada) temperatura de reação está entre 850 e 1450°C. O processo de combustão ocorre na fase gasosa e sólida, liberando simultaneamente energia térmica. Os resíduos requerem um valor calorífico mínimo (conteúdo energético ou sua capacidade de queima) para permitir uma reação em cadeia térmica e combustão autossustentável (a chamada combustão autotérmica). Se esse valor mínimo não for atingido, são necessários combustíveis adicionais para iniciar (e continuar) o processo de incineração. Isso significa que deve haver um suprimento contínuo e grande (matéria-prima) de resíduos a serem queimados e essa matéria-prima deve ter materiais suficientes com altos valores caloríficos (ou seja, papel, papelão, plásticos e conteúdo têxtil). Se isso não for garantido de forma permanente e a longo prazo, o consumo de combustível adicional levará a altos custos operacionais (imprevistos) para evitar que os fornos precisem ser desligados.

Em terceiro lugar, embora energia e calor sejam gerados durante o processo de queima, a conversão em eletricidade e energia térmica depende em grande parte da eficiência da tecnologia selecionada. A demanda por eletricidade e energia térmica terá influência significativa nas receitas geradas.

2. Desenvolvimento de iniciativas de recuperação energética de resíduos

Os primeiros incineradores foram construídos no final do século 19 na Europa e houve um aumento importante em seu uso após 1960 em países europeus altamente industrializados. O principal fator para o uso da incineração foi o controle de doenças (tifo e cólera) e a redução do volume e da massa de resíduos gerados nas áreas urbanas de rápido crescimento, especialmente nos países onde encontrar novos locais para aterros sanitários em áreas densamente povoadas (áreas urbanas) se mostrou mais difícil.

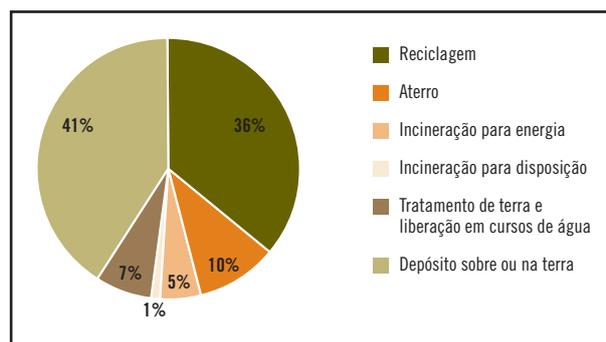
Em 2012, havia mais de 1.200 usinas recuperação energética de resíduos sólidos em operação em mais de 40 países (ISWA 2012), número que também incluiriam usinas com instalações de recuperação de gás de aterro, usinas de digestão anaeróbica e usinas que usam tecnologia de pirólise ou gaseificação. Das 122 milhões de toneladas estimadas de resíduos incinerados em todo o mundo em 2016 (WEC 2016), mais de 99% foram tratados em países de alta renda na Europa, mas também no Japão e nos Estados Unidos da América.

Embora existam 400 incineradores na Europa, a incineração desempenha apenas um papel menor. A Figura 1 mostra os principais métodos de tratamento de resíduos usados em 2014 para tratar os aproximadamente 2,6 bilhões de toneladas métricas de resíduos gerados nos 28 estados membros da UE. A disposição final (48%) e a reciclagem (36%) continuam sendo os dois principais métodos utilizados, enquanto outras formas de recuperação (10% para aterro) e incineração (6%) desempenham um papel secundário.

Todos os estados membros da UE desenvolveram sistemas para cumprir os objetivos da política de resíduos da UE (Diretiva-Marco sobre Resíduos) e da hierarquia de (gestão) de resíduos, que favorecem (por ordem de preferência) a prevenção, reutilização e reciclagem sobre a incineração com recuperação de energia - deixando a disposição em aterro ou a incineração sem recuperação de energia como um último recurso. Seis países² desenvolveram sistemas construídos sobre sistemas de coleta de resíduos abrangentes nos quais menos de 5 por cento de seus resíduos vão para o aterro sanitário. Para realizar isto, todos estes países têm sistemas de reciclagem bem desenvolvidos com base na coleta de separação na fonte, geração de empregos verdes, e capacidade adequada de tratamento (inclusive para resíduos biodegradáveis), e eles combinam instrumentos legais, administrativos e econômicos para obterem um bom resultado nas suas políticas de gestão de resíduos.

Um exemplo desses instrumentos na prática é a meta da UE para resíduos urbanos: até 2030, 65% de todos os resíduos municipais precisam ser reutilizados ou reciclados, com um máximo de 10% a ser depositado em aterro. Somente o restante poderá ser considerado para incineração para recuperação de energia. Essa meta de 65% faz parte da nova visão para a economia circular implementada em todos os Estados membros, e esse instrumento levou a uma redução significativa na incineração. Isso mostra claramente que, como os sistemas de gestão se desenvolvem com o tempo e quando as preocupações com saúde pública e meio ambiente são superadas, o foco principal permanece na recuperação de materiais por meio de opções de reciclagem e na criação de empregos verdes por meio da reciclagem e reutilização. As iniciativas tecnológicas orientadas à recuperação de energia permanecem apenas como uma opção secundária e só podem funcionar dentro de sistemas de gestão de resíduos maduros o suficiente para recebê-los e acomodá-los. Na Holanda, por exemplo, as instalações da recuperação energética de resíduos sólidos são planejadas e licenciadas apenas para receber resíduos que não podem ser reciclados (tecnicamente) ou de uma maneira atualmente economicamente viável.

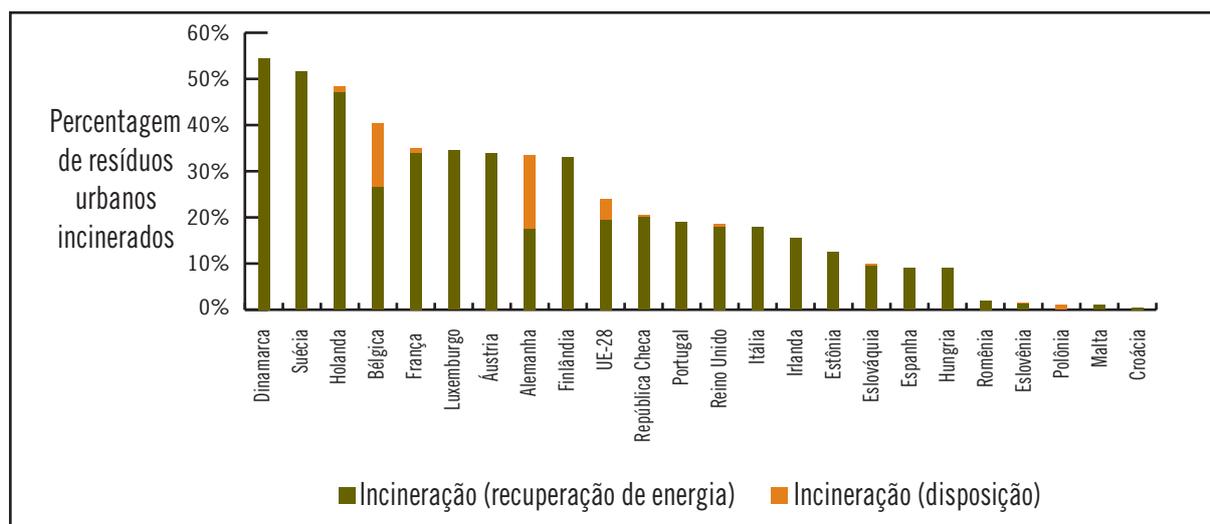
Figura 1: Métodos de tratamento de resíduos usados em 28 estados membros da União Europeia em 2014



Fonte: Eurostat (acessado em maio de 2019)

² Áustria (AT), Bélgica (BE), Dinamarca (DK), Alemanha (DE), Países Baixos (NL) e Suécia (SE).

Figura 2: Porcentagem de resíduos municipais incinerados em 28 estados membros da União Europeia em 2012



Fonte: Eurostat (acessado em maio de 2019)

Esses desenvolvimentos de políticas têm um impacto na Europa, mas também afetam as empresas que fabricam, implementam e operam tecnologias de geração de energia a partir de resíduos sólidos. À medida que a demanda europeia por incineração diminui, o mercado para a venda de tecnologia de recuperação energética de resíduos sólidos fica saturado na Europa, especialmente nos países em que a incineração desempenha um papel importante, como Dinamarca, Suécia e Holanda (veja a Figura 2). Dessa forma, surge um novo direcionador, o direcionador do mercado livre, onde as empresas de tecnologia de recuperação energética de resíduos sólidos se afastam da Europa em busca de países onde os padrões da legislação e as metas da política de gestão de resíduos são menos restritivas (ou mesmo inexistentes) - e onde o setor informal de coleta de resíduos, que muitas vezes desempenha um papel central nos níveis municipal e nacional, pode se tornar um obstáculo inconveniente à sua meta.

Como resultado, tornou-se importante para as partes interessadas nas cidades nessas economias emergentes entender melhor os detalhes das tecnologias de recuperação energética de resíduos sólidos e enxergar para além das promessas da “varinha mágica” de fazer o lixo desaparecer e fornecer energia “gratuita” em troca. Há também uma necessidade de compreender os impactos que a tecnologia de recuperação energética de resíduos sólidos pode ter sobre o meio ambiente, a economia e os meios de vida das áreas urbanas (e rurais) que as recebem, e também de entender quais alternativas à recuperação energética de resíduos sólidos podem ser exploradas para lidar com o crescimento contínuo de resíduos sólidos em ambientes urbanos.

No entanto, é precisamente porque as empresas de recuperação energética de resíduos sólidos mudaram para países onde o setor informal tem presença significativa que os defensores do setor informal precisam agir com cautela. Aqueles que buscam salvaguardar os interesses do setor informal devem estar preparados para entender o ponto de vista daqueles que se sentam do outro lado da mesa e que procuram promover e vender tecnologias de geração de energia a partir de resíduos sólidos. Isto é uma etapa necessária para ajudar o público a entender as implicações por trás do despejo (“dumping”) das tecnologias de recuperação energética de resíduos sólidos nos países em desenvolvimento. Um artigo publicado na edição de julho de 2018 da Energy Source (Smith 2018) ilustra a lógica por trás do “dumping” das tecnologias de geração de energia a partir de resíduos sólidos, ao discutir as crescentes oportunidades existentes em toda a África para o desenvolvimento de usinas de recuperação energética de resíduos sólidos e o que precisa ser feito pelo setor público para tornar tais projetos viáveis e, mais importante ainda, financeiramente viável. Ele destaca questões como:

“a) o ambiente regulatório mais favorável nos países africanos para o tratamento térmico de resíduos (em comparação, por exemplo, com a UE que se concentrou na redução de resíduos); b) A realidade é que muitas instalações de recuperação energética atualmente não são economicamente viáveis ou bancáveis, pois se baseiam inteiramente nas receitas da venda da energia gerada (independentemente de a instalação também produzir calor). Isso se deve, em grande parte, ao custo da eletricidade produzida dessa maneira ser maior do que o custo da produção de eletricidade usando outras tecnologias; c) A maioria dos projetos de recuperação energética bem sucedidos em larga escala

depende muito das receitas decorrentes de suas atividades de disposição de resíduos, normalmente cobradas com base em uma “taxa de entrada” ou “taxa de depósito” por tonelada métrica de resíduo. Essas taxas também deverão ser pagas pela autoridade municipal relevante responsável pela disposição dos resíduos; e d) Os marcos jurídicos em vários países africanos também ainda estão em desenvolvimento e não têm o mesmo padrão de transparência e Estado de Direito que nos países desenvolvidos. Isso significa menos certeza para os financiadores e outras partes envolvidas em relação a qualquer conflito”.

Caixa de texto 2: Desenvolvimentos em projetos de recuperação energética em economias emergentes

China: o governo chinês estabeleceu uma meta de descartar quase um terço dos resíduos do país em usinas de geração de energia a partir de resíduos até 2030 e várias usinas estão em processo de construção. Atualmente, 28 usinas de geração de energia a partir de resíduos estão operando na China usando a tecnologia CFB³, a maior (construída em 2012) processa 800 toneladas métricas de resíduos/dia. Os fornecedores chineses de tecnologia de recuperação energética também expandiram seus horizontes para incluir os mercados internacionais (WEC 2016).

Índia: Impulsionados por programas internacionais como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, mais de 30 projetos de geração de energia a partir de resíduos solicitaram financiamento desde 2012, com nível de sucesso variado (Chintan 2012).

Cingapura: A Usina de Incineração Tuas South, em Cingapura, processa 3.000 toneladas/dia de RSU mistos (NEA 2018).

Tailândia: Em 1999, a primeira planta de geração de energia a partir de resíduos do país iniciou seu serviço municipal de descarte de resíduos sólidos para 18 localidades na província de Phuket, com capacidade para 250 toneladas/dia, gerando 2,5 MW⁴ de eletricidade (Vanapruk 2011).

Emirados Árabes Unidos: A construção da primeira instalação de recuperação energética nos Emirados Árabes Unidos começou em 2017. A expectativa é que, até 2020, receba aproximadamente 300.000 toneladas métricas de RSU por ano e as converta em 30 MW de energia (Ramboll 2017).

Etiópia, Gana, Quênia, Uganda, Senegal, África do Sul e Zâmbia: diferentes propostas e projetos que variam desde uma usina de incineração de 1.400 toneladas/dia na Etiópia, implementada em 2017, passando por uma proposta de projeto de recuperação de gás de aterro em Johannesburgo, até o Projeto Ketu Ikosi Biogás em Lagos, Nigéria (Smith 2018).

³ CFB — tecnologia de leito fluidizado circulante.

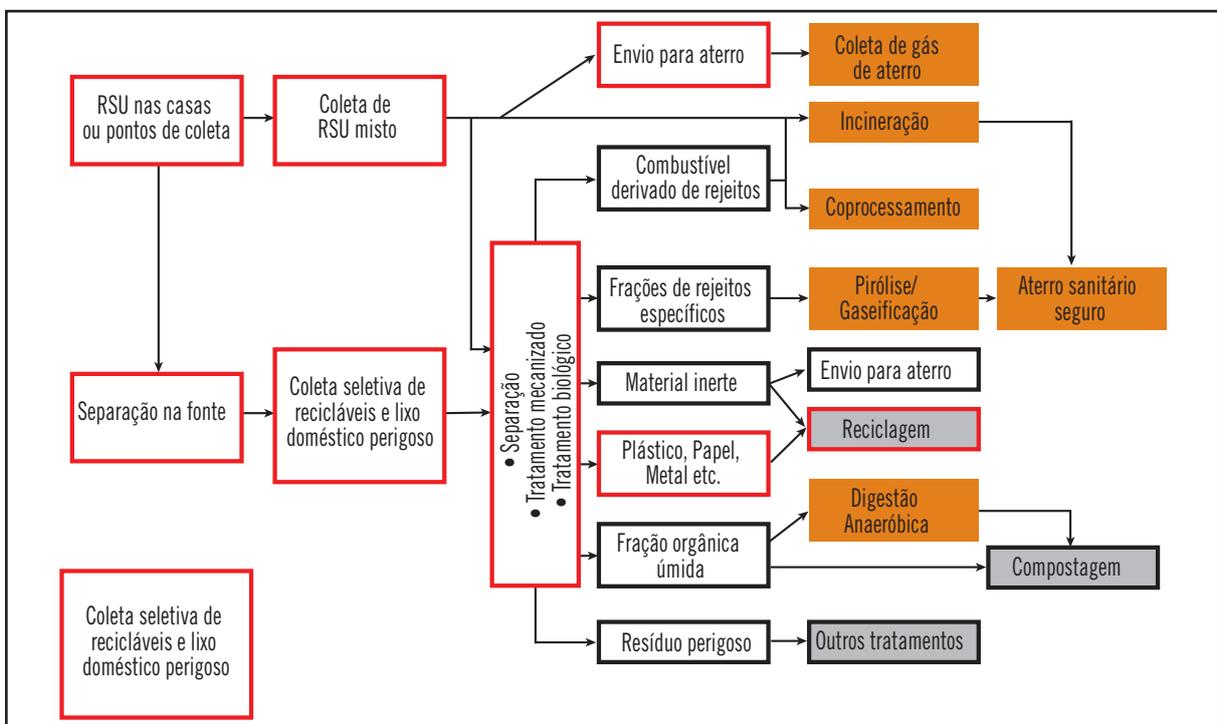
⁴ MW = megawatts

3. Conflitos entre atividades dos catadores e iniciativas de recuperação energética

Para entender onde surgem os conflitos entre a tecnologia de recuperação energética de resíduos sólidos e catadores, é essencial saber quanto, que tipo e onde os resíduos são gerados. As atividades dos catadores estão concentradas principalmente na cadeia de reciclagem, também conhecida como cadeia de valor agregado⁵. Há, no entanto, uma sobreposição significativa nos materiais coletados pelo setor de reciclagem informal e aqueles procurados por tecnologias de recuperação energética de resíduos sólidos. Esta seção fornece uma visão geral desses materiais, como os catadores e a tecnologia de recuperação energética os tratam e onde esses dois sistemas se sobrepõem.

Para começar, a Figura 3 fornece uma visão geral das diferentes opções de tratamento disponíveis para um sistema de resíduos municipal e das partes ou locais no sistema de resíduos em que o setor informal pode participar.

Figura 3: Visão geral das opções de tratamento de resíduos sólidos municipais



Fonte: Adaptado do Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH —GIZ (2017)

Conforme observado na Figura 3, os espaços em que o setor informal pode atuar e os tipos de materiais que têm valor são bastante específicos. Envolve a recuperação de materiais recicláveis a partir do fluxo de resíduos e a sua venda diretamente ao setor de reciclagem ou por intermediários. Para a tecnologia de recuperação energética, o processo é muito diferente.

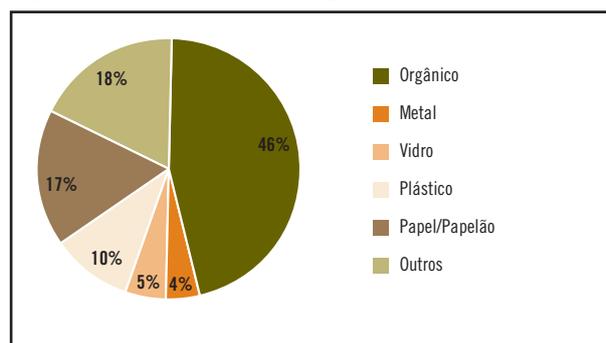
Ao considerar ou descartar a tecnologia de recuperação energética de resíduos sólidos como alternativa, um fator chave que deve ser analisado é a natureza (composição) e o volume do fluxo de resíduos. Um parâmetro-chave é o conteúdo energético do lixo (ou seja, o quão bem ele queima). Isso é chamado de valor calorífico mais baixo (LCV) e é medido em megajoules/kg (MJ/kg). Se o LCV médio dos resíduos queimados em um incinerador for inferior a 7 MJ/kg durante um período de um ano⁶, então ele deverá ser descartado como opção.

⁵ No entanto, nas últimas décadas, também houve uma transição para a cadeia de serviços, onde, em vários países, o setor informal (organizado) de resíduos é contratado como prestador de serviços nos sistemas municipais de reciclagem (Bogotá e mais de 10 outras cidades na Colômbia; Belo Horizonte e Itaúna, Brasil; Pune, Índia; Buenos Aires, Argentina).

⁶ Para comparação: o LCV de 1 kg de óleo combustível é de cerca de 40 MJ/kg.

A Figura 4 ilustra a composição média dos resíduos sólidos em todo o mundo⁷. Quase 46% é orgânico, 36% é potencialmente reciclável e os 18% restantes são compostos por outros tipos de materiais (incluindo cinzas, fraldas, cerâmica e pedra). Aqui, a “fração seca”, juntamente com a “fração úmida” (principalmente orgânicos), constituem os principais componentes dos resíduos sólidos urbanos. No entanto, é importante a relação entre frações de resíduos com alto valor calorífico (como papel, papelão e têxteis - como mostrado na Tabela 1 abaixo) e aquelas com baixo valor calorífico (como orgânicos, metal e vidro). A fração orgânica é mais difícil de queimar por causa do alto teor de umidade e, ainda mais, durante as estações chuvosas, quando a precipitação em países tropicais pode ser muito alta, especialmente quando o sistema de gestão de resíduos é baseado em contêineres abertos e a coleta é realizada em veículos abertos. A falta de sistemas de coleta de separação na fonte é frequentemente citada como uma das razões para a falha das instalações recuperação energética de resíduos sólidos.

Figura 4: Composição dos RSU globais



Fonte: Hoornweg e Bhada-Tata (2012)

Tabela 1: Valor calorífico aproximado para frações comuns de resíduos sólidos municipais e a relação com os interesses dos catadores

Fração	Valor calorífico aproximado [MJ/kg]	Relação com catadores
Papel / papelão	16	Potencial interesse oposto
Material orgânico	4	Sem conflito
Plásticos	35	Potencial interesse oposto
Vidro	0	Sem conflito
Metais	0	Sem conflito
Têxteis	19	Potencial interesse oposto
Outro material	11	Sem conflito
Valor calorífico médio mais baixo recomendado para incineração	7	

Fonte: Adaptado da Associação Internacional de Resíduos Sólidos — ISWA (2012)

Ao mesmo tempo, a fração orgânica nas economias em desenvolvimento é frequentemente mais alta (até 60%) e tem um teor de água significativamente maior do que nas economias industrializadas, em que o aumento do consumismo levou a uma maior presença de material de embalagem de bens de consumo (plásticos, papelão e papel). Isso significa que há mais resíduos orgânicos a serem tratados nos países em desenvolvimento, que, no momento da coleta, são geralmente misturados com as outras frações.

A Tabela 2 mostra um exemplo da contribuição relativa de plásticos, papel e papelão para o teor de calor dos RSU em Buenos Aires, Argentina. Usando dados médios de composição de RSU do período de 2005 a 2008, pode-se observar que esses três materiais representam 72% do conteúdo calorífico encontrado nos RSU em Buenos Aires. Sem nenhum desses materiais, o valor calorífico do RSU estaria bem abaixo do limite mínimo de 7 MJ/kg. Portanto, mesmo neste caso, com o componente orgânico sendo relativamente baixo (40%) em comparação com os 32,5% combinados de plásticos, papel e papelão, a dependência dos três últimos ainda é significativa.

⁷ Os resíduos específicos derivados da construção e os resíduos industriais e comerciais não estão incluídos neste número, mas em alguns casos podem representar a maior parte da produção de resíduos de uma região.

Tabela 2: Conteúdo calorífico dos resíduos sólidos municipais em Buenos Aires (2005-2008)

Componentes	% média em peso 2005-2008 (A)	Valor calorífico aproximado do componente (MJ/kg) (B)	Conteúdo calorífico (MJ/kg) $C = A * B$	Contribuição relativa do conteúdo calorífico
Papel e papelão	16,6	16	2,7	23%
Plásticos	15,9	35	5,6	49%
Vidro	5,6	0	0,0	0%
Metais ferrosos	1,3	0	0,0	0%
Metais não ferrosos	0,4	0	0,0	0%
Têxteis	3,5	19	0,7	6%
Madeira	1,4	11	0,1	1%
Couro, borracha e cortiça	1,1	11	0,1	1%
Fraldas descartáveis	4,2	11	0,5	4%
Resíduo de construção e demolição	1,7	0	0,0	0%
Resíduos de quintal	4,1	4	0,2	1%
Resíduos perigosos	0,5	11	0,1	0%
Resíduos médicos	0,4	11	0,0	0%
Resíduos de alimentos	39,5	4	1,6	14%
Finos diversos (<12.7 mm)	3,6	0	0,0	0%
Total			11,6	99%
Conteúdo calorífico total sem plástico			6	
Conteúdo calorífico total sem plástico, papel e papelão			3,3	

Fonte: Adaptado da Instituto de Ingeniería Sanitaria - Facultad de Ingeniería - Universidad de Buenos Aires – CEAMSE (2010)

Devido ao baixo valor calorífico da matéria orgânica e à presença de cinzas, areia, poeira e outras matérias inertes nos resíduos misturados, essas frações por si só não serviriam como matéria-prima viável para qualquer incinerador. Seriam necessárias as frações com maior valor calorífico (plásticos, papel, papelão e têxteis) para compensar, até chegar perto do limiar mínimo de 7 MJ/kg. Sem essas frações, a viabilidade de qualquer instalação potencial de incineração de RSU estaria em risco porque o valor calorífico geral seria muito baixo para combustão sem o fornecimento constante de combustível auxiliar. A Caixa de texto 3 fornece um exemplo de falha de usina de recuperação energética de resíduos sólidos devido ao fornecimento calorífico de baixa qualidade da matéria-prima.

Caixa de texto 3: Falha na usina de resíduos de recuperação energética de resíduos sólidos em Nova Déli, Índia

Incinerador Timarpur; Nova Déli, Índia:

“Em 1987, o Ministério de Fontes de Energia Não Convencionais encomendou a Usina de Geração de Energia por Incineração de Resíduos de Timarpur a um custo de capital de 200 milhões de rúpias (US\$ 4,4 milhões). Construída pela Volund Miljotechnik Ltd. da Dinamarca, a usina foi projetada para incinerar 300 toneladas métricas de resíduos sólidos urbanos (RSU) por dia, para gerar 3,75 MW de eletricidade. A planta funcionou por 21 dias de operações de teste antes de desligar devido à baixa qualidade dos resíduos recebidos.

Exigia resíduos com um valor calorífico líquido de pelo menos 1462,5 kcal/kg, mas o valor calorífico dos resíduos fornecidos estava na faixa de 600 a 700 kcal/kg. Os operadores da fábrica tentaram suplementar a combustão com óleo diesel, mas não tiveram sucesso.

Após esse fracasso, o Supremo Tribunal de Nova Déli ordenou um inquérito pelo Controlador Geral de Contas (CAG). Em suas conclusões, apresentadas em seu relatório anual de março de 1990, a CAG observou que: Usina de Geração de Energia por Incineração de Resíduos instalada pelo Ministério de Fontes de Energia Não Convencionais em março de 1985 permaneceu inoperante desde sua instalação. O Ministério não utilizou ou descartou a usina inoperante e incorreu em um gasto de 12,5 milhões de rúpias (US\$ 278.000) em manutenção e seguro da usina.¹ O projeto foi oficialmente abandonado em julho de 1990.”

Fonte: Shah (2011)

Para trazer isso de volta à forma como o processo de recuperação energética de resíduos sólidos se cruza com os catadores, deve-se notar que, no setor informal, os principais materiais recicláveis manipulados e comercializados são plásticos, metais, vidro, papel e papelão e, em certo grau, têxteis. Em termos concretos, isso significa que, se as frações que seriam recuperadas e comercializadas pelos catadores s forem desviadas diretamente para a instalação de incineração, os trabalhadores informais não terão acesso a esses materiais e perderão o acesso à renda. Portanto, o argumento é que é crucial tomar decisões com base em um plano integrado de gestão de resíduos sólidos municipais, apoiado por uma análise de fluxo de material e que respeite o conceito de hierarquia de resíduos.

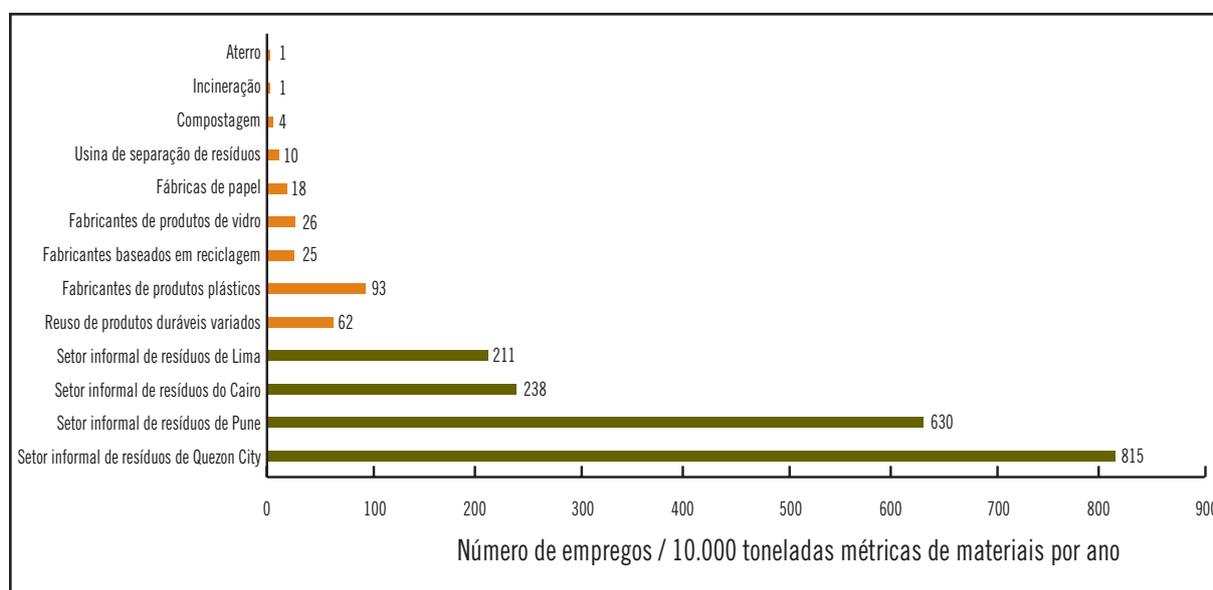
Na próxima seção, esta nota irá aprofundar-se em como a recuperação energética de resíduos sólidos afetou os meios de vida e o meio ambiente quando estabelecida como parte dos planos de gestão de resíduos sólidos urbanos (GRSU) nas comunidades locais.

4. Potencial de impacto dos incineradores nos meios de vida dos catadores

4.1. Criação versus perda de empregos

Os incineradores usam tecnologias de capital intensivo que geram empregos limitados, especialmente quando comparadas a outras atividades de gestão de resíduos, tanto nas economias industrializadas quanto nas emergentes. Nas economias emergentes, onde o setor informal ativo desempenha um papel vital na recuperação de materiais recicláveis, os incineradores não apenas geram poucos empregos, como também ameaçam diretamente os meios de vida de milhares de pessoas que trabalham na recuperação e processamento de materiais recicláveis. A Figura 5 mostra como, em algumas cidades selecionadas, as atividades informais que demandam muito trabalho geram de 10 a 40 vezes mais empregos do que atividades de reciclagem semelhantes em um país industrializado.

Figura 5: Empregos por 10.000 toneladas métricas de materiais por ano (Baseado no Institute for Local Self-Reliance 1997 e UN-Habitat 2010)



Fonte: Linzer e Lange (2013)

Nos EUA, em 2018, as atividades de reciclagem geraram de 10 a 20 vezes mais empregos que os incineradores (Tabela 3), o que tem sido uma das forças motrizes para a promoção de empregos verdes em nível nacional.

Tabela 3: Fatores de produção de emprego por material e atividade de gestão nos Estados Unidos da América (empregos por 1.000 toneladas métricas)

Materiais	Resíduo direcionado (Empregos por 1.000 toneladas métricas)				Resíduo descartado (Empregos por 1.000 toneladas métricas)			
	Coleta 2008	Coleta 2030	Processamento	Fabricação	Reuso/ Refabricação	Coleta	Aterro	Incineração
Papel e papelão	1,67	1,23	2	4,16	Não disponível (N/A)	0,56	0,1	0,1
Vidro	1,67	1,23	2	7,85	7,35	0,56	0,1	0,1
Metais								
Ferrosos	1,67	1,23	2	4,12	20	0,56	0,1	0,1
Alumínio	1,67	1,23	2	17,63	20	0,56	0,1	0,1
Outros não-ferrosos	1,67	1,23	2	17,63	20	0,56	0,1	0,1
Plásticos	1,67	1,23	2	10,3	20	0,56	0,1	0,1
Borracha e couro	1,67	1,23	2	9,24	7,35	0,56	0,1	0,1
Têxteis	1,67	1,23	2	2,5	7,35	0,56	0,1	0,1
Madeira	1,67	1,23	2	2,8	2,8	0,56	0,1	0,1
Outros	1,67	1,23	2	2,5	N/A	0,56	0,1	0,1
Outros Resíduos								
Restos de comida	1,67	1,23	0,5	N/A	N/A	0,56	0,1	0,1
Cortes de grama	1,67	1,23	0,5	N/A	N/A	0,56	0,1	0,1
Resíduos inorgânicos diversos	1,67	1,23	0,5	N/A	N/A	0,56	0,1	0,1

Fonte: Goldstein e Electris (2011)

Na Europa, o aumento do foco político na recuperação de materiais e reciclagem desde o ano 2000 viu o emprego geral relacionado a essa atividade aumentar de 177.000 em 2000 para 301.000 em 2007, sem incluir as atividades de coleta por separação na fonte (Fischer et al 2011).

No geral, a presença de instalações de incineração em economias emergentes causou vários problemas:

- As atividades de definição e planejamento da política de resíduos não consideraram a presença (em larga escala) dos catadores de resíduos nos centros urbanos;
- O direcionamento de materiais recicláveis para o incinerador levou a uma perda de renda para os catadores;
- Os contratos de coleta de resíduos são baseados em toneladas métricas entregues à usina de geração de energia a partir de resíduos sólidos, o que não favorece a reciclagem;
- São exigidas altas taxas de aterramento a longo prazo para tornar a operação financeiramente sustentável, colocando um fardo sobre as finanças municipais e levando a aumentos acentuados em taxas para os usuários.

A caixa de texto 4 destaca dois exemplos da Índia e da Etiópia.

Caixa de texto 4: Impactos da recuperação energética de resíduos sólidos nos catadores na Índia e na Etiópia

Okhla, Nova Déli, Índia: Em janeiro de 2012, uma instalação da recuperação energética de resíduos sólidos iniciou suas operações em Sukhdev Vihar, perto do aterro sanitário de Okhla, em Nova Déli. Posteriormente, 1.300 toneladas de resíduos que antes eram despejados no aterro sanitário todos os dias foram direcionados para o suprimento de matéria-prima que alimenta o incinerador. O Grupo de Pesquisa e Ação Ambiental da Chintan realizou uma pesquisa no aterro para avaliar o impacto que o incinerador teve nos meios de subsistência daqueles que (anteriormente) trabalhavam no aterro. No momento da pesquisa, 300 dos 450 indivíduos ativos no aterro não estavam mais trabalhando lá. As principais conclusões apresentadas no relatório foram: a) queda significativa nas populações de comunidades dependentes da renda gerada no aterro; b) uma redução drástica na renda dos catadores; e c) consumo reduzido de carne e peixe.

Referências: Grupo de Pesquisa e Ação Ambiental Chintan (2012); Demaria et al. (2012)

Usina de geração de energia a partir de resíduos Reppie, Addis Abeba, Etiópia: em 2017, uma usina de 50 MW de recuperação energética de resíduos sólidos começou a processar o RSU gerado na capital da Etiópia, Adis Abeba. O projeto está sendo implementado por um consórcio formado pela Cambridge Industries Ltd. e seus parceiros: China National Electric Engineering Co. e Ramboll da Dinamarca. O projeto de 118 milhões de dólares converterá 350.000 toneladas métricas de resíduos sólidos em eletricidade anualmente, suprimindo 30% das necessidades domésticas de energia. Proclamado como a primeira instalação de recuperação energética de resíduos sólidos na África, o projeto recebeu cobertura da mídia internacional por causa das 100 mortes sofridas como resultado de um deslizamento de terra no aterro adjacente. Um artigo publicado internacionalmente (veja referência abaixo) de 2018 - um dos muitos artigos semelhantes escritos sobre o evento - concentra-se extensivamente nos desafios técnicos, financeiros, ambientais e institucionais enfrentados pelo Escritório de Gestão de Limpeza da Cidade de Addis Abeba na operação da instalação. No entanto, nenhuma menção é feita ao setor informal: nem se e como eles foram envolvidos no estágio de planejamento e também nem como foram afetados pela operação da instalação de recuperação energética.

Referência: Abebe 2018

4.2. Custos de investimento e operação

Os incineradores são tecnologias de capital intensivo, tanto em investimento quanto em operação. O Conselho Mundial de Energia relata que, em 2016, os custos de investimento variaram entre 300 e 900 dólares americanos por tonelada de capacidade (Tabela 4), dependendo do tamanho da usina e da tecnologia aplicada. As tecnologias de gaseificação são geralmente mais caras que as tecnologias de combustão em grelha comuns. Uma usina de gaseificação nos EUA com capacidade de 750 toneladas métricas por ano precisaria de um custo estimado de investimento de US\$ 550 por tonelada métrica de capacidade anual (WEC 2016). Os custos de investimento para a mesma tecnologia e tamanho de usina semelhante também podem variar significativamente devido à localização, implementações do local e disponibilidade de terra.

No entanto, deve-se tomar cuidado na generalização dos custos de investimento para cada tecnologia, porque existem diferenças regionais nos incentivos governamentais e na dinâmica do mercado, e o valor da receita obtida depende de condições muito localizadas, como preços da eletricidade, acesso à rede de aquecimento urbano e mercados de recuperação para materiais recicláveis (metais, papel, vidro e plástico). Além disso, os custos de investimento de projetos individuais variam de acordo com uma série de fatores, incluindo o tipo de financiamento, o desenvolvedor do projeto, as condições nos mercados financeiros, a maturidade da tecnologia e os fatores políticos e de riscos.

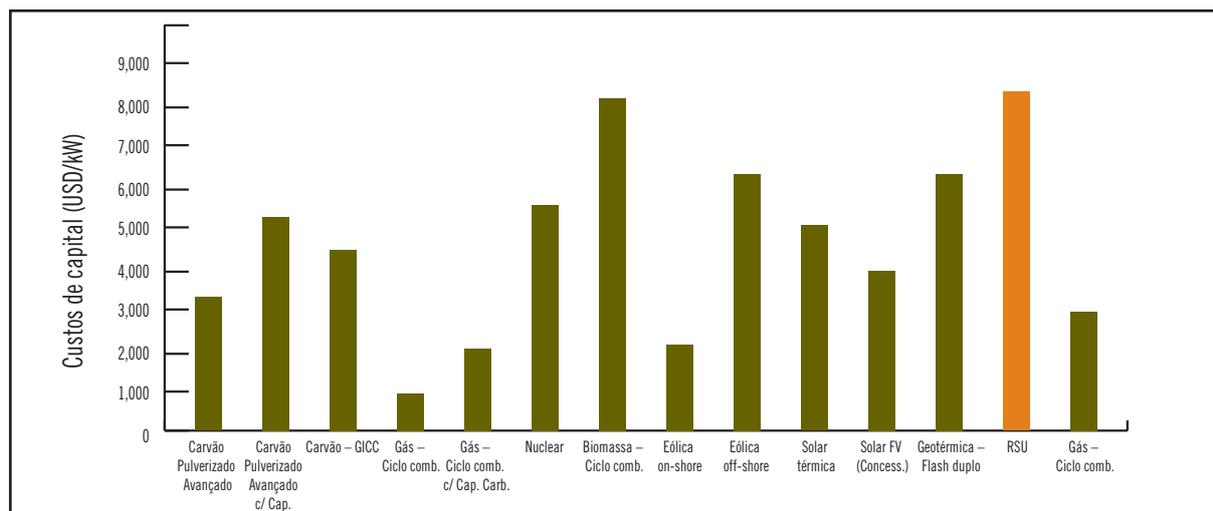
Tabela 4: Custos de investimento para incineração

Renda	Custos de investimento (US\$ / capacidade de tonelagem anual)	Características
Países de baixa renda	300-500	<ul style="list-style-type: none"> • Baixos custos de mão-de-obra • Baixo valor calorífico de resíduos • Baixa necessidade de proteção estrutural de equipamentos
Países de renda média	400-600	<ul style="list-style-type: none"> • Alguns requisitos para a proteção estrutural da usina • Valor calorífico ligeiramente mais alto dos resíduos • Maior custo de mão-de-obra
Países de alta renda (UE e América do Norte)	600-900	<ul style="list-style-type: none"> • Exigências rigorosas em equipamentos e segurança • Alto padrão arquitetural de edifícios

Fonte: Conselho Mundial de Energia (2016)

No mesmo relatório de Recursos Mundiais de Energia (2016), o Conselho Mundial de Energia indica que a geração de energia a partir de resíduos é uma opção cara em comparação à outras fontes consolidadas de geração de energia. Os custos médios de capital para geração de energia a partir dos RSU são muito mais altos do que em outras fontes nos EUA (Figura 6); os custos de capital de geração de energia dos RSU são mais de oito vezes os das usinas de gás de ciclo combinado, por exemplo.

Figura 6: Estimativas de custo de capital para usinas de geração de energia em escala de concessionária nos EUA



Fonte: Conselho Mundial de Energia (2016)

A Tabela 5 apresenta uma visão geral dos custos comparativos de incineração em diferentes estados membros da UE (2001) relatados à Comissão Europeia (ECOTEC 2001). Embora todos os custos tenham mais de 15 anos, surgem vários pontos de interesse:

- O fator de economia de escala tem uma forte influência, pois os custos diminuem significativamente quando a capacidade da instalação (ktpa)⁸ aumenta. Isso vale para todos os países que relatam instalações de tamanhos diferentes, mas especialmente para a Áustria (AU) e a Alemanha (GE). Baixos custos operacionais só podem ser alcançados se uma matéria-prima maior puder ser garantida, além de maiores custos de investimento inicial.
- A maioria dos países considera ter custos separados para o tratamento de cinzas e gases de combustão, variando de 16 a 75 euros por tonelada no tratamento de cinzas residuais, a 129 a 363 euros por tonelada no controle de resíduos de gases de combustão. Considerando que as cinzas residuais representam de 20 a 30% do peso recebido, reservas significativas precisam ser destinadas para este tratamento.

⁸ Ktpa – quilotoneladas por ano (ano)

O mesmo relatório indicou que os custos unitários de compostagem variam de 22 a 94 euros por tonelada, dependendo do tipo de tecnologia e da capacidade da usina. Para aterros sanitários, os custos (incluindo imposto sobre o aterro) variam entre 6 e 30 euros por tonelada métrica nos países do Mediterrâneo e entre 40 e 110 euros por tonelada métrica em outros países europeus.

Tabela 5: Custos comparativos de incineração nos estados membros da União Europeia (2001)

	Custos antes dos impostos líquidos das receitas	Imposto (para usina com recuperação de energia)	Receitas de fornecimento de energia (por kWh)	Custos do tratamento das cinzas
Áustria	€326 @ 60 ktpa €159 @ 150 ktpa €97 @ 300 ktpa		Eletricidade €0,036 Heat €0,018	Cinzas residuais €63/tonelada Resíduos de gás de combustão €363/tonelada
Bélgica	€71-75 @ 150 ktpa €83/tonelada	€12,7/tonelada (Flandres)	Eletricidade €0,025	Não disponíveis
Dinamarca	€30-45/tonelada	€44/tonelada	Eletricidade €0,05	Cinzas residuais €34/tonelada Resíduos de gás de combustão €134/tonelada
Finlândia	Nenhum		Para gaseificação Eletricidade €0,034 Calor €0,017	
França	€118-129 @ 18.7 ktpa €91-101 @ 37.5 ktpa €86-101 @ 37.5 ktpa €80-90 @ 75 ktpa €67-80 @ 150 ktpa		Eletricidade €0,023	€13-18/tonelada de entrada
Alemanha	€250 (50 ktpa e abaixo) €105 (200 ktpa) €65 @ 600 ktpa		Eletricidade €0,046	Cinzas residuais €28,1/tonelada Controle de resíduos de Cinzas volantes / Poluição do ar €255,6/tonelada
Grécia	Nenhum		Desconhecidas	Desconhecidas
Irlanda	€46 (200 ktpa, est)		Desconhecidas	Desconhecidas
Itália	€41,3-93 (350 ktpa, depende das receitas por energia e recuperação de embalagens)		Eletricidade €0,14 (antigo) €0,04 (mercado) €0,05 (certif. verde)	Cinzas residuais €75/tonelada Controle de resíduos de Cinzas volantes / Poluição do ar €129/tonelada
Luxemburgo	€97 (120ktpa)		Eletricidade €0,025 (est)	Cinzas residuais €16/tonelada de resíduo de entrada Resíduos de gás de combustão €8/tonelada de resíduo de entrada
Holanda	€71-110* (VVAV) €70-134* (OVAM)		Eletricidade €0,05/tonelada (est)	
Polónia	€46-76 (est)			Sem dados
Espanha	€34-56		Eletricidade €0,036	
Suíça	€21-53		Eletricidade €0,03 Calor €0,02	
Reino Unido	€69 @ 100ktpa €47 @ 200ktpa		Eletricidade €0,032	Cinzas residuais recicladas (custo líquido para o operador) Cinzas volantes aprox. €90/tonelada

Fonte: ECOTEC (2001)

A Tabela 6 fornece uma comparação entre o processamento de materiais recicláveis (como plásticos, papel e papelão) usando as tecnologias de recuperação energética de resíduos sólidos e o redirecionamento dos mesmos materiais através da cadeia de reciclagem que envolve os catadores. Embora ambas as opções levem à redução de volume na quantidade de resíduos desviados para aterros sanitários, são abordagens completamente diferentes em termos de requisitos de tecnologia e operação, consequências financeiras, oportunidades de geração de emprego e autonomia nacional.

Tabela 6: Comparação do processamento de materiais recicláveis via incineração versus a cadeia de reciclagem

Fator	Iniciativas do incinerador	Cadeia de reciclagem (envolvendo os catadores)
Custos de investimento	Muito alto	Médio baixo
Custos de operação	Alto	Baixo
Geração de emprego	Muito baixo	Muito alto
Dependência da matéria-prima mínima permanente	Alto	Baixo
Redução de volume	Alto	Alto-médio
Nível de habilidade necessário para operação	Muito alto	Médio baixo
Dependência de tecnologia estrangeira	Muito alto	Médio baixo

Fonte: Observações do autor durante a pesquisa

O que pode ser aprendido nas Tabelas e Figuras acima é que a incineração é uma iniciativa cara com poucos retornos e, especialmente nos municípios onde já existe um setor informal ativo, uma decisão de implementar uma iniciativa de recuperação energética de resíduos sólidos provavelmente levará à:

- Perda extensiva de emprego e perda de meios de subsistência para quem trabalha no setor informal de resíduos;
- Perda extensiva de oportunidades de geração de emprego que exigiria investimento limitado;
- Geração limitada de empregos altamente qualificados;
- Forte dependência de tecnologia estrangeira para implementação, treinamento, manutenção e operação;
- Forte necessidade de compromisso financeiro de longo prazo e alto custo com a gestão de resíduos sólidos e obrigações contratuais.

Na UE, a política está focada na recuperação de materiais (como papel, papelão, plásticos e têxteis) que podem ser (facilmente) reciclados. Conforme declarado no *Roteiro de Eficiência de Recursos* da UE (Comissão Europeia 2011), os principais objetivos são atingir aterramento zero, maximizar a reciclagem e a reutilização e limitar a recuperação de energia a resíduos não recicláveis.

Além disso, como afirmou o Comissário do Ambiente (Potocnik 2011):

“O resíduo sólido é valioso demais para ser jogado fora, e se você o gerenciar corretamente, poderá colocar esse valor de volta na economia. Agora, seis Estados-Membros combinam praticamente aterro zero e altas taxas de reciclagem. Eles não apenas exploram o valor dos resíduos, eles criaram indústrias prósperas e muitos empregos no processo. Eles conseguiram isso tornando a prevenção, a reutilização e a reciclagem mais atrativas economicamente por meio de uma seleção de instrumentos econômicos. Temos agora uma responsabilidade comum com os Estados-Membros e as autoridades locais para garantir que esses instrumentos sejam efetivamente utilizados e espalhados por toda a UE. Esse é um dos objetivos centrais do Roteiro de Eficiência de Recursos.”

Como tal, seria importante colocar esforços para fortalecer a reciclagem nas economias em desenvolvimento e redirecionar para a indústria de processamento os materiais recicláveis que potencialmente iriam para o aterro.

5. Como se preparar enquanto município / comunidade quando iniciativas de transformação de resíduos em energia são propostas?

A tecnologia de incineração é complexa, intensiva em capital, sensível a reparos e manutenção e requer pessoal altamente qualificado para operação e gerenciamento. Caso seja feita uma proposta para que o município embarque e invista em tal tecnologia, então é fundamental perguntar se o município está pronto para tal passo.

Ainda mais importante, é essencial entender em que contexto essas tecnologias foram desenvolvidas e implementadas em países industrializados (e de alta renda), bem como o estado do sistema de gestão de RSU quando foi tomada a decisão de construir e operar usinas de incineração. Quais eram as políticas nacionais (e locais) de resíduos sólidos e as estruturas de planejamento que apoiaram a inclusão das opções de recuperação energética de resíduos sólidos como parte do conjunto de tecnologias usadas para tratar os resíduos sólidos municipais? As tecnologias de recuperação energética de resíduos sólidos foram a única opção considerada ou havia também um foco na reciclagem?

As principais forças motrizes por trás do desenvolvimento de sistemas de gestão de resíduos sólidos urbanos nestes países têm sido relacionadas a preocupações sobre 1) saúde pública, 2) ambiente (poluição), 3) o valor de mercado dos resíduos, e, finalmente, 4) os impactos que a gestão de resíduos sólidos urbanos (GRSU) têm sobre as mudanças climáticas.

Os países altamente industrializados onde as instalações de incineração operam há décadas (geralmente) têm em comum os pontos a seguir:

- Há uma longa história de planejamento de resíduos sólidos e desenvolvimento de políticas;
- O sistema de coleta de resíduos é bem estruturado, com responsabilidades distribuídas e controle de todos os tipos de resíduos;
- O descarte de resíduos é totalmente controlado (ou seja, não há lixões abertos (não controlados) usados para o descarte de RSU);
- Todos os resíduos são depositados em aterros controlados ambientalmente (ou seja, em aterros sanitários);
- Os geradores de resíduos (usuários do sistema) pagam o custo total da coleta e disposição de resíduos.

Todos os fatores mencionados acima foram adquiridos como resultado do desenvolvimento e amadurecimento gradual dos sistemas de gestão de resíduos. Foi preciso um bom tempo para implementar a infraestrutura e as ferramentas e instrumentos de política e planejamento necessários, bem como desenvolver as habilidades e capacidades de gerenciamento humano necessárias.

Antes mesmo de considerar a recuperação energética de resíduos sólidos como uma alternativa para um município ou dentro de um país, é essencial avaliar o estado atual do sistema de gestão de resíduos sólidos em funcionamento no município ou país. O sistema está maduro o suficiente para poder integrar e gerenciar uma tecnologia complexa e cara? Para apoiar esse entendimento, pode ser útil consultar as diferentes matrizes de tomada de decisão e listas de verificação apresentadas nos guias publicados pelo CWG, GiZ, Banco Mundial e ISWA.

Caixa de texto 5: Questões cruciais a serem feitas

As questões cruciais a serem feitas incluem:

- Existem sistemas de coleta de resíduos em funcionamento que asseguram cobertura total da coleta de resíduos domiciliares implantada já a várias décadas? Esses sistemas também processam resíduos volumosos? Resíduos da construção civil?
- Todos os resíduos gerados são coletados e transportados de maneira controlada e registrada, incluindo balanças rodoviárias usadas em unidades de tratamento de resíduos?
- Todos os resíduos coletados vão para instalações de tratamento e descarte autorizadas?
- Os resíduos são descartados em aterros sanitários em boa operação?
- Todos os geradores de resíduos pagam o custo total da coleta e disposição de resíduos e o fazem há várias décadas? O pagamento pela gestão de resíduos sólidos está totalmente incorporado à sociedade por meio de legislação eficaz que apoie a conformidade com esse pagamento por meio de sistemas de cobrança de taxas em pleno funcionamento?
- Qual seria o impacto nos meios de vida dos catadores de recicláveis?

Se alguma dessas perguntas não puder ser respondida positivamente, o município deve realmente questionar se pode (ou deveria) embarcar ou mesmo falar sobre recuperação energética de resíduos sólidos. Em vez disso, é mais relevante que o município concentrasse seus esforços em garantir que todos os resíduos fossem coletados e tratados de maneira ambientalmente correta e que a sociedade estivesse disposta a pagar pelos custos associados ao tratamento adequado de RS.

Se um município não pode garantir o funcionamento contínuo de, por exemplo, um aterro sanitário ou uma instalação de compostagem, devido à falta de recursos para pagar os custos operacionais ou à falta de capacidade de supervisão, ele terá ainda mais dificuldades em garantir o funcionamento de um incinerador com custos operacionais muito mais altos e níveis mais altos de complexidade relacionados à tecnologia.

Portanto, é importante lembrar que a inclusão da incineração no sistema de gestão de resíduos sólidos não é, por definição, um objetivo final. Nem todos os países industrializados decidiram incluir a incineração em seus sistemas de gestão de resíduos sólidos. Como discutido anteriormente, os estados membros da UE decidiram reduzir a quantidade máxima de resíduos que podem ser incinerados para 35% até 2030, o que levou a um excesso de capacidade de incineradores em alguns estados membros.

Além disso, as decisões devem ser tomadas apenas com base em um plano integrado de GRSU (e apoiado por / incorporado à política nacional), que se baseie na análise de fluxo de materiais e que respeite o conceito da hierarquia (e gestão) de resíduos.

Por fim, várias ferramentas e guias foram desenvolvidos para apoiar os gestores na avaliação das iniciativas de recuperação energética de resíduos sólidos (Tabela 7). Embora essas ferramentas geralmente sejam direcionadas a gestores e funcionários municipais, elas também podem ser muito úteis para líderes comunitários e representantes de organizações não-governamentais e organizações de catadores, pois fornecem uma visão sobre questões críticas específicas a serem feitas aos proponentes (e vendedores) de iniciativas de recuperação energética de resíduos sólidos.

Tabela 7: Visão geral do guia do tomador de decisão e ferramentas de avaliação de iniciativas de recuperação energética

Organização	Fonte	Lista de verificação	Comentários
CWG	Waste to Energy Rapid Assessment Tool. (2016)	Oito listas de verificação diferentes abrangendo uma série de aspectos.	32 páginas
GIZ	Waste-to-Energy Options in Municipal Solid Waste Management; A Guide for Decision Makers in Developing and Emerging Countries Waste. (2017)	Capítulo 4 (p.42-47) MATRIZ DE SUPORTE A TOMADA DE DECISÃO com 12 parâmetros essenciais e um anexo com descrição dos parâmetros.	58 páginas. Seção separada com recomendações (p.48-49) para a) gestores nos níveis nacional e local; b) empresas nacionais e internacionais.
ISWA	ISWA Guidelines: Waste to Energy in Low and Middle-Income Countries. (2013)	Forte foco no que precisa ser feito para tornar um projeto de recuperação energética de resíduos sólidos de sucesso, enfatizando a fase do estudo de viabilidade.	28 páginas
Banco Mundial	Municipal Solid Waste Incineration. A Decision Maker's Guide. World Bank Technical Guidance Report. (1999)	Lista de verificação de Incineração de RSU de 10 páginas inclusa no anexo.	18 páginas

A Tabela 8 traz uma visão geral das publicações que fornecem uma visão crítica das iniciativas de recuperação energética de resíduos sólidos implementadas nas economias em desenvolvimento.

Tabela 8: Visão geral das publicações sobre recuperação energética de resíduos sólidos

Publicação	Comentários
Cortina de humo: Por qué el Reino Unido debe dar la espalda a la incineración y adoptar la economía circular como solución a la crisis global de residuos] (Seren 2017)	Contém referências úteis e estudos de caso.
Chintan: recuperação energética de resíduos sólidos ou desperdício de energia; Índia, 2011	Avaliação de impacto social e econômico de projetos de recuperação energética de resíduos sólidos em catadores próximos aos lixões de Ghazipur e Okhla em Nova Délhi.
Aliança Global para Alternativas à Incineração: FATOS SOBRE INCINERADORES “DE GERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DE RESÍDUOS SÓLIDOS”	Este artigo analisa os fatos concretos sobre a incineração e como ela é inadequada tanto como uma opção de gestão de resíduos e recursos, quanto como uma instalação de geração de energia.
Timarpur-Okhla, empreendimento recuperação energética de resíduos sólidos	Exemplo documentado e preparado pela Aliança Global para Alternativas à Incineração (GAIA).
https://ejatlas.org/	Exemplos de iniciativas propostas de recuperação energética de resíduos sólidos e conflitos resultantes.

6. Considerações finais

Esta nota técnica enfocou a tecnologia de recuperação energética de resíduos sólidos por incineração e o impacto que ela pode ter sobre os meios de vida de catadores em municípios de economias emergentes, onde novos projetos que promovem a tecnologia de incineração são propostos.

Conforme discutido, a tecnologia de incineração é complexa, exige muito capital, é sensível a reparos e manutenções e requer pessoal altamente qualificado para sua operação e gerenciamento. Embora os incineradores tenham constituído parte integrante dos sistemas de GRSU em funcionamento em países altamente industrializados, seu papel permanece menor e também está diminuindo como resultado da implementação de novas políticas ambientais. Isso levou as empresas que vendem tecnologias de recuperação energética de resíduos sólidos a mudar sua atenção para as economias em desenvolvimento, para vendê-las sob o disfarce de desenvolvimento.

Como tal, é fundamental que os municípios e as partes interessadas nos países em desenvolvimento compreendam os impactos que a tecnologia de recuperação energética de resíduos sólidos pode ter sobre o meio ambiente, a economia e os meios de vida das áreas urbanas (e rurais) que os recebem. Também é importante entender que existem alternativas à recuperação energética de resíduos sólidos que podem ser exploradas para lidar com o crescimento contínuo de resíduos sólidos em ambientes urbanos.

Os defensores da tecnologia de incineração argumentarão que os incineradores levarão a uma redução de 75% no volume e na massa de RSU - e, ao mesmo tempo, gerarão energia que pode ser usada para aplicação de calor e geração de eletricidade.

Para alcançar essa redução, os fornos que queimam os RSU misturados exigem um suprimento permanente e grande (matéria-prima) de RSU que não pode ser desprovido de frações de alto poder calorífico, como plástico, papel e papelão - principalmente porque a matéria orgânica é úmida e, ao ser misturada com cinzas e materiais inertes, não fornece combustível suficiente para queimar continuamente. É precisamente aqui que o principal conflito de interesses emerge com o setor informal de resíduos, à medida que os catadores recuperam e comercializam essas frações de alto poder calorífico. Se plásticos, papel, papelão e têxteis são direcionados para o incinerador, eles não estão disponíveis para gerar renda para os catadores.

As comunidades não seriam afetadas apenas pela perda potencial de receita para quem trabalha na atividade da economia circular de recuperação e comercialização de recicláveis, mas também por um aumento significativo nas taxas pagas pelos municípios para a gestão de resíduos, pois os altos custos de operação do incinerador precisariam ser financiados através de taxas rígidas. Além disso, os riscos ambientais e de saúde em potencial continuam sendo uma preocupação, já que 25% dos RSU recebidos pelo incinerador permanecem como cinzas residuais e cinzas volantes perigosas. As tecnologias para tratar essas cinzas de acordo com os padrões internacionais ambientais e de saúde exigidos muitas vezes não estão disponíveis nas economias em desenvolvimento.

Até o Conselho Mundial de Energia reconhece que existem alternativas mais eficientes e baratas para gerar energia. Esse é um aspecto que os gestores devem considerar quando os fornecedores de recuperação energética de resíduos sólidos chegam à porta da Prefeitura. Se o município tiver dificuldade em garantir o funcionamento contínuo do aterro (sanitário) de acordo com os padrões ambientais, seja por falta de fundos para pagar os custos operacionais ou por falta de capacidade de supervisão, certamente haverá mais dificuldades em garantir o funcionamento de um incinerador com custos (operacionais) muito mais altos e níveis de complexidade relacionados à tecnologia.

Em vez disso, seria melhor avaliar alternativas que pudessem ser incorporadas a um plano integrado de GRSU, apoiadas por políticas nacionais, baseadas na análise do fluxo de materiais e em uma hierarquia sensata de resíduos (e gestão de resíduos). Através da integração de conceitos como a economia circular e a criação de empregos verdes, pode haver um foco no fortalecimento de iniciativas que geram muito mais empregos do que um incinerador.

7. Referências e Leituras Adicionais

- Abebe, Massreshaw Assnakew. 2018. "Challenges of Waste to Energy Facility in Reppi (koshe), Addis Ababa City." *International Research Journal of Pharmacy and Medical Sciences*, Volume 1, Issue 4, 2018, pp. 9-16. Disponível em <http://irjpm.com/wp-content/uploads/2018/05/IRJPMS-PP1681-18.pdf>
- BiPRO GmbH, Beratungsgesellschaft für integrierte Problemlösungen. 2012. "Screening of Waste Management Performance of EU Member States, Final version." Preparado para a Comissão Europeia. Disponível em http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/Screening_report.pdf
- Seren, Boyd and Patrick Schroeder. 2017. "Why the UK must turn its back on incineration and embrace the circular economy as a solution to the global waste crisis." Tearfund. Disponível em https://learn.tearfund.org/~media/files/tilz/circular_economy/2017-tearfund-smoke-screen-en.pdf?la=en
- Chintan. 2011. "Waste to energy or waste of energy. Social and Economic Impact Assessment of Waste-to-Energy Projects on Wastepickers near Ghazipur and Okhla Landfills in Delhi." Disponível em http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/chintan_waste_to_energy_or_waste_of_energy.pdf
- Chintan. 2012. "Give Back Our Waste; What the Okhla Waste-to-Energy Plant has Done to Local Wastepickers." Disponível em <http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/chintan-report-give-back-our-waste.pdf>
- CWG, Collaborative Working Group, solid waste management in low-and middle-income countries. 2016. "Waste to Energy Rapid Assessment Tool." Disponível em <http://www.cwgnet.net/resources/waste-to-energy-rapid-assessment-tool-cwg/>
- Demaria, Federico, Seth Schindler and Shashi B Pandit. 2012. "Delhi's Waste Conflict." *Economic & Political Weekly*, Vol. 47. Issue No. 42, 20 (October 2012). Disponível em <https://www.epw.in/journal/2012/42/commentary/delhis-waste-conflict.html>
- ECOTEC Research and Consulting. 2001. "Costs for Municipal Waste Management in the EU Final Report to Directorate General Environment, European Commission." Disponível em <http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/eucostwaste.pdf>
- EPRS, European Parliamentary Research Service, Scientific Foresight Unit (STOA). 2017. "Towards a circular economy Waste management in the EU." Study IP/G/STOA/FWC/2013-001/LOT 3/C3. Disponível em http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2017/581913/EPRS_STU%282017%29581913_EN.pdf
- European Commission. 2011. "Roadmap to a Resource Efficient Europe; Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions." Disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0571&from=EN>
- Fischer, Christian, Ioannis Bakas, Anders Bjørn, Naoko Tojo and Christian Löwe. 2011. "Green economy and recycling in Europe." Lund University, The International Institute for Industrial Environmental Economics. ETC/SCP working paper 5/2011. Disponível em [https://portal.research.lu.se/portal/en/publications/green-economy-and-recycling-in-europe\(af754fcb-ccac-4421-8306-df8a60d5456c\).html](https://portal.research.lu.se/portal/en/publications/green-economy-and-recycling-in-europe(af754fcb-ccac-4421-8306-df8a60d5456c).html)
- GAIA, Global Alliance for Incinerator Alternatives. 2018. "Facts about "Waste-To-Energy Incinerators." Disponível em <http://www.no-burn.org/facts-about-waste-to-energy-incinerators/>
- GiZ, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH. 2017. "Waste-to-Energy Options in Municipal Solid Waste Management: A Guide for Decision Makers in Developing and Emerging Countries Waste." Disponível em https://www.giz.de/en/downloads/GIZ_WasteToEnergy_Guidelines_2017.pdf
- Goldstein, James and Christi Electric. 2011. "More Jobs, Less Pollution: Growing the Recycling Economy in the U.S." Tellus Institute and Sound Resource Management. Disponível em <https://www.tellus.org/tellus/publication/more-jobs-less-pollution-growing-the-recycling-economy-in-the-u-s>

- Herbert, Lewis. 2007. "Centenary History of Waste and Waste Managers in London and South East England." The Chartered Institution of Wastes Management (CIWM). Disponível em <https://www.ciwm.co.uk/Custom/BSIDocumentSelector/Pages/>
- Hornweg, D. and Bhada-Tata, P. 2012. "What a waste – a review of solid waste management." World Bank Urban development series, No. 15 Knowledge Papers. Disponível em https://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What_a_Waste2012_Final.pdf
- Instituto de Ingeniería Sanitaria Facultad de Ingeniería Universidad de Buenos Aires (CEAMSE). 2010. "Estudio de Calidad de los Residuos Sólidos Urbanos 2009." Disponível em <http://www.ceamse.gov.ar/wp-content/uploads/2012/06/Resumen-Ejecutivo-ECRSU-2009.pdf>
- ISWA, International Solid Waste Association. 2012. "Waste-to-Energy State-of-the-Art-Report; Statistics 6th Edition." Prepared for ISWA by the Working Group on Energy Recovery. Disponível em https://www.iswa.org/index.php?eID=tx_iswaknowledgebase_download&documentUid=3119
- Institute for Local Self-Reliance. 1997. "Recycling Means Business. Analysis of the Current and Potential Economic Benefits of Recycling in the National Capital Area." Disponível em <https://ilsr.org/recycling-means-business-in-baltimore-d-c-and-richmond/>
- Jofra, Sora, and M. Puig Ventosa, V. 2013. "Incineration overcapacity and waste shipping in Europe: the end of the proximity principle." Fundació ENT Comissionado por: Global Alliance for Incinerator Alternatives. Disponível em http://www.no-burn.org/wp-content/uploads/Overcapacity_report_2013.pdf
- Kamuk, Bettina. 2013. "ISWA Guidelines: Waste to Energy in Low and Middle-Income Countries." International Solid Waste Association (ISWA), Preparado para ISWA por Working Group Energy Recovery. Disponível em https://www.iswa.org/index.php?eID=tx_iswaknowledgebase_download&documentUid=3252
- Kuijt, Janjaap. 2017. "Archief van de Dienst der Stadsreiniging van Amsterdam en rechtsopvolger: foto's en dia's; Periode: 1880 – 2002." Disponível em <https://archieff.amsterdam/inventarissen/printversie/5274fo.nl.pdf>
- Linzer, Roland and Ulrike Lange. 2013. "Role and size of informal sector in waste management – a review." Waste and Resource Management; Vol. 166, Issue WR2 (May 2013). Disponível em https://www.researchgate.net/publication/274347188_Role_and_size_of_informal_sector_in_waste_management_-_a_review
- NEA, National Environmental Agency Singapore. 2018. "TUAS South Incineration Plant." Bochure. Disponível em https://www.nea.gov.sg/docs/default-source/our-services/waste-management/tsip-brochure_printed-2018.pdf
- Potočnik, Janez. 2011. "We need to transform our economies." Discurso proferido na função de Comissário Europeu para o meio ambiente na cerimônia de abertura da Convenção Europeia - ICLEI – Cidades da Europa 2020, em Bruxelas, Bélgica. 12 de setembro de 2011.. Disponível em http://europa.eu/rapid/press-release_SPEECH-11-570_en.htm
- Ramboll. 2017. "The first waste-to-energy facility in the UAE." Resumo do projeto com informações do projeto. Disponível em <http://www.ramboll.com/projects/re/sharjah-first-waste-to-energy-in-uae>
- Rand, T., J. Haukohl and U. Marxen. 1999. "Municipal Solid Waste Incineration. A Decision Maker's Guide." World Bank Technical Guidance Report. Disponível em <http://siteresources.worldbank.org/INTUSWM/Resources/463617-1202332338898/incineration-dmg.pdf>
- Shah, Dharmesh. 2011. "The Timarpur-Okhla, Waste to Energy Venture." Global Alliance for Incinerator Alternatives. Disponível em <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/Timarpur.pdf>
- Smith, Cameron. 2018. "African energy from waste projects: A plethora of opportunities." Energy Source, Issue 20 (July 2018), pp. 29-34. Disponível em <https://www.ashurst.com/en/news-and-insights/insights/african-energy-from-waste-projects---a-plethora-of-opportunities/>
- UN-Habitat. 2010. "Solid Waste Management in the World's Cities: Water and Sanitation in the World's Cities 2010." UN Habitat: London, UK. Disponível em https://thecitywasteproject.files.wordpress.com/2013/03/solid_waste_management_in_the_worlds-cities.pdf

Vanaprak, Pireeyutma. 2011. "A Decade of Waste to Energy Plant of Phuket." GMSARN International Journal 5 (2011), pp. 195-200. Disponível em <http://gmsarnjournal.com/home/wp-content/uploads/2015/08/vol5no3-8.pdf>

WEC, World Energy Council. 2016. "World Energy Resources 2016." Disponível em <https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2016/10/World-Energy-Resources-Full-report-2016.10.03.pdf>

Websites:

<http://ec.europa.eu/environment/waste/waste-to-energy.pdf>

http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/Screening_report.pdf

http://europa.eu/rapid/press-release_IP-12-369_en.htm?locale=en

<http://vimeo.com/32400188/> "Delhi Waste War"

<http://www.dpcleantech.com/medias/press-releases/dp-cleantech-acquires-new-partner-to-develop-waste-to-energy-and-biomass-plants-in-africa>

<http://www.nationmultimedia.com/detail/national/30305410>; Bangkok concern from waste pickers

<http://www.no-burn.org/>

<http://www.no-burn.org/about-gaia/>

<https://ec.europa.eu/eurostat/home>

<https://ejatlas.org>

<https://ilsr.org/recycling-means-business/>

<https://ramboll.com/>

<https://waste-management-world.com/a/video-50mw-waste-to-energy-plant-part-of-sustainable-development-plans-in-Ethiopia>

<https://www.chintan-india.org/>

<https://www.iswa.org/>

<https://zerowasteeurope.eu/category/incineration/>

8. Glossário

Digestão anaeróbica — a decomposição da matéria orgânica através de microrganismos na ausência de oxigênio livre. A digestão anaeróbica ocorre naturalmente sob condições de falta de oxigênio, como quando submersa em alguns sedimentos do lago, e pode ser usada em condições controladas para produzir biogás. O biogás é uma mistura de diferentes gases que podem ser convertidos em energia térmica e/ou elétrica. Para esse propósito, um reator estanque aos gases, o chamado digestor anaeróbico, é usado para fornecer condições favoráveis aos microrganismos transformarem a matéria orgânica, a matéria-prima de entrada, em biogás e um resíduo sólido-líquido chamado digerido.

Leito Fluidizado Circulante (CFB) — é uma tecnologia em desenvolvimento para a combustão de carvão para obter menor emissão de poluentes.

Combustão — o processo de queima de material.

Coprocessamento — o uso de materiais derivados de resíduos para substituir recursos minerais naturais (reciclagem de materiais) e/ou combustíveis fósseis tradicionais, como carvão, óleo combustível e gás natural (recuperação de energia) em processos industriais. O coprocessamento é aplicado em todo o mundo, principalmente na indústria de cimento e em usinas termelétricas; em alguns casos, também é aplicado na indústria de aço e cal. Em usinas térmicas onde ocorre apenas a recuperação de energia, isso é chamado de co-incineração.

Matéria-prima — insumo para suprir ou alimentar uma máquina ou processo industrial.

Cinzas volantes — partículas finas nos gases de escape criados durante a incineração.

Gás de Aterro Sanitário — gerado pela degradação natural e decomposição de resíduos sólidos urbanos por microrganismos anaeróbicos em aterros sanitários. Os principais gases produzidos são dióxido de carbono e metano. A porcentagem de metano pode variar de 40 a 60%, dependendo de vários fatores, incluindo a composição de resíduos (por exemplo, teor de carboidratos e celulose). O metano no gás de aterro pode ser ventilado, queimado, colocado em combustão para gerar eletricidade ou energia térmica útil no local ou injetado em uma tubulação para combustão fora do local.

Menor valor calorífico (LCV) — O LCV de uma porção de combustível é definido como a quantidade de calor criada quando um peso unitário (ou volume no caso de combustíveis gasosos) do combustível é completamente queimado e o vapor de água sai dos produtos de combustão sem ser condensado.

Análise de fluxo de material (MFA): também conhecida como análise de fluxo de substância (SFA), é um método analítico para quantificar fluxos e estoques de materiais ou substâncias em um sistema bem definido. A MFA é uma ferramenta importante para estudar a economia circular e planejar o gerenciamento do fluxo de materiais.

Pirólise e gaseificação — Tecnologias às vezes conhecidas como Tecnologias Térmicas Avançadas ou Tecnologias de Conversão Alternativas. Elas geralmente contam com resíduos à base de carbono, como papel, resíduos de petróleo, como plásticos e materiais orgânicos, como restos de comida. Os resíduos são decompostos para criar resíduos de gás, sólidos e líquidos. Os gases podem então ser queimados em um processo secundário. O processo de pirólise degrada termicamente os resíduos na ausência de ar (e oxigênio). A gaseificação é um processo no qual os materiais são expostos a algum oxigênio, mas não o suficiente para permitir a combustão. As temperaturas são geralmente acima de 750°C. Em alguns sistemas, a fase de pirólise é seguida por um segundo estágio de gaseificação, a fim de que mais energia transportando gases seja liberada do conteúdo de energia residual.

Escória (cinza residual) — partículas finas que caem no fundo do incinerador durante a combustão.

Hierarquia de resíduos — uma ferramenta usada na avaliação de processos (relacionados à gestão de resíduos) que protegem o meio ambiente, juntamente com o consumo de recursos e energia, das ações mais favoráveis às menos favoráveis. Estabelece uma ordem de prioridades de diferentes opções.

Ponte-báscula — Uma balança usada para pesar carga (incluindo RSU) transportado por caminhões.

Sobre a WIEGO: Mulheres no Trabalho Informal: Globalizando e Organizando é uma rede global focada em garantir a proteção dos meios de vida dos trabalhadores pobres, especialmente mulheres, na economia informal. Acreditamos que todos os(as) trabalhadores(as) devem ter oportunidades e direitos econômicos iguais. A WIEGO contribui para mudanças ao fortalecer a capacidade de suas organizações, expandindo a base de conhecimento sobre a economia informal e influenciando as políticas locais, nacionais e internacionais. Acesse: www.wiego.org.



**Mulheres no Emprego Informal:
Globalizando e Organizando**