



Seminário de Gestão de Resíduos Industriais

Técnicas de Disposição



24 de Setembro 2015
São Paulo (SP)



MILTON NORIO SOGABE
CETESB

Políticas de Resíduos Sólidos

POLÍTICA ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PERS)

Lei Estadual nº 12.300, de 16 de março de 2006
Decreto Estadual nº 54.645, de 5 de agosto de 2009

POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PNRS)

Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010
Decreto Federal nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010

Política Nacional de Resíduos Sólidos

Motivadores

A Política Nacional de Resíduos Sólidos é:



Uma política de proteção à saúde pública e aos ecossistemas

- Gestão incorreta: potencial de dano à saúde pública e meio ambiente;



Uma política de desenvolvimento

- É possível converter muitos dos problemas em oportunidades! (inclusão social de catadores / novos negócios da economia verde)



Uma política de sustentabilidade

- Resíduos são consequência dos padrões de produção e consumo; (gestão adequada traz melhoria na eficiência do uso de recursos naturais)



Uma política de redistribuição de direitos e deveres

- Gestão de resíduos é **responsabilidade de TODOS NÓS !!!**



Presidência da República

Casa Civil

Subchefia para Assuntos Jurídicos

LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010.

Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

Art. 1º Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

§ 1º Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Técnicas de Minimização de Resíduos

Redução na Fonte

Mudança de Produto

- Substituição do Produto
- Conservação do Produto
- Mudança na Composição do Produto

Controle na Fonte

Mudanças da Matéria Prima

- Purificação da MP
- Substituição da MP

Mudanças Tecnológicas

- Mudanças de Processo
- Mudanças Equip./layout
- Automação adicional
- Mudanças dos Parâmetros Operacionais

Reciclagem (no local ou fora)

Uso e Reuso

- Retorno ao Processo Original
- Matéria Prima Substituta para outro Processo

Recuperação

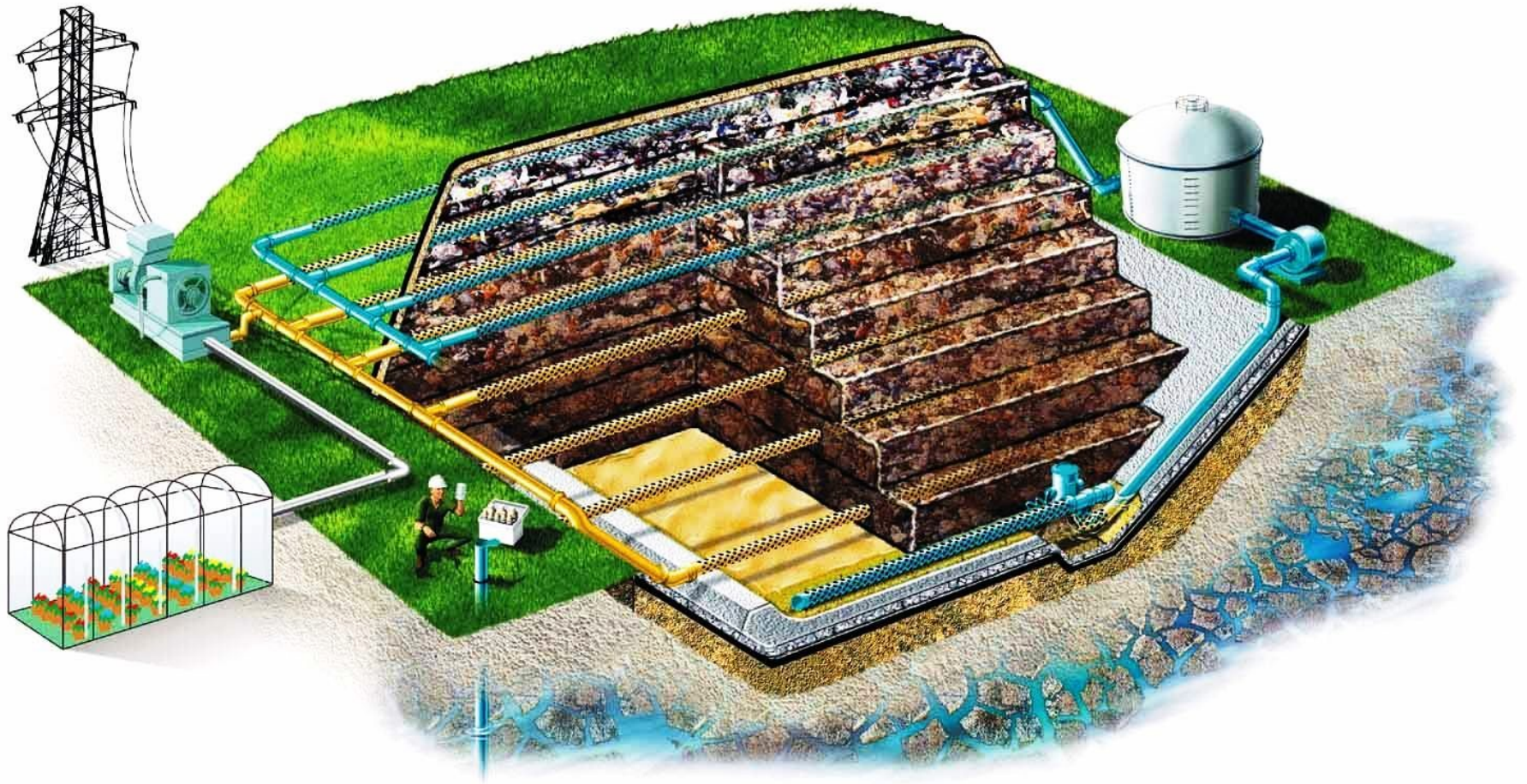
- Processar para Recuperação de Matéria
- Processar como um Sub-produto

Boas Práticas de Operação

- Revisão de Procedimentos
- Prevenção de Perdas
- Práticas Gerenciais
- Segregação no fluxo de resíduos
- Melhoria no manuseio de materiais
- Cronograma de produção

o que
fazer com
os resíduos?





Corte de um Aterro Sanitário



Aterro Sanitário de Bad Kissingen (Norte da Baviera)





Aterro Sanitário no Alentejo



Aterros Industriais













Deslizamento de Agosto de 2008
Aterro São João



Aterro Pajoan – Itaquaquecetuba
Abril 2011



Aterro Mantovani



Tambores Abandonados

● **Multa**

US\$ 18 bi

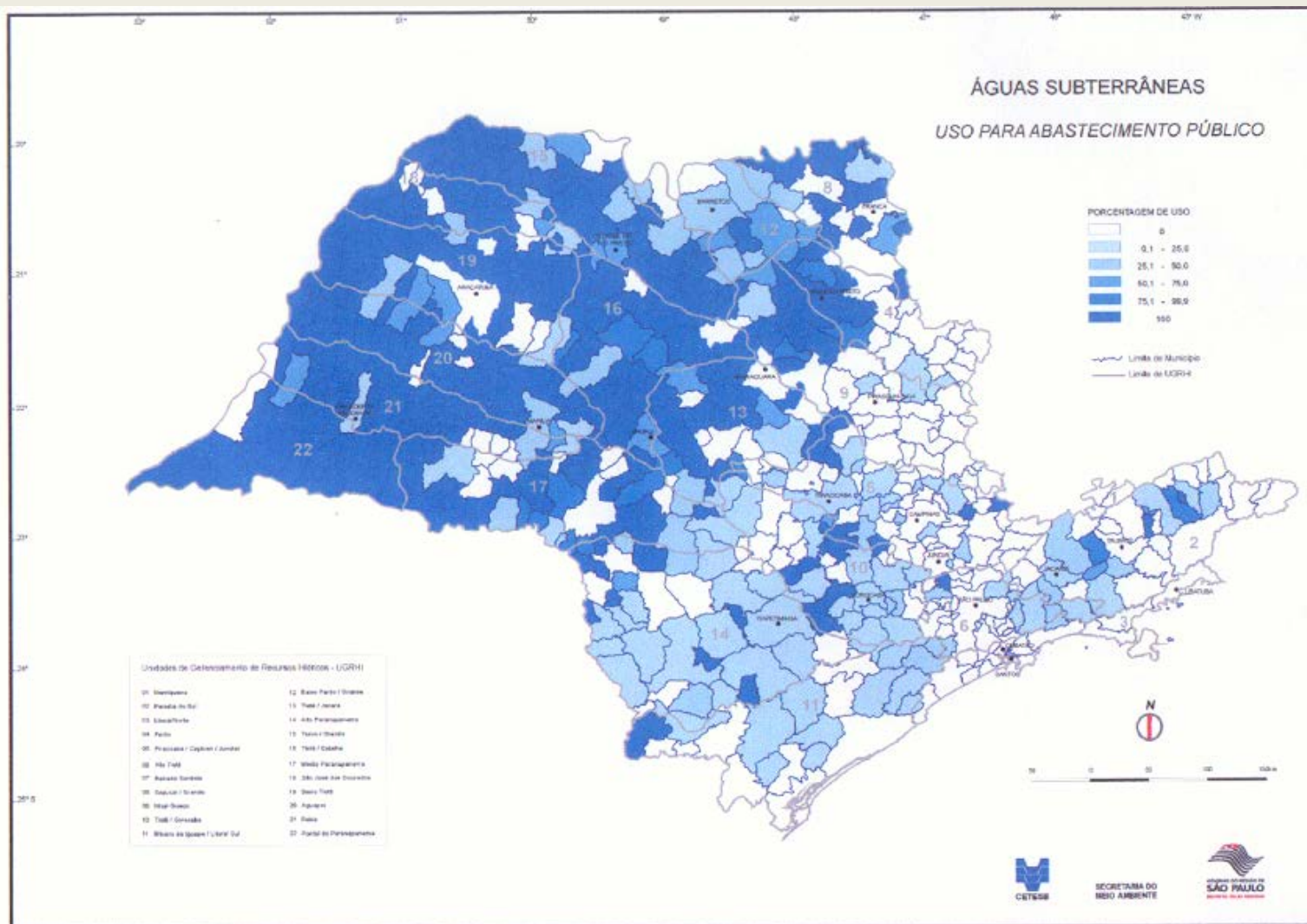
é o valor que a Volkswagen pode ser obrigada a pagar em multas por ter burlado os testes ambientais nos Estados Unidos em modelos a diesel produzidos entre 2008 e 2015

.....



Publicidade enganosa. Em 2009, Jetta TDI foi considerado o 'carro verde do ano'

Escândalo de fraude em emissão de poluentes derruba ações da Volks



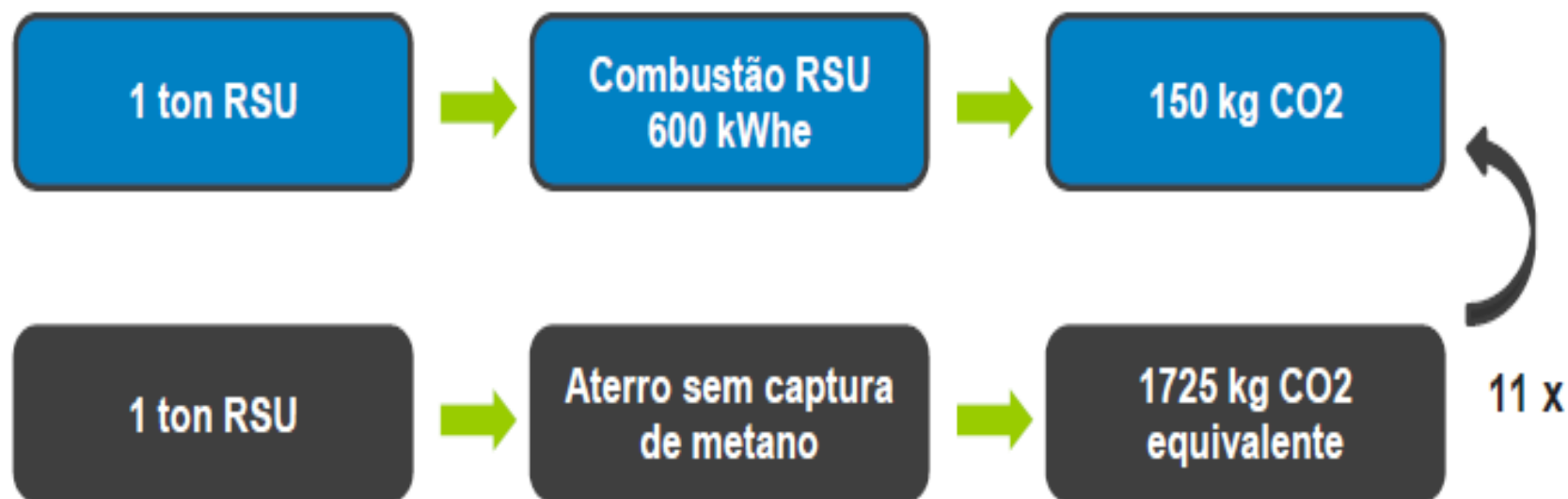
Porcentagem de uso das águas subterrâneas para abastecimento público por municípios do Estado de São Paulo



Aquífero Guaraní

O efeito estufa



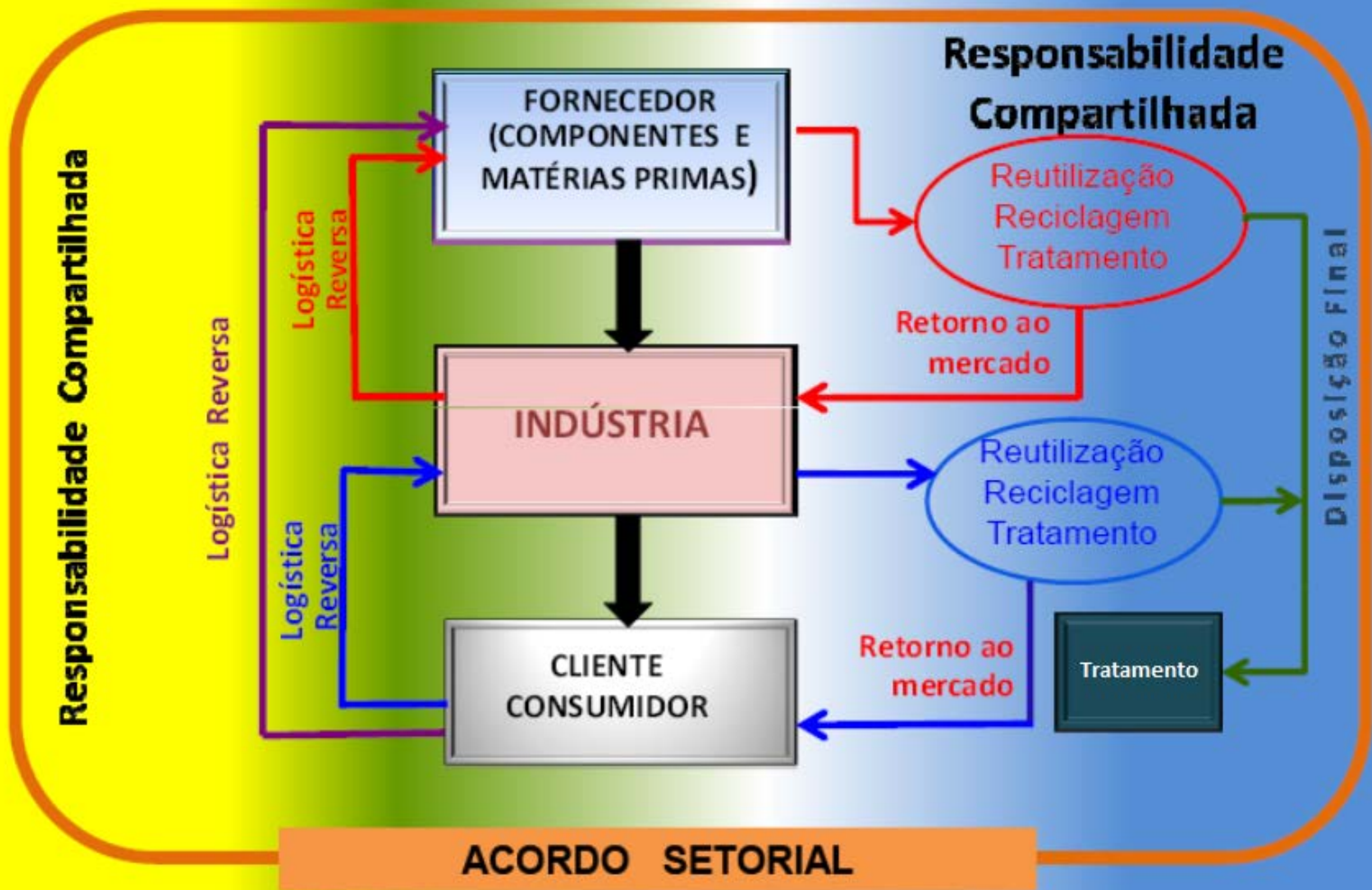


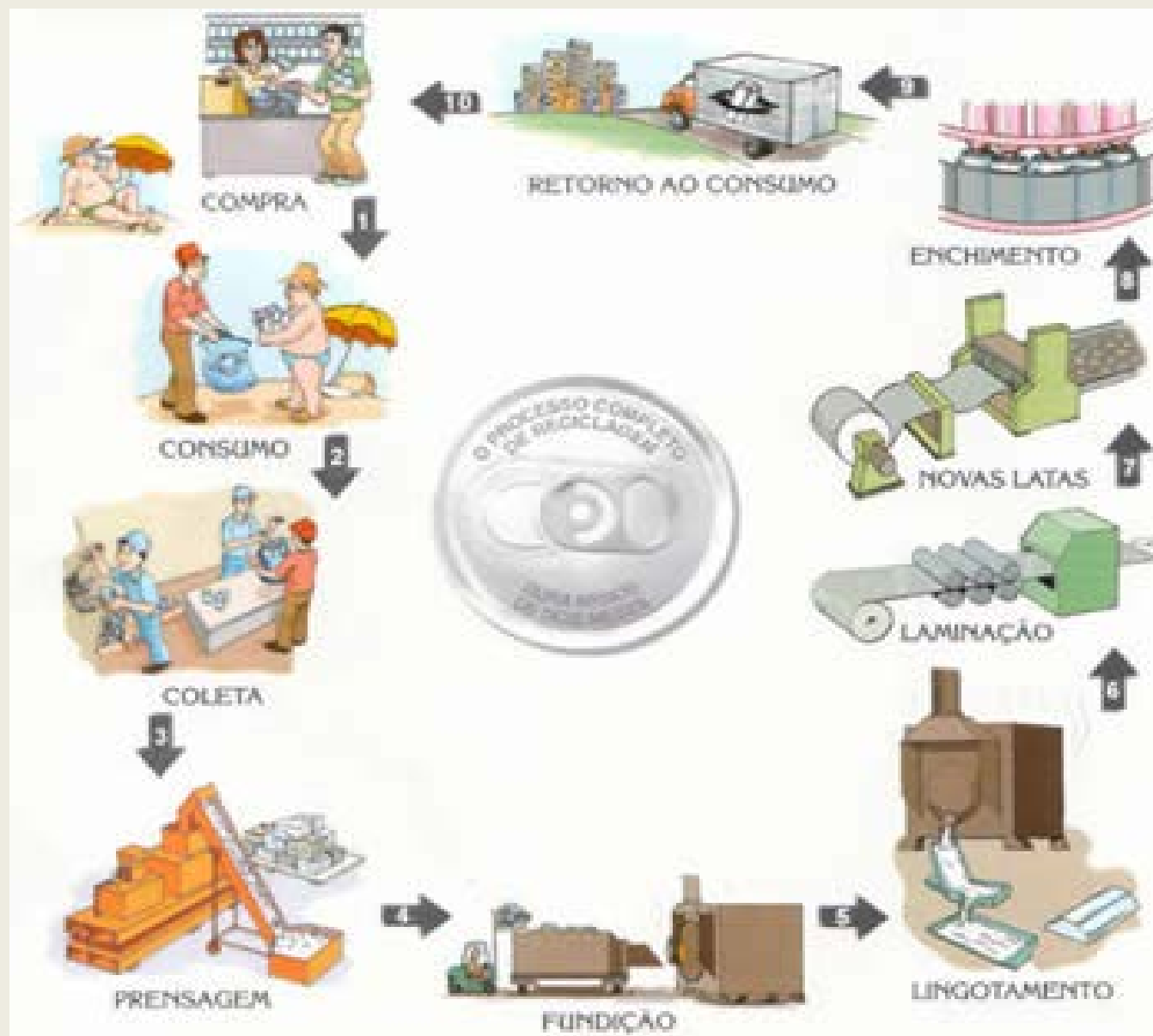
Redução Líquida de CO2: $150 - 1725 = -1\ 575$ kg CO2 equivalente

Fonte: IEA 2003, <http://www.iea.org/techno/essentials3.pdf>

*Premissas: 8000 kJ/kg RSU, 27% eficiência elétrica, 13,5 % de combustível fóssil no RSU,
75 kg CH4/t RSU, 23 kg CO2/kg CH4*

LOGÍSTICA REVERSA, RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA E ACORDOS SETORIAIS



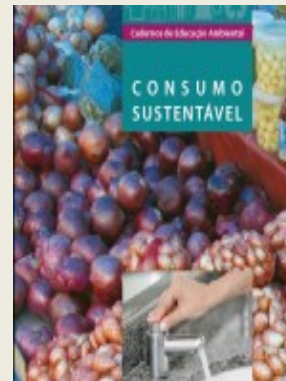
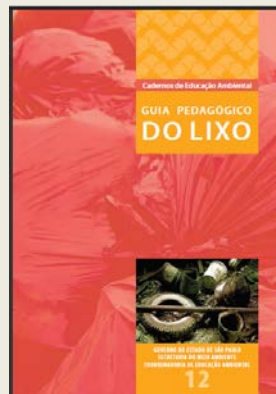


Ciclo de Destinação do Pneu Inservível



Educação Ambiental

- Ações contínuas (junto à Sec. da Educação, p.ex.);
- Apoio às ações de educação e conscientização nos demais projetos;
- Atualmente já estão disponíveis diversos materiais de apoio à campanhas e ações da SMA
- Alguns exemplos:



Hierarquia de Estratégias Gestão de Resíduos



Alternativas Tecnológicas para Tratamento de RSU - Atendendo PNRS

1. Processos de Conversão Bioquímicos

- ❖ **Compostagem**

2. Processos de Conversão Termoquímicos

- ❖ **Pirólise (gaseificação e liquefação)**
 - o **Gaseificação por Plasma**
- ❖ **Combustão Direta**
 - o **Sistema de Grelhas**
 - o **Leito Fluidizado**

3. Processos Mistos

- ❖ **Tratamento Mecânico-Biológico (TMB)**
- ❖ **Biodigestão ou Digestão Anaeróbia (DA)**





Reciclagem e Composto HÖGL - GmbH – Volkenschwand – Alemanha

45 Liter
Höfter



Qualitäts-
**Kultur-
erde**

mit wertvollem
Kompost
zur Schonung der
natürlichen Torfvorkommen



**Für Blumen, Gemüse
und Pflanzen in Haus
und Garten**

Mit hochwertigen, organischem
Dünger













Composição Aproximada do RSU de São Paulo

Composição Gravimétrica do Lixo de São Paulo	
Matéria orgânica	50 a 60%
Plástico	13 a 16%
Papel e papelão	10 a 11%
Metais	1,8 a 2,2, %
Madeira	1,0 a 2,0%
Trapos e panos	2,5 a 4%
Inorgânicos	1,0 a 2,0%
Pilhas e Baterias	0,1 a 0,15%

Hierarquia de Estratégias Gestão de Resíduos



Alternativas Tecnológicas para Tratamento de RSU - Atendendo PNRS

1. Processos de Conversão Bioquímicos

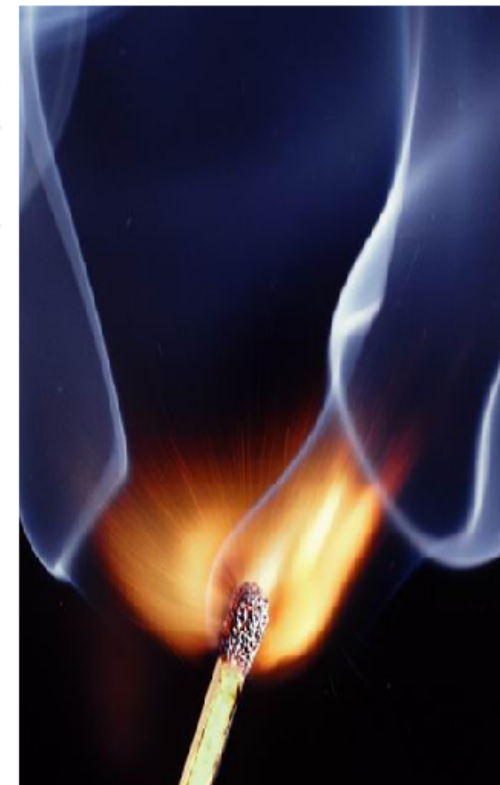
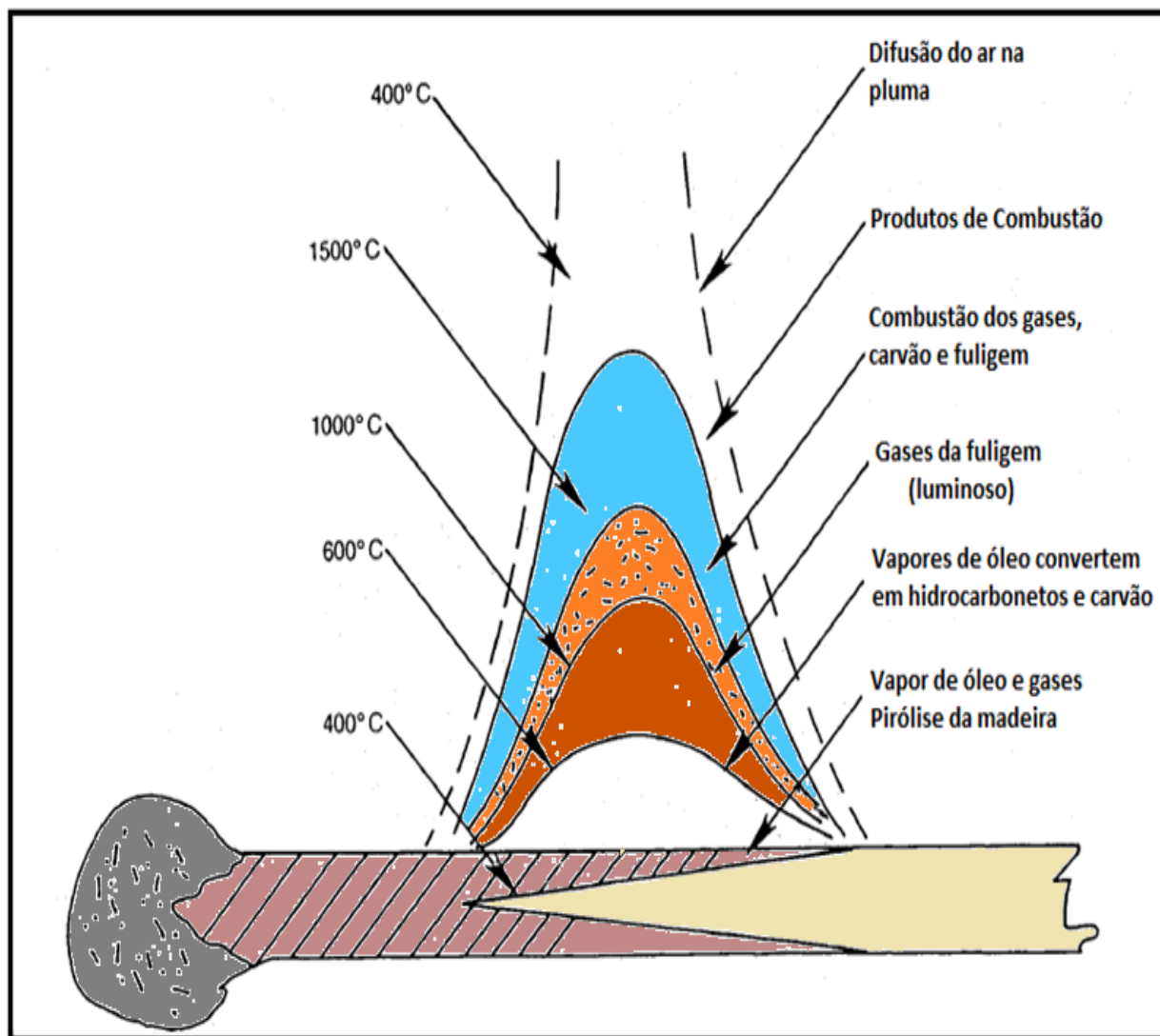
- ❖ **Compostagem**

2. Processos de Conversão Termoquímicos

- ❖ **Pirólise (gaseificação e liquefação)**
 - o **Gaseificação por Plasma**
- ❖ **Combustão Direta**
 - o **Sistema de Grelhas**
 - o **Leito Fluidizado**

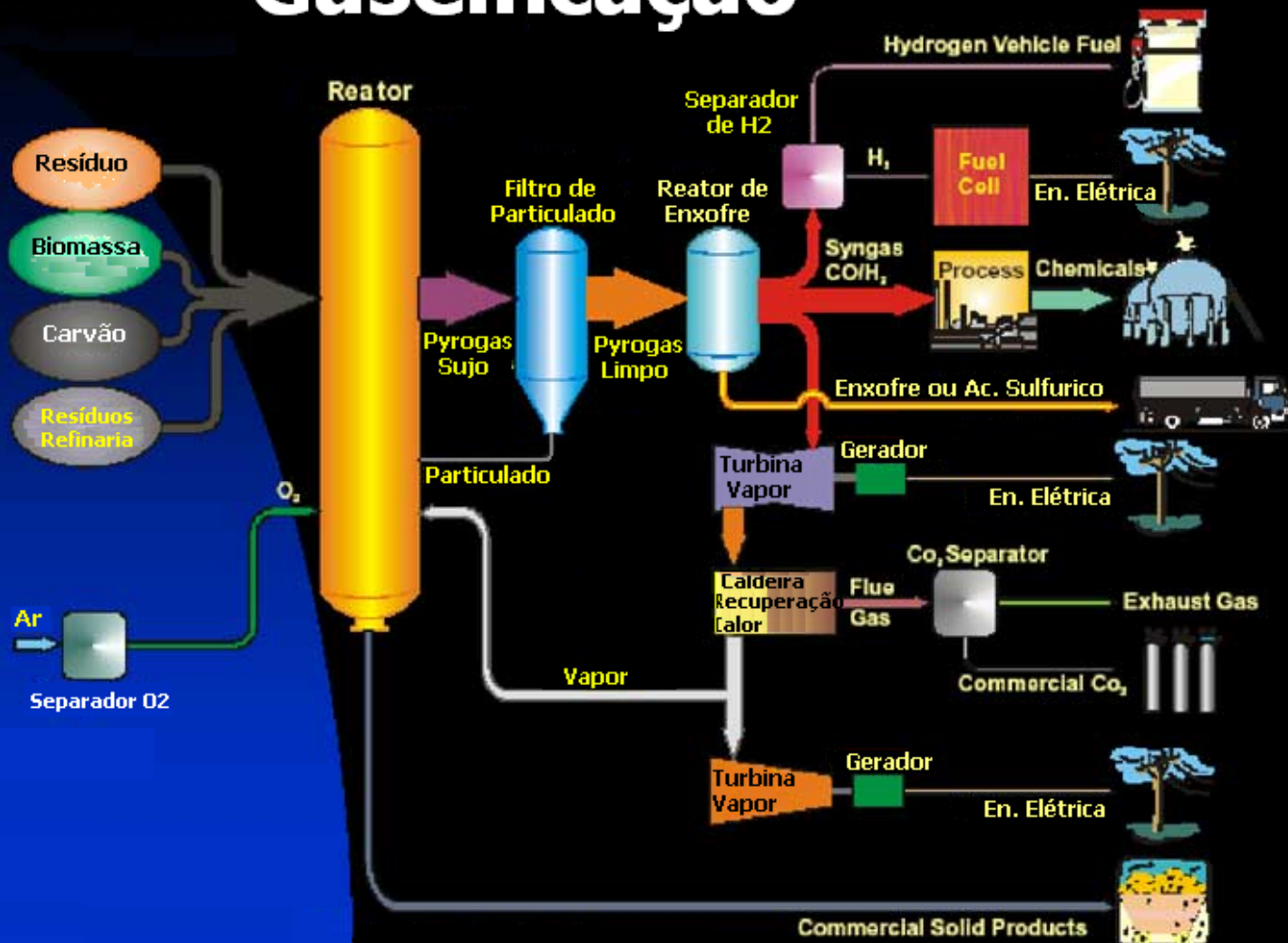
3. Processos Mistos

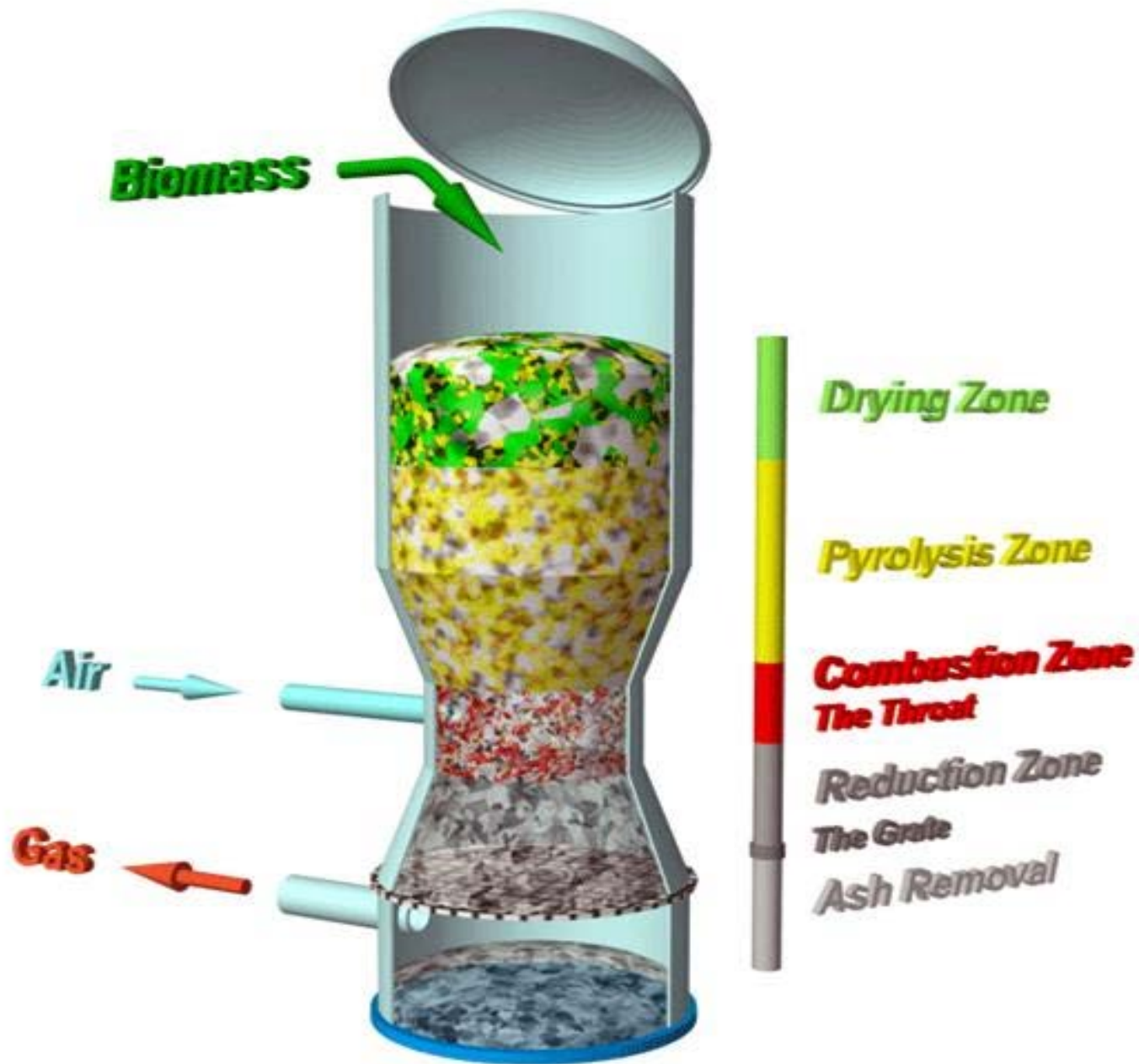
- ❖ **Tratamento Mecânico-Biológico (TMB)**
- ❖ **Biodigestão ou Digestão Anaeróbia (DA)**



Pirólise, gaseificação e combustão em um palito de fósforo

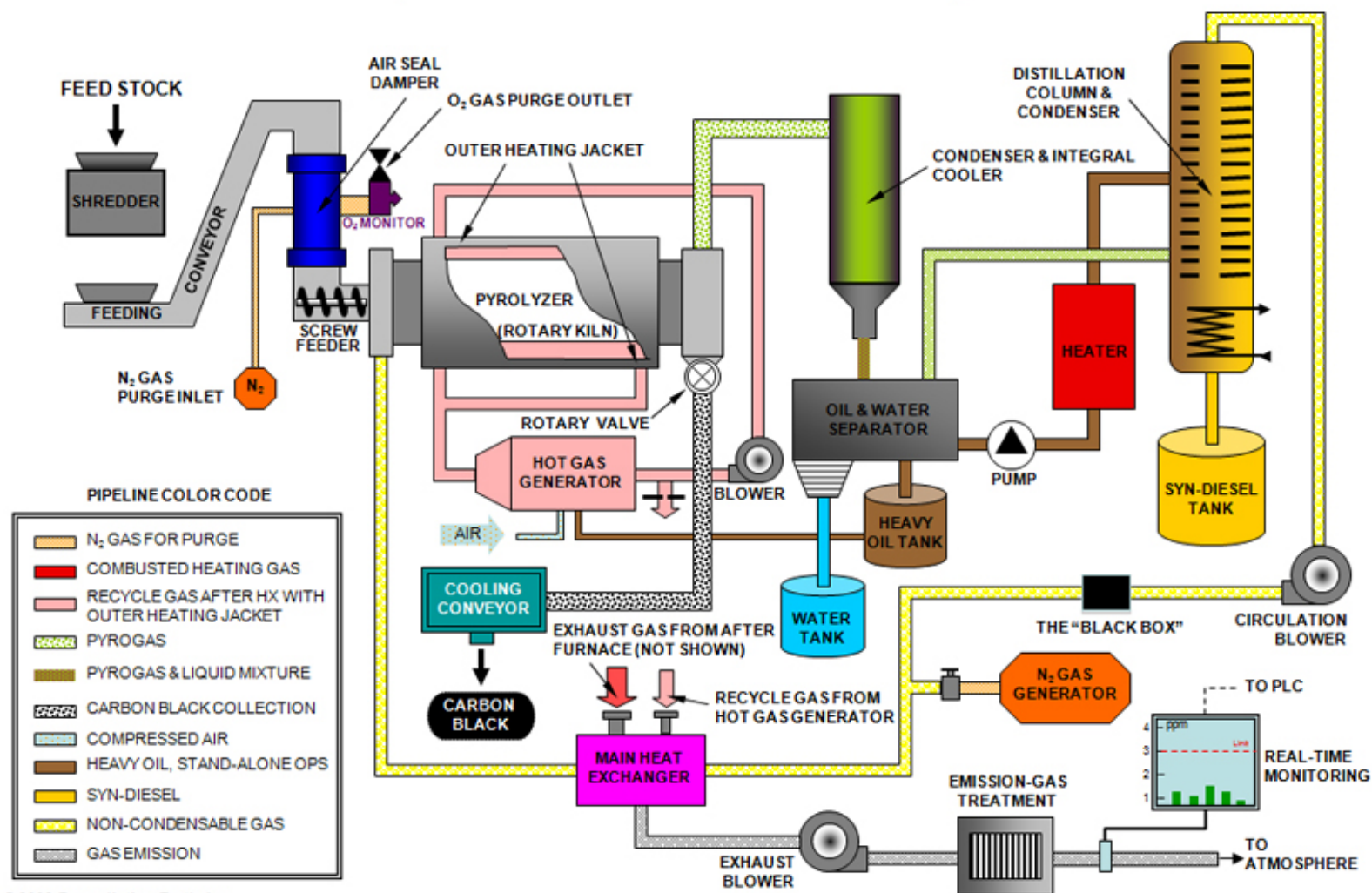
Gaseificação

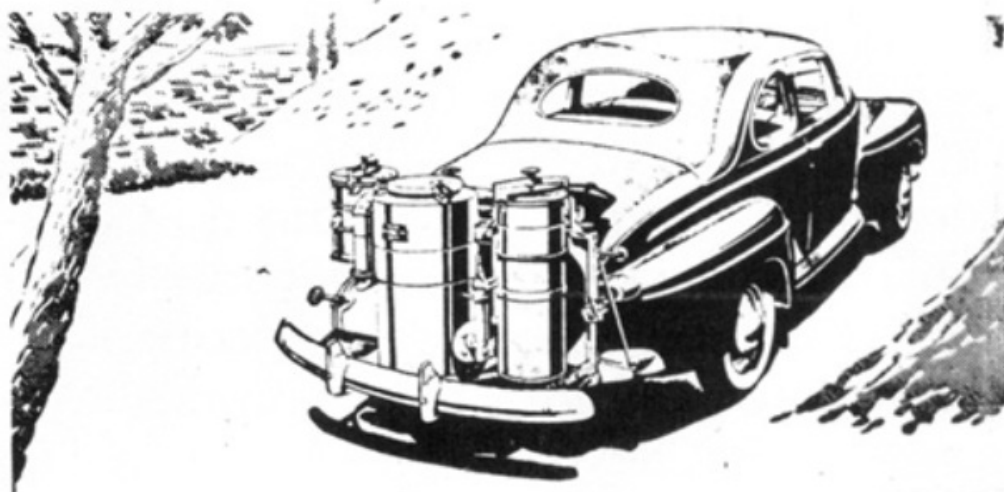




DIRECT SLOW PYROLYSIS SYSTEM

(SIMPLIFIED PROCESS FLOW)





Agora já pode tirar o seu carro

dos cavaletes

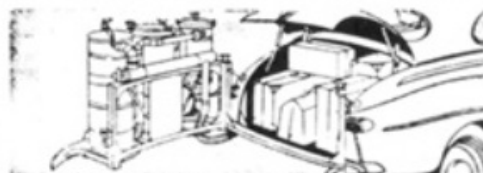
e continuar a valer-se de seus inestimáveis serviços, porque com o

NOVO

GASOGÊNIO F.M.C.

(REGISTADO SOB N.º 110, PELA C.R.G.)

não surgirão contratempos ou dificuldades na rua ou na estrada; o seu perfeito funcionamento será um motivo permanente da mais alta satisfação, e a aparência de seu automóvel nada sofrerá.



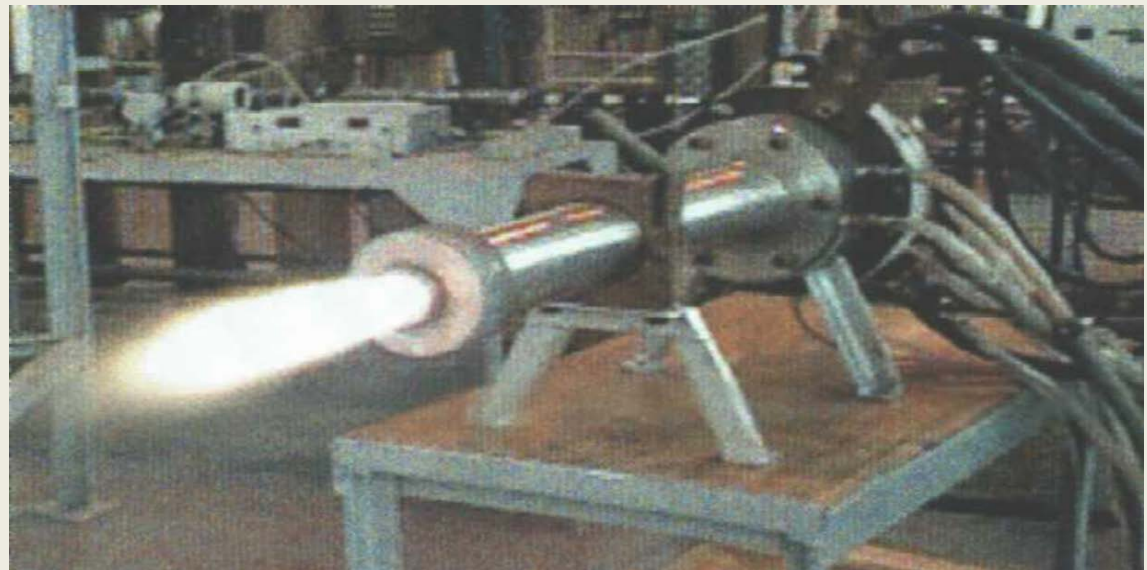
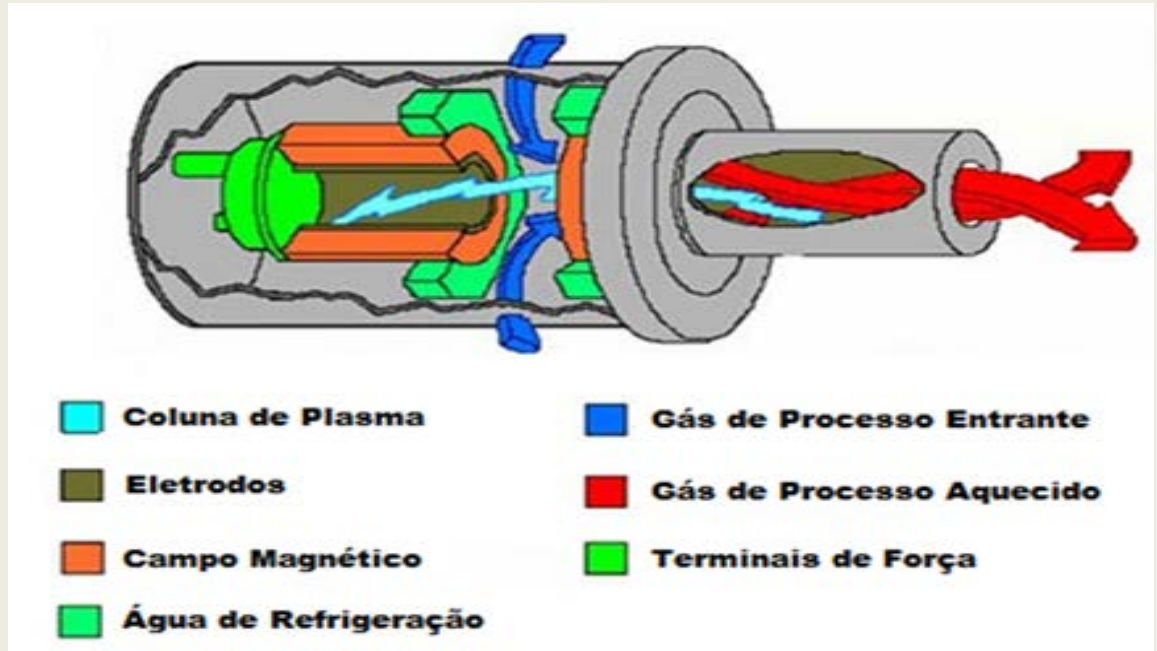
Principais Características

- Capacidade de carga para longo percurso.
- Dupla filtração.
- Fabricado com chapas especiais e com reforços internos.
- Tipo móvel, de fácil construção e muito prático, deixando a porta-malas do carro completamente livre.
- Em virtude da disposição do gasômetro, no centro, o seu equilíbrio é perfeito, o que assegura para a manutenção da estabilidade características dos produtos Ford, mesmo nas mais apertadas curvas.
- Graças ao modo pelo qual é instalado, em nada é prejudicada a estabilidade pela janela traseira do carro.

FABRICADO PELA

F O R D M O T O R C O M P A N Y

Tocha de



ALIMENTAÇÃO

GASEIFICAÇÃO
COM PLASMA

RESFRIAMENTO DO GÁS

LIMPEZA DO SYNGAS

OPÇÕES DE PRODUTOS

ALIMENTAÇÃO DE MATERIAL
RECEPÇÃO, ARMAZENAMENTO
E TRANSPORTE

Resíduo
Domiciliar
Resíduo
Industrial
Carvão
Biomassa

Tochas de
Plasma

Ar ou
Oxigênio

Escória & Metais
Recuperados

Quench

Controle de
Particulado



VAPOR



ETANOL



ELETRICIDADE

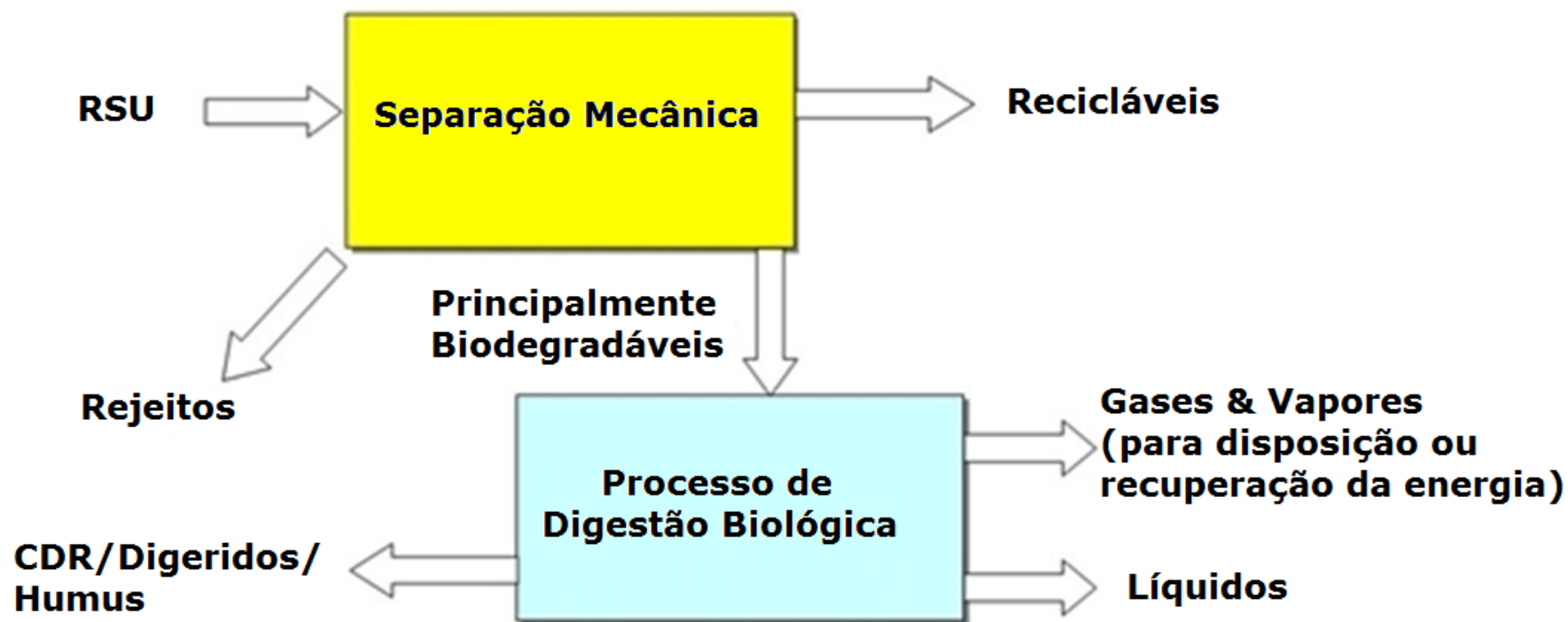


SYNGAS

Grande Variedade de Alimentação
Baixo Custo (\$)

Processo Flexível
GASEIFICADOR

Grande Variedade de Produtos
Alto Valor Agregado

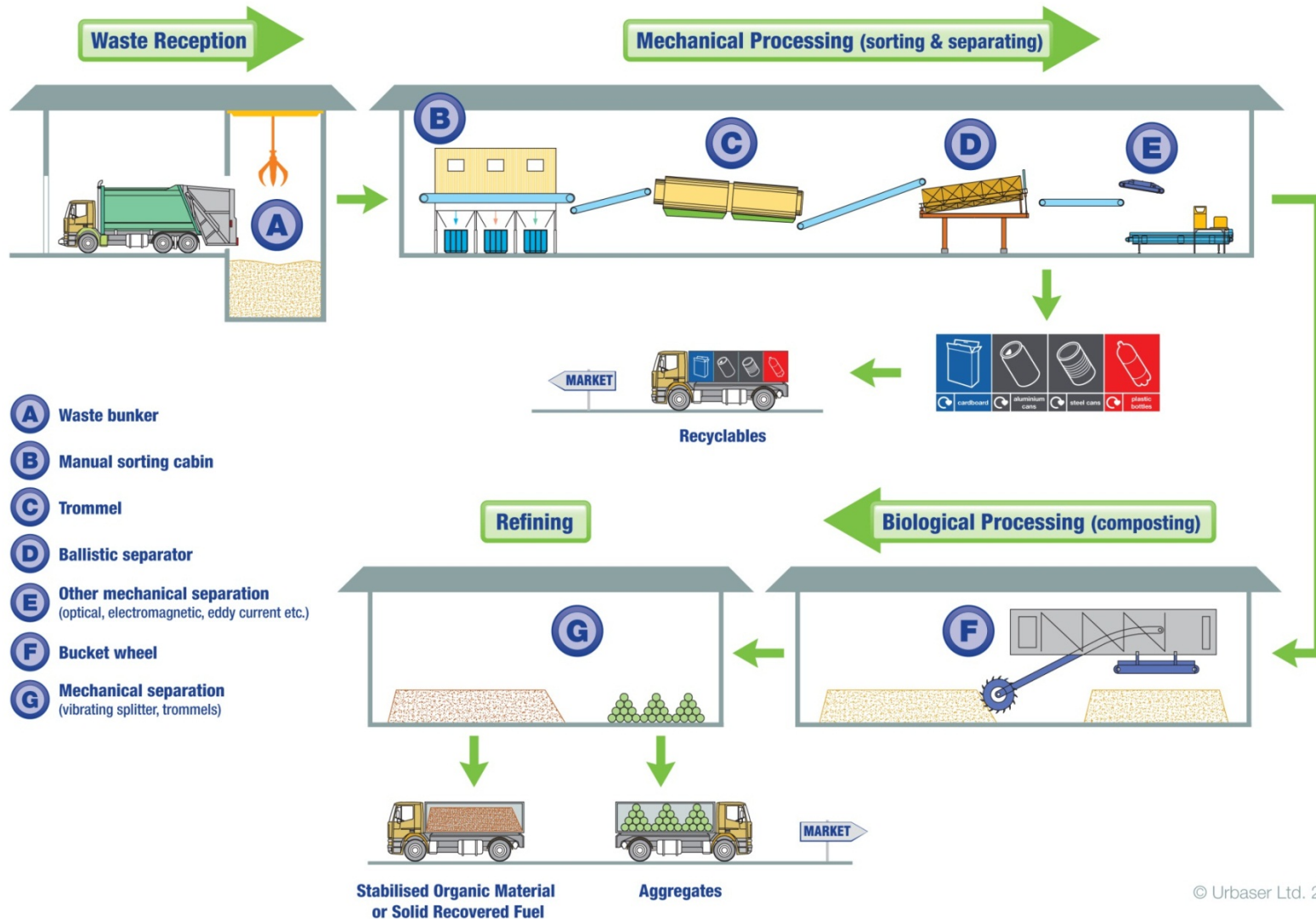


Tratamento Mecânico Biológico (TMB)

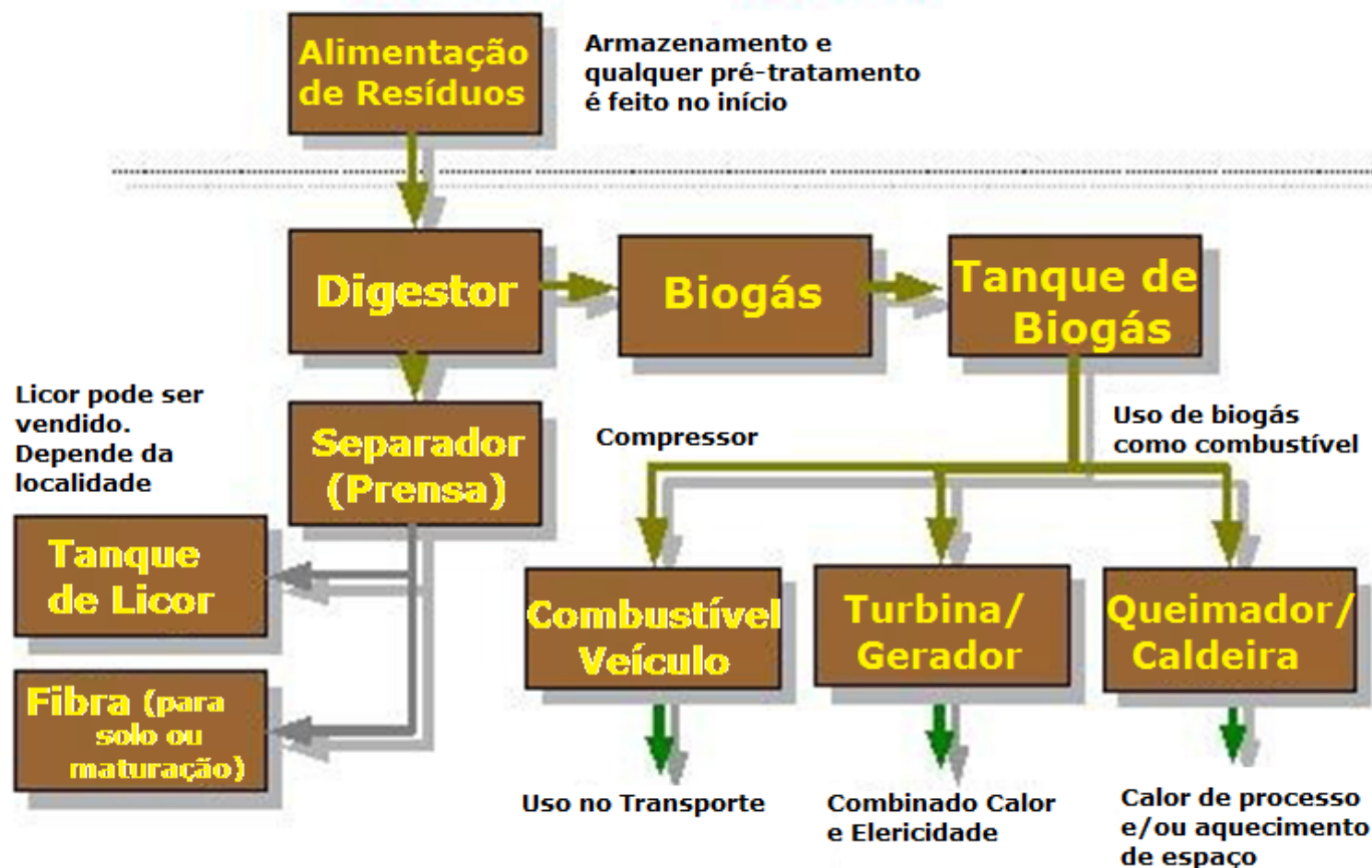


Tratamento Mecânico Biológico (TMB) com Produção de CDR

MBT – Mechanical Biological Treatment



Fluxograma da Digestão Anaeróbica



Alternativas Tecnológicas para Tratamento de RSU - Atendendo PNRS

1. Processos de Conversão Bioquímicos

- ❖ **Compostagem**

2. Processos de Conversão Termoquímicos

- ❖ **Pirólise (gaseificação e liquefação)**
 - o **Gaseificação por Plasma**
- ❖ **Combustão Direta**
 - o **Sistema de Grelhas**
 - o **Leito Fluidizado**

3. Processos Mistos

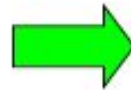
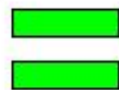
- ❖ **Tratamento Mecânico-Biológico (TMB)**
- ❖ **Biodigestão ou Digestão Anaeróbia (DA)**

Poder calorífico inferior

1.900 kcal/kg
(7.950 kJ/kg)



1 ton. de RSU



520 kWh

OU



2,5 ton. de vapor
(40 bar e 400 °C)

Fonte: Apresentação do Eng.º Antonio Bolognesi no Seminário “Aproveitamento Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos– Jul 2011 - FIESP

Região	População Urbana (hab.)	RSU Gerado (t/dia)	Poder Calorífico Potencial (MJ)	Eletricidade ($\eta \sim 25\%$) (MWh)	Vapor ($\eta \sim 80\%$) (t/h)
Norte	12.010.233	13.754	109.340	300	1430
Nordeste	39.477.754	51.689	410.930	1120	5380
Centro-oeste	12.829.644	16.055	127.640	350	1670
Sul	25.583.048	21.345	169.690	460	2220
Sudeste	75.812.738	96.215	764.910	2080	10020
BRASIL	163.713.417	201.058	1.598.400	4360	20940
SP	11.800.000	15.280	121.480	330	1590
RMSP	19.500.000	25.250	200.740	550	2630
ESP	41.000.000	53.000	421.350	1150	5520

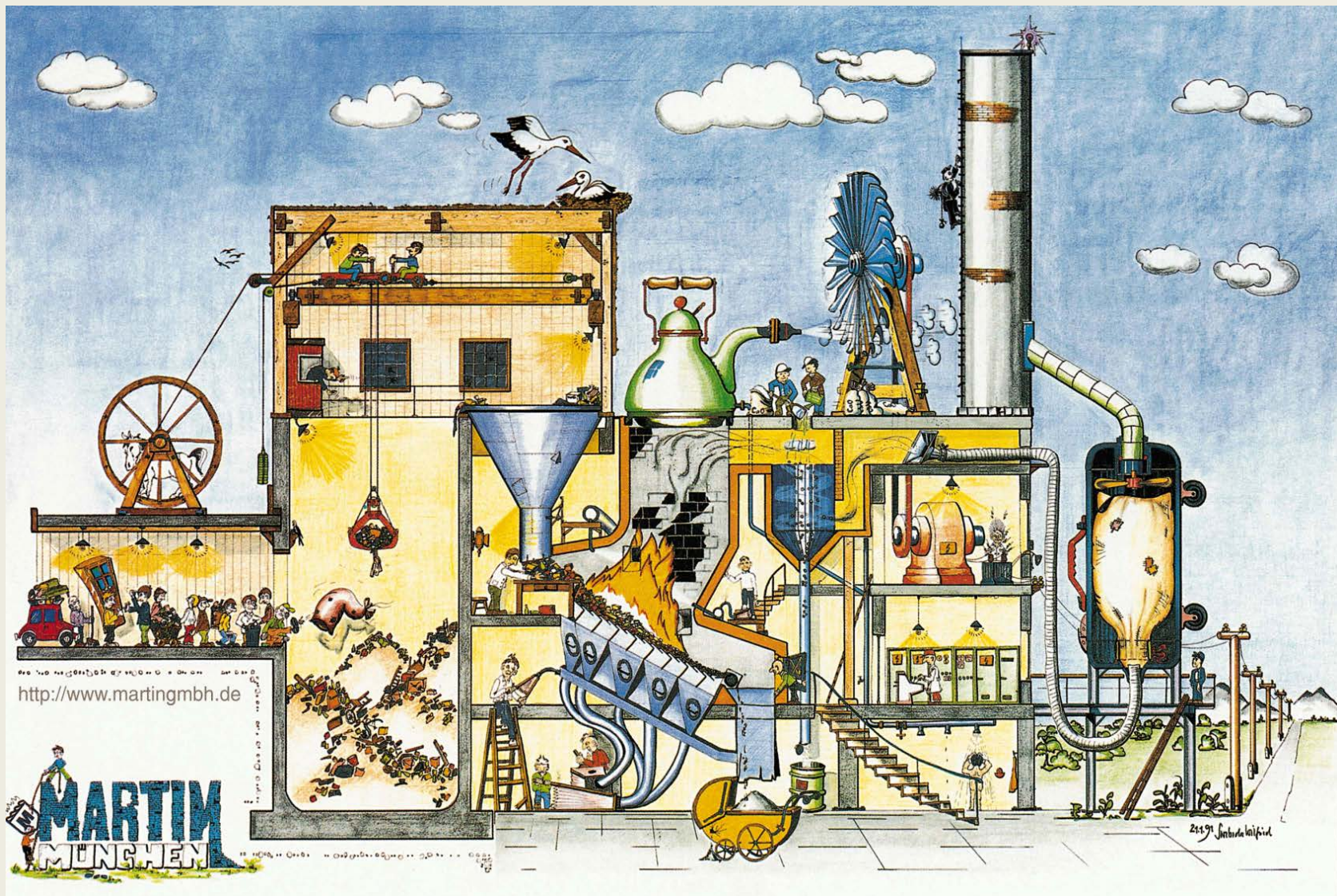
Nota: Assumiu-se PCI do lixo de 1900 kcal/kg (7,95 MJ/kg), 24 horas de funcionamento por dia; 0,52 MW/t RSU; 2,5 t vapor (400 °C, 40 Bar) por t RSU

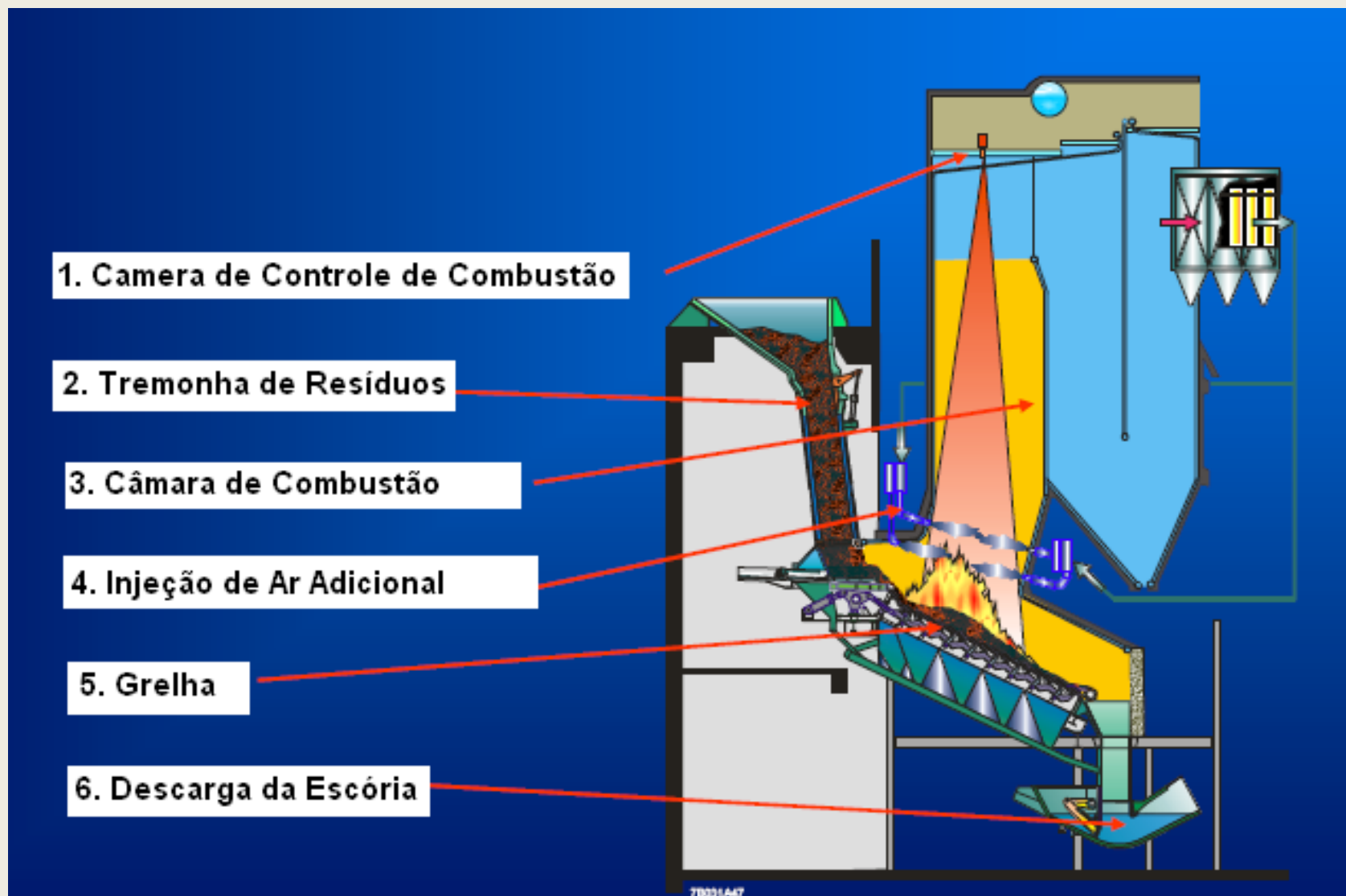
泰安市中科环保电力项目



简介

该项目由马来西亚国库集团独资兴建，总投资1.5亿元，建设生活垃圾焚烧发电工程项目。目前生活垃圾焚烧发电工程主体已完竣，配备2台每小时处理垃圾100吨的焚烧炉及1台12兆瓦、1台6兆瓦发电机组。垃圾焚烧炉于2002年12月点火运营，并同步发电。焚烧炉工段厂房，可容纳约500吨生活垃圾和全部焚烧工业垃圾。年发电量1.7亿度，上网电量达到9400万度，减排118吨二氧化碳。





Detalhe de Incinerador “Mass Burning”



Cidade de Mônaco (Monte Carlo)

- URE no meio da cidade



Cidade de Mônaco



- A URE fica no centro da cidade, ao lado do estádio Louis II



Tokyo Minato – Japão

3x360 t/dia



Viena / Áustria

- 2 x 360 t/d





URE de Burgkirchen – Baviera





Zurique - Suíça



2 x 450 t/d



URE Ingolstadt – Baviera - Alemanha

Munique Sul



Viena - Áustria



2 x 360 t/d

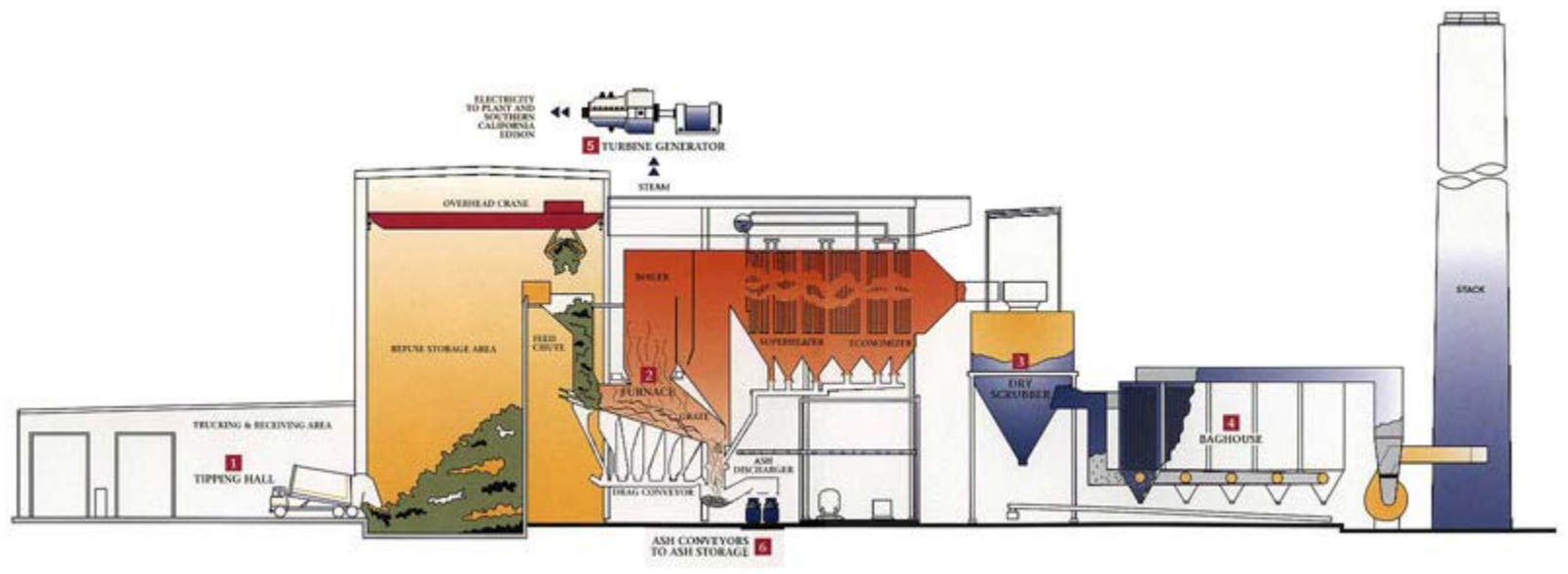


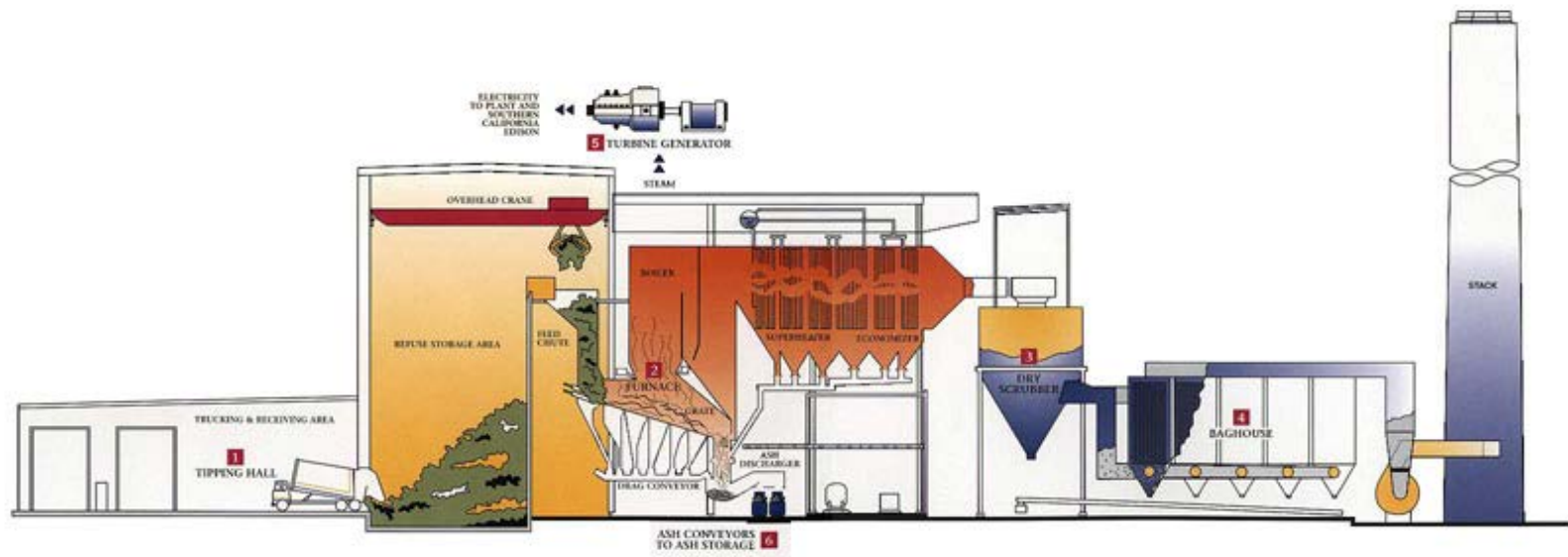
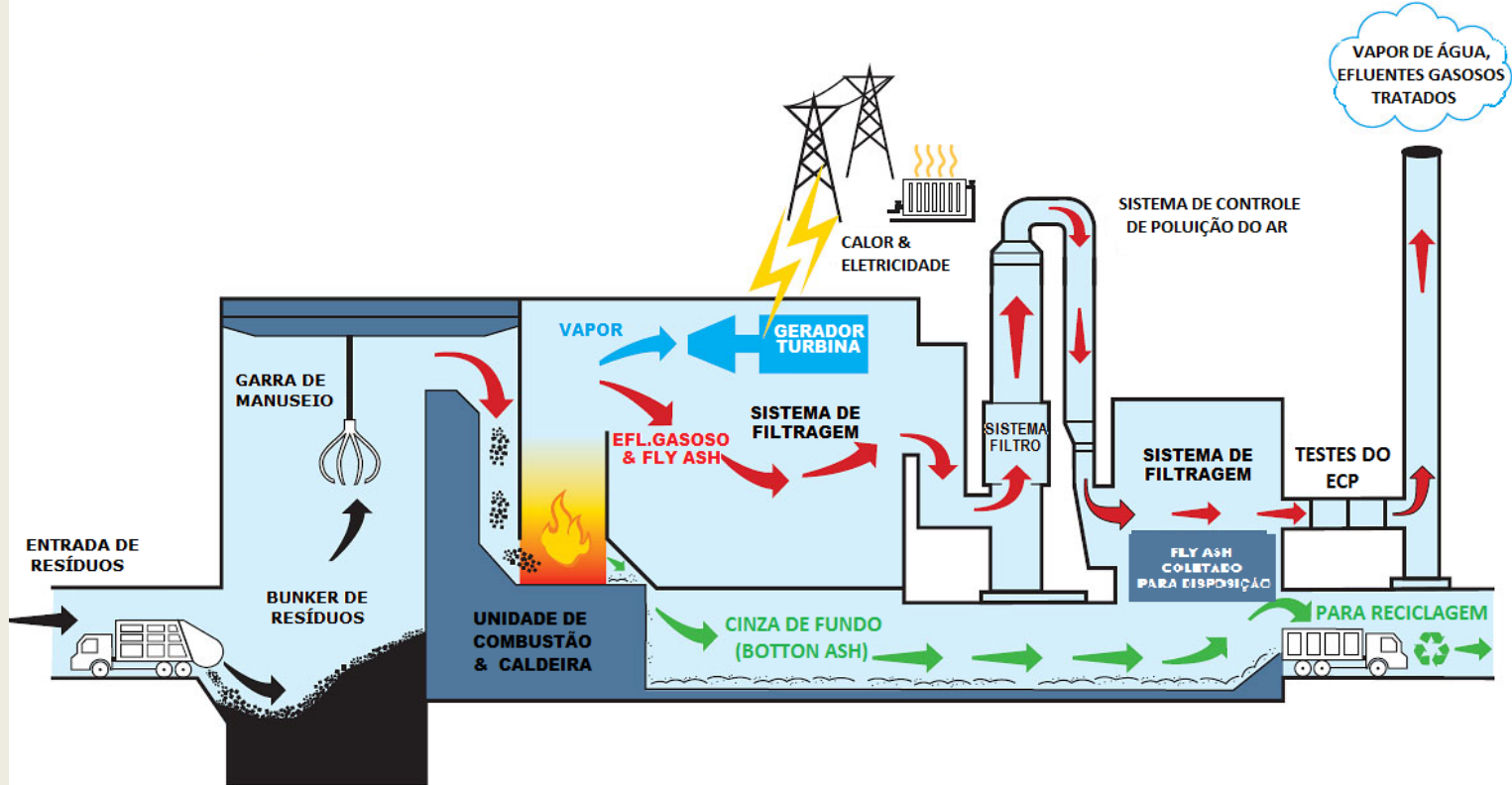


Copenhagen - Dinamarca













Escória de fundo de URE

UREs (Usinas de Recuperação de Energia) na Europa - 2010

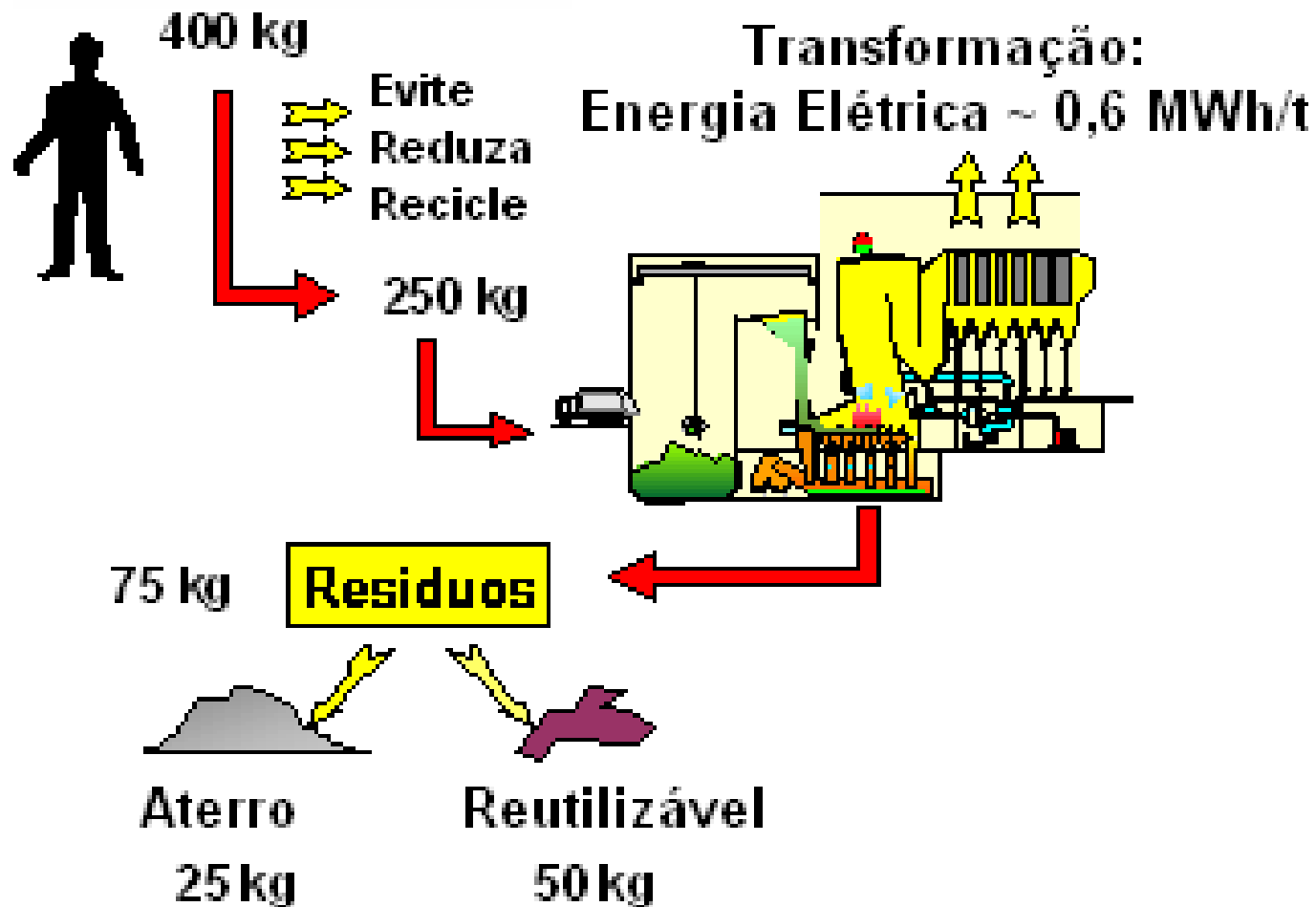
- Waste-to-Energy Plants operating in Europe (not including hazardous waste incineration plants)
- Waste thermally treated in Waste-to-Energy plants in million tonnes

Data supplied by CEWEP members unless specified otherwise
* From Eurostat
** Includes plant in Andorra



Azul - número de UREs (não inclui plantas de resíduos perigosos)
Laranja – milhões de toneladas de resíduos tratados em UREs

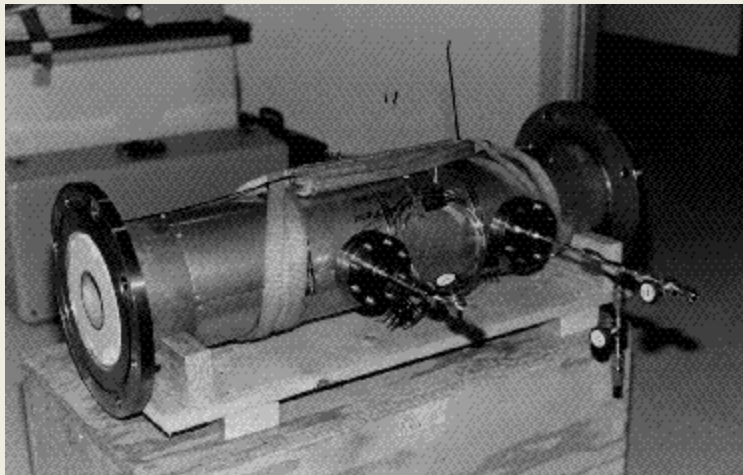
Disposição de Resíduo

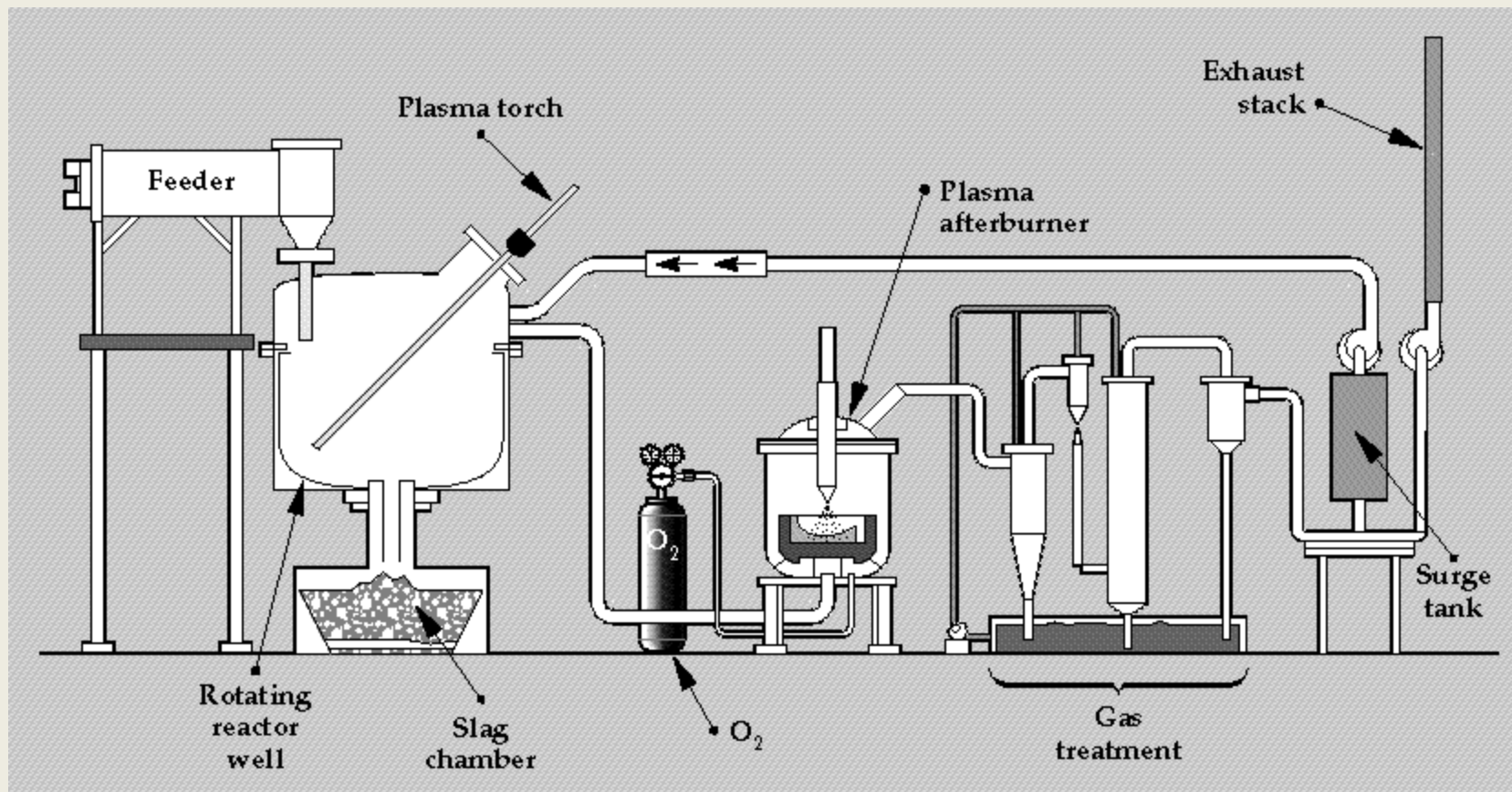


Bart Ah You/The Bee



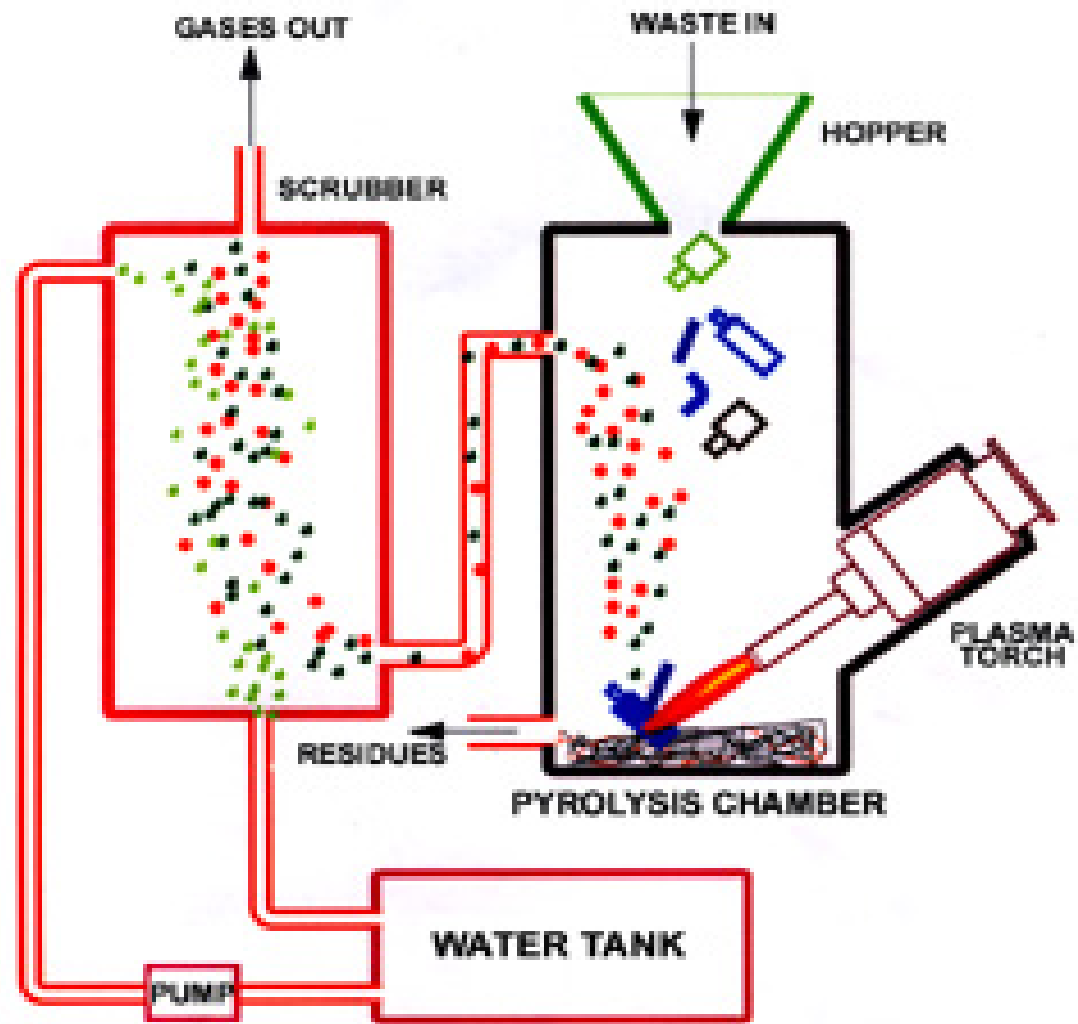
Tocha de Plasma





Incineração com Plasma

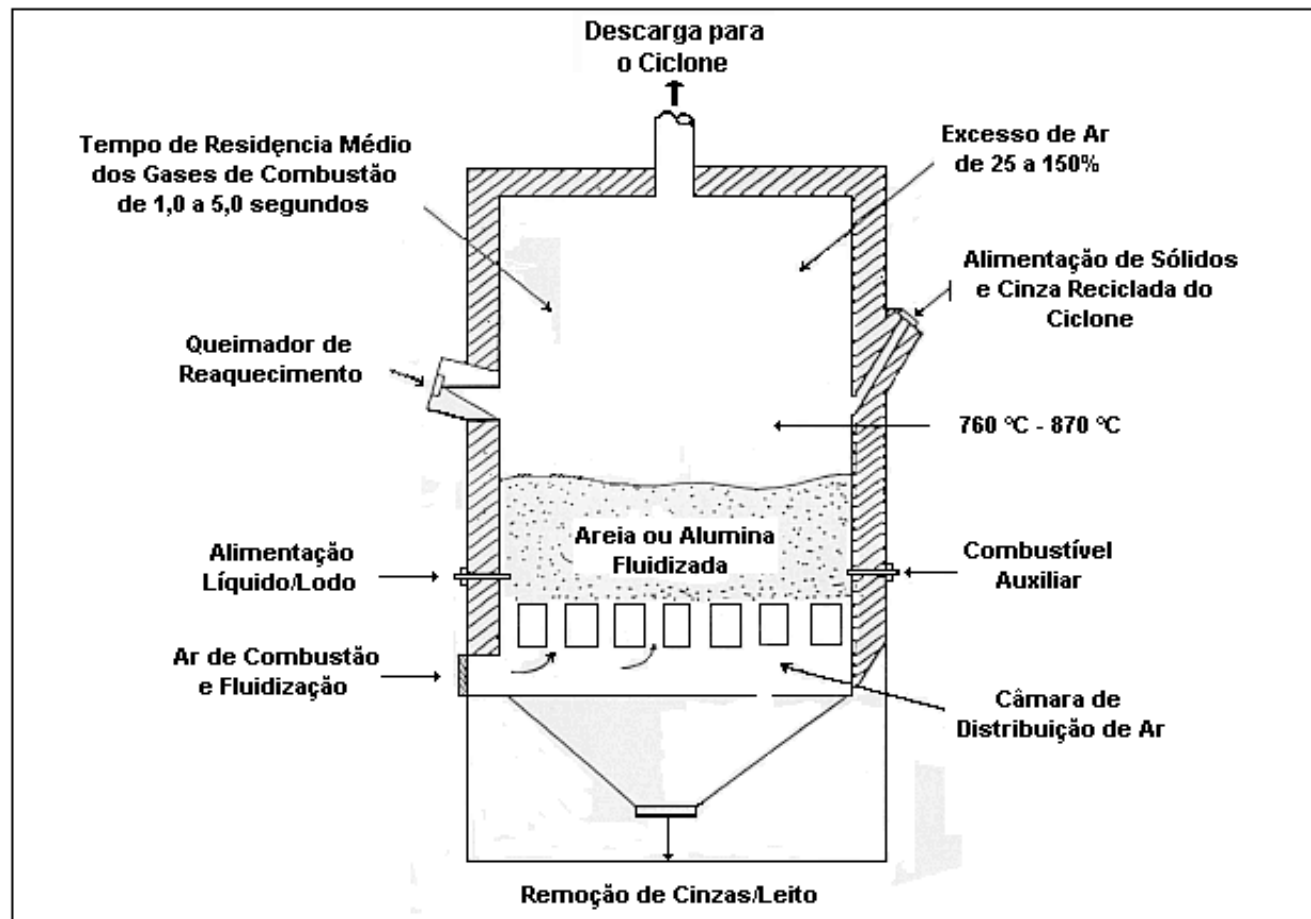




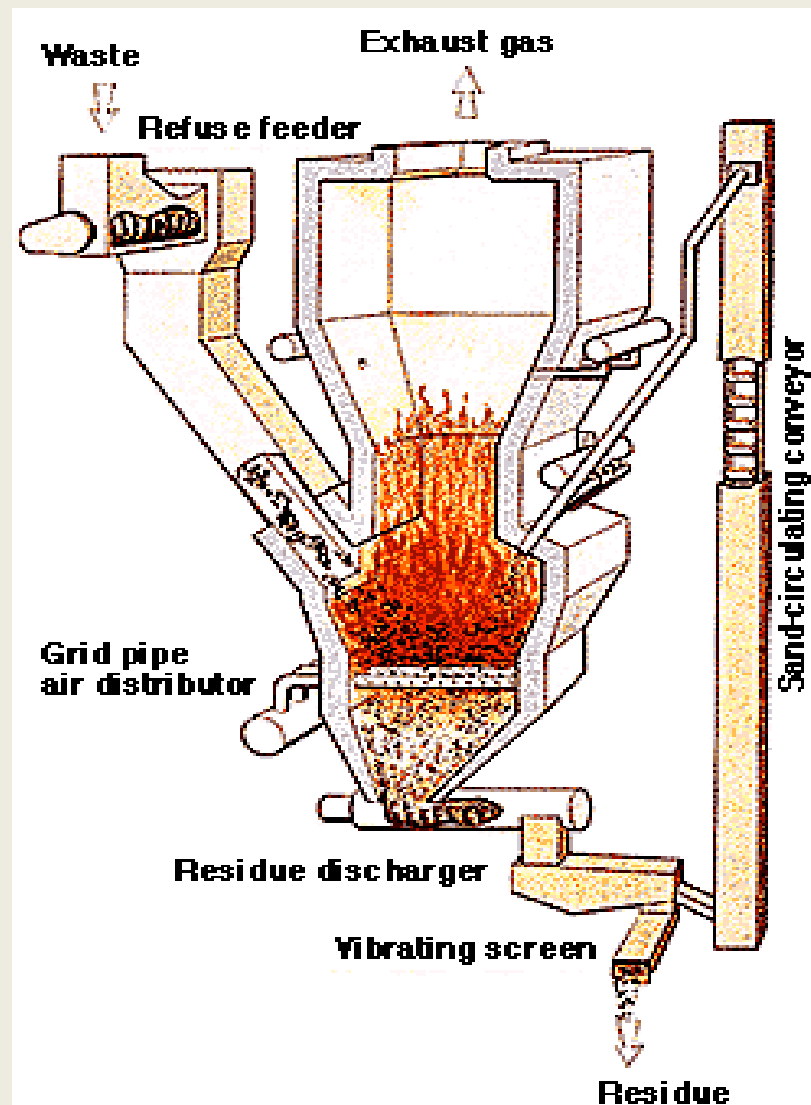
PLASMA PYROLYSIS PROCESS

泰安市中科环保电力项目



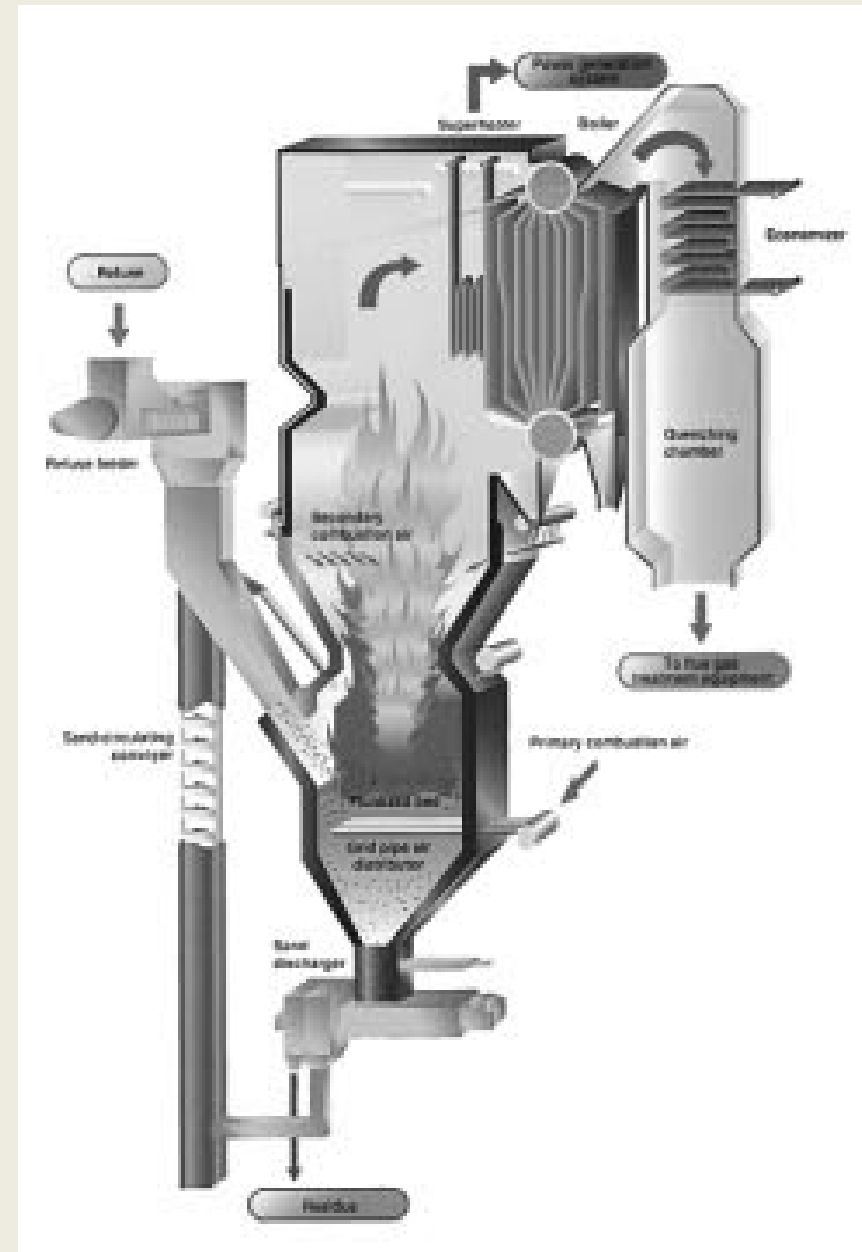


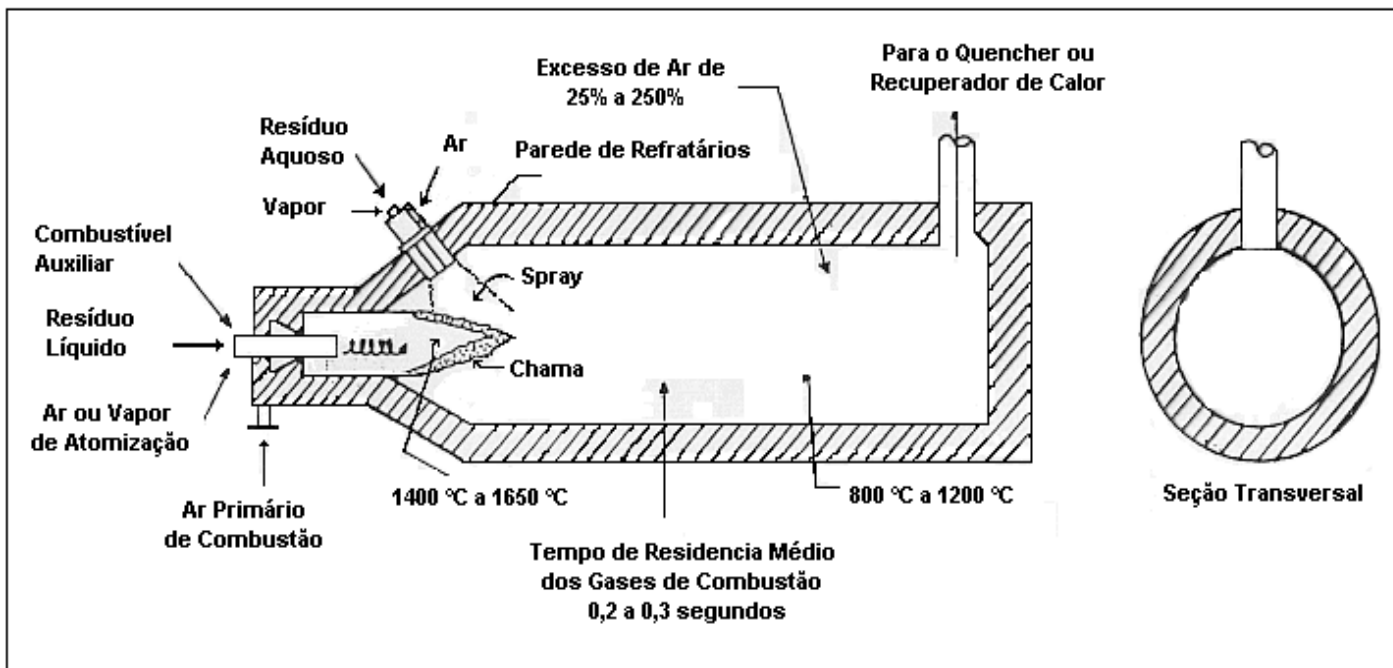
Incinerador de Leito Fluidizado



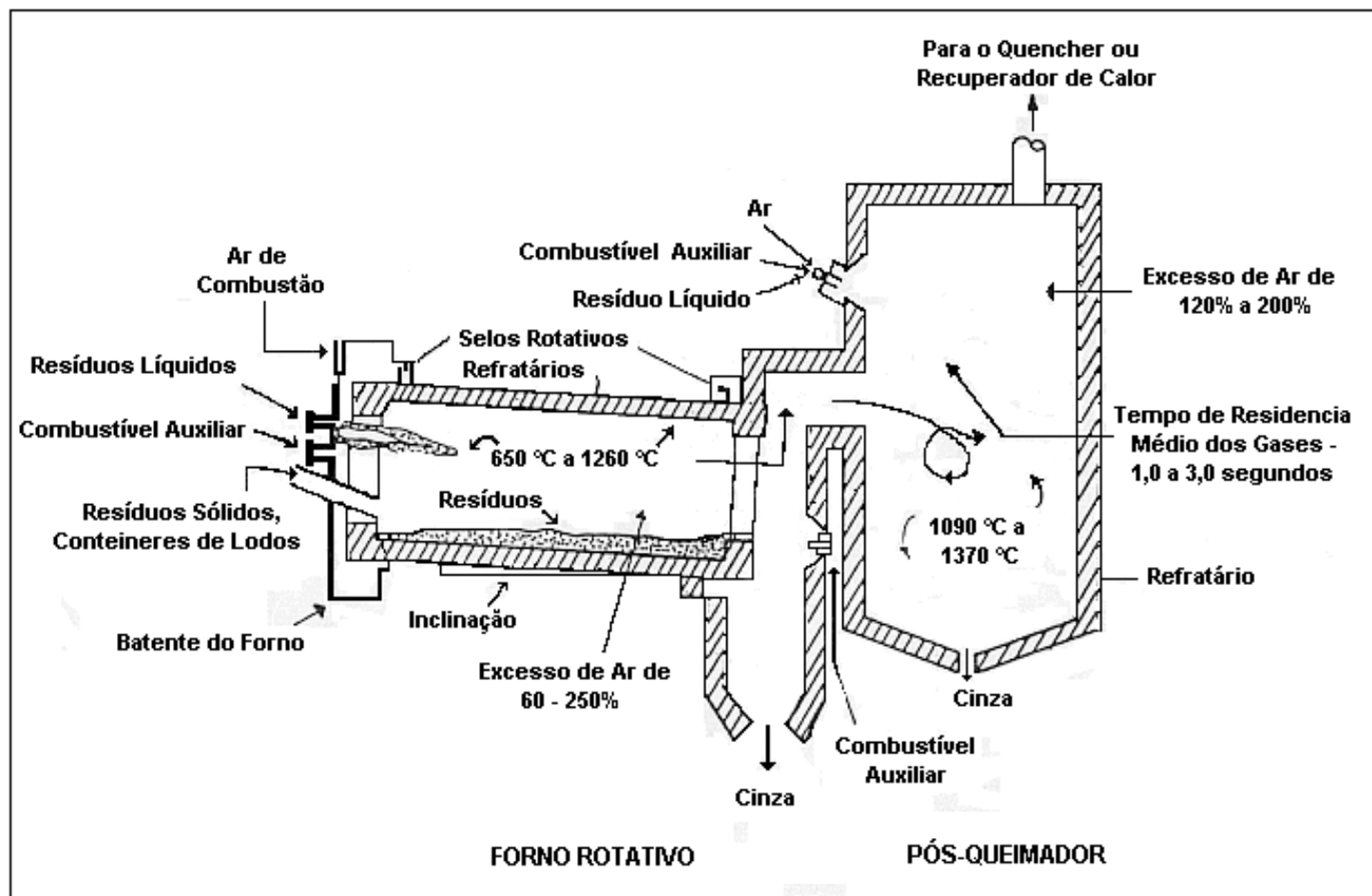
Incinerador de Leito Fluidizado

Incinerador de Leito Fluidizado

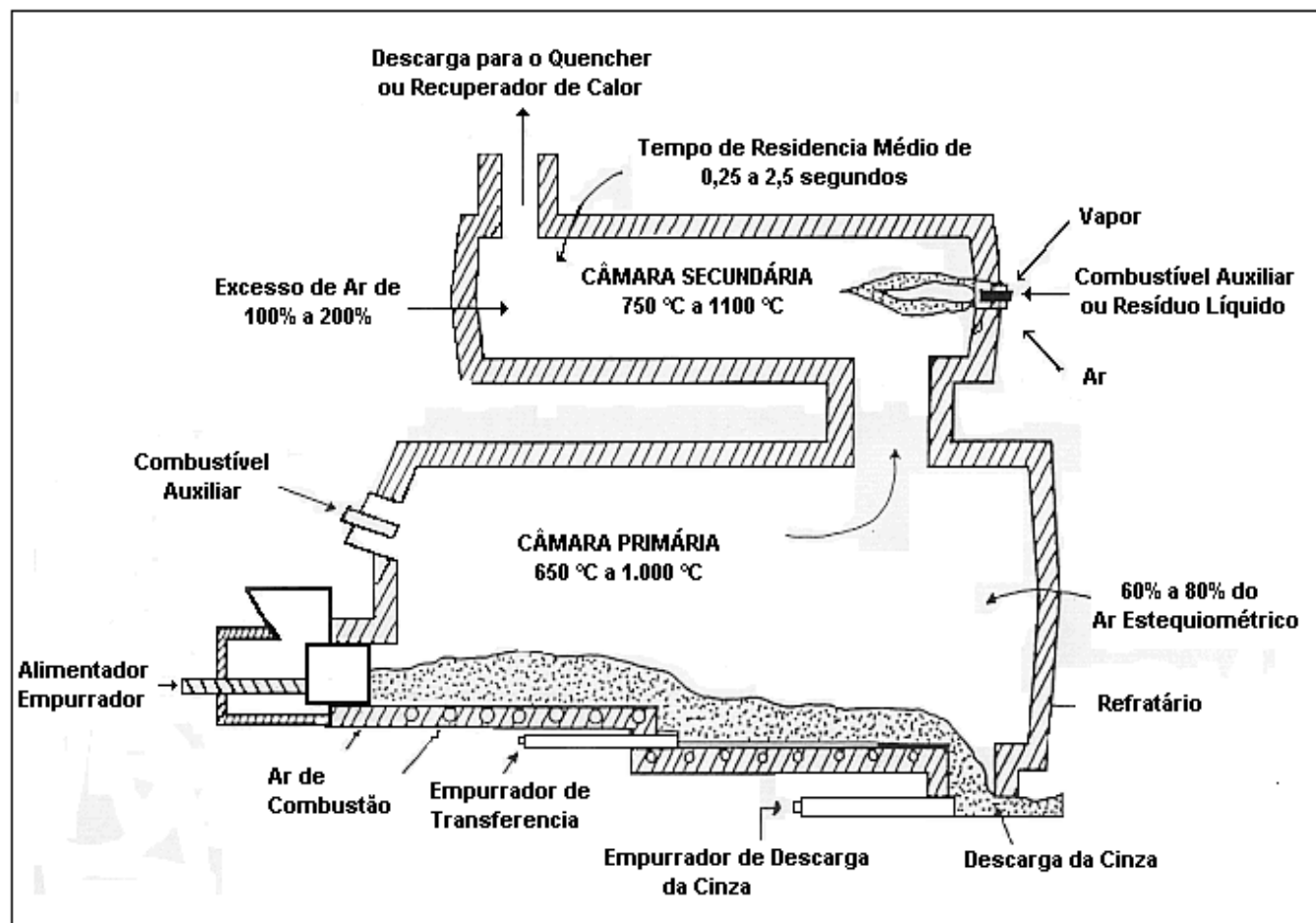




Incinerador de Injeção Líquida



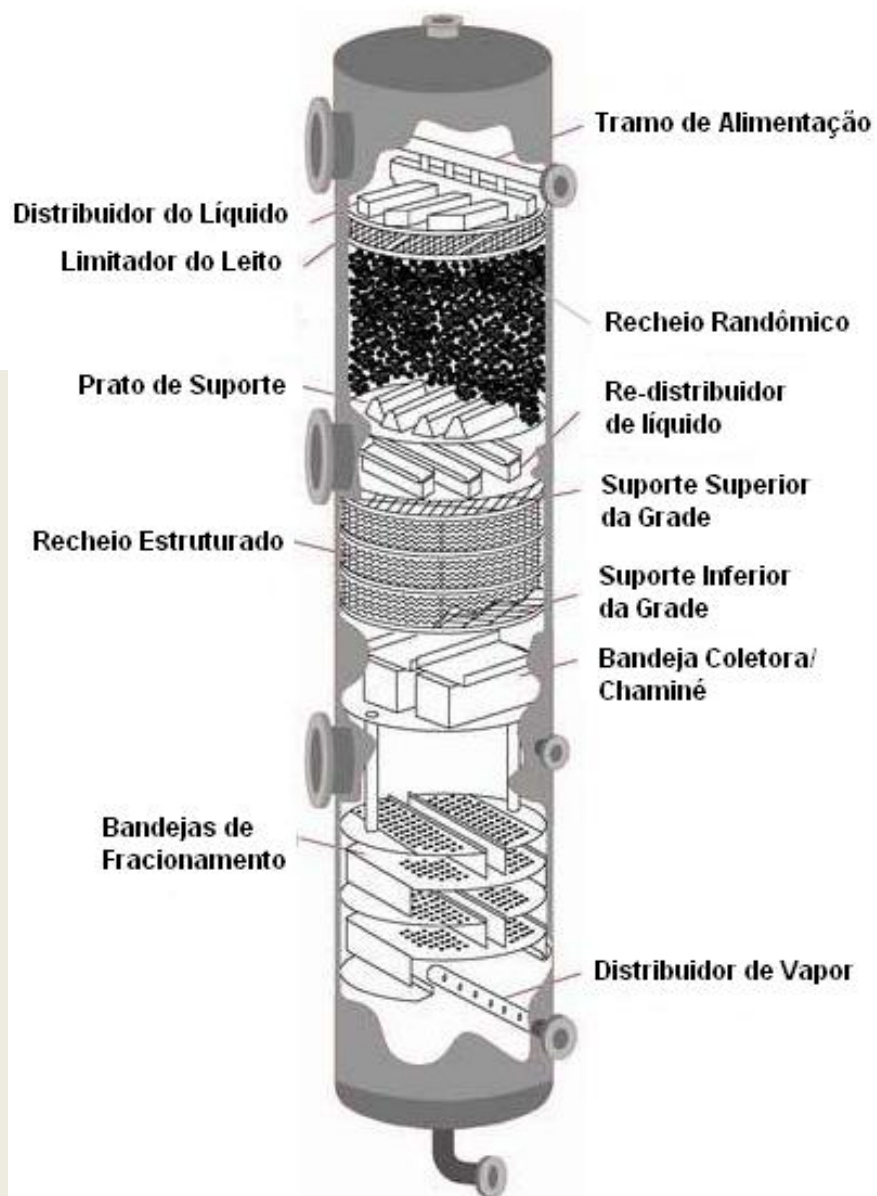
Incinerador de Forno Rotativo/Pós-Queimador



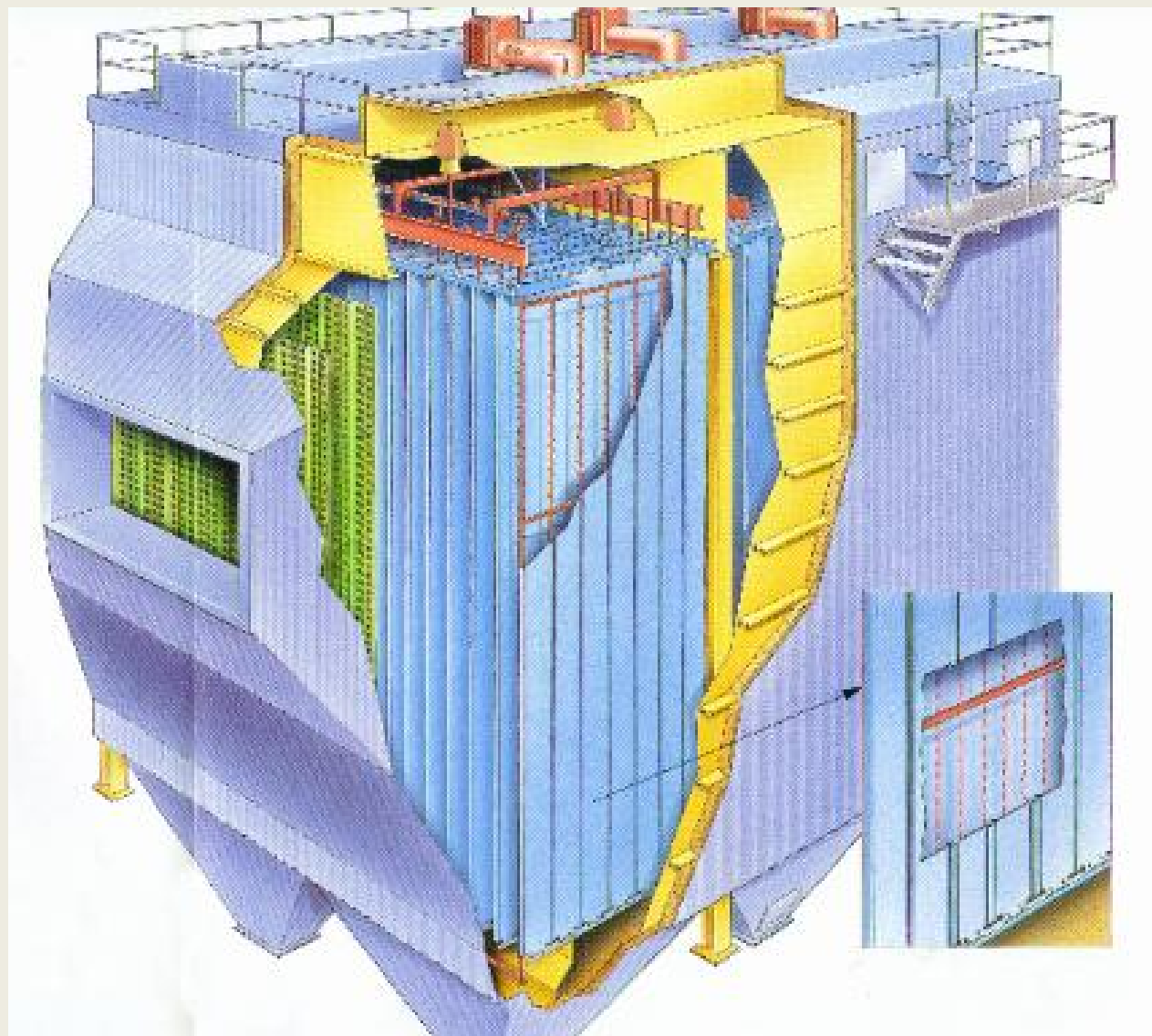
Incinerador de Câmaras Fixas



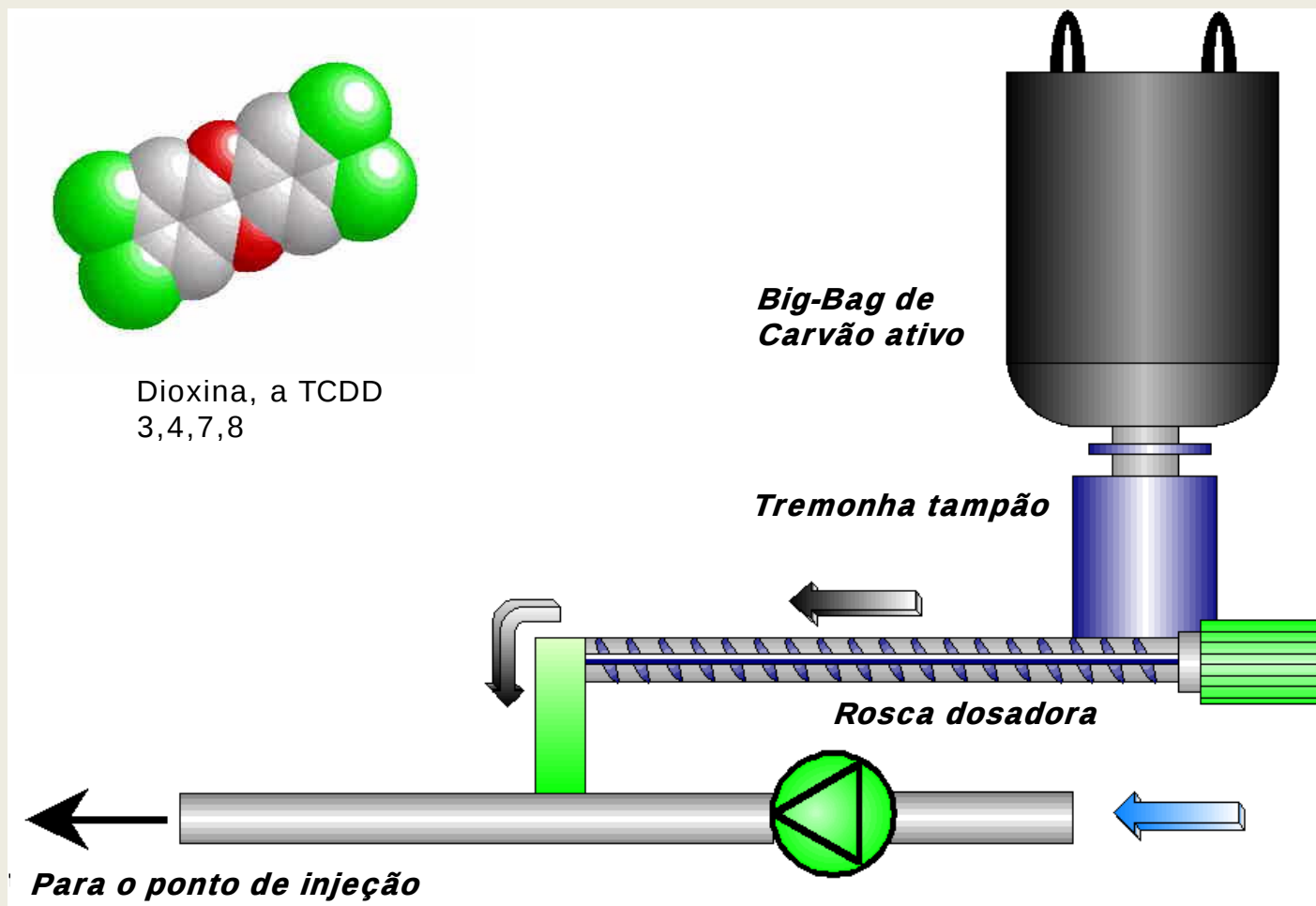
Incinerador de Resíduos de Serviços de
Saúde

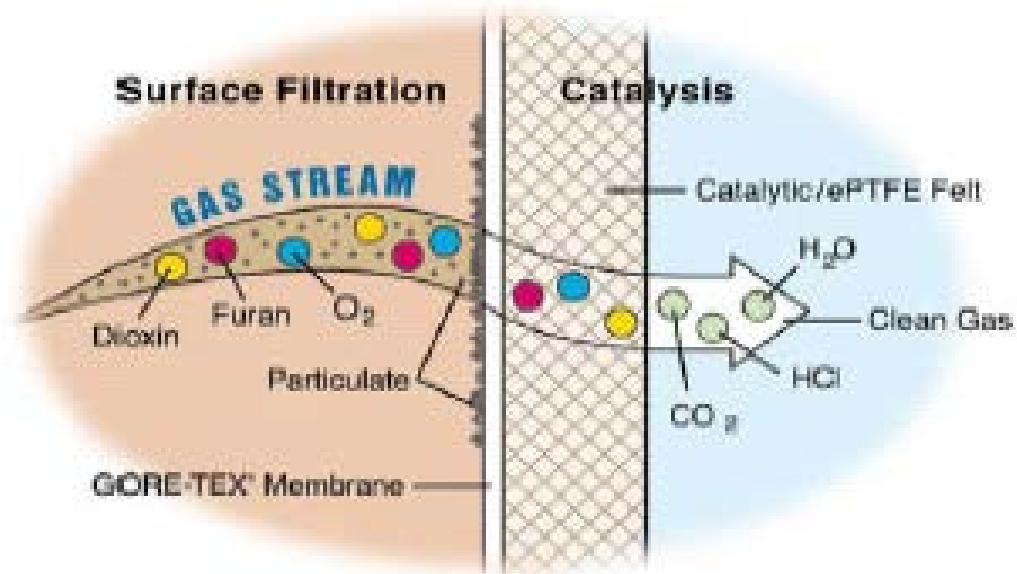


Precipitador Eletrostático



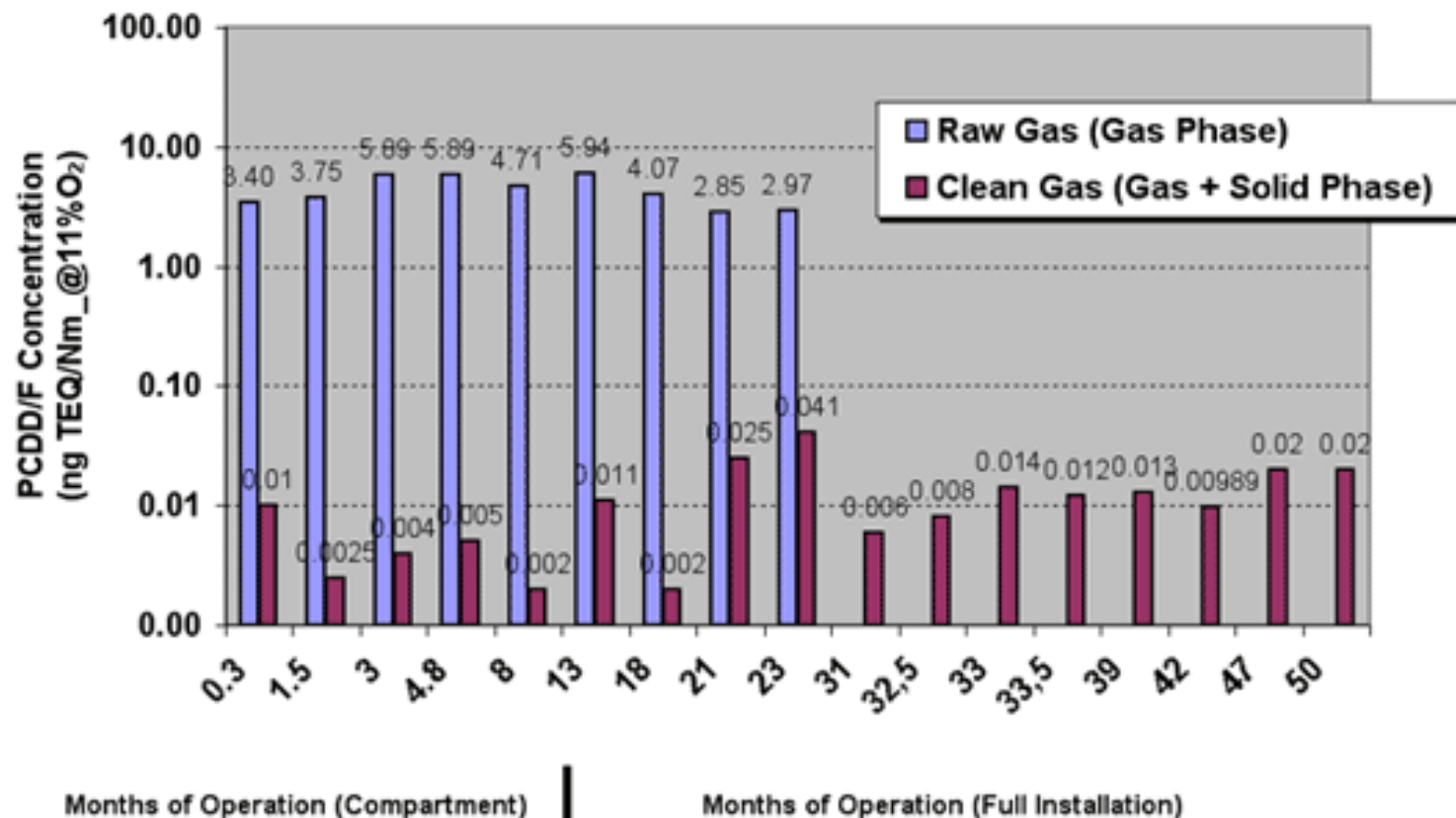
Injeção de Carvão Ativo





Municipal Solid Waste Incinerator IVRO

Dioxin destruction with Catalytic Filter Media



Sistema de Filtro Catalítico REMEDIA®

Uma concentração típica de entrada numa URE está abaixo de 10 ng (TEQ)/Nm³



Legislação Ambiental



Stockholm Convention and Municipal Solid Waste Treatment

Heidelore Fiedler
Scientific Affairs Officer
UNEP Chemicals
11-13, chemin des Anémones
CH-1219 Châtelaine (GE), Switzerland
E-mail: hfiedler@unep.ch



Some Limit Values to Consider

- The Stockholm Convention *per se* does not give any limit values to be met by any dioxin source;
- Draft Guidelines on BAT/BEP recommends that all new priority sources should be tested for PCDD/PCDF emissions and comply with an achievable performance level of **0.1 ng TEQ/Nm³** (waste incinerators, cement kilns, sec. zinc, aluminum, and copper plants); sinter plants should meet 0.2 ng TEQ/Nm³;
- There are no "limits" for solid residues;
- Basel Convention defines "low POPs content" in wastes.

6



Unintentionally Produced POPs

Compounds included (Annex C):

PCDD/PCDF (incl. 12 dioxin-like PCB; WHO-TEFs)

PCB and HCB

Article 5

Each Party shall at a minimum take the following measures to reduce the total releases derived from anthropogenic sources of each of the chemicals listed in Annex C, with the goal of their **continuing minimization** and, where feasible, **ultimate elimination**.

8

**Tabela 5 – Limite de Emissão de Poluentes, reportados em base seca e a 11% de O₂ –
Resolução SMA nº79/09**

POLUENTE	TEMPO	LIMITE DE EMISSÃO (mg/Nm ³)
Material Particulado (MP)	Média Diária	10
Dióxido de Enxofre(SO ₂)	Média Diária	50
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	Média Diária	200
Hidrocarbonetos Totais (HCT)	Média Diária	10
Ácido Clorídrico (HCl)	Média Diária	10
Ácido Fluorídrico (HF)	Média Diária	1
Cd + Tl e seus compostos	Mínimo 30 minutos Máximo 8 horas	0,05
Hg e seus compostos	Mínimo 30 minutos Máximo 8 horas	0,05
Pb+As+Co+Ni+Cr+Mn+Sb+Cu+V e seus compostos	Mínimo 30 minutos Máximo 8 horas	0,5
Dioxinas e Furanos	Mínimo 30 minutos Máximo 8 horas	0,1*

* valor em ng/Nm³

RESOLUÇÃO CONAMA nº 316, de 29 de outubro de 2002
Publicada no DOU nº 224, de 20 de novembro de 2002, Seção 1, páginas 92-95

Correlações:

- . Artigo 18 alterado pela Resolução CONAMA nº 386/06

Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso de suas competências atribuídas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, anexo à Portaria nº 326, de 15 de dezembro de 1994¹⁴⁶; e

Considerando que o princípio da precaução é o fundamento do desenvolvimento sustentável;

Considerando que os sistemas de tratamento térmico de resíduos são fontes potenciais de risco ambiental e de emissão de poluentes perigosos, podendo constituir agressão à



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE

RESOLUÇÃO Nº 382, DE 26 DE DEZEMBRO DE 2006

Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de julho de 1990, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, anexo à Portaria nº 168, de 10 de junho de 2005, e

Considerando o disposto na Resolução CONAMA nº 05, de 15 de junho de 1989, que estabelece o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar-PRONAR;



**PROCEDIMENTO PARA UTILIZAÇÃO DE
RESÍDUOS EM FORNOS DE PRODUÇÃO DE
CLÍNQUER**

P4.263
Dez/2003

1.OBJETIVO.....	1
2.DOCUMENTOS NORMATIVOS.....	2
3.DEFINIÇÕES.....	2
4. APLICABILIDADE.....	2
5.PREMISSAS.....	3
6.CRITÉRIOS BÁSICOS PARA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS.....	3
7.LICENCIAMENTO.....	4
8.ESTUDO DE VIABILIDADE DE QUEIMA - EVQ.....	5
9.TESTE EM BRANCO- TB.....	7
10.TESTE DE QUEIMA - TQ.....	7



**SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE
GABINETE DO SECRETÁRIO**

PUBLICADA NO DOE DE 05-11-09 SEÇÃO I PAG 44-45

RESOLUÇÃO SMA-079 DE 04 DE NOVEMBRO DE 2009

*Estabelece diretrizes e condições para a
operação e o licenciamento da atividade de
tratamento térmico de resíduos sólidos em
Usinas de Recuperação de Energia – URE.*



SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE
GABINETE DO SECRETÁRIO

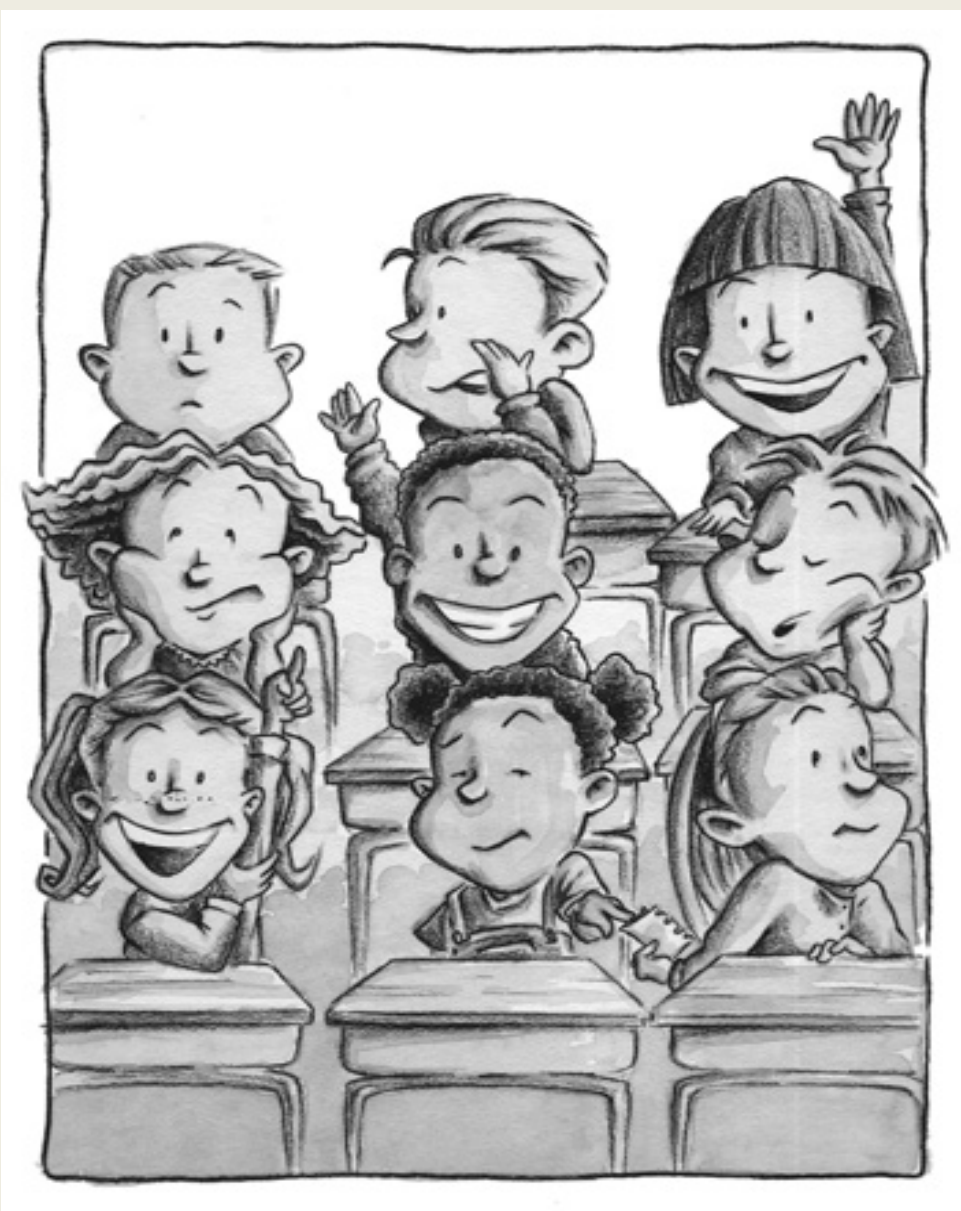
PUBLICADA NO DOE DE 05-11-09 SEÇÃO I PAG 44-45

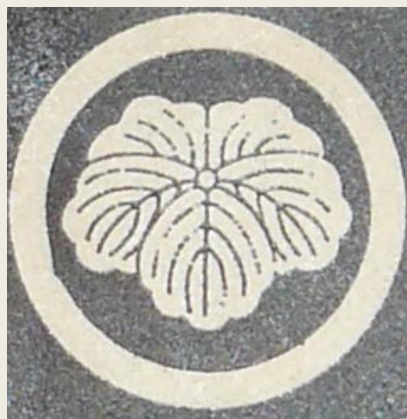
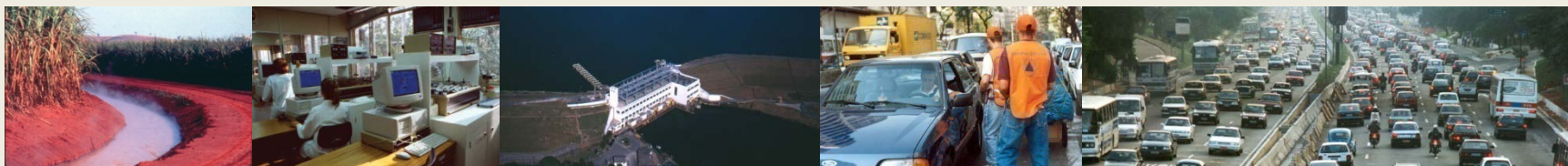
RESOLUÇÃO SMA-079 DE 04 DE NOVEMBRO DE 2009

Estabelece diretrizes e condições para a operação e o licenciamento da atividade de tratamento térmico de resíduos sólidos em Usinas de Recuperação de Energia – URE.

I - Usina de Recuperação de Energia (URE) - qualquer unidade dedicada ao tratamento térmico de resíduos sólidos conforme especificados no artigo 3º desta Resolução, com recuperação de energia térmica gerada pela combustão. Esta definição inclui o tratamento por oxidação térmica e outros processos como a pirólise, gaseificação ou processos de plasma, desde que se demonstre equivalência ao tratamento por oxidação. Abrange também toda a área do empreendimento, considerando as áreas de atividades ao ar livre, as áreas construídas e toda a instalação de tratamento, incluindo todos os fornos, áreas de recepção, armazenamento, linhas de triagem, os sistemas de abastecimento de resíduos, combustível e ar, as caldeiras, equipamentos de geração de energia e unidades associadas, equipamentos de controle de poluição do ar, o sistema de tratamento de águas residuárias, as chaminés, os dispositivos e sistemas de controle das operações dos fornos e de registro e o monitoramento das condições de operação;







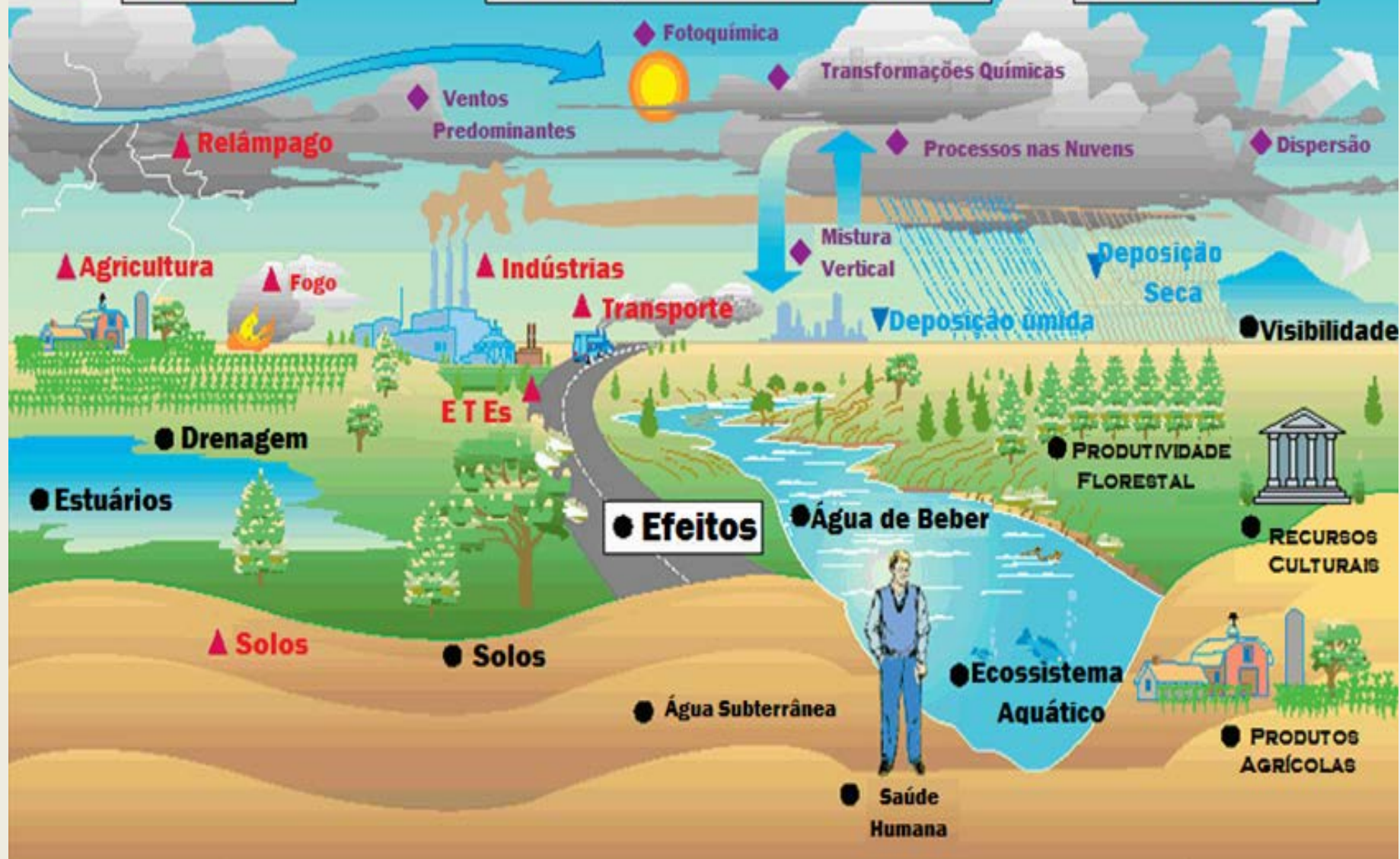
Milton Norio Sogabe

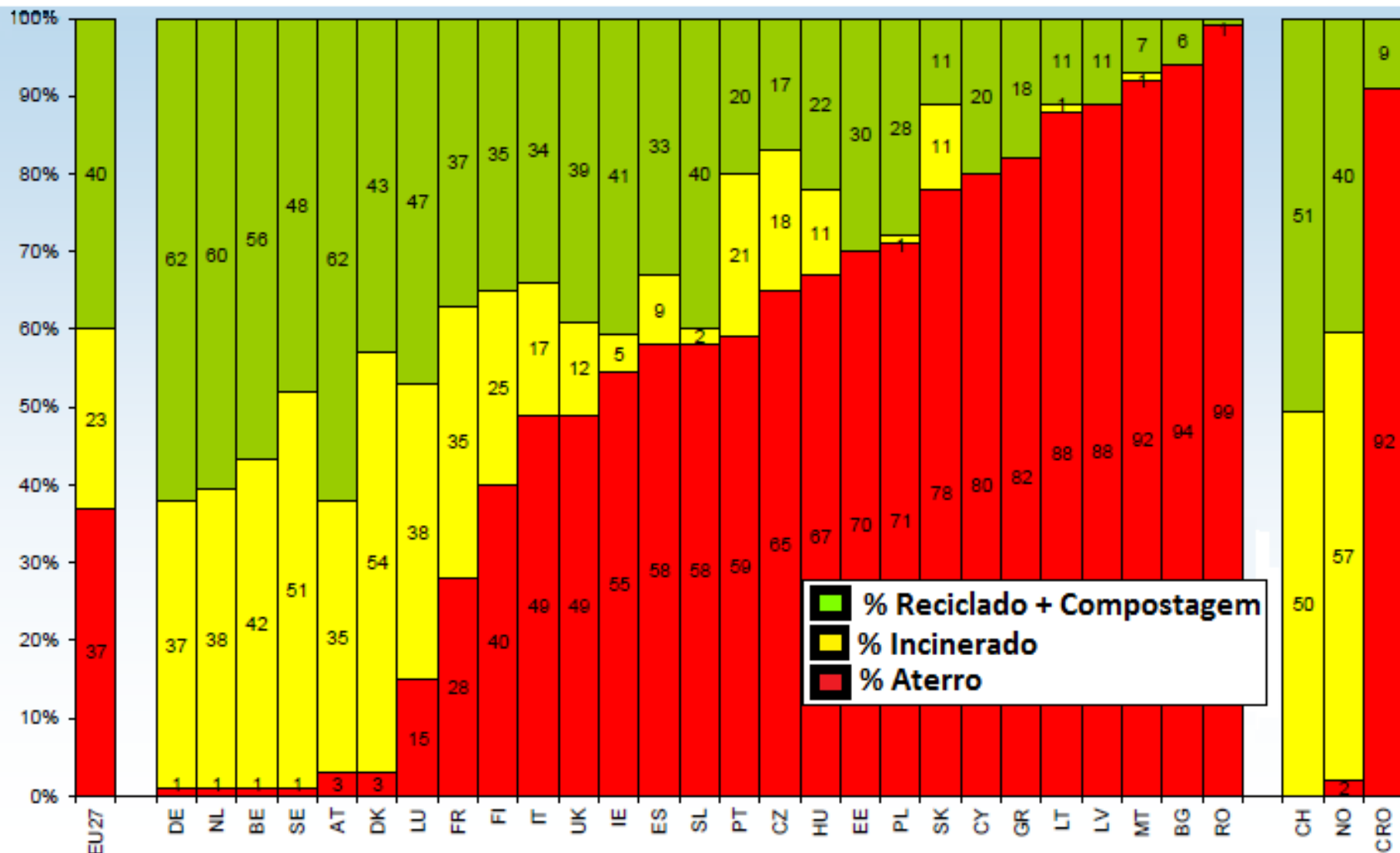
msogabe@sp.gov.br

▲ Fontes

◆ Transporte/Transformação

▼ Remoção





Tratamento de RSU na Europa - 2011

Fonte: CEWEP (www.cewep.eu/m_1096)