



Realização: Comitê de Valorização Energética
Organização: ABRELPE e PLASTIVIDA.



Transformando lixo em energia



A **Recuperação Energética** é hoje uma realidade e uma alternativa concreta para a destinação dos resíduos sólidos urbanos em várias localidades. A tecnologia transforma o resíduo urbano em energia elétrica e térmica por um processo amplamente utilizado ao redor do mundo, pois aproveita o alto poder calorífico contido nos resíduos sólidos para uso como combustível.

Além de estar expressamente prevista nas disposições da PNRS como uma das alternativas de destinação ambientalmente adequada de resíduos, a recuperação energética pode trazer alguns resultados adicionais quando colocada em prática:

- É uma das soluções para a destinação final dos resíduos urbanos não recicláveis recomendada pelo IPCC/ONU;
- Reduz a emissão de gases do efeito estufa (GEE) dos aterros sanitários.
- Possibilita a recuperação energética mais eficiente dos resíduos urbanos que estariam inutilizados ou sub-utilizados;
- Substitui fontes fósseis de energia, com vistas à otimização de recursos naturais;
- Exige menor área para sua implantação, pode ser instalada próxima aos centros urbanos, o que implica em redução dos custos de coleta e transporte dos resíduos.





- 5 | 1. POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS**
- 7 | 2. PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL**
- 10 | 3. DESAFIOS ATUAIS NA GESTÃO DE RESÍDUOS**
- 11 | 4. CONCEITOS SOBRE A RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA**
- 13 | 5. VISÃO GERAL DO PROCESSO DE MASS BURNING**
- 16 | 6. EVOLUÇÃO DA DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS E COMPLEMENTARIDADE DAS SOLUÇÕES**
- 18 | 7. DIOXINAS E FURANOS**
- 19 | 8. RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS**



APRESENTAÇÃO

O presente documento denominado Caderno Informativo sobre Recuperação Energética de Resíduos Sólidos Urbanos é uma ferramenta que busca subsidiar, com informações confiáveis e atualizadas, a intensa discussão que se dá em torno da recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos. O tema ganhou notoriedade após a aprovação da Lei 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), e desde então vem sendo amplamente explorado em diversos fóruns.

Dentro das novas diretrizes trazidas pela PNRS é claramente possível contemplar a recuperação energética, que pode ser utilizada para o tratamento dos resíduos frente a algumas comprovações que se fazem necessárias. A elaboração e consolidação das informações contidas neste documento foram elaboradas pelo Comitê de Valorização Energética, grupo técnico multilateral criado pelo acordo de cooperação entre a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) e Plastivida Instituto Sócio-Ambiental dos Plásticos.

Será possível encontrar a seguir informações sobre a legislação, o panorama de resíduos sólidos no Brasil, os desafios atuais na gestão de resíduos, o conceito de recuperação energética e usinas pelo mundo, o processo, a complementaridade das soluções, as emissões gasosas, a comparação entre aterro e usinas de recuperação energética, a evolução da destinação de resíduos no mundo e finalmente sobre as mudanças climáticas.

1. POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos é muito clara em seu artigo 3º quando traz as seguintes definições:

VII - destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a COMPOSTAGEM, a RECUPERAÇÃO E O APROVEITAMENTO ENERGÉTICO ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

VIII - disposição final ambientalmente adequada: distribuição ordenada de REJEITOS em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

XV - rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por PROCESSOS TECNOLÓGICOS DISPONÍVEIS E ECONOMICAMENTE VIÁVEIS, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada;

XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível;

Resíduos Sólidos

- Material descartado proveniente de atividade humana.

Destinação Final Ambientalmente Adequada

- A reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético dos resíduos sólidos.

Rejeitos

- São os resíduos depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação.

Disposição Final Ambientalmente Adequada

- Disposição Final em Aterros Sanitários dos Rejeitos.

A partir das definições de resíduos sólidos, rejeitos, destinação final e disposição final, a PNRS deixa claro que os novos sistemas a serem implantados deverão respeitar uma ordenação básica de processos até o descarte final dos rejeitos.

Esta ordenação básica pode ser descrita da seguinte maneira: todos os resíduos deverão ser reaproveitados e/ou tratados e somente os rejeitos destes processos poderão ser dispostos em aterros sanitários.

É importante observar os critérios que a PNRS estabelece para que a destinação final seja feita de maneira a garantir a maior reintegração dos resíduos no sistema produtivo, sempre observadas a viabilidade técnica e viabilidade econômico-financeira dos projetos. Tal ordenação é estabelecida no artigo 9º, assim redigido:

Art. 9º Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos

As tecnologias de compostagem e as diferentes tecnologias de tratamento térmico com recuperação energética estão no mesmo nível hierárquico do qual trata o artigo acima, uma vez que são tecnologias de tratamento de resíduos, todas possibilitando a recuperação de algum componente contido nos resíduos, bem como a redução de volume dos resíduos dispostos diretamente no solo.



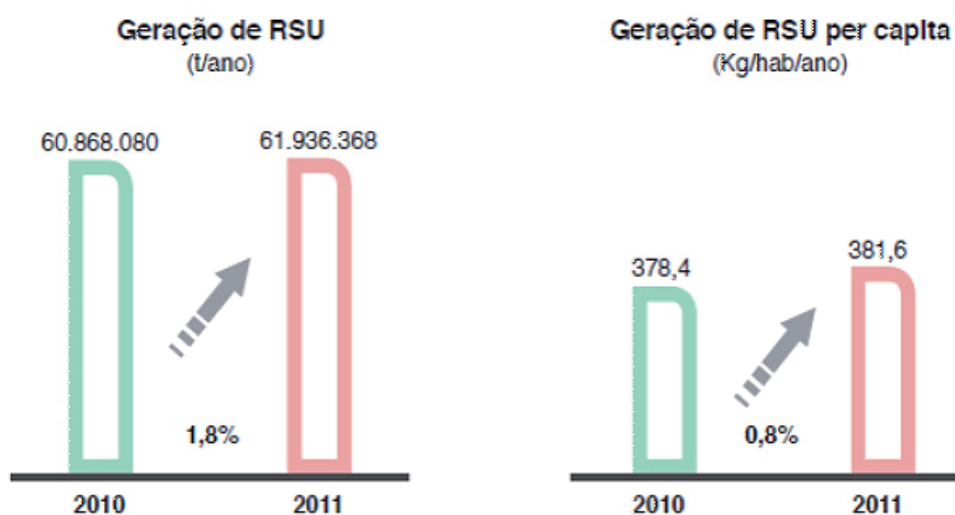
Fonte: ABRELPE



2. PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

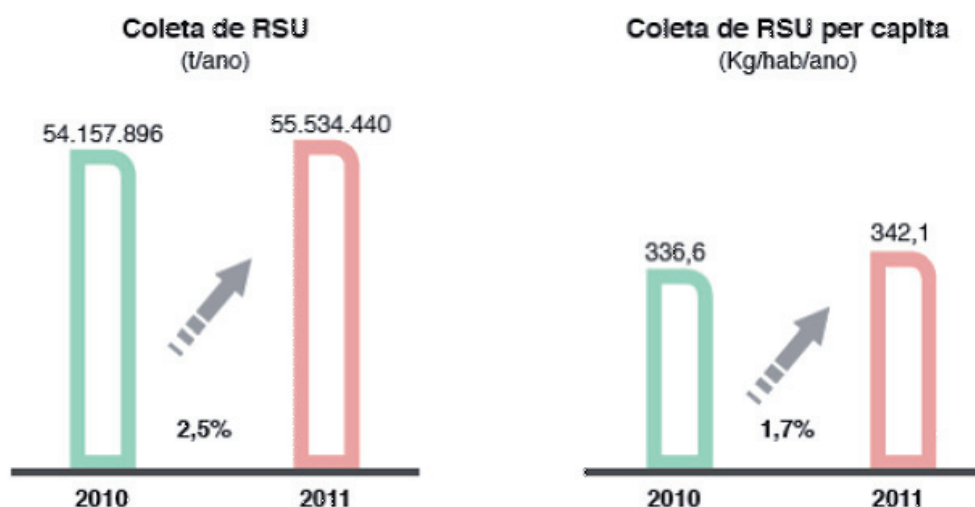
De acordo com a definição da Lei Federal nº 12.305/10 (PNRS), os resíduos sólidos urbanos englobam os resíduos domiciliares, isto é, aqueles originários de atividades domésticas em residências urbanas e os resíduos de limpeza urbana, quais sejam, os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas, bem como de outros serviços.

A comparação entre os dados apresentados na figura a seguir revela um aumento de 0,8% no índice de geração per capita de RSU e um acréscimo de 1,8% na quantidade total gerada. Tais índices superam o crescimento da população urbana registrado de 2010 para 2011.



Fontes: Pesquisas ABRELPE 2010 e 2011 e IBGE 2010 e 2011

Em relação à coleta é possível notar um aumento de 2,5% na quantidade de RSU coletados em 2011. Na comparação entre o índice de crescimento da geração com o índice de crescimento da coleta, percebe-se que este último foi ligeiramente maior do que o primeiro, o que demonstra uma ampliação na cobertura dos serviços de coleta de RSU no país, rumo à universalização dos mesmos.



Fontes: Pesquisas ABRELPE 2010 e 2011 e IBGE 2010 e 2011

A composição gravimétrica média dos RSU coletados no Brasil permite visualizar de um modo geral a participação de diferentes materiais na fração total dos RSU. Referida composição, porém, é bastante diversificada nas diferentes regiões, uma vez que está diretamente relacionada com características, hábitos e costumes de consumo e descarte da população local.

Composição Gravimétrica Média dos RSU no Brasil

Material	Participação (%)	Quantidade (t/ano)
Metais	2,9	1.610.499
Papel, Papelão e TetraPak	13,1	7.275.012
Plástico	13,5	7.497.149
Vidro	2,4	1.332.827
Matéria Orgânica	51,4	28.544.702
Outros	16,7	9.274.251
TOTAL	100,0	55.534.440

Fontes: Pesquisa ABRELPE 2011 e Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Versão pós Audiências e Consulta Pública para Conselhos Nacionais (Fevereiro/2012)

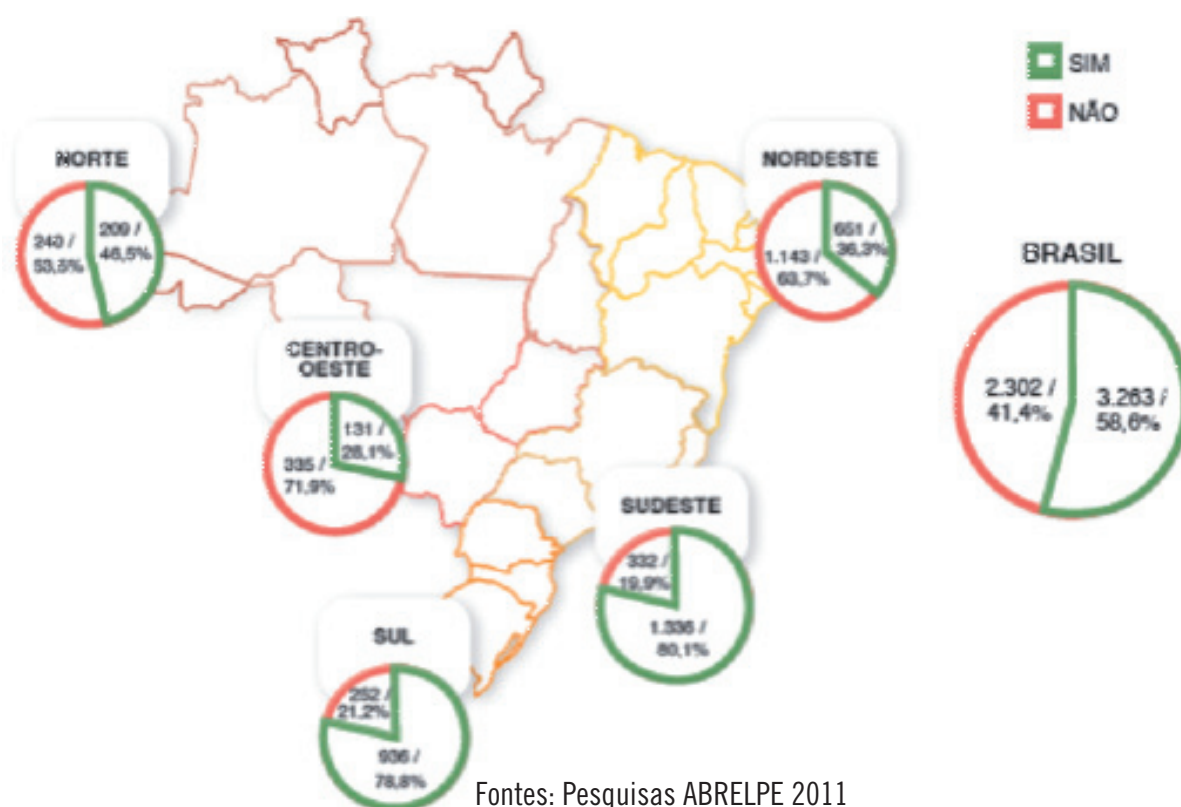
Em termos percentuais houve uma singela evolução na destinação final ambientalmente adequada de RSU, em comparação ao ano de 2010. No entanto, em termos quantitativos, a destinação inadequada cresceu 1,4%, o que representa 23,3 milhões de toneladas de RSU dispostos em lixões e aterros controlados.



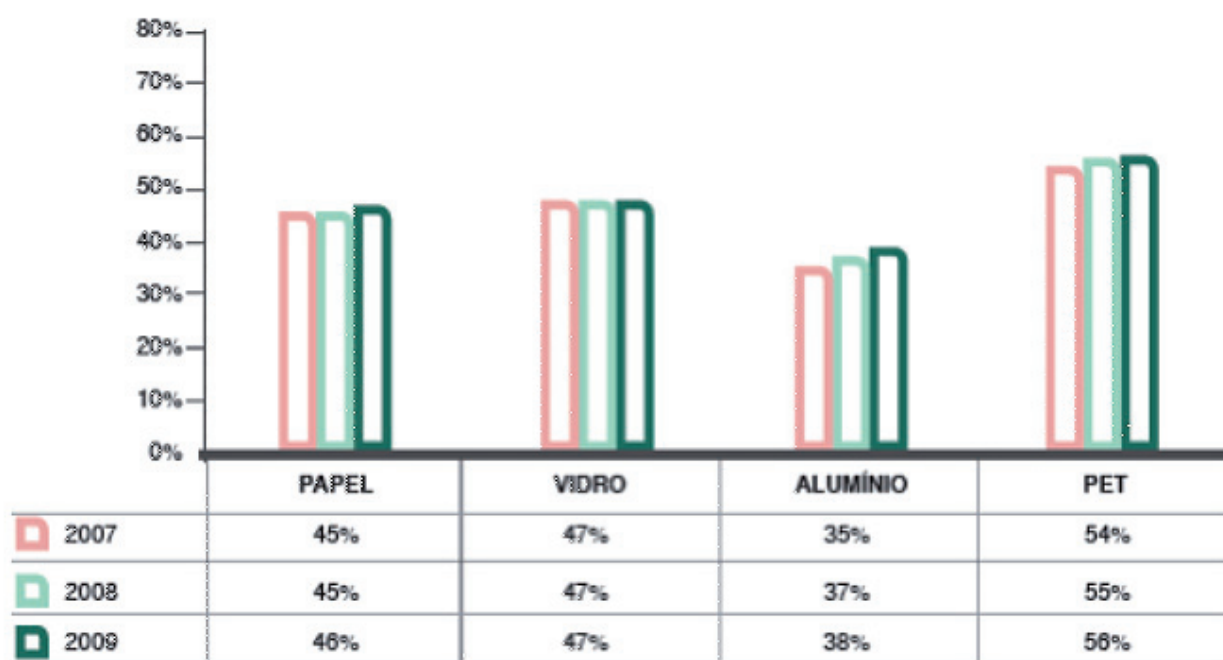
Fontes: Pesquisas ABRELPE 2010 e 2011

Em 2011, dos 5.565 municípios, 3.263 (58,6%) indicaram a existência de iniciativas de coleta seletiva que também apresenta as quantidades destas iniciativas nas diversas regiões do país. Embora a quantidade de municípios com atividades de coleta seletiva seja expressiva, é importante considerar que muitas vezes tais atividades resumem-se na disponibilização de Pontos de Entrega Voluntária (PEV) à população ou na simples formalização de convênios com cooperativas de catadores para a execução dos serviços.

Quantidades/Percentuais de Municípios em que Existem Iniciativas de Coleta Seletiva



Quatro setores industriais – alumínio, papel, plástico e vidro – possuem considerável participação nas atividades de reciclagem no país. O gráfico abaixo apresenta os índices de reciclagem desses materiais no período de três anos e a partir da mesma observa-se que tais índices têm apresentado pouca ou nenhuma evolução. No tocante aos plásticos optou-se por considerar o índice relativamente ao PET, que além de ser representativo apresenta dados consolidados anualmente.



Fontes: BRACELPA - Associação Brasileira de Celulose e Papel, ABIVIDRO - Associação Brasileira da Indústria de Vidro, ABAL- Associação Brasileira do Alumínio e ABIPET - Associação da Indústria de PET



3. DESAFIOS ATUAIS NA GESTÃO DE RESÍDUOS

Dentre os principais desafios que emergem do setor de resíduos na atualidade podemos destacar os seguintes:

O aumento na geração de resíduos é um fenômeno diretamente relacionado com o crescimento populacional e impactado por outros fatores intrínsecos ao comportamento social. O crescimento da economia que proporciona um aumento do poder aquisitivo da população traz consigo um maior consumo que, inevitavelmente, significa o aumento da geração de resíduos, principalmente em função do grande volume de materiais descartáveis colocados no mercado e da menor durabilidade dos bens e produtos comercializados.



O manejo indiferenciado dos diversos tipos e classes de resíduos é outro desafio que merece atenção. Nossa sociedade ainda não desenvolveu uma cultura ampla e efetiva de separação de resíduos gerados. Os sistemas de coleta e destinação acabam por receber uma grande variedade de materiais que são descartados misturados e certamente tornaram mais difícil seu gerenciamento, ainda mais se pensarmos em longo prazo nas possíveis combinações químicas decorrentes da decomposição de tais resíduos de forma nem sempre adequada, gerando uma massa de grande impacto ambiental ainda de magnitude e efeitos desconhecidos.

A destinação final de resíduos apresenta-se como o grande desafio a ser superado, por um lado em virtude do déficit até agora apresentado no País, com aproximadamente 42% de inadequação, e por outro em função do crescimento das cidades, o que torna essa tarefa ainda mais árdua. A regularização da destinação final de resíduos é uma imposição legal que deve estar em curso até 2014, sob pena de aplicação da lei de crimes ambientais. A isso se soma a necessidade de planejar a substituição de unidades de destinação adequada que se encontrem no fim de sua vida útil.



A questão da destinação assume em viés ainda mais crítico se observarmos que há cada vez menos áreas disponíveis nas cidades para implantação de aterros sanitários, o que acarreta uma maior distância entre os centros de geração e o destino final, com impactos econômicos e ambientais.

A reciclagem é outro ponto que precisa ser encarado com seriedade e superado em todos os termos. No entanto, a reciclagem sofre com a concorrência desleal de uma destinação de resíduos fácil e barata, ainda verificada em todas as regiões do país, e carece de instrumentos de gestão e de formalidade, valendo-se muito das cadeias informais que, apesar de positivas, por absoluta impossibilidade de gerenciamento, impedem que avanços maiores sejam alcançados. Tudo isso sem falar na ausência de instrumentos econômicos e de incentivos tributários e creditícios para alavancar as atividades nesse segmento.



Para superar esses principais desafios e alguns outros menores que existem pelo caminho, faz-se necessário encarar o setor de resíduos sob algumas novas perspectivas. Com a sanção e vigência da Lei Federal 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o setor de resíduos passou a ser regido por um conjunto de disposições que estabelecem uma nova sistemática de gestão, em contraposição à situação anterior, que precisa ser radicalmente alterada para atender a essa nova ordem jurídica.



4. CONCEITOS SOBRE A RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA

O termo Recuperação Energética é utilizado para denominar os métodos e processos industriais que permitem recuperar parte da energia contida nos resíduos sólidos. Os métodos mais empregados utilizam a incineração e, com o calor obtido, gera-se vapor e/ou energia elétrica que pode ser novamente aproveitada pela sociedade.

A depender de onde e como são gerados, as características dos RSU variam (composição, poder calorífico, umidade, etc.), o que influencia diretamente na eficiência do sistema de recuperação energética. Basicamente a recuperação energética pode ser dividida em dois grupos: Incineração/Mass Burning (com excesso de oxigênio) e Gaseificação/Pirólise (com déficit de oxigênio).

4.1. Incineração/Mass Burning

O Mass Burning é a rota tecnológica mais difundida e empregada mundialmente para tratar os RSU e reaproveitar o seu conteúdo energético. Os RSU são descarregados em um fosso de armazenamento sem necessidade de qualquer pré-tratamento e através de garras são dosados no sistema de alimentação das caldeiras ou fornos para serem incinerados, com excesso de oxigênio, gerando gases quentes que trocam calor, em uma caldeira, com as paredes dos tubos produzindo vapor em alta pressão e temperatura, para uso térmico ou em conjuntos turbinas e geradores para geração de energia elétrica. Os sistemas de queima mais empregados são o de Grelhas Móveis e de Leito Fluidizado.

Antes de serem lançados na atmosfera, os gases decorrentes do processo de combustão passam por uma série de sistemas de controle ambiental para abatimento dos poluentes. As emissões exigidas para o Mass Burning são as mais restritivas entre todas as fontes de geração de energia (carvão, bagaço de cana, óleo combustível e gás natural).

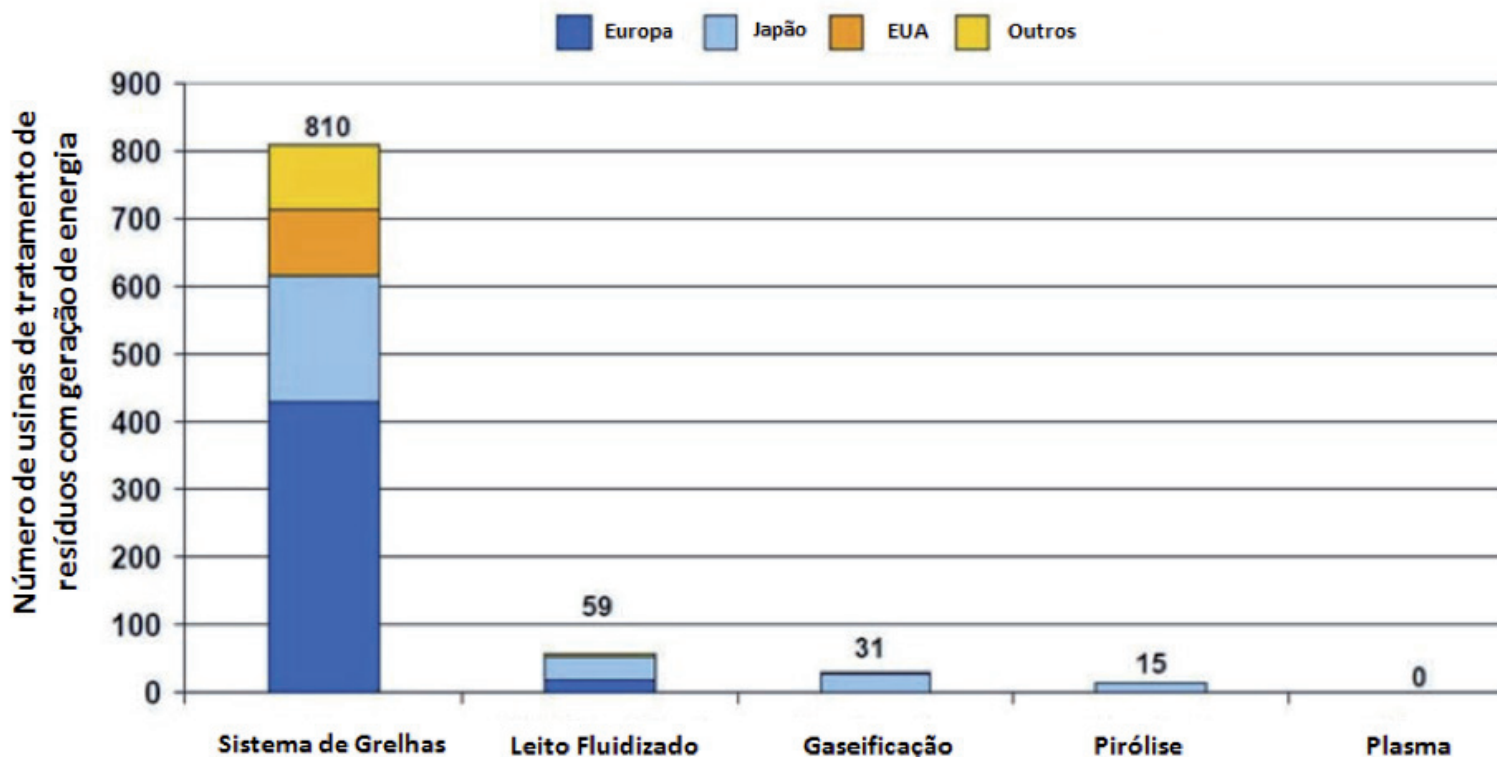
4.2. Gaseificação/Pirólise

Nestas rotas, os RSU sofrem um pré-tratamento, de forma a criar uma massa mais homogênea e seca, então são submetidos a um tratamento térmico em altas temperaturas em ambiente pobre de oxigênio. Os gases decorrentes do processo de combustão também necessitam de sistemas de controle ambiental para abatimento dos poluentes. Em termos energéticos a gaseificação possui um menor aproveitamento energético líquido. A necessidade de realizar pré-tratamento e a secagem dos RSU acarreta custos operacionais adicionais consideráveis que ainda fazem diminuir a sua competitividade.

Na gaseificação, o carbono e o hidrogênio presentes nos RSU reagem parcialmente com o oxigênio (combustão) gerando o gás de síntese (gás hidrogênio e monóxido de carbono conhecido como syngas), dióxido de carbono e cinzas. São empregados equipamentos chamados de gaseificadores que possuem diversas configurações. Os tipos comerciais mais comuns de gaseificadores são de leito fixo, leito fluidizado e plasma. O syngas pode ser queimado em geradores especiais para geração de energia elétrica ou utilizados como intermediários para reações que geram produtos químicos.

Na pirólise, o tratamento térmico é totalmente sem a presença de oxigênio, os componentes dos RSU são decompostos em hidrocarbonetos na forma gasosa e cinzas. A fração gasosa pode ser destilada para obter diferentes hidrocarbonetos ou queimados em caldeiras ou geradores para gerar energia elétrica ou ainda oxidados parcialmente para obtenção do gás de síntese como ocorre na gaseificação.

CENÁRIO MUNDIAL DAS TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO DE RSU



Fonte: FISIA BABCOCK ENVIRONMENT



5.1. Introdução

Cumpra ressaltar que a tecnologia de “Mass Burning” encontra-se amplamente difundida no mundo, sendo que na Europa em geral e na Ásia, particularmente no Japão, estão localizadas as melhores referências mundiais e também, onde ocorreu o maior avanço na legislação ambiental para uma contínua melhoria da tecnologia envolvida nessa solução, o que garante a segurança da operação desse tipo de instalação para o meio ambiente e a devida maturidade da tecnologia.

Essa tecnologia é uma alternativa eficaz no que diz respeito aos benefícios ambientais decorrentes da menor necessidade de disposição de resíduos em aterros e diminuição de gases de efeito estufa. Deste modo, contribui para o desenvolvimento sustentável, aliando os benefícios econômicos obtidos com a geração de energia através de um insumo alternativo e renovável. Além disso, a tecnologia:

- permite produzir vapor e energia elétrica em condição de melhor eficiência, comparativamente a outros métodos de disposição de resíduos;
- permite tratar os resíduos na condição que são coletados;
- proporciona grande redução de volume e massa dos resíduos após tratamento (90 e 75%, respectivamente), aumentando a vida útil dos aterros;
- otimiza a logística de transporte;
- é uma solução de saneamento básico, onde são evitados os efeitos indesejáveis característicos da disposição inadequada de resíduos em lixões e aterros controlados, tais como, transmissão de doenças, geração de gás metano, formação de efluentes líquidos, contaminação do solo e lençóis d'água, odores indesejáveis, ocupação indevida do solo e passivos ambientais significativos;
- é uma solução que gera empregos diretos e indiretos qualificados e pode agregar benefícios sociais locais quando integrada com plantas de triagem e reciclagem, gerando empregos adicionais;
- é consistente com os objetivos e diretrizes da PNRS.

5.2. Tratamento dos Resíduos com Recuperação Energética

Um dos principais objetivos da instalação de uma Usina de Recuperação Energética de RSU é o tratamento térmico dos resíduos reduzindo seu volume em cerca de 90% e seu peso em cerca de 75%, proporcionando a longo prazo, a redução na utilização de grandes extensões de área para disposição de resíduos. Tendo em vista o que a PNRS dispõe, os resíduos devem ser transformados em rejeitos antes de sua disposição, o que é viabilizado através do aproveitamento do potencial energético inerente à sua composição, que pode ser utilizado na geração de energia elétrica e térmica por meio de um processo de combustão.

Diferentemente de Usinas Hidrelétricas e Termoelétricas, onde a principal função é a de geração de energia essencialmente, uma Usina de Recuperação Energética de RSU tem como função primordial a do saneamento básico e como sub produto a geração de energia, que a torna uma interessante fonte de energia térmica e/ou elétrica.

A recuperação energética do RSU produz gases de combustão, de altas temperaturas, em torno de 1000 °C. Estes gases são fonte de energia térmica graças à geração de vapor superaquecido em caldeiras de recuperação de calor. Após trocarem calor dentro da caldeira, estes gases são tratados em um sofisticado sistema de tratamento com o objetivo de abatimento de todos os poluentes (entre eles NO_x, SO_x, HCl, dioxinas, etc.) de acordo com os limites exigidos pelas legislações vigentes.

Em sendo contempladas as práticas indicadas, não existe liberação de odores desagradáveis nos arredores da Usina em decorrência da manipulação do RSU. Os resíduos são armazenados em um “bunker” fechado onde é criado um sistema de pressão negativa através de ventiladores de tiragem induzida instalados a montante da chaminé, fazendo com que estes odores sejam misturados ao ar de queima e posteriormente tratados juntamente com os gases da combustão. A monitoração e o controle das emissões dos poluentes são efetuados por meio de sistemas de análise e monitoramento contínuos, instalados na chaminé.

O vapor de alta pressão e temperatura (tipicamente 40 bar, 400 °C) gerado na caldeira de recuperação de calor pode ser valorizado de várias maneiras, induzindo rendimentos e benefícios econômicos variáveis:

- Venda direta à indústria para uso nos processos industriais;
- Produção conjunta de energia elétrica e vapor num conjunto turbo-gerador a contrapressão. Este é o modelo de “cogeração”, onde o vapor extraído da turbina serve para fins de aquecimento;
- Produção de energia elétrica exclusiva com turbo geradores a condensação.

5.3. Resíduos do Processo

A Usina de Recuperação Energética de RSU gera em seus diferentes sistemas os seguintes subprodutos/rejeitos:

- Lixiviados;
- Cinzas de fundo da caldeira (“bottom ash” ou “slag”);
- Metais ferrosos e não ferrosos;
- Cinzas da caldeira (“fly ash”);
- Resíduos do Sistema de Tratamento de Gases de Combustão;
- Emissões gasosas na atmosfera.

5.3.1 Lixiviados

No fosso de armazenamento de resíduos (bunker) existe a possibilidade de formação de lixiviados de fundo devido à presença de matéria orgânica e da alta umidade contida no RSU brasileiro. Estes lixiviados gerados através da decomposição química dos resíduos ou mesmo decorrente da água contida nos resíduos, devem ser regularmente removidos por bombas de extração e poderão ser encaminhados à estação de tratamento de chorume/lixiviados.

5.3.2 Cinzas de Fundo da Caldeira (Slag ou Bottom Ash) e Metais Ferrosos e não Ferrosos

As cinzas de fundo e outros materiais inertes (não combustíveis) são provenientes do processo de combustão e devem ser retirados por um sistema de extração de cinzas e separação dos metais por equipamentos adequados. As cinzas apresentam em sua composição, além dos metais ferrosos e não ferrosos, materiais inertes como vidros, pedras, cinzas de incineração, etc., podendo ainda apresentar até 3% de material orgânico não queimado que deve retornar para o fosso após separação. Os metais podem ser recuperados e gerar receita para a URE, enquanto que as cinzas de fundo poderão ser reaproveitadas na construção civil e pavimentação de ruas e rodovias, atividades exercidas em alguns países da Europa.

5.3.3 Cinzas da Caldeira (Fly Ash) e Resíduos do Sistema de Tratamento de Gases de Combustão (FGT Residues)

Estas cinzas e resíduos apresentam em sua composição elevado teor de metais pesados e poluentes altamente nocivos ao meio ambiente e aos seres humanos, impossibilitando o seu reaproveitamento em qualquer circunstância. Sendo assim, deverão ser encaminhados a um aterro classe I, conforme norma NBR 10.004.

5.3.4 Emissões Gasosas na Atmosfera

O tratamento de gases de combustão deverá assegurar o cumprimento dos limites de emissão dos poluentes, que no Brasil estão determinados por resoluções do CONAMA. Alguns estados, no âmbito de sua competência, já determinaram limites mais restritivos do que os nacionais, seguindo na mesma linha da Diretiva 2000/76 da União Europeia de 28/12/2000.

Limites de emissões para Unidades de Recuperação Energética de resíduos

Parâmetro	Unidade	EPA (i)	EU (ii)	SMA (iii)	CONAMA (iv)
MP	mg/Nm ³	20	10	10	70
NO _x	mg/Nm ³	210	200	200	560
SO _x	mg/Nm ³	90	50	50	280
HCl	mg/Nm ³	20	10	10	80
CO	mg/Nm ³	130	50	50	125
Hg	mg/Nm ³	0,05	0,05	0,05	-
Cd + Ti	mg/Nm ³	0,01	0,05	0,05	-
HF	mg/Nm ³	-	1	1	5
Dioxinas e Furanos	ng/Nm ³	0,26	0,1	0,1	0,5

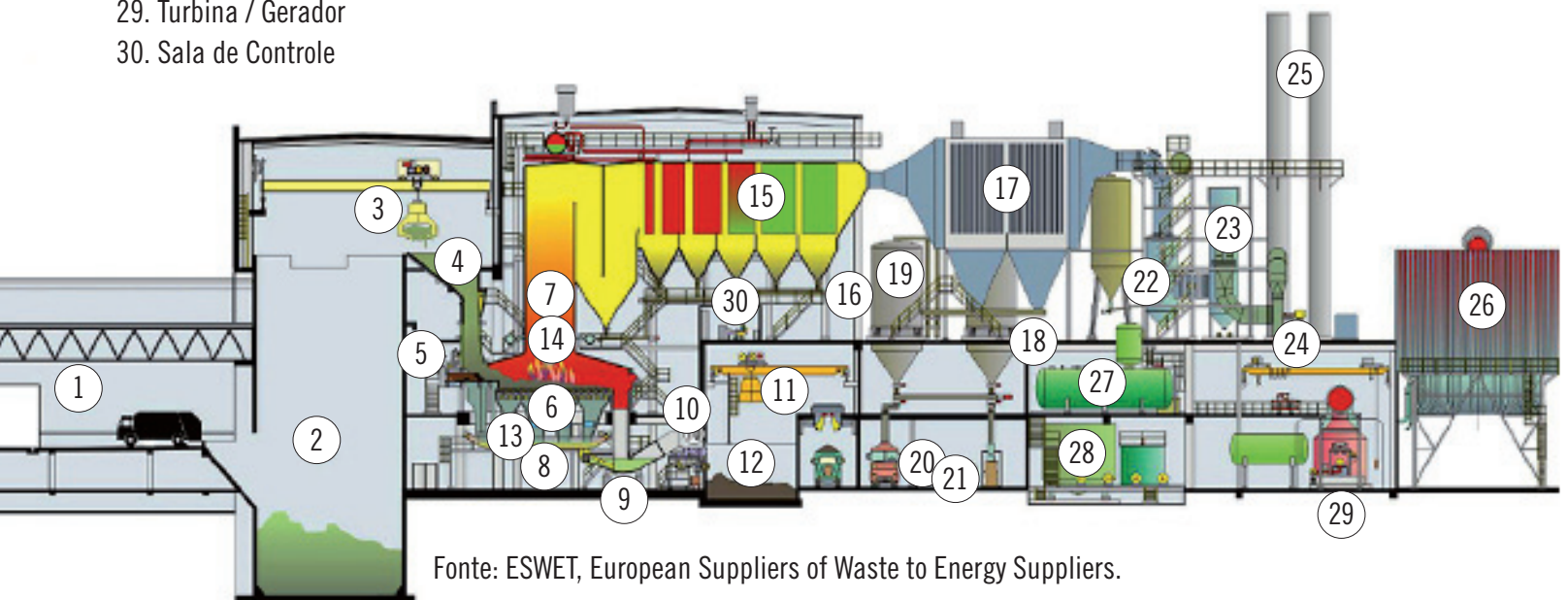
Fonte:

- i. EPA 40 CFR Part 40 (Agência Ambiental Norte Americana);
- ii. EU 2007/07/CE (Comunidade Europeia);
- iii. SMA 079/2009 (Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Brasil);
- iv. CONAMA 316/2002 (Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasil).

5.4. Equipamentos e Sistemas Principais

Para fins de melhor ilustração, listamos a seguir os principais equipamentos e apresentamos um diagrama esquemático de uma Usina de Recuperação Energética de RSU:

1. Local de Recebimento de RSU
2. Poço de Armazenamento de RSU (Bunker)
3. Ponte Rolante de RSU
4. Moega de Alimentação
5. Alimentador da Grelha
6. Grelha de Incineração
7. Fornalha
8. Transportador / Peneira de Cinzas
9. Extrator de Cinzas de Fundo
10. Peneira Vibratória
11. Talha de Cinzas de Fundo
12. Poço de Armazenamento Auxiliar (Bunker Auxiliar)
13. Ar de Combustão Primário
14. Ar de Combustão Secundário + Sistema de Abatimento de NOx
15. Caldeira de Recuperação de Calor
16. Transportador de Cinzas de Caldeira
17. Reator de Tratamento de Gases de Combustão
18. Transportador de Resíduos do Tratamento de Gases de Combustão
19. Silo de Cinzas de Caldeira e Resíduos do Tratamento de Gases de Combustão
20. Estação de Carregamento de Cinzas e Resíduos
21. Ensacamento de Cinzas e Resíduos
22. Lavador de Gases
23. Filtro de Mangas
24. Ventilador de Tiragem Induzida
25. Chaminé
26. Aerocondensador
27. Tanque de Água de Alimentação
28. Planta de Tratamento de Água (Desmineralização)
29. Turbina / Gerador
30. Sala de Controle



Fonte: ESWET, European Suppliers of Waste to Energy Suppliers.

6. EVOLUÇÃO DA DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS E COMPLEMENTARIEDADE DAS SOLUÇÕES

A destinação final dos resíduos sólidos tem evoluído de forma diferenciada no Mundo. Países como os Estados Unidos, Japão e boa parte da Europa estão vários passos à frente, no que se refere à gestão dos resíduos, em comparação com os outros países menos desenvolvidos. Nos países mais desenvolvidos, o gerenciamento de resíduos sólidos já passou por três fases.

A primeira fase prevaleceu até o início da década de 1970, onde se evidenciou apenas a disposição dos resíduos. Os lixões existentes na década de 1960 na maioria dos países da Europa Ocidental foram transformados em aterros sanitários e parte dos resíduos passou ainda a ser encaminhada à incineração. Entretanto, como não havia qualquer política restritiva à geração de resíduos, ocorreu um crescimento excessivo no seu volume, proporcional à expansão do consumo, forçando, assim, o início da segunda fase.

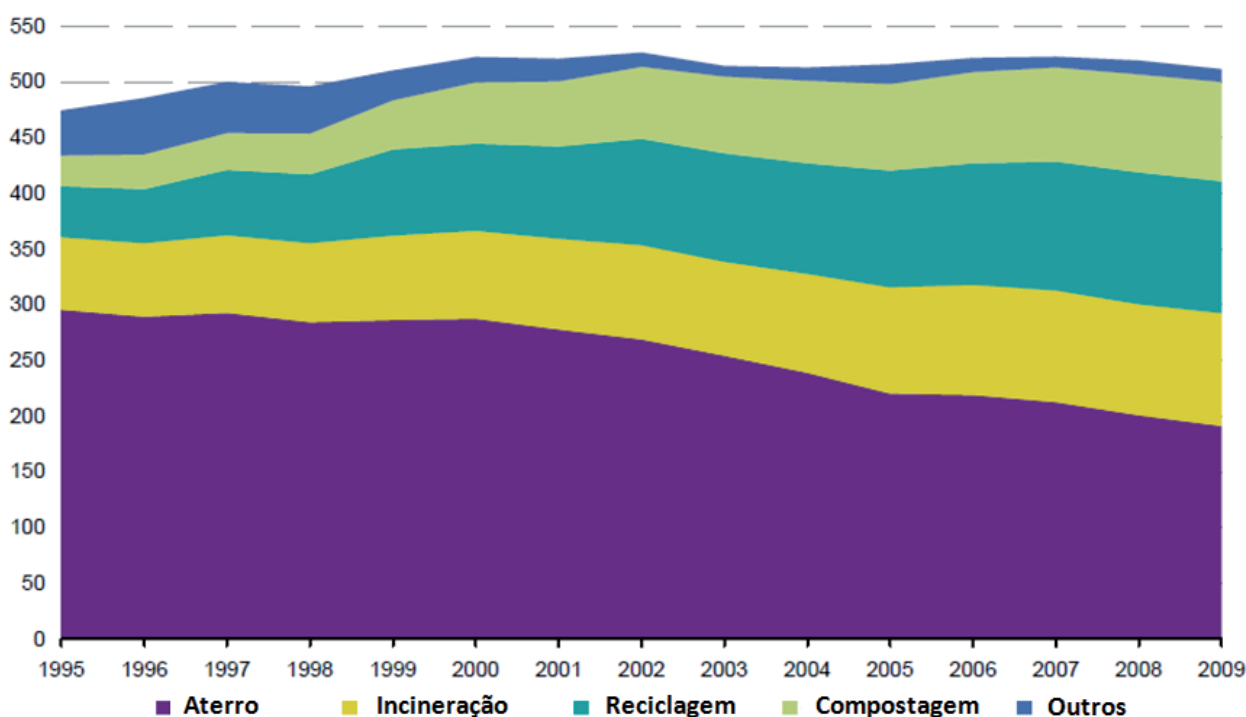
Nesta, a reutilização e reciclagem dos materiais foram consideradas metas prioritárias. A reciclagem levou a um crescimento mais lento no consumo dos recursos naturais e no volume dos resíduos a serem dispostos. A partir do final da década de 1980, foram estabelecidas novas prioridades em relação à gestão de resíduos sólidos, e apareceu a hierarquia dos três R (Reduzir, Reusar, Reciclar) que vige hoje no Brasil.

Atualmente, busca-se a redução do volume de resíduos desde o início do processo produtivo, inclusive no projeto dos bens de forma a facilitar o reuso e a reciclagem. As diretrizes prioritárias são: evitar ou, nos casos em que não for possível, diminuir a geração de resíduos; reutilizar ou, quando não for possível, reciclar resíduos; utilizar a energia contida nos resíduos; e tornar inertes os resíduos antes da disposição final (reduzir a fração orgânica dos rejeitos aterrados). Alguns países da UE, os EUA e o Japão, encontram-se nesta última fase.

Já os países menos desenvolvidos, como os da América Latina, por exemplo, encontram-se em posições intermediárias entre a primeira e a segunda fase. O Brasil com a aprovação Política Nacional de Resíduos Sólidos está seguindo a tendência mundial quando nos referimos a destinação e disposição final dos resíduos.

O gráfico a seguir apresenta a evolução das formas de tratamento de resíduos sólidos em toda Europa. A tendência tem sido a diminuição dos aterros que teve redução de 33% e o aumento de outras formas de destinação como o tratamento térmico que teve um incremento de 34%, processos alternativos e compostagem que subiram 102% e a reciclagem com aumento de 54%.

Evolução dos tratamentos dos resíduos sólidos urbanos na Europa (kg per capita)



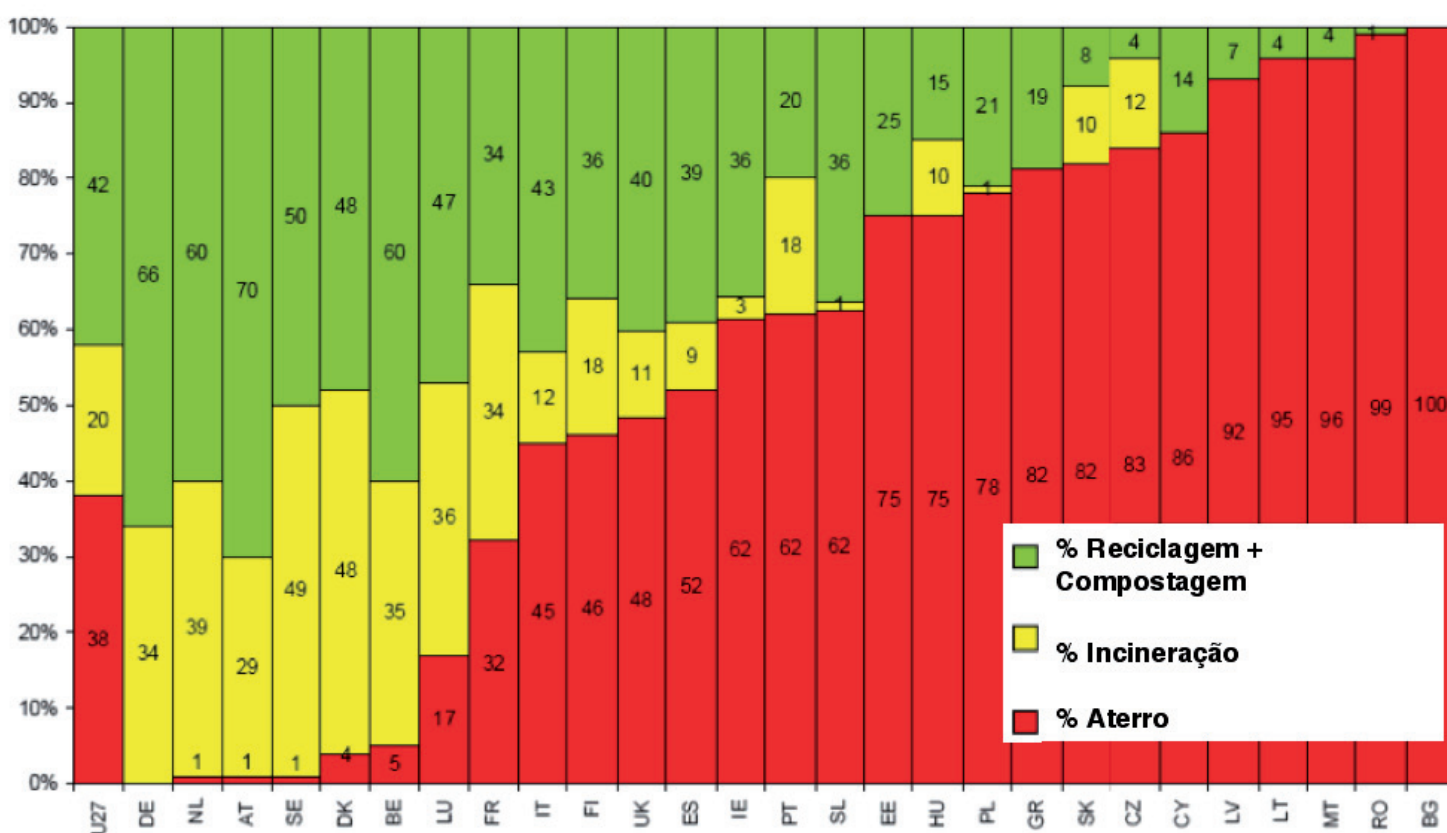
Fonte: Eurostat

No caso do Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estabelece que na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (Art. 9º). Também é prevista a utilização de tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos, que sejam comprovadamente seguras nos âmbitos operacionais, ambientais e ocupacionais.

Com esta hierarquia determinada pela PNRS, verifica-se que reciclagem e recuperação energética não são tecnologias concorrentes e sim complementares. Considerando a realidade dos sistemas de coleta, é evidente que os resíduos secos, separados e coletados na fonte, são aptos para reciclagem e devem ter seu encaminhamento nesse sentido. Para os demais resíduos, coletados misturados e contaminados com as frações orgânicas, a forma mais eficiente de destinação é a recuperação energética. Além disso, também o rejeito do processo de triagem e reciclagem pode ser destinado às usinas de recuperação energética.

Na União Europeia pratica-se a mesma hierarquia da PNRS há mais de 30 anos. Os países que mais reduziram eficazmente a dependência do aterro sanitário (1% e abaixo) têm as maiores taxas de reciclagem, e tem alcançado esta meta combinando reciclagem mecânica (triagem), orgânica (compostagem) e energética (Ex: Alemanha, Países Baixos, Áustria e Suécia).

Estatísticas europeias de tratamento do RSU (Dados de 2009)



Fonte: Eurostat



7. DIOXINAS E FURANOS

A Diretiva 2000/76/CE (Comunidade Europeia), relativa à incineração de resíduos, faz dessa uma das atividades industriais mais rigorosamente regulamentadas e controladas.

Embora as dioxinas existam naturalmente no ambiente, as antrópicas provêm de uma variedade de processos de combustão, incluindo as siderúrgicas, fornos de cimento, veículos a diesel, ônibus, restaurantes, lareiras residenciais, fogueiras, churrascos, motores a jato, incêndios florestais, etc. A incineração de resíduos representa apenas uma pequena fração dessas emissões, graças às normas estabelecidas na década de 90. Exemplo disso ocorreu na Alemanha, onde as emissões totais de dioxina provenientes de plantas de recuperação energética de resíduos, URE, representavam de todas as emissões em 1990 e, no ano 2000, menos de 1%.

Estudo recente realizado pelo Instituto de Medicina Preventiva da Universidade de Lisboa calculou que a incineração de resíduos em URE “não tem impacto sobre os níveis de dioxina no sangue dos moradores” (<http://www.sciencedirect.com/>).

O Comitê Britânico de Carcinogenicidade considerou que “qualquer risco potencial de câncer devido à residência perto de incineradores de resíduos sólidos municipais era extremamente baixo e, provavelmente, não mensurável pelas técnicas mais modernas de epidemiologia” (<http://www.advisorybodies.doh.gov.uk/Coc/munipwst.htm>).

Em 2009, a Agência de Proteção à Saúde inglesa (UK Health Protection Agency) realizou uma pesquisa para examinar as ligações sugeridas entre as emissões dos incineradores de resíduos urbanos e efeitos na saúde. E concluiu que, embora não seja possível descartar os efeitos adversos à saúde acarretados por incineradores de resíduos modernos, com certeza absoluta, qualquer efeito potencial para a saúde não é detectável. Este ponto de vista é baseado em avaliações detalhadas dos efeitos de poluentes atmosféricos na saúde e no fato de que os modernos e bem geridos incineradores de resíduos urbanos contribuem extremamente pouco no balanço dos poluentes atmosféricos locais. A Comissão de Carcinogenicidade dos Produtos Químicos em Alimentos, Produtos de Consumo e Meio Ambiente considera que qualquer potencial risco de câncer em residências próximas de incineradores de resíduos é extremamente baixa e, provavelmente, não mensurável pelas mais modernas técnicas.

Em relação às concentrações de material particulado lançado na atmosfera por UREs, eles afirmam: “A contribuição da incineração de resíduos para as emissões nacionais de partículas é baixa. Dados fornecidos pelo DEFRA (Inventário Nacional de Emissões, www.naei.org.uk) mostram que, em 2006, as emissões nacionais de PM10 pela incineração de resíduos representam 0,03% do total, comparado com 27% e 25% para o tráfego e indústria, respectivamente.” (UK Health Protection Agency).

O Conselho Consultivo Científico da Associação Médica Federal da Alemanha também investigou potenciais riscos à saúde causados pelas emissões de UREs, concluindo: “Os resultados das avaliações realizadas mostram que, atualmente, as plantas waste-to-energy (URE), estão em conformidade com as normas técnicas, os riscos para a saúde são muito marginais e podem ser classificados como insignificantes para a população que vive nas proximidades” (German Medical Journal).

As unidades de tratamento térmico de resíduos possuem métodos e equipamentos sofisticados para filtrar e abater as emissões atmosféricas nos níveis exigidos pela rigorosa legislação ambiental européia. No caso do Estado de São Paulo, a Secretaria de Estado de Meio Ambiente estabeleceu, na Resolução SMA 079/2009, exigências e parâmetros ambientais para o licenciamento e funcionamento seguro de unidades desse tipo. Além disso, essas unidades contam com equipamentos de monitoramento ambiental contínuo, em tempo real, e alarmes de interrupção, caso aconteça alguma ultrapassagem de emissões, garantindo a segurança da comunidade e do meio ambiente.

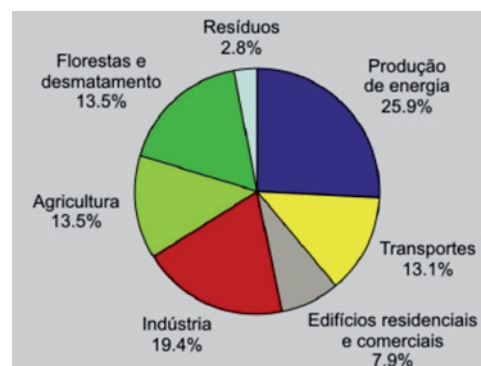
8. RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Atualmente, as questões relacionadas às mudanças climáticas vêm sendo cada vez mais discutidas, no entanto, essa discussão ocorre desde 1988 quando governantes e cientistas declararam que o impacto potencial das mudanças climáticas seria inferior somente ao impacto causado por uma guerra nuclear.

Em virtude dos primeiros sinais evidentes das mudanças climáticas causados pela ação do homem, em 1997, durante a 3ª Conferência das Partes (COP3), foi assinado o Protocolo de Kyoto. Pela primeira vez um documento estabeleceu metas para reduzir as emissões de gases do efeito estufa (GEE). Dentre os principais GEE estão: dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O).

As emissões antrópicas originam-se de diversas atividades econômicas. O gráfico ao lado nos mostra a participação dos principais setores da economia mundial nas emissões globais de gases de efeito estufa em 2004. Para o Brasil, segundo levantamento realizado pela CETESB o setor de resíduos contribui com 1,9% das emissões de GEE (2005).

Em relação à emissão de metano (CH₄) o setor de resíduos é o segundo maior emissor, emitindo 35% do total de emissões em 2005 (CETESB), em função da disposição de resíduos em aterros sanitários.



Fonte: IPCC, AR4, WG3

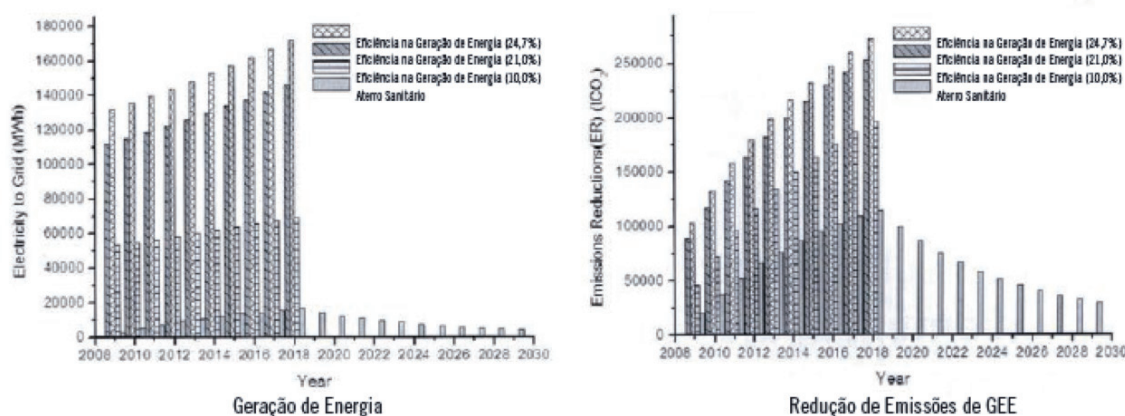
Um estudo publicado pela MWH B.V. and Utrecht University, avaliou o potencial de redução de gases de efeito estufa na gestão de resíduos no Brasil, prevendo que se as práticas atuais de gestão de resíduos permanecerem como estão, as emissões líquidas de GEE vão crescer para 25.6Mt CO₂eq/ano em 2030, e isto se dá principalmente pela elevada parcela de resíduos orgânicos presentes nos RSU Brasileiro, que são responsáveis por 76% das emissões de GEE, e também pela parcela de papel e papelão, responsáveis por 19% das emissões de GEE. Estes materiais geram grandes quantidades de metano quando depositados no solo.

O mesmo estudo conclui que para se evitar ao máximo a emissão de gases de efeito estufa é necessário combinar uma reciclagem de alta qualidade e processos de recuperação energética de alta eficiência, indicando que, ante a implementação dessas soluções combinadas, seria possível reduzir as emissões em cerca de 57Mt CO₂eq/ano.

Visto que o setor de resíduos contribui para a emissão desses gases, alguns estudos têm sido desenvolvidos a fim de comparar as emissões provenientes de cada tipo de destinação.

Artigo publicado na revista Waste Management & Research, editada pela ISWA – International Solid Waste Association, mostra que o sistema de reaproveitamento energético é superior ao aterro sanitário, quanto ao potencial de redução da emissão de gases de efeito estufa, pois quanto maior a eficiência na geração de energia, maior a redução das emissões. Os gráficos abaixo fazem uma comparação entre o sistema de reaproveitamento energético e o aterro tanto para geração de energia, quanto em relação ao potencial de redução de gases de efeito estufa.

Comparação entre Aterro e Processos de Recuperação Energética



Em recente estudo publicado pela ISWA, sob o título “Waste and Climate Change - ISWA White Paper”, a entidade internacional recomenda que a utilização de tecnologias de recuperação energética, tais como, incineração e captação e utilização de biogás de aterros, sejam mais exploradas e afirma que processos de recuperação energética podem associar seu objetivo principal, que é o tratamento dos resíduos, a uma geração de energia com alta eficiência e altos índices de redução de GEE.

Em artigo publicado na edição especial sobre gases de efeito estufa da Revista Waste Management & Reserch, vários pesquisadores membros do IPCC afirmam que várias tecnologias para gestão de resíduos estão maduras e têm sido implementadas com sucesso há décadas em vários países. Aterros sanitários com recuperação de metano e tratamento otimizado do chorume podem trazer reduções diretas nas emissões de GEE. Além disso a geração de GEE pode ser consideravelmente evitada por meio de processos de compostagem aeróbica e tratamento térmico, tal como a incineração com recuperação energética.

Indo mais além os pesquisadores relacionam a prevenção na geração, a minimização, a recuperação de materiais, a reciclagem e o reuso como ações com potencial crescente para redução indireta de emissões de GEE através de uma menor geração de resíduos, menor consumo de matérias primas, redução da demanda por energia e por combustíveis fósseis.

Esses estudos recentes demonstram uma tendência clara no sentido de combinação das várias alternativas de gestão e destinação de resíduos sólidos como única alternativa para solução dos problemas atualmente enfrentados e com vistas à mitigação dos efeitos oriundos do processo de mudanças climáticas com redução das emissões de GEE, cenário no qual o setor de resíduos tem potencial de desempenhar papel de grande relevo.



POSICIONAMENTO INSTITUCIONAL

A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE e a PLASTIVIDA Instituto Sócio- Ambiental dos Plásticos estão seguras de que os Resíduos Sólidos Urbanos - após a aplicação do princípio da hierarquia na gestão com o encaminhamento das ações na ordem de prioridade prevista - não devem ser vistos somente como um problema ambiental e sim como uma alternativa para a geração de energia em inúmeras cidades brasileiras.

A Recuperação Energética é hoje uma realidade e importante alternativa no gerenciamento dos resíduos urbanos. Países que adotaram esse processo, além de criar novas matrizes energéticas, conseguiram reduzir substancialmente o volume de seus resíduos sólidos, esse, um benefício incalculável para as cidades com problema de espaço.

Em que pese a Recuperação Energética - ao contrário de outros países - ainda não existir no Brasil, a Abrelpe e a Plastivida entendem que essa é uma alternativa ambientalmente correta, que deve ser considerada pelos municípios quando da elaboração dos seus planos de gestão integrada de resíduos, com vistas a um futuro mais sustentável.

Outubro/2012



CONTRIBUÍRAM PARA A ELABORAÇÃO DESTE DOCUMENTO

Adriana Ziemer Garcia Ferreira

Alexandre Citvaras

Carlos Alberto Rodrigues da Silva

Carlos Roberto Vieira da Silva Filho

Fernando Butze

Francisco de Assis Esmeraldo

Hugo Torrezan

James Miralves

Lucia Coraça

Luciano Jesus

Marcelo Spohr

Nelson Antonio Tura Jr.

Paulo Adriano Jiurgiu

Regina Alice de Souza Pires

Sergio Frate

Tonico Galvão



FONTES DE REFERÊNCIA

ABRELPE [ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS]. Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil 2011.

BOGNER, JEAN E. et. al. Mitigation of global greenhouse gas emissions from waste: conclusions and strategies from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Fourth Assessment Report. Working Group III (Mitigation). In Waste Management & Reserch - Volume 26, Issue 1 (2008). pp. 11-32.

CEWEP [CONFEDERATION OF EUROPEAN WASTE-TO-ENERGY PLANTS].

CLIMATE CHANGE 2007: WORKING GROUP III: MITIGATION OF CLIMATE CHANGE - Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007 - B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds) - Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

COC [THE COMMITTEE ON CARCINOGENICITY OF CHEMICALS IN FOOD, CONSUMER PRODUCTS AND THE ENVIRONMENT].
< <http://www.advisorybodies.doh.gov.uk/Coc/munipwst.htm>>

DEFRA [DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS], UNITED KINGDOM. Inventário Nacional de Emissões.

HAN, HAIBIN et. al. Comparison of green-house gas emission reductions and landfill gas utilization between a landfill system and an incineration system - Volume 28, Issue 4 (2010). pp. 315-321.

HPA [Health Protection Agency - UNITED KINGDOM].

INSTITUTO DE MEDICINA PREVENTIVA DA UNIVERSIDADE DE LISBOA. < <http://www.sciencedirect.com/>>

ISWA [INTERNATIONAL SOLID WASTE ASSOCIATION]. Waste and Climate Change - ISWA White Paper”

JIURGIU, PAULO ADRIANO - Quantificação de emissões anuais de URE e Aterro Sanitário, 2011.

LUCENA, LUCIANA DE FIGUEIREDO LOPES - Análise do Custo-Benefício da Reciclagem dos Resíduos Sólidos Urbanos no Recife e Jaboatão dos Guararapes - Tese Doutorado em Economia - Recife: UFPE, 2004.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Versão Preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos.
<http://www.cnrh.gov.br/pnrs/documentos/consulta/versao_Preliminar_PNRS_WM.pdf>

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, BRASÍLIA - ASÍLLei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

UTRECHT UNIVERSITY AND MWH BV - The potential for Waste Management in Brazil to Minimize GHG Emissions and Maximize Re-use of Materials.



Transformando lixo em energia

Realização

