

Restauração energética de resíduos: incineração, gaseificação e pirólise

Ademar Hakuo Ushima

*Palestra ministrada no Webinar no 4º Ciclo de Palestra para
gestores municipais da Investe SP. Investe SP
<https://www.youtube.com/user/InvesteSP/videos..>*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.

Recuperação de Energia de Resíduos: incineração, gaseificação e pirólise

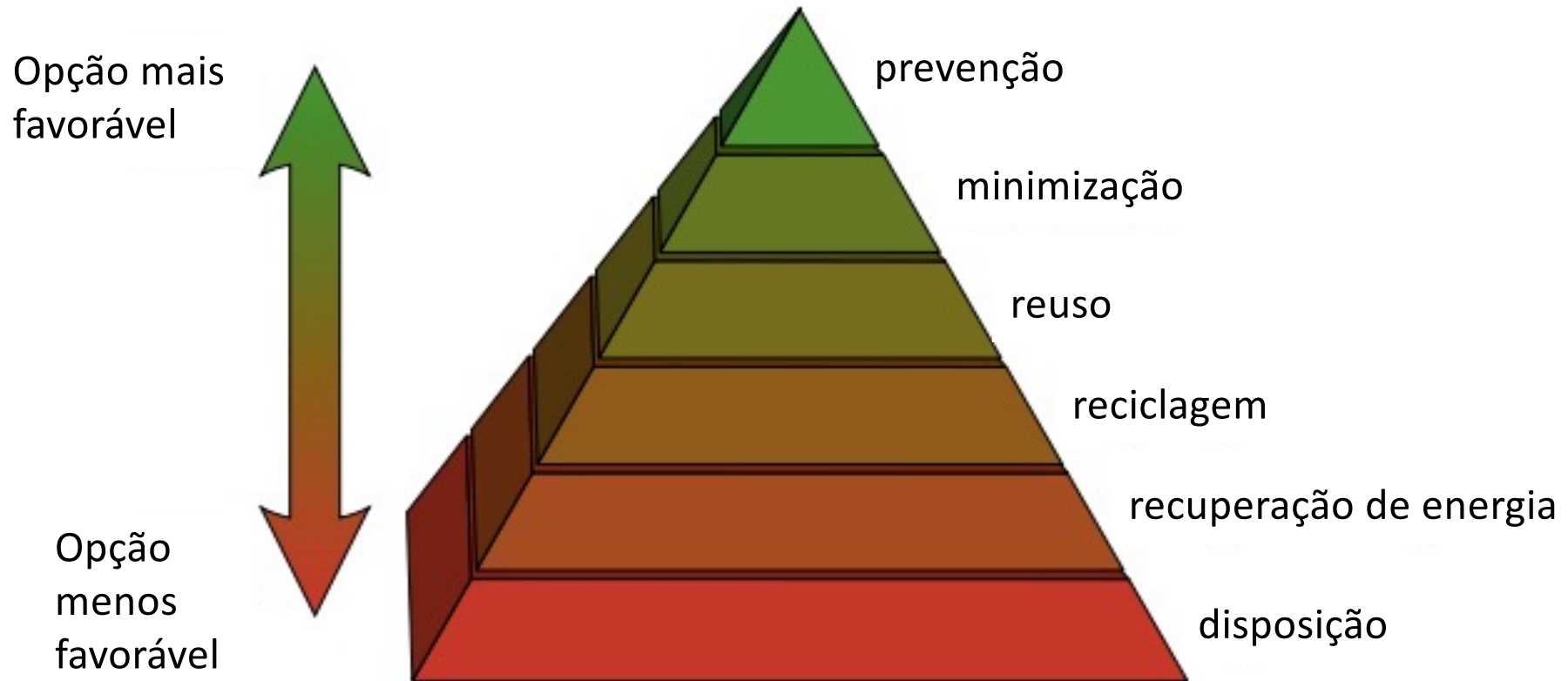
Ademar Hakuo Ushima

Laboratório de Bioenergia e Eficiência Energética

INVESTESP

Junho 2021

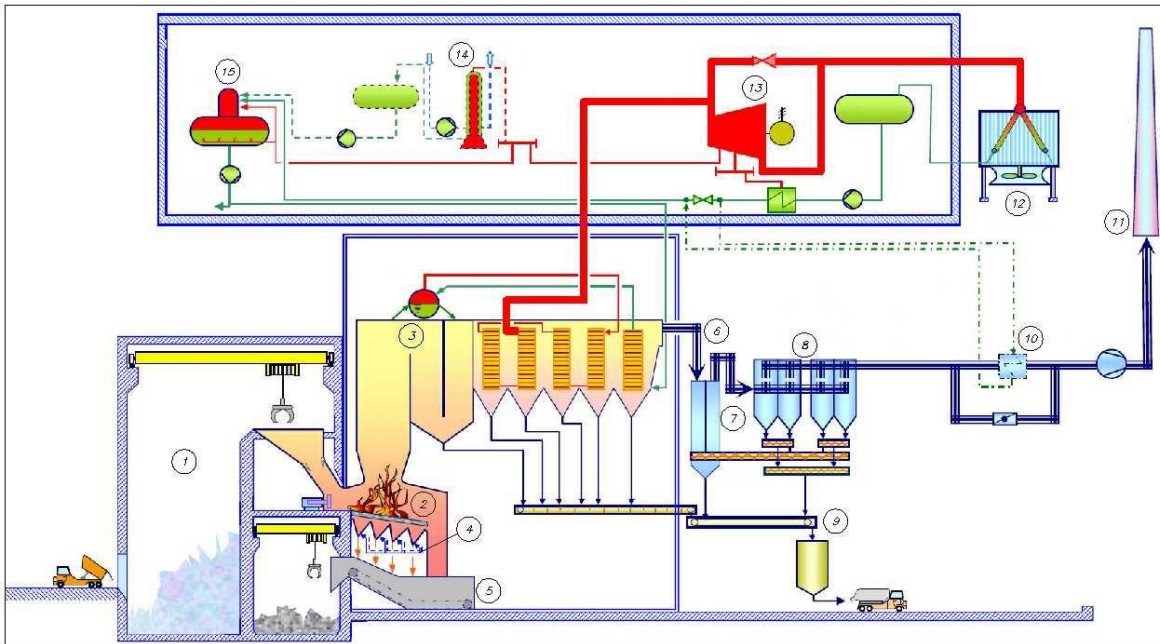
Hierarquia dos resíduos sólidos



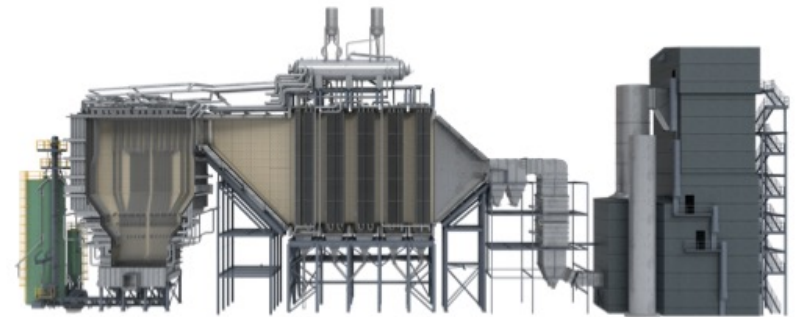
Hierarquia Dos Resíduos Sólidos

Tratamento térmico de resíduos com recuperação de energia

Tratamento térmico de Resíduos: incineração, gaseificação e pirólise



INCINERAÇÃO



GASEIFICAÇÃO



PIRÓLISE

Quantidade de unidades de recuperação de energia de RSU e montante processado em 2017 na Europa (fonte: Eurostat 2017)



Waste-to-Energy in Europe in 2017

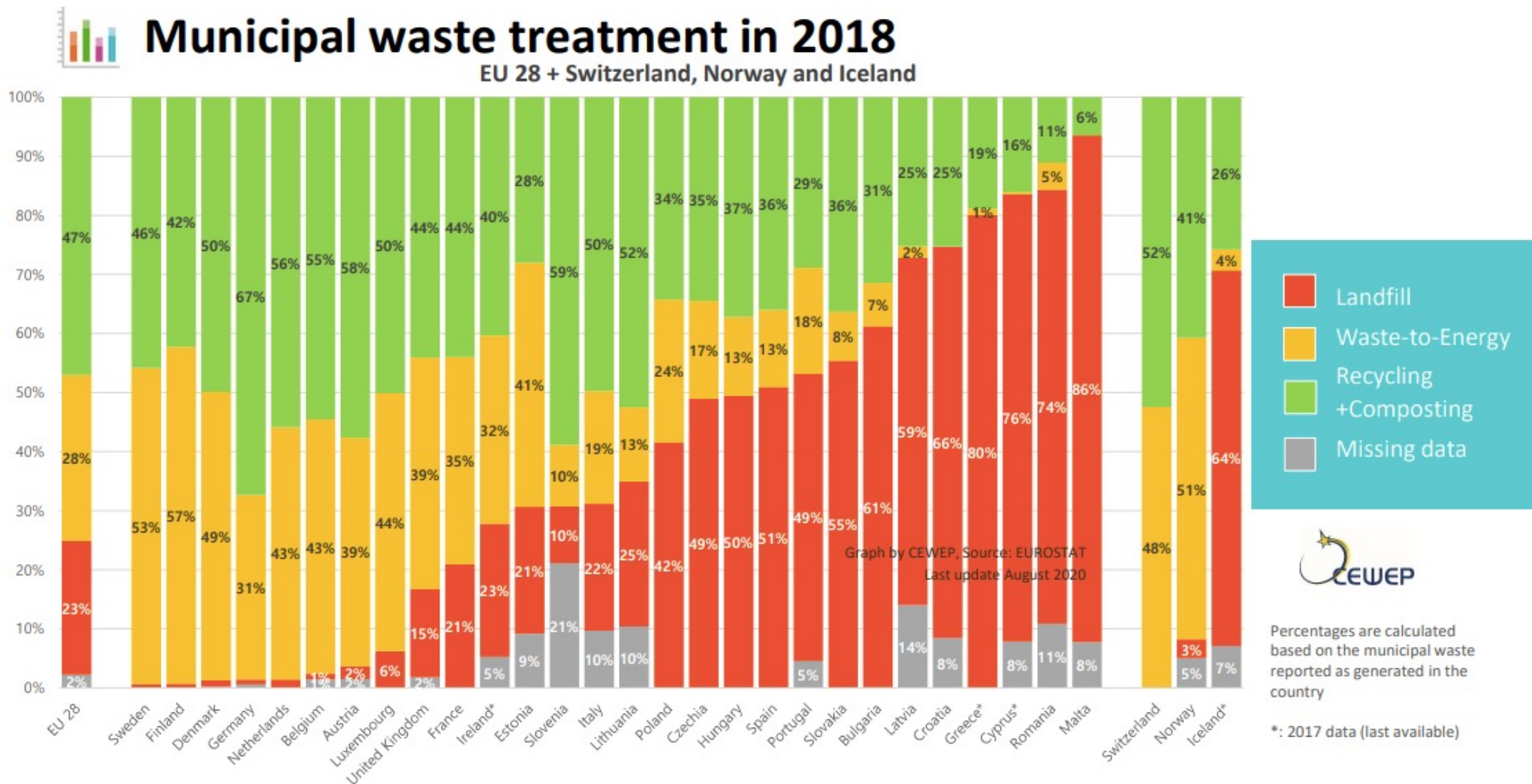
- PLANTAS DE INCINERAÇÃO COM RECUPERAÇÃO DE ENERGIA NA EUROPA (sem incluir incineradores de resíduos perigosos) : 492
- RESÍDUOS TRATADOS TERMICAMENTE COM RECUPERAÇÃO DE ENERGIA (milhões ton./ano) : 96

Data supplied by CEWEP members and national sources

* Includes plant in Andorra and SAICA plant



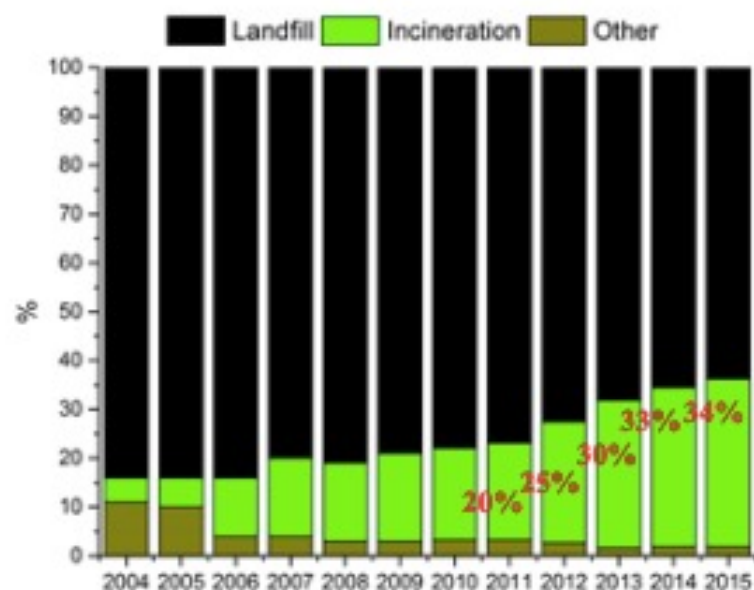
Formas de tratamento de RSU em países membros do Mercado Comum Europeu e agregados (fonte: Eurostat 2018)



<https://www.cewep.eu/municipal-waste-treatment-2018/>

Waste disposal situation in China

- ◆ 34.3% of the MSW is treated by incineration
- ◆ ~190 WTE plants operating, ~40 under construction, over 50 planning



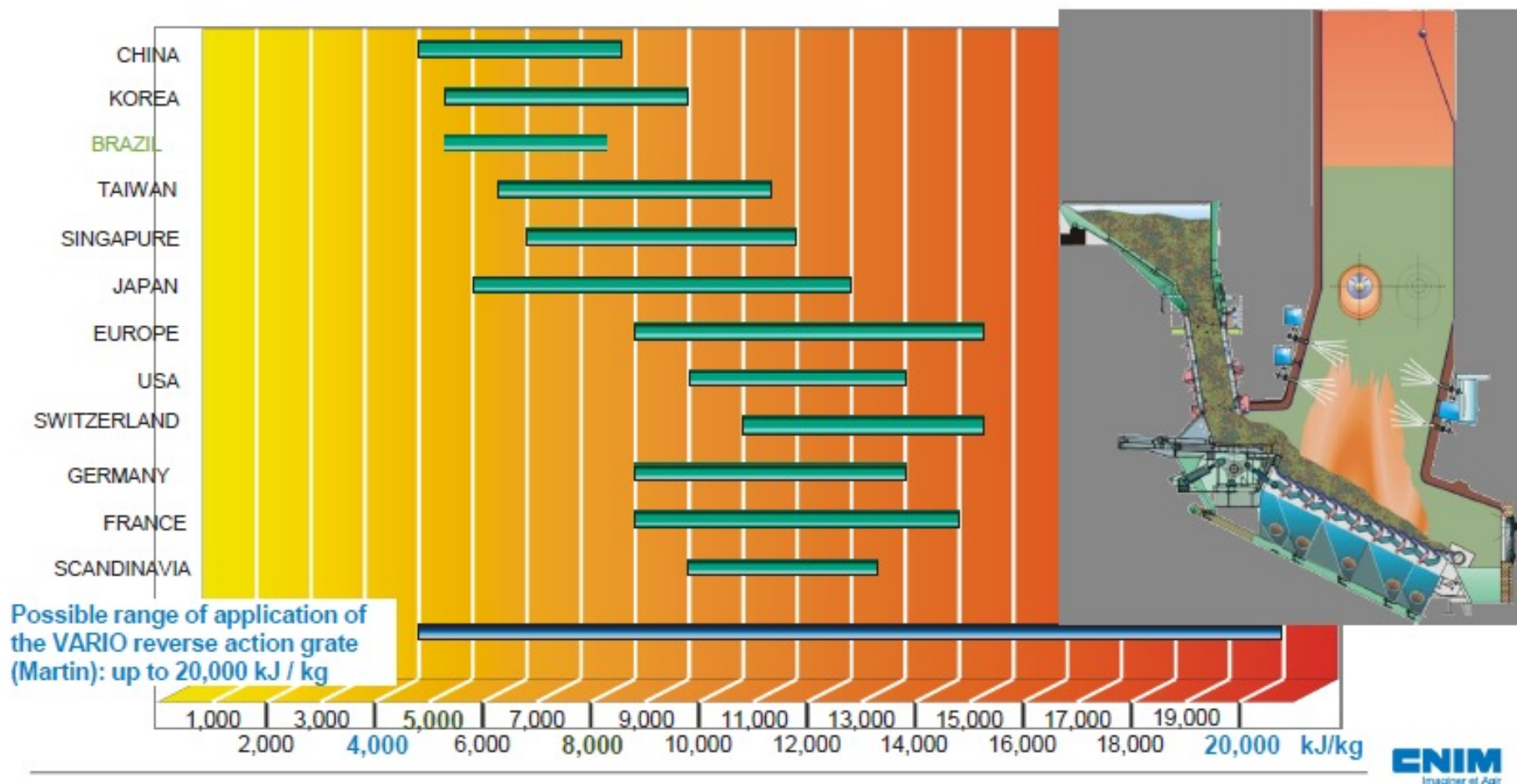
Types of Technology	Sources of Technology	Number of plants	Operating Capacity (t/d)
Grate furnace	Imported equipment	12 operating; 18 under construction	~20000
	Imported technology	24 operating; 2 are under construction	~20000
	Domestic	92 operating; 19 under construction	~100000
Fluidized bed incinerator	Imported equipment	2 operating	~2500
	Domestic	54 operating; 16 under construction	~67500
Pyrolysis & gasification	Imported equipment	1 operating	~600
	Imported technology	1 operating; 1 under construction	~1500
Rotary kiln	Imported technology	1 operating	~600
Total			~200,000

Verdades e Mitos sobre a incineração

<https://ejatlas.org/conflict/incinerator-of-urban-solid-waste-in-barueri-sao-paulo-brazil>

“DEUS RECICLA E O DIABO INCINERA”

Mito 1: O conteúdo energético do RSU brasileiro é muito baixo para a incineração, necessitando de combustível auxiliar.



Conteúdo energético adotado no projeto do incinerador a ser instalado em Barueri é de 6,7 MJ/kg, base úmida,

Mito 2. A elevação da reciclagem vai reduzir o conteúdo energético dos resíduos, inviabilizando a sua incineração.

- O aumento da reciclagem pode aumentar o conteúdo energético dos RSUs porque reduz a fração de material inerte (metais, vidros etc.), aumentando a fração combustível e não reciclável (alimentos, papéis higiênicos, fraldas, tetrapack, plásticos contaminados com alimentos etc.)
- Pesquisa realizada na França, pela French Energy and Environmental Agency (ADEME) em 2009, de 1993 (quando a reciclagem era inexistente) a 2007 (quando a taxa de reciclagem atingiu 34%), o conteúdo energético do RSU francês subiu de 7,5 a 9,3 MJ/kg, apesar de se observar um ligeiro aumento na fração orgânica, de 59,2 % a 65,8 %.

Mito 3: As plantas de incineração com recuperação de energia são uma ameaça à saúde das comunidades vizinhas e à população em geral

- Os padrões atuais de emissão de poluentes exigidos dos incineradores com recuperação de energia, em geral, são muito mais restringentes e abrangentes do que os exigidos de equipamentos de combustão de combustíveis fósseis e biomassas;
- Nos sistemas de controle de incineradores, esses poluentes têm de ter monitoração contínua, além de incluir outros poluentes, como HCl, HF e hidrocarbonetos totais;
- A lista de poluentes monitorados de forma descontínua também é muito mais ampla do que para os combustíveis fósseis, envolvendo dioxinas e furanos e substâncias inorgânicas (Cd, Tl, Pb, Hg e seus compostos, Ni, Cr etc.);
- Além disso, os incineradores contam com dispositivos de segurança e intertravamentos, que interrompem automaticamente a sua operação no caso de ultrapassagem dos limites de emissões estabelecidos pelos órgãos ambientais.

Mito 4: É possível zerar o material enviado para aterros utilizando somente a reciclagem, compostagem e biodigestão, sem a necessidade da incineração.

Os sistemas de reciclagem de RSU, apresentam limitações que impedem o aproveitamento total do RSU.

Ex: se a coleta seletiva atingir 60 % do RSU; 70 % desse material for corretamente separado e finalmente 80 % desse material tenha mercado, **somente haverá o aproveitamento de 34 % do RSU** ($0,60 \times 0,70 \times 0,80 = 0,34$) e restante, 66 %, será enviado para aterros.

Mito 5: As cinzas geradas pelos incineradores são contaminadas e agredem o meio ambiente.

- **Existem dois tipos de cinzas geradas em incineradores de grelha. As cinzas volantes, recolhidas no sistema de tratamento de gases, que representam cerca de 2 a 3 % do material incinerado (1 % em volume), e as cinzas de fundo, recolhida ao final da grelha, que representam de 10 a 20 % em massa do RSU incinerado (metais, vidros, cerâmicas, pedras etc.).**
- **As cinzas de fundo apresentam níveis de contaminação semelhantes aos encontrados em solos na Europa e podem ser utilizados como areia e agregado na construção de estradas, cobertura de aterros sanitários, na preparação de asfalto e concreto etc. O uso desse material é regulamentado na Europa e cerca de 80% é utilizado na construção de estradas e ruas na França. Na Holanda, 100% da cinza de fundo é reciclado, na Alemanha 60% e na Dinamarca mais de 70%.**
- **As cinzas volantes, por estarem contaminados com resíduos perigosos (dioxinas e furanos, metais pesados etc.), necessitam de tratamentos especiais para inertização desses poluentes (em geral mistura com cimento) antes da sua disposição em aterros controlados.**
- **Os metais ferrosos (ferro e aço, representam cerca de 6 a 10 % da cinza de fundo), e podem ser vendidos para produtores de aço. Metais não ferrosos (alumínio, cobre e zinco, representam cerca de 1 a 2% das cinzas de fundo) podem ser refinados e reciclados.**

Mito 6: Incineradores modernos produzem mais gases de efeito estufa que fontes queimando combustíveis fósseis e aterros.

- Para a "United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)" a incineração de RSU com recuperação de energia é uma tecnologia incluída no escopo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e passível de receber certificados de crédito de carbono.
- Estudos indicam que a incineração de RSU com geração de energia elétrica leva a uma redução de emissão de gases de efeito estufa, quando comparado com a geração da mesma quantidade de energia elétrica via queima de carvão mineral e aterro da mesma quantidade de RSU, mesmo com aproveitamento de 50% do gás metano gerado no aterro.

Mito 7: A incineração vai eliminar empregos na cadeia atual de tratamento de RSU

Estudo da Comissão Europeia de 2005, concluiu que a incineração gera de 2 a 4 vezes mais empregos que aterros e, quando associada a uma política de gerenciamento integral de RSU, tende a elevar significativamente o total de mão de obra empregada no tratamento de RSU em relação à situação atual, principalmente em países com pouca coleta seletiva como o Brasil.

Mito 8: O número de incineradores no mundo está caindo

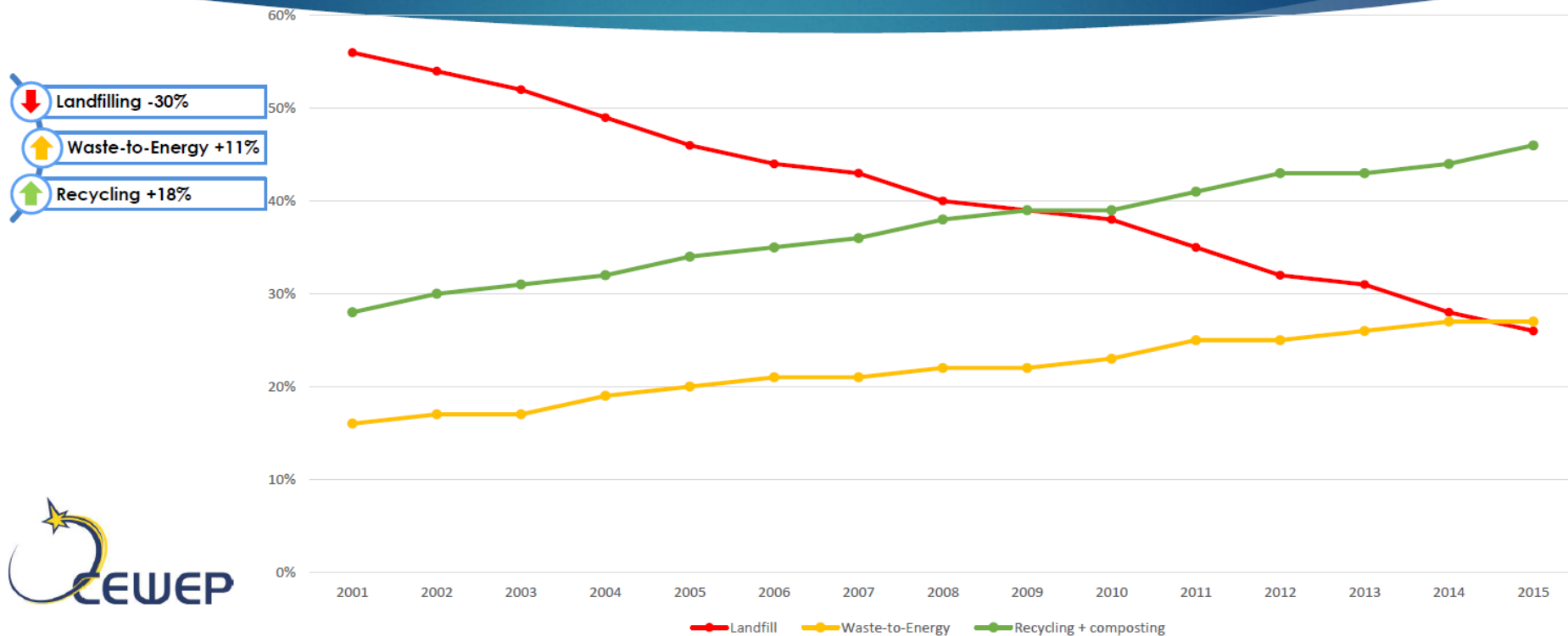
O número de incineradores no mundo na realidade está aumentando, bem como a taxa de reciclagem de resíduos. O que está caindo é a taxa de aterramento de resíduos;

A China, que atualmente está empenhada em reduzir drasticamente a poluição atmosférica, vem implantando na última década, de forma acelerada, incineradores com recuperação de energia, contando atualmente com mais de 190 unidades em funcionamento e mais 40 em construção. Na China cerca de 34 % do RSU está sendo incinerado, sendo o restante aterrado, em sua maioria.

Variação da taxa de reciclagem, incineração com recuperação de energia e aterro na Comunidade Europeia de 2001 a 2015

Municipal waste treatment trends 2001-2015 EU 28

Graph by CEWEP,
Source: EUROSTAT 2017



Fotos de alguns incineradores em operação no mundo



Cleveland, Teeside, UK



Marchwood, Hampshire, UK



Shenzen, China



Boblingen, Germany



Esbjerg, Denmark



Hengelo, The Netherlands



Pali, Taipei, Taiwan



Rotterdam, The Netherlands



St Ouen, Paris, France



Hirano, Osaka, Japan

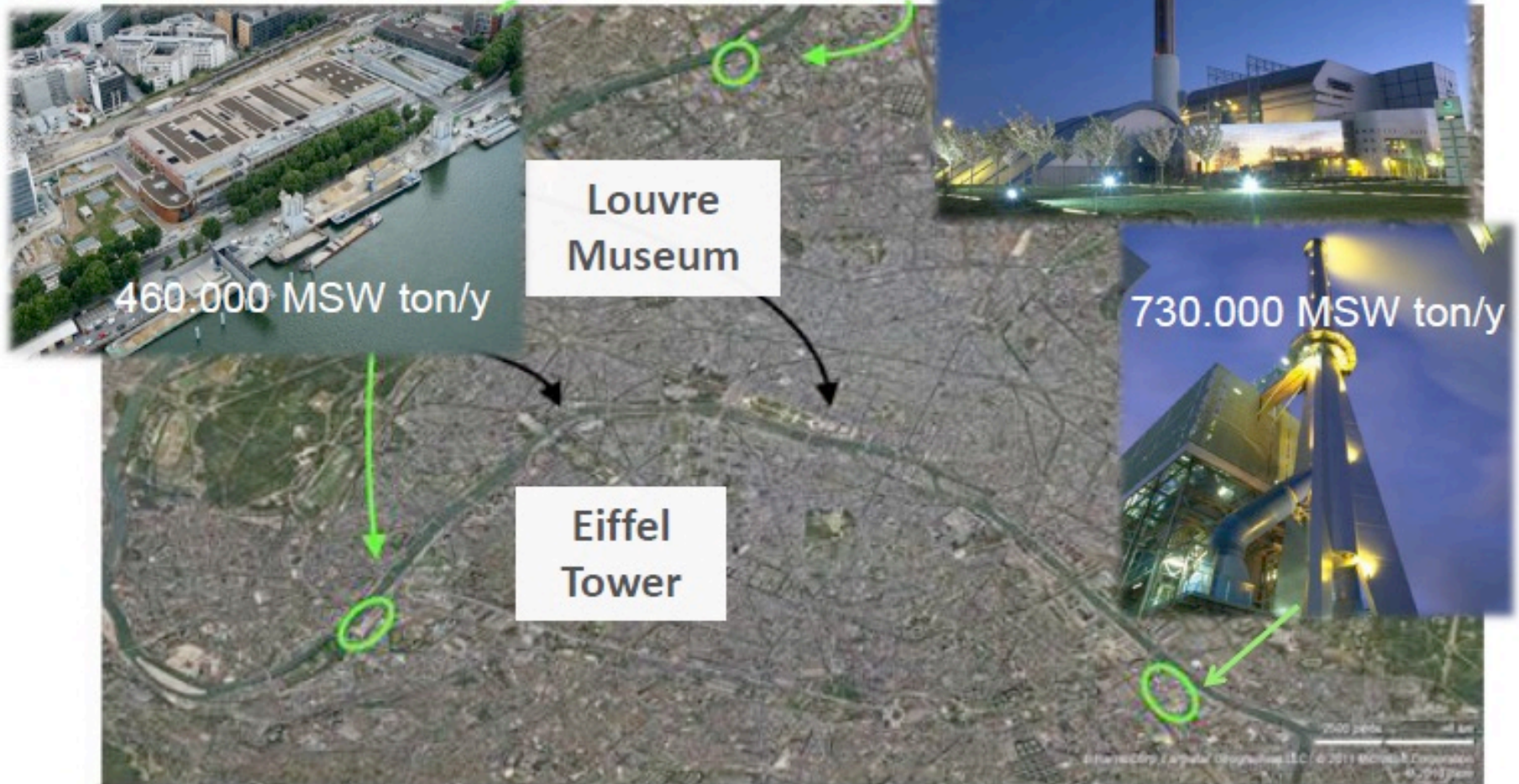


Isle of Man, UK



Tokyo, Japan

Incineradores em operação em Paris



Incineração é uma das alternativas de disposição de resíduos sólidos urbanos que, apesar de ser uma opção cara, contribui com a melhoria do meio ambiente.

Vantagens

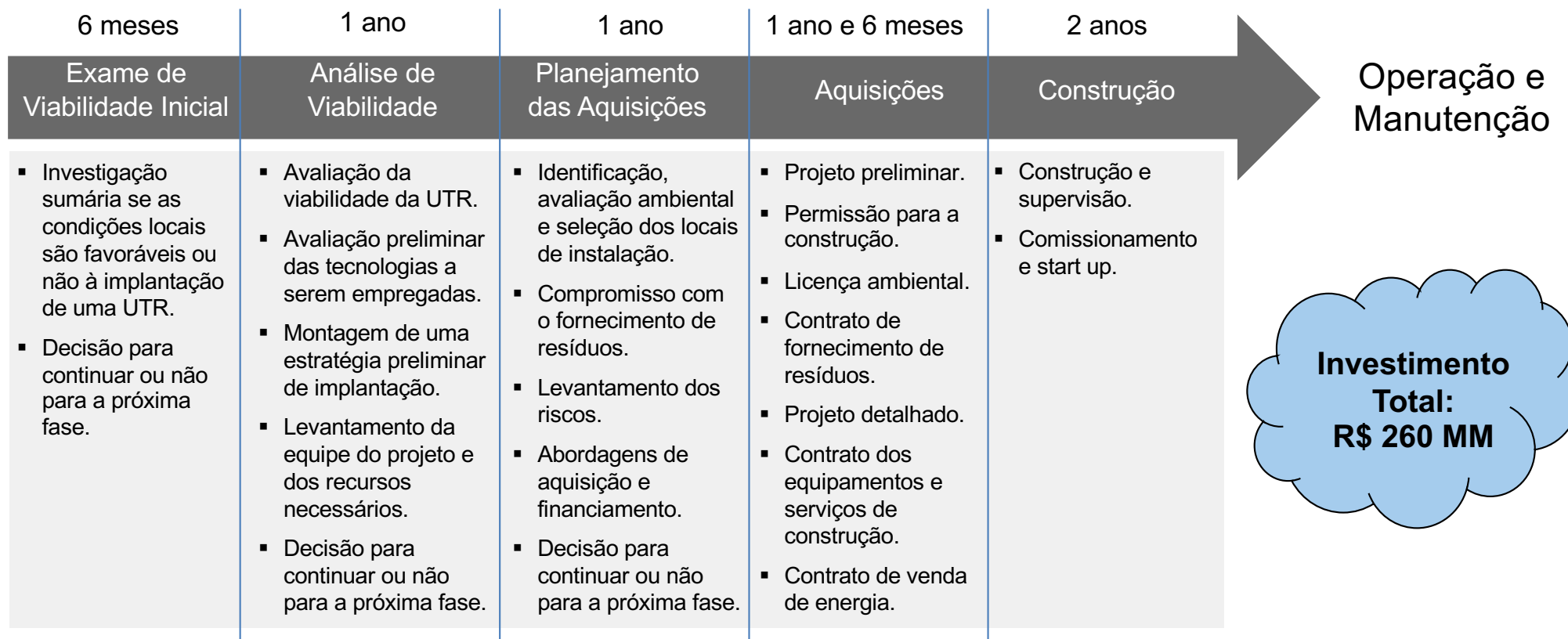
- redução significativa de: área de disposição de resíduos, transmissão de doenças, geração de gás metano, formação de efluentes líquidos, contaminação do solo e lençóis d'água, odores indesejáveis e outros passivos ambientais significativos
- resíduos incinerados não necessitam de pré-tratamento
- proporciona grande redução de volume e massa (90 e 70%, respectivamente), aumentando a vida útil dos aterros
- reduz custo de transporte, pois pode ser instalado próximo da fonte geradora
- permite recuperar energia dos resíduos (vapor e energia elétrica) com maior eficiência , comparativamente a outros métodos de disposição, como biodigestão
- gera empregos diretos e indiretos qualificados e pode agregar benefícios sociais locais, quando integrada com plantas de triagem, de reciclagem e de biodigestão, gerando empregos adicionais

DESVANTAGENS

- alto CAPEX frente às demais técnicas de destinação
- alto OPEX em virtude das condições de operação
- **custo de disposição maior do que de aterro sanitário, para a maioria dos municípios do país**

Uma UTR com capacidade para processar 250 mil toneladas de RSU por ano (~700 t/dia) requer um investimento aproximado de R\$ 260 milhões ao longo de **6 anos**.

Fases de Implementação de uma UTR com capacidade de processar 250.000 t/ano de RSU



Fonte: Municipal Solid Waste Incineration – A Decision Maker’s Guide, The World Bank; Waste Incineration – European Commission Resource Recovery Management Model, United States Environmental Protection Agency, Office of Water & Waste Management, SW-768

Projetos de UTRs com recuperação de energia em andamento na grande São Paulo

1. Incinerador de Barueri
2. URE Valoriza Santos (incineração)
3. Diadema (gaseificação)
4. LARA (incineração)

Unidade de incineração de Barueri: Operadora FOXX-HAZTEC; Projeto: Keppel Seghers no Brasil



Data de início negociação: **agosto 2010**; Todas as licenças para início obtidas

Data conclusão: ????

<https://www.mdr.gov.br/ultimas-noticias/13037-governo-amplia-acesso-do-setor-privado-a-financiamentos-do-fgts-para-saneamento-basico>

Resolução Secretaria Infraestrutura e Meio Ambiente - SIMA No 047 de 06 agosto de 2020

Estabelece diretrizes e condições para o licenciamento de unidades de preparo de Combustível Derivado de Resíduos Sólidos – CDR e da atividade de recuperação de energia proveniente do uso de CDR (co-combustão em equipamentos queimando biomassas e fornos de cimento)

Serviços técnicos oferecidos pelo IPT no aproveitamento energético de resíduos em geral



- . P&D em incineração, gaseificação e pirólise de resíduos;
- . Consultorias técnicas em projetos de UREs;
- . Diagnóstico e monitoração de emissões de poluentes atmosféricos em equipamentos de combustão e incineração, em campo;

Obrigado pela atenção !!!

Ademar Hakuo Ushima

adidas@ipt.br

tel.: 11 3767.4283

cel.: 11 99586.1209