

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ALINE LORENZON DO NASCIMENTO

**APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS: OS DESAFIOS DA IMPLANTAÇÃO DA
USINA DE RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA**

SÃO PAULO – SP

2012

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ALINE LORENZON DO NASCIMENTO

SÃO PAULO - SP

2012

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ALINE LORENZON DO NASCIMENTO

**APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS: OS DESAFIOS DA IMPLANTAÇÃO DA
USINA DE RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA**

Trabalho de Conclusão
apresentado ao curso de Energias
Renováveis, Geração Distribuída e
Eficiência Energética da Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo como parte dos requisitos para
conclusão da especialização.

Orientadora: Prof.^a Patrícia
Helena Lara dos Santos Matai.

SÃO PAULO - SP

2012

AGRADECIMENTOS

A minha família, pelo apoio e compreensão.

Ao Paulo Rafael Rovira Martins, pela cumplicidade, paciência, amor e compreensão. Sem você tudo seria muito mais difícil! Que Deus lhe retribuía todo o carinho e apoio que me proporcionou neste momento de minha vida.

Em especial, a Professora Patrícia H.L.S. Matai pela valiosa orientação prestada para a realização deste trabalho, fatores fundamentais que permitiram sua conclusão.

Aos amigos Sabrina F. Macedo e Irajá B. Ribeiro Júnior pelo incentivo e incansável ajuda nos momentos desafiadores.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo de promover o interesse da sociedade para o excessivo volume de resíduo sólido gerado atualmente e os desafios para implantação da Usina de Recuperação Energética, com foco no meio ambiente, tendo como base a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº. 12.305/2010.

Pretendeu-se percorrer os caminhos na busca de definir o novo conceito de lixo e seu impacto no meio ambiente quanto ao descarte incorreto, o meio ambiente perante a visão jurídica, o novo conceito sobre a responsabilidade pela destinação do resíduo sólido e a implantação de uma Usina de Recuperação Energética, como exemplo de solução tecnológica.

Além de destacar a importância do papel dos catadores de materiais recicláveis nesse novo conceito de não geração, redução, reutilização, reciclagem e destinação ambientalmente correta do resíduo sólido urbano, com geração de energia elétrica.

ABSTRACT

The present study aimed to instill the interest of society to the excessive volume of solid waste generated today and the challenges for implementation of Energy Recovery Plant, with a focus on the environment based on the National Policy on Solid Waste (PNRS), Law no. 12.305/2010.

We intended to walk the roads in search of defining the new concept of waste and its impact on the environment when improperly discarded as the environment before the legal view, the new concept of the responsibility for the disposal of solid waste and the implementation of a Recovery Energy Plant, as an example of technological solution.

In addition, to highlight the important role of the pickers of recyclable materials this new concept of non-generation, reduction, reuse, recycling and environmentally sound disposal of municipal solid waste, generating electricity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Geração de RSU.....	37
Figura 2. Destinação Final dos RSU Coletados no Brasil.....	38
Figura 3. Quantidades / Percentuais de Municípios por Região.....	39
Figura 4. Usina de Recuperação Energética.....	52
Figura 5. Planta de Incineração com seus equipamentos.....	54
Figura 6. Limites de emissões para Usinas de Recuperação de resíduos.....	59

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira das Normas Técnicas

ABRELPE – Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

Al – Alumínio

Cd – Cádmio

CESTEB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CO – Monóxido de Carbono

CO₂ – Gás Carbônico

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

Cr – Cromo

Cu – Cobre

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

Fe – Ferro

GEE – Gás Efeito Estufa

HCl – Ácido Clorídrico

HF – Ácido Fluorídrico

Hg – Mercúrio

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NaCl – Cloreto de Sódio

NBR – Norma Brasileira

Ni – Níquel

NOx – Óxido de Nitrogênio

ONU – Organização das Nações Unidas

Pb – Chumbo

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PVC – Cloreto de Vinila

RSU – Resíduo Sólido Urbano

Sinir - Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos

SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente

SMA – Secretaria do Meio Ambiente

SNVS - Sistema Nacional de Vigilância Sanitária

SO₂ - Dióxido de Enxofre

Suasa – Sistema Único de Atenção à Sanidade Agropecuária

3Rs – Reduzir, Reutilizar, Reciclar

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
4 O LIXO E A SUA RELEVÂNCIA	16
4.1 DEFINIÇÃO DE LIXO, RESÍDUOS SÓLIDOS E REJEITOS.....	17
4.2 OS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS QUANTO À ORIGEM.....	21
4.3 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	22
5 O MEIO AMBIENTE SOB A VISÃO JURÍDICA.....	24
5.1 PRINCÍPIO DO POLUIDOR PAGADOR	25
5.2 A RESPONSABILIDADE CUMULATIVA E O REAPROVEITAMENTO ENERGÉTICO PELA INCINERAÇÃO DE RSU	27
5.2.1 Responsabilidade Civil.....	27
5.2.1 Responsabilidade Penal	30
5.2.3 Responsabilidade Administrativa	32
6 O DESPERTAR PARA O MEIO AMBIENTE	34
6.1 CRESCIMENTO POPULACIONAL HUMANO E CONSUMO SUSTENTÁVEL.....	35
6.2 A DESTINAÇÃO AMBIENTALMENTE ADEQUADA, LOGÍSTICA REVERSA E RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA	38
6.3 A GESTÃO DO RESÍDUO SÓLIDO URBANO – RSU.....	41
6.3.1 Plano Nacional de Resíduos Sólidos	43
6.3.2 Plano Estadual de Resíduos Sólidos	44
6.3.3 Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos	45
6.3.4 Uma Nova Visão: a Política dos 3R's	47

7 A IMPLANTAÇÃO DA USINA DE RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA: QUEBRANDO PARADIGMAS.....	49
7.1 A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS URBANOS E A USINA DE RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA.....	51
7.2 O APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DO RESÍDUO SÓLIDO URBANO E SUAS TECNOLOGIAS	52
7.2.1 Forno de Grelha	56
7.2.2 Forno Rotativo	56
7.2.3 Forno de Leito Fluidizado	57
7.3 USINA DE RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA: EMISSÕES E RESÍDUOS	58
7.4 A USINA DE RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA: ASPECTOS POSITIVOS E ASPECTOS NEGATIVOS.....	60
7.5 ASPECTOS AMBIENTAIS E SAÚDE	61
7.5.1 As dioxinas e furanos	61
7.5.2 Metais Pesados e Sais.....	62
7.5.3 Emissões de CO ₂ e Aquecimento Global	63
7.5.4 Outras Emissões e Controles: Óxido de Nitrogênio (NOx) e Dióxido de Enxofre (SOx)	64
7.6 ASPECTOS SOCIAIS	65
8 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
9 CONCLUSÃO.....	69
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	70

1 INTRODUÇÃO

Vive-se um momento em que, mais do que nunca, se faz necessário repensar no planeta Terra, em suas reservas naturais e finitas, nas questões ambientais e energéticas, e na acelerada taxa de crescimento da população.

As ações impensadas e “inocentes”, de uma sociedade adormecida quanto aos assuntos ambientais e energéticos, que poderá presenciar tempos em que não haverá água potável suficiente para consumo, em que o ar sufocará ao invés de aliviar e no entorno encontrará imensos volumes de lixo, ou seja, um ambiente de verdadeiro caos.

Sendo assim, é necessário acordar desse estágio de dormência, por que não dizer: latência, de que algo precisa ser realizado com relação à produção de lixo pelo ser humano, e passar para o real estágio da ação, considerando que o descontrole e ações incorretas do ser humano, como por exemplo: a não reciclagem, a não reutilização e o descarte ambientalmente inadequado, poderão acarretar um desarmonia incalculável ao planeta.

Com certa pretensão, pode-se dizer que a desarmonia ambiental vem sendo implantada, pois, o descarte inadequado do lixo a céu aberto vem contribuindo para a poluição do ar e o aquecimento global, visto que produz gás metano, a contaminação dos lençóis freáticos (pela não captura do chorume), além de um problema de saúde pública devido à presença de pessoas nas áreas ambientalmente inadequadas.

Em atenção ao exposto, foi instituído no Brasil, a Política Nacional de Resíduo Sólido – PNRS, Lei nº 12.305 de 2010 e Decreto-Lei 7.404 de 2010, exigindo além de outros fatores, que os Estados e Municípios, através do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos encontrem uma solução técnica e ambientalmente correta quanto ao descarte dos resíduos, demandando assim, através da lei, uma nova postura de toda a sociedade.

Porém, não há mais tempo de agirmos apenas por uma obrigatoriedade de lei mas, devemos ir além das medidas exigidas pelas políticas, visto que o resíduo sólido não é lixo e, por isso, não pode ser tratado como tal.

Dessa forma, é necessário fortemente promover a não geração, redução, reutilização e reciclagem do resíduo sólido urbano, antes do descarte final no aterro controlado. Porém, antes do descarte final do resíduo também é imprescindível promover a diminuição desse volume e dos custos operacionais de transbordo e tratamento.

Sendo assim, o presente trabalho apresenta Usina de Recuperação Energética ou Usina de Incineração, suas tecnologias, seus benefícios, dificuldades técnicas, aspectos jurídicos, culturais, sociais e ambientais, como alternativa para redução do volume do resíduo sólido urbano em conjunto com a geração de energia elétrica.

Toda informação acerca deste conteúdo provem de fundamentação teórica, com base na Política de Resíduo Sólido, Lei nº. 12.305/2010 e de especialistas na área. Não tendo como fundo nenhum trabalho experimental.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Demonstrar a relevância e discutir o aproveitamento energético de resíduos sólidos, tendo como desafio a implantação de uma usina de recuperação energética, à luz dos princípios, objetivos e diretrizes que norteiam a Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei nº. 12.305/2010 com foco nas competências determinadas pelo texto legal.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Levantar as informações existentes acerca dos resíduos sólidos urbanos e discutir os desafios relativos às viabilidades da implantação da Usina de Recuperação Energética.

Exaltar a responsabilidade das diversas esferas (pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente pela geração de resíduos sólidos), quanto ao destino final dos resíduos sólidos e a evolução do instrumento de gestão.

Apontar os principais entraves suscitados pela sociedade (pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente pela geração de resíduos sólidos), quanto ao debate do presente tema, ou seja, a viabilidade da implantação da Usina de Recuperação Energética como mecanismo de redução significante dos rejeitos produzidos durante a vida útil do produto e, consequente, a geração de energia elétrica.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Reavaliando as informações disponíveis em livros, meio eletrônico, especialistas, entre outros, sobre resíduos sólidos, pode-se eleger como as principais fontes para a discussão: Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil, desenvolvido pela Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) e a Associação Brasileira das Normas Técnicas (ABNT) como responsável pela classificação dos resíduos, bem como, os elementos do Direito.

A análise de tais fontes facilita a compreensão quanto à discussão da implantação da Usina de Recuperação Energética, tendo como matéria prima o resíduo sólido urbano, no atendimento das diretrizes previstas na Lei nº. 12.305/2010, bem como das legislações que se articulam.

4 O LIXO E A SUA RELEVÂNCIA

As reservas de recursos naturais disponíveis vêm sendo afetada pelo desenvolvimento desenfreado e pelo desrespeito ao ambiente natural, configurando nas últimas décadas a questão ambiental como um dos assuntos mais correntes nas pautas de discussão quer no âmbito público, quer no privado.

A constante geração de lixo vem ganhando cada vez mais destaque, a ponto de ser considerado um dos maiores desafios da humanidade nos dias atuais.

Nesse passo, o lixo produzido pela sociedade sem a adequada destinação representa grande preocupação ao meio ambiente; isto porque o ser humano vivendo em sociedade, aliado ao capitalismo moderno, automaticamente gera lixo ou resíduos.

Considerando o ser humano como um animal político¹, ou seja, se realiza na sociedade em que vive, associando para si o modelo ao qual está inserido. Assim, a quantidade de lixo gerado pela sociedade liga-se ao capitalismo, senão ao consumismo dos dias atuais.

Sob esse aspecto, interessante e muito bem colocada é a expressão do Professor Scarlato,

Além de significar uma resposta às necessidades materiais do homem, os produtos adquiridos cada vez mais funcionam como indicadores de suas realizações e de sua posição social. Por estranho que pareça, o lixo de cada um pode ser considerado hoje como mais um desses indicadores. Nossa sociedade classifica as pessoas pelo que possuem: automóveis, roupas, alimentos, lazer, etc., e também pelo lixo, que é um subproduto dessas posses. (SCARLATO, 1992, p. 52)

Ainda sob a ótica populacional aliada ao capitalismo, deve-se observar que:

No decorrer da história, a humanidade aumentou e se espalhou rapidamente, e os resíduos gerados como subprodutos de suas atividades transcendem a capacidade de adaptação ao meio ambiente, que passa a não mais absorver estes elementos em seus ciclos originais. (FIGUEIREDO, 1995, p.48)

¹ Expressão utilizada pelo Filósofo Aristóteles.

Confirmando a assertiva acima, segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizada pelo IBGE no ano de 2000, o lixo produzido diariamente no Brasil chegava a assombrosas 125.281 toneladas.

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), o país produziu 61.936.368 toneladas de RSU só no ano de 2011, contabilizando um crescimento de 1,8% com relação ao ano anterior, que chama a atenção o fato que o índice de crescimento é superior à taxa de crescimento populacional urbano no país, que foi de 0,9% mesmo período.

Assim, quanto aos aspectos inerentes à geração do lixo produzido pela sociedade, faz-se necessária a distinção do que vem a ser lixo, rejeitos e resíduos sólidos. Trata-se de ponto extremamente importante para o desenvolvimento presente pesquisa, considerando, que à medida em que a humanidade se desenvolveu, seu lixo também se transformou, ganhando outras definições, características e, sobretudo valor energético, como se abordará no transcorrer desse trabalho.

4.1 DEFINIÇÃO DE LIXO, RESÍDUOS SÓLIDOS E REJEITOS

Os melhores dicionários dão significado à palavra lixo como “aquilo que se varre para tornar limpa uma casa, rua, jardim, restos de cozinha e refugos de toda espécie, como latas vazias e embalagens de mantimentos, que ocorrem em uma casa” (MICHAELIS, 2012).

Tal definição traz um aspecto de imundície, sujidade, escória, ralé. Enfim, soa como algo negativo.

A palavra no censo comum denota algo sem valor, aquilo de que se descarta por perder a sua utilidade.

Todavia, a definição de lixo é muito relativa e sofre alterações conforme o ponto de vista analisado, sob essa ótica, interessante é a colocação feita no Guia Pedagógico sobre o Lixo, publicado pela Secretaria do Ambiente do Estado de São Paulo:

Não há apenas uma definição sobre o lixo, mas várias. Há diversos modos de entender o lixo. Para alguns, lixo pode ser todo e qualquer material sólido que sobra das atividades humanas, ou provenientes da natureza, como folhas, terra, areia e galhos de árvores. Para outros, lixo pode ser tudo aquilo que, do nosso ponto de vista, perdeu a utilidade, o valor, ou que não queremos mais usar, nem guardar. Lixo pode ser qualquer coisa velha. Essas são maneiras relativas de entender o lixo, relativas porque dependem do valor que diferentes pessoas atribuem ao que sobra, ao que se joga fora, ao que é sujo, inútil, velho, e que julgam não ter mais qualquer valor. (PENTEADO, 2011, p. 19)

Tal assertiva coaduna-se inteiramente com o tema proposto. Senão vejamos, enquanto o lixo para alguns se resume àquilo que não tem valor, ou mesmo utilidade, pode por outro ângulo passar a ser tratado como substrato, ou mesmo, matéria prima, se considerado seu potencial energético.

Não se trata de uma simples reclassificação em sua definição, mas num outro modo de destinação de algo que ainda não se esgotou por completo, o que caso contrário seria desconsiderar a reciclagem, a reutilização e a incineração para produção de energia.

Como observado, a definição de lixo é passível de inúmeros contextos. Pode-se dizer que chamar alguma coisa de lixo está ligado intimamente ao olhar humano sobre a coisa, sendo que tal afirmação deve ser superada, buscando uma definição que vise à valorização dos restos produzidos em massa pela sociedade.

Nesse contexto, é possível afirmar que o conceito de lixo ainda não encontrou definição única, persistindo além daquela exposta literalmente nos dicionários, o senso comum daquilo que se joga fora.

Superados os apontamentos realizados sobre a definição do lixo necessário se faz uma abordagem sobre a conceituação de resíduo sólido.

“O vocábulo resíduo significa àquilo que resta de qualquer substância; resto. Correspondendo a qualquer material que seu proprietário ou produtor não considera valor em sua conservação, podendo se apresentar no estado sólido, líquido ou gasoso” (TONANI, 2011, p. 39).

Assim, no atual cenário brasileiro o lixo é chamado tecnicamente de resíduo sólido. Trata-se de uma pequena mudança num contexto muito amplo, mas que ao menos, reduz o aspecto negativo que paira sobre o primeiro conceito.

O Resíduo Sólido encontrava sua definição na legislação brasileira segundo a Resolução 5/1993, artigo 1º, inciso I, do Conama, *in verbis*:

Resíduos Sólidos: conforme a NBR-nº 10.004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT - “Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível.

Ainda neste contexto,

A Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, introduzida no ordenamento jurídico brasileiro por meio da Lei nº. 12.305/2010, unificou diversos conceitos esparsos na legislação brasileira, abarcando o plano estadual e municipal, visando ordenar definitivamente a sua destinação final. (TONANI, 2011, p. 42)

Assim, a Lei nº. 12.305/10 – Política Nacional de Resíduos Sólidos assim define os resíduos sólidos, *in verbis*:

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

[...]

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;

O diploma legal além de inovar o ordenamento jurídico pátrio, mesmo que tardiamente, chega num momento crucial no tocante ao desenvolvimento sustentável e proteção ao meio ambiente, haja vista que é preciso definir, bem como conhecer algo para que se possa dar o tratamento adequado.

Se comparada à definição tradicional do lixo, percebe-se que ambos tendem a significar a mesma coisa. Segundo o renomado Prof. Celso Antonio Pacheco Fiorillo,

[...] lixo e resíduos tendem a significar a mesma coisa. De forma genérica podemos afirmar que constituem toda substância resultante da não interação entre o meio e aqueles que o habitam, ou somente entre eles, não incorporada a esse meio, isto é, que determina um descontrole entre os fluxos de certos elementos em um dado sistema ecológico. Em outras palavras, é o “resto”, a sobra não reaproveitada pelo próprio sistema, oriunda de uma desarmonia ecológica. [...] Do ponto de vista econômico, poderíamos dizer que o lixo é o resto sem valor, enquanto o resíduo é meramente resto [...] (FIORILLO, 2006, p. 177)

Compartilha-se da afirmação do autor, todavia, o texto merece melhor consideração diante do atual panorama sobre lixo, resíduos e uma nova definição que recai sobre os rejeitos.

Um ponto que merece destaque no tocante a definição dada pela PNRS ao abordar os resíduos sólidos é a subordinação da definição à expressão “*ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível*”.

É perceptível que o conceito é indeterminado e volitivo, ou seja, poderá variar diante de uma melhor tecnologia disponível e que deve ser comparado com a definição dada aos rejeitos.

Por fim, a Lei nº. 12.305/2010, inovando, trouxe a baila uma nova definição ao universo do lixo e resíduos, que se acredita seja a residual, tratando dos rejeitos, *in verbis*:

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

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;

O termo rejeito sempre foi utilizado para referir-se apenas aos resíduos radioativos gerados nos serviços de saúde, ou aos rejeitos de mineração. No anteprojeto de lei, para a PNRS, essa terminologia foi criada para dar mais força, inclusive legal, à diretriz de prioridades na gestão e no gerenciamento de resíduos sólidos: não geração, redução,

reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. (DEL BEL, 2012, p. 489)

Em conclusão, a presente pesquisa ousa afirmar que é possível aferir que a definição dada atualmente aos resíduos sólidos deve afastar-se do conceito tradicional de lixo, que depois de superadas as diretrizes dos 3Rs (Reducir, Reutilizar, Reciclar), deve especialmente considerar seu potencial energético, o que o torna um substrato para determinada usina, e não algo sem valor.

Assim, o lixo comumente chamado, diante do atual panorama dado pela PNRS mais se aproxima da definição de rejeito, ou seja, se anteriormente o lixo era algo sem valor porque se esvaia em si mesmo e em determinada subjetividade humana, hoje deve enfrentar uma cadeia de tecnologias disponíveis para que no fim o tenhamos, isto é, lixo é o rejeito dos resíduos sólidos.

4.2 OS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS QUANTO À ORIGEM

A origem é o principal caracterizador dos resíduos sólidos. Adotando este princípio, tradicionalmente, os resíduos sólidos podem ser agrupados em cinco classes, a saber: **domésticos ou residencial; comercial; público e domiciliar especial**, este subdividido em: entulho de obras; pilhas e baterias; lâmpadas fluorescentes; pneus, e por fim, **fontes especiais**, também subdivididos em: industrial; radioativo; portos aeroportos e terminais rodoviários; agrícola e de serviços de saúde. (MONTEIRO, 2001, p. 26-27)

Considerando que a presente pesquisa sinaliza sobre a potencialidade energética oriunda dos resíduos sólidos urbanos, não vislumbra necessidade de maiores apontamentos e distinção dos resíduos que não os urbanos.

Segundo o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (2011), os RSU correspondem aos resíduos domiciliares e de limpeza urbana, tais como: varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros de serviço de limpeza urbana.

Assim, se comprehende lixo domiciliar como aquele originado da vida diária das residências, constituído por setores de alimentos (tais como, cascas de frutas, verduras etc.), produtos deteriorados, jornais e revistas, garrafas, embalagens em geral, papel higiênico, fraldas descartáveis e uma grande diversidade de outros itens. Contém, ainda, alguns resíduos que podem ser tóxicos.²

Ilustrando o potencial energético oriundo dos RSU, somente a cidade de São Paulo produziu no ano de 2006, a surpreendente quantidade de 5.490.836 toneladas de resíduos sólidos urbanos, com 99,2% de coleta da cidade.³

4.3 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS⁴

Não existe uma única forma de classificar os resíduos sólidos, sendo as comuns no tocante aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente, que segundo a NBR 10.004 da ABNT, os resíduos sólidos podem ser classificados em:

Classe I – Perigosos: São aqueles que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde pública através do aumento da mortalidade ou da morbidade, ou ainda provocam efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.

Classe II – Não inertes: São os resíduos que podem apresentar características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, com possibilidade de acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente, não se enquadrando nas classificações de resíduos Classe I – Perigosos – ou Classe III – Inertes.

² Abordagem adotada pela Prefeitura do Município de São Paulo, disponível em <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/servicos/residuos_solidos/index.php?p=4635>, acesso em 23 de outubro de 2012.

³ Informações Gerais do Município de São Paulo. Disponível em <<http://sempla.prefeitura.sp.gov.br/infogeral.php>>, acesso em 23 de outubro de 2012.

⁴ Este item baseia-se na classificação *in* MONTEIRO. Jose Henrique Penido *et al.* ZEVEIBIL. Victor Zular (coord). **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001. p. 26.

Classe III – Inertes: São aqueles que, por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente, e que, quando amostrados de forma representativa, segundo a norma NBR 10.007, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, a temperatura ambiente, conforme teste de solubilização segundo a norma NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, conforme listagem nº 8 (Anexo H da NBR 10.004), excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor.

5 O MEIO AMBIENTE SOB A VISÃO JURÍDICA

O estudo jurídico do tema em questão não tem como objetivo esgotar todos os aspectos jurídicos inerentes à proteção do meio ambiente frete à produção de resíduos sólidos e rejeitos. Todavia, se faz necessário abordar pontos sobremaneira relacionados ao meio ambiente, mesmo que breve, porém de forma consistente e objetiva, haja vista a atual conjuntura e transformação de pensamento, não olvidando denominar esta mudança de consciência, com visível reflexo no ordenamento jurídico.

A ótica jurídica sobre o meio ambiente deve ser vista como uma constante evolução no sentido de sua preservação. A Constituição da República Federativa do Brasil, em seu artigo 225, *caput*, contempla o seguinte texto:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Perceptível à preocupação do legislador originário pela preservação do meio ambiente, o que remete aos resíduos produzidos pela sociedade e que consequentemente causam desequilíbrio a este bem protegido no seio constitucional.

De bom alvitre, mencionar que o artigo protetivo se traduz em cláusula pétreia, não podendo ser retirado da Carta Magna Brasileira, devendo ser respeitado pelos demais ramos do direito, protegido por inúmeros princípios acerca do meio ambiente, que levam a afirmativa de que qualquer posicionamento adotado deve perseguir sua preservação e equilíbrio.

No caso brasileiro, o meio ambiente natural, já com as devidas premissas constitucionais apresentadas, caracteriza-se um bem difuso, ou seja, trata-se de um direito fundamental difuso, pertencente a toda humanidade, não podendo ser objeto da irresponsabilidade estatal.

Nesse sentido, muito bem observa o Professor Alexandre de Moraes:

O meio ambiente deve, portanto, ser considerado patrimônio comum de toda humanidade para garantia de sua integral proteção, especialmente, em relação às gerações futuras, direcionando todas as condutas do Poder Público estatal no sentido de integral proteção legislativa interna e adesão aos pactos e tratados internacionais protetivos desse direito humano fundamental de 3^a geração, para evitar prejuízo da coletividade em face de uma afetação de certo bem (recurso natural) a uma finalidade individual. (MORAES, 2011, p. 881)

O texto acima demonstra claramente a importância do meio ambiente para o ordenamento jurídico brasileiro, seja no âmbito nacional ou internacional.

Além dos direitos fundamentais, são os princípios que regem seu funcionamento um dos pilares do ordenamento jurídico de qualquer sociedade democrática de direito, bem como proporcionam seu adequado desenvolvimento.

Sem menosprezo a qualquer princípio, um dos mais relevantes, considerando a importância de seu conteúdo e reflexo sobre o que se pretende alcançar, bem como o atual panorama ambiental brasileiro, se pode afirmar que o princípio do poluidor-pagador e seus desdobramentos são a tradução do que se espera de uma sociedade responsável com seus resíduos.

5.1 PRINCÍPIO DO POLUIDOR PAGADOR

Na atualidade o Direito Ambiental qualifica-se como disciplina autônoma, rege-se por um conjunto de princípios que vem consolidando-se nas últimas décadas, notadamente em razão da inserção em atos firmados internacionalmente e na legislação de diferentes países, assumindo entre eles posição de relevo o princípio do poluidor pagador. (JURAS; ARAÚJO, 2012, p. 59)

Trata-se de um princípio de amplitude internacional, conforme o Princípio 16 da Declaração do Rio de 1992, *in verbis*:

As autoridades nacionais devem procurar promover a internacionalização dos custos ambientais e o uso de instrumentos econômicos, tendo em vista a abordagem segundo a qual o poluidor deve, em princípio, arcar com o custo da poluição, com a devida atenção ao interesse público e sem provocar distorções no comércio e nos investimentos internacionais.

Importante ressaltar que este princípio tem natureza econômica, cautelar e preventiva, compreende a internalização de custos ambientais, que devem ser suportados pelo empresário ou empreendedor explorador de determinada atividade, afastando assim a coletividade. (OLIVEIRA, 2009, p.47)

O princípio em regência encontra menção expressa na Lei 6.938/1981, artigo 4º, inciso VII, *in verbis*:

Art. 4º - A Política Nacional do Meio Ambiente visará:

[...]

VII - à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados, e ao usuário, de contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos.

Notadamente percebe-se que o princípio em comento prima pela prevenção, bem como pela expressa reparação do dano ambiental.

Ainda, abordando a legislação pátria o princípio do poluidor-pagador aparece expressamente na lei 12.305/2012, em seu artigo 6º, inciso II, *in verbis*: “Art. 6º São princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos:[...] II - o poluidor-pagador...”.

A própria nomenclatura, infere para uma interpretação literal, ou seja, aquele que poluir, degradar, contaminar, ou de qualquer forma causar dano ao meio ambiente deverá custear e reparar este dano.

No caso do reaproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos utilizando a incineração, este princípio deve ser observado sobre dois ângulos, o primeiro sob o aspecto que a incineração custeada pelo poluidor-pagador atende ao princípio em estudo de forma

preventiva, uma vez que, acaba por tirar da cadeia produtiva um resíduo sólido passível de poluir e degradar o meio ambiente.

No segundo caso, a obrigação decorrente da incineração pelos danos que possam ser causados pela emissão de gases e incorreta disposição dos rejeitos decorrentes da incineração, contemplando o segundo caso de forma tácita ao princípio do poluidor-pagador.

5.2 A RESPONSABILIDADE CUMULATIVA E O REAPROVEITAMENTO ENERGÉTICO PELA INCINERAÇÃO DE RSU

O estudo das responsabilidades sobre a destinação final dos resíduos sólidos originalmente parte da premissa constitucional apresentada pelo artigo 225, paragrafo 3º, da Carta Magna Brasileira, *in verbis*:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

[...]

§ 3º - As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

Assim, o processo de reaproveitamento energético por meio da incineração, disposto na lei 12.305/2010, deve respeitar, bem como se submeter às implicações jurídicas no tocante as responsabilidades civis, penais e administrativas, separada ou cumulativamente.

5.2.1 Responsabilidade Civil

A proteção do meio ambiente é dever de todos e essencialmente preventiva. A compreensão sobre o tema deve situar-se no sentido que mesmo se adotando todas as medidas protetivas, subsistindo o dano surgirá o dever de repará-lo.

A responsabilidade civil e penal ambiental já se encontrava de maneira expressa na Lei 6.938/1981, em seu artigo 14, parágrafo 1º, *in verbis*:

Art. 14 - Sem prejuízo das penalidades definidas pela legislação federal, estadual e municipal, o não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção dos inconvenientes e danos causados pela degradação da qualidade ambiental sujeitará os transgressores:

[...]

§ 1º Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. O Ministério Público da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal, por danos causados ao meio ambiente.

Assim, desde a edição da lei supracitada o sistema jurídico brasileiro adota a responsabilidade objetiva no campo cível, independentemente de culpa, impondo a obrigação de reparar ou indenizar pelos danos causados. (OLIVEIRA, 2009, p.131)

Seguindo o mesmo posicionamento a edição da Lei 12.305/2010, em total consonância com o disposto no artigo 225, parágrafo 3º, reafirmou expressamente em seu artigo 51, que, *in verbis*:

Sem prejuízo da obrigação de, independentemente da existência de culpa, reparar os danos causados, a ação ou omissão das pessoas físicas ou jurídicas que importe inobservância aos preceitos desta Lei ou de seu regulamento sujeita os infratores às sanções previstas em lei, em especial às fixadas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que “dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências, e em seu regulamento.

Em matéria civil a reparação que trata os dispositivos legais supramencionados compreende na reparação pecuniária, indenizatória do dano, ou seja, paga-se monetariamente pelo dano.

Com efeito, o dispositivo merece melhores apontamentos, na medida em que o artigo 28 da Lei 12.305/2010 traz importante inovação na ordem jurídica, traçando uma linha de corte sobre a responsabilidade dos geradores de resíduos domiciliares, englobados no conceito de Resíduos Sólidos Urbanos, *in verbis*: “Art. 28. O gerador de resíduos sólidos domiciliares tem cessada sua responsabilidade pelos resíduos com a disponibilização adequada para a coleta ou, nos casos abrangidos pelo art. 33, com a devolução.”

Com base no texto legal o gerador domiciliar de resíduos sólidos urbanos, objeto principal desta pesquisa, não será responsabilizado quando disponibilizar adequadamente para a coleta ou atender a logística reversa do produto, tem-se aqui uma hipótese específica e expressa do momento em que se cessa a responsabilidade, uma exceção à regra.

O paralelo que se almeja entre a responsabilidade civil ambiental e o reaproveitamento energético pela incineração de resíduos sólidos urbanos é correlacionar o momento de surgimento e cessação da responsabilidade civil ambiental, questão que o momentaneamente carece de maiores estudos e debates no campo do direito, o que se acredita derivar da recente edição da Lei 12.305/2010.

A afirmação acima encontra respaldo na medida em que a partir da edição do referido diploma legal, surgi o reaproveitamento energético como princípio expresso, conforme se depreende do artigo 6º, inciso XIV, *in verbis*:

Art. 6º São princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos:

[...]

XIV - incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético[...]

O aspecto positivo do reaproveitamento energético pela incineração de RSU sobre o campo da responsabilidade civil ambiental inclina-se sobre a afirmativa de que o uso de usinas de incineração cessa a responsabilidade civil ambiental do gerador de resíduos, uma vez que, procedendo ao reaproveitamento energético impede-se a degradação ambiental, como a contaminação do solo, lençóis freáticos, uso do espaço urbano e, propriamente pelo volume e acumulação de resíduos num determinado espaço físico.

De certo que a legislação vigente não acena para o momento em que cessa a responsabilidade civil ambiental de forma geral, limitando-se ao momento em que surge, ou seja, com o dano ambiental, sendo necessário neste caso utilizarmos a inovação trazida pela responsabilidade compartilhada por analogia e inovação jurídica.

Para tanto, é preciso observar, bem como analisar o ciclo de vida do produto, na forma da lei, termina com a sua disposição final, isto é, apenas termina com a distribuição ordenada

dos rejeitos em aterros, de modo a evitar danos ou riscos a saúde pública. (MILARÉ; FRANCO, 2012, p. 222)

Pode-se, desta forma, afirmar que o aproveitamento energético no contexto proposto cessa a responsabilidade civil ambiental no tocante ao resíduo sólido urbano gerado, uma vez que, termina o ciclo de vida de determinado produto, eliminando seu volume e características primárias, consequentemente impedindo a degradação ambiental e geração de danos e o dever de reparar.

Por outro lado, a queima liberará gases na atmosfera que, também, podem ser objeto de reparação com base na responsabilidade civil ambiental, isto, se não atenderem os padrões de emissão da legislação vigente.

Igualmente, os rejeitos que devem atender à disposição final prevista no artigo 3º, inciso VII da Lei 12.305/2010, surgindo novamente uma nova responsabilidade, só que neste caso inerente ao rejeito produto da incineração.

Conclui-se que no campo da responsabilidade civil ambiental o reaproveitamento energético se mostra como uma alternativa valiosa e amparada legalmente para impedir e cessar a responsabilização por danos ambientais.

Todavia, a tecnologia em questão deve atender aos padrões de emissões de gases na atmosfera, bem como, primar pela correta disposição final dos rejeitos gerados pela incineração.

5.2.1 Responsabilidade Penal

No campo penal, além das previsões expressas na legislação mencionada anteriormente, o assunto encontra regulamentação especialmente pela Lei 9.605/1998, trazendo em seu artigo 2º, as pessoas sujeitas às penalidades, *in verbis*:

Art. 2º Quem, de qualquer forma, concorre para a prática dos crimes previstos nesta Lei, incide nas penas a estes combinadas, na medida da sua culpabilidade, bem como o diretor, o administrador, o membro de conselho e de órgão técnico, o auditor, o gerente, o preposto ou mandatário de pessoa jurídica, que, sabendo da conduta criminosa de outrem, deixar de impedir a sua prática, quando podia agir para evitá-la.

A relevância entre a incineração de RSU e a responsabilidade penal, esta no fato que os dirigentes de pessoas jurídicas podem ser responsabilizados pessoalmente pela prática criminosa, como se destaca a combinação dos artigos 3º, parágrafo único e artigo 4º da Lei em regência, *in verbis*:

Art. 3º As pessoas jurídicas serão responsabilizadas administrativa, civil e penalmente conforme o disposto nesta Lei, nos casos em que a infração seja cometida por decisão de seu representante legal ou contratual, ou de seu órgão colegiado, no interesse ou benefício da sua entidade.

Parágrafo único. A responsabilidade das pessoas jurídicas não exclui a das pessoas físicas, autoras, co-autoras ou partícipes do mesmo fato.

Art. 4º Poderá ser desconsiderada a pessoa jurídica sempre que sua personalidade for obstáculo ao resarcimento de prejuízos causados à qualidade do meio ambiente.

Segue-se o pensamento sobre a cessação da responsabilidade penal igualmente exposto na abordagem sobre a responsabilidade civil, ou seja, o reaproveitamento energético se traduz em um eficiente instrumento para evitar o surgimento de determinados crime ambientais.

Por derradeiro, o assunto aborda e deve ser tratado claramente na esfera criminal, se sujeitando as regras gerais do Código Penal Brasileiro – Decreto Lei 2.848/1940, o que bem observa o Professor Edis Milaré:

Com base nos arts. 1º e 23 do Código Penal, um crime se configura com a presença de dois requisitos: tipicidade e antijuridicidade. A Pena, por sua vez, é sanção personalíssima e depende da configuração da culpabilidade – a título de colo ou culpa – do agente causador do dano (arts 13 e 18 do Código Penal; art. 5º, XLV e XLVI, e art 225, § 3º da Constituição Federal). Prevalecem também as regras gerais da responsabilidade penal ambiental, que exigem a presença dos seguintes pressupostos para sua imputação:

O aspecto objetivo – a prova da efetiva existência do dano e do nexo de causalidade. O aspecto subjetivo – a culpabilidade do agente. (MILARÉ; FRANCO, 2012, p. 215)

Clara é a distinção entre a responsabilidade penal e a civil, enquanto na primeira busca-se o dolo, a culpa e a medida da culpabilidade de cada uma dos agentes; na segunda basta apenas o dano, surgindo o dever de reparar, por conta da teoria objetiva.

Com efeito, a incineração de resíduos sólidos urbanos com fonte de energia deve respeitar estritamente o ordenamento jurídico a que se submete, caso contrário poderá, atendidos os requisitos acima, tanto a pessoa jurídica, como as físicas que compõem sua direção se sujeitarem as implicações penais ao caso concreto.

5.2.3 Responsabilidade Administrativa

A responsabilidade administrativa encontra sua regulamentação nos artigos 70º a 76 da Lei 9.605/1998 e, conforme se depreende do artigo 70º da Lei em regência, o conceito de responsabilidade administrativa, *in verbis*: “Art. 70. Considera-se infração administrativa ambiental toda ação ou omissão que viole as regras jurídicas de uso, gozo, promoção, proteção e recuperação do meio ambiente”.

Por sua vez, o artigo 72 da Lei em comento, traz as sanções aplicáveis, *in verbis*:

Art. 72. As infrações administrativas são punidas com as seguintes sanções, observado o disposto no art. 6º:

I - advertência;

II - multa simples;

II - multa diária;

IV - apreensão dos animais, produtos e subprodutos da fauna e flora, instrumentos, petrechos, equipamentos ou veículos de qualquer natureza utilizados na infração;

V - destruição ou inutilização do produto;

VI - suspensão de venda e fabricação do produto;

VII - embargo de obra ou atividade;

VIII - demolição de obra;

IX - suspensão parcial ou total de atividades;

X - (VETADO)

XI - restritiva de direitos.

Para a doutrina brasileira, Igualmente a responsabilidade civil ambiental este instrumento jurídico independe de culpa, porém caracteriza-se por dois pressupostos: ação ou omissão, que devem ser observados de forma mais próxima, conforme afirmativo do Professor Edis Milaré:

Em matéria ambiental, a responsabilidade administrativa, ainda que independa de culpa, como no âmbito civil, caracteriza-se por dois pressupostos que a aproximam da esfera penal: primeiro, por jamais prescindir de ilicitude da conduta; segundo, em razão de seu traço de pessoalidade, transpondo para o texto legal por meio da expressão, ação ou omissão, inerente à sua índole repressiva. (MILARÉ; FRANCO, 2012, p. 216)

Especificamente com relação ao reaproveitamento energético por meio da incineração de resíduos sólidos, o Decreto n.º 7.404/2010, que regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos, alterou o texto do artigo 62, inciso XIV, do Decreto n.º 6.514/2008, que concomitantemente com o artigo 61 do mesmo decreto, trazem uma sanção expressa com relação a multas aplicáveis, no caso de poluição *in verbis*:

Art. 61. Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da biodiversidade:

Multa de R\$ 5.000,00 (cinco mil reais) a R\$ 50.000.000,00 (cinquenta milhões de reais).

Art. 62. In corre nas mesmas multas do art. 61 quem:

[...]

XIV - destinar resíduos sólidos urbanos à recuperação energética em desconformidade com o § 1º do art. 9º da Lei nº 12.305, de 2010, e respectivo regulamento[...]

Atenta, a legislação vigente traz inúmeras sanções que visam por um lado proteger o meio ambiente de instalações irregulares e desconformes com o ordenamento pátrio, mas que, a *contrario sensu* permitem a operação desta tecnologia extremamente relevante para os dias atuais.

6 O DESPERTAR PARA O MEIO AMBIENTE

Inegavelmente, a expressão meio ambiente pode remeter a diversos conceitos, ou seja, meio ambiente cultural, artificial, do trabalho, entre outros. Contudo, num primeiro momento, associa-se o termo a questões ambientais e, principalmente na interferência e expansão do homem neste contexto.

O crescente aumento da população mundial, agregado à má distribuição da renda, educação e, de elementos formadores de seres cívicos, aliado ao manejo inadequado dos recursos naturais, podem ser considerados como os principais elementos geradores da pobreza humana.

Resultado deste triste retrato é a crescente geração de lixo, ultrapassando 2 milhões de toneladas por dia no mundo (ONU, 2012), considerando nesse montante apenas os lixos de origem residencial e comercial.

Nesse passo, a humanidade precisa criar conceitos diferenciados no que diz respeito ao tratamento dado ao meio ambiente natural, bem como aos recursos provenientes deste.

Trata-se de uma conduta realista, ou seja, a população não para de crescer e o uso de recursos naturais é inerente à humanidade. Contudo, o despertar para ação é necessário, a sustentabilidade é um dever não somente para a proteção do meio ambiente, mas também para a própria vida do homem no planeta, desta e futuras gerações.

6.1 CRESCIMENTO POPULACIONAL HUMANO E CONSUMO SUSTENTÁVEL

Desde que a Terra deixou de ser uma bola de fogo e foi criando condições atmosféricas que permitissem o aparecimento da vida, a evolução terrestre jamais parou.

De acordo com as estimativas, a população mundial chegou a 5 bilhões em 11 de julho de 1987, e atingiu a marca de 6 bilhões de pessoas em 12 de outubro de 1999. Dez anos depois, ela foi estimada em aproximadamente 7 bilhões. (ONU, 2012)

No caso brasileiro, o consumo médio de energia no Brasil subiu de 45,5GJ/hab por ano em 1970 para 49,5GJ/hab por ano em 2008.

A população do planeta Terra apenas cresce – desorganizada e sem controle, não respeitando seu papel no meio ambiente e sem entender que os recursos naturais são finitos.

Neste ponto, a humanidade muito tem que aprender com a natureza. Se analisada a estrutura organizacional de desenvolvimento natural, observará que os recursos naturais são autossustentáveis, com seus ciclos definidos.

Ao passo que o ser humano tornou-se o predador no topo da cadeia, ocorreu um consequente desequilíbrio, ou seja, a velocidade do crescimento populacional é superior à regeneração e ao tempo de organização dos recursos naturais.

Tal afirmativa se contrapõe à perfeição da natureza, onde cada elemento tem sua função determinada e tudo funciona em perfeita sintonia, conforme observa MORIN (1995):

Antagonismo e complementariedade não se excluem um ao outro. Nada é mais complementar do que as interações que constituem a cadeia trófica a qual nutre e reorganiza a vida de um ecossistema; mas esta é, ao mesmo tempo, uma cadeia fágica onde o predador come a presa, que come uma outra presa, que come a planta, que se alimenta da decomposição de todas as mortes acumuladas e conjugadas. É, em suma, a devoração em cadeia que constitui a cadeia alimentar.

A predação não é apenas a pura e simples destruição duma vida animal por outra. As curvas demográficas por períodos longos, no caso limite e exemplar onde a espécie de predador vive exclusivamente duma espécie de presa, mostram que a diminuição de número de presas provoca, por escassez, a diminuição do número de predadores, cuja rarefação permite então o aumento do número das presas, aumento que por sua

vez faz crescer a progenitura dos comedores, e assim por diante numa causalidade retroativa que só um acidente exterior ao ciclo pode desfazer. Portanto, a relação antagônica extrema, a do predador e sua presa, produz sua própria regulação e torna-se fator organizacional. A predação, não deixando de ser fator de destruição, torna-se também fator de conservação do comedor e do comido, fator de conservação da diversidade, e aparece simultaneamente como fator de conservação deste antagonismo organizacional.

Seguindo o raciocínio, CAPRA (1982) também observa a importância do ecossistema, remetendo à preocupação da escassez dos recursos naturais:

[...] Nossa meio ambiente natural consiste em ecossistemas habitados por incontáveis organismos que co-evoluíram durante bilhões de anos, usando e reciclando continuamente as mesmas moléculas de solo, água e ar. Os princípios organizadores desses ecossistemas devem ser considerados superiores aos das tecnologias humanas baseadas em invenções recentes e, com muita frequência, em projeções lineares a curto prazo. O respeito pela sabedoria da natureza é ainda corroborado pelo insight de que a dinâmica da auto-organização em ecossistemas é basicamente a mesma que a dos organismos humanos, o que nos força a compreender que nosso meio ambiente natural é não só vivo, mas também inteligente. A inteligência dos ecossistemas, em contraste com tantas instituições humanas, manifesta-se na tendência predominante para estabelecer relações de cooperação que facilitam a integração harmoniosa de componentes sistêmicos em todos os níveis de organização.

O estado de interligação não-linear dos sistemas vivos sugere imediatamente duas importantes regras para a administração de sistemas sociais e econômicos. Em primeiro lugar, há uma dimensão ótima para cada estrutura, organização e instituição, e a maximização de qualquer variável — lucro, eficiência ou pnb, por exemplo — destruirá inevitavelmente o sistema maior. Em segundo lugar, quanto mais uma economia se baseia na reciclagem contínua de seus recursos naturais, mais está em harmonia com o meio ambiente circundante. [...]

Nesse contexto é necessário atentar para o consumo exagerado que culturalmente foi implantado nos últimos tempos pelo ser humano, fazendo-o se distanciar, aparentemente, do consumo sustentável⁵, ou seja, aquele que garante a sustentabilidade da vida do homem sobre a face da Terra.

E como prova desse distanciamento é apresentado alguns dados da pesquisa desenvolvida pela ABRELPE (2011), em que no Brasil registrou o crescimento na geração de resíduo sólido urbano de aproximadamente 1,8% de 2010 para 2011, índice percentual que é superior à taxa de crescimento populacional urbano do país, que foi de 0,9% no mesmo período.

⁵ O conceito consumo sustentável surgiu a partir do termo desenvolvimento sustentável, divulgado com a Agenda 21, durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro, em 1992.

A figura 1 apresenta a comparação de geração de RSU entre 2010 e 2011, tanto para tonelada/ano como per capita.

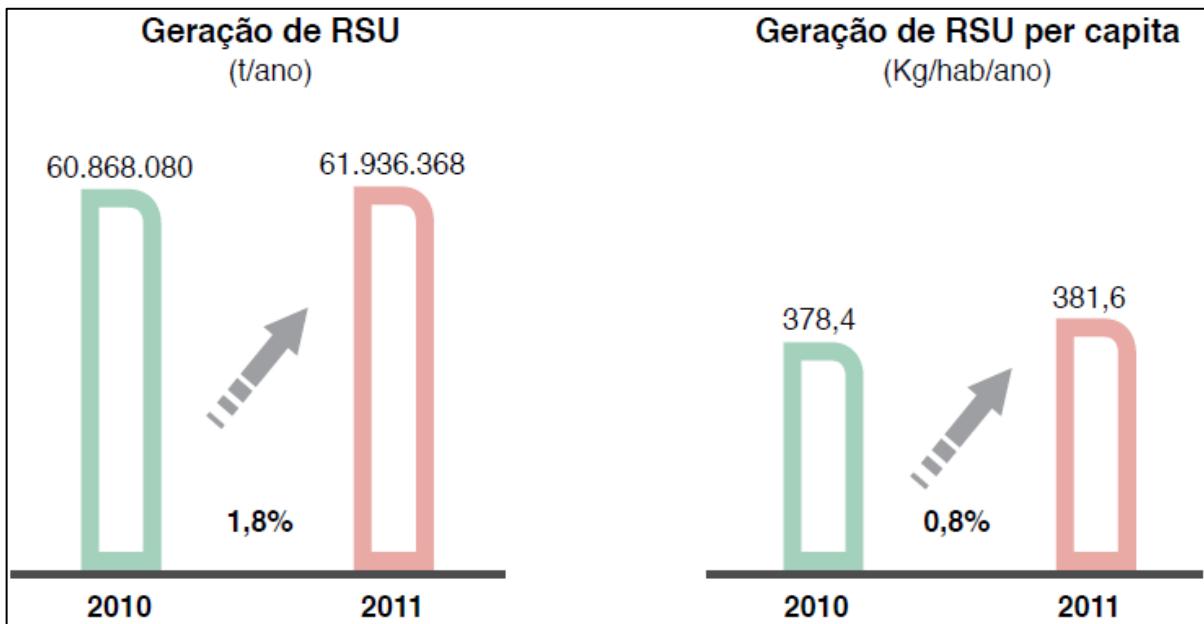


Figura 1. Geração de RSU

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

Não podendo desconsiderar que na mesma pesquisa, referente à destinação de resíduos, que significativos 58,1% do total coletado segue para aterros sanitários, porém cerca de 75mil toneladas diárias ainda têm destinação inadequada, sendo encaminhadas para lixões ou aterros controlados, os quais não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção de meio ambiente contra danos e degradações.

Para tal desalinhamento da destinação inadequada e indisciplina da população, como diretriz para ação humana, a PNRS regulamenta no Capítulo III, os planos de gerenciamento de resíduos sólidos e, através da Seção I, as regras para os planos de gerenciamento de resíduos sólidos.

É necessário gerenciar para obter o melhor resultado de destinação dos resíduos com a menor aplicação de recursos, devendo este ser o objetivo maior a ser alcançado.

6.2 A DESTINAÇÃO AMBIENTALMENTE ADEQUADA, LOGÍSTICA REVERSA E RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA

A destinação ambientalmente adequada, conforme Vladimir Kudrjawezew “é aquela que melhor recupera a energia presente nos resíduos”, ou seja, se não for possível não gerar e reduzir, a reutilização e a reciclagem são conceitos que permitem utilizar a energia composta nos materiais sem transformá-los em gás carbônico (CO_2) e outros gases nocivos ao meio ambiente.

Conforme Lei nº. 12.305/2010, no artigo 3º, visualiza-se o conceito de destinação final ambientalmente adequada, inciso VII, *in verbis*:

[...] 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;

Seguindo o raciocínio, a reciclagem permite dar nova vida à molécula, permitindo a reutilização da energia por mais um ciclo de vida do produto reciclado.

Porém, conforme a pesquisa desenvolvida pela ABRELPE (2011), a destinação inadequada dos RSU coletados precisam de maior atenção, mesmo tendo uma singela redução comparada com 2010, conforme figura 2.



Figura 2. Destinação Final dos RSU Coletados no Brasil

Fontes: Pesquisas ABRELPE 2010 e 2011.

Ainda, de acordo com a Pesquisa ABRELPE (2011):

Em 2011, dos 5.565 municípios, 3.263 (58,6%) indicaram a existência de iniciativas de coleta seletiva [...]” “[...] 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 à população ou na simples formalização de convênios com cooperativas de catadores para a execução dos serviços.

A figura 3 apresenta a quantidades/percentuais de municípios por região do Brasil que existem iniciativas de coleta seletiva.

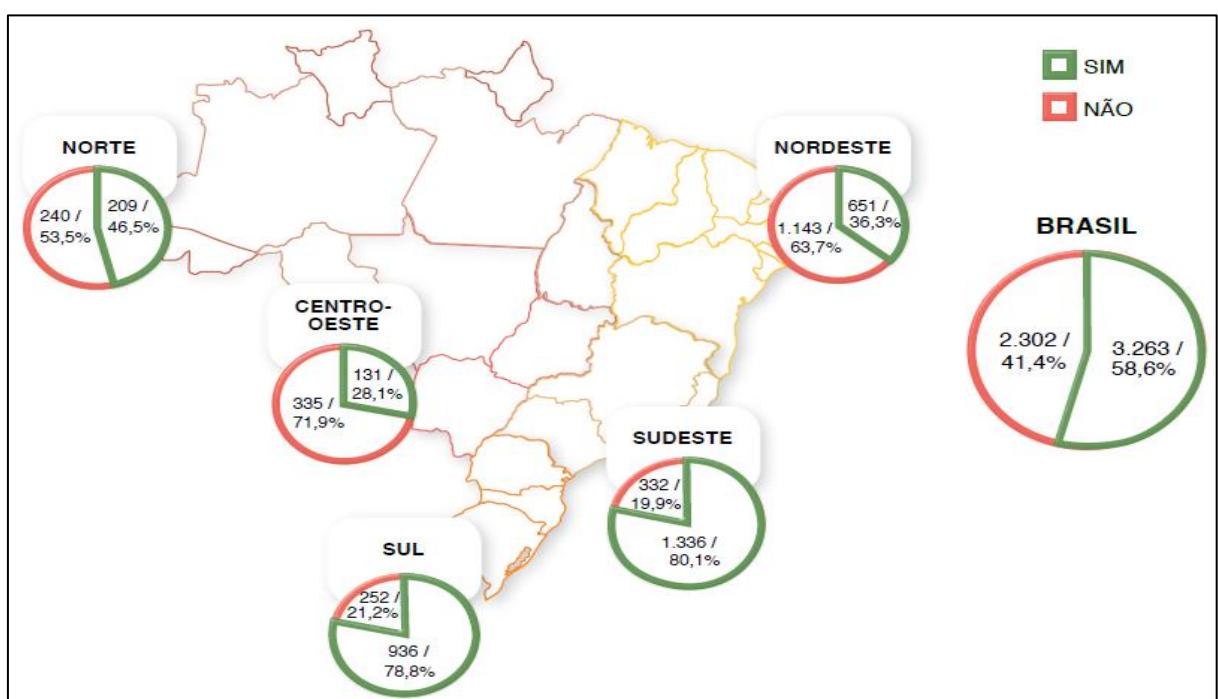


Figura 3. Quantidades / Percentuais de Municípios por Região

Fonte: Pesquisa ABRELPE 2011.

Mesmo sem se conseguir mensurar corretamente o percentual do trabalho dos catadores de materiais recicláveis pode-se considerar que possivelmente sejam os principais responsáveis por garimpar de forma autônoma, os resíduos com valor econômico.

Sendo assim, o Decreto de regulamentação da PNRS no seu capítulo III, dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, art. 58, prevê a participação em relação às cooperativas e outras formas de associações de catadores de materiais recicláveis, dando assim força de lei para uma classe considerada “informal” pela sociedade.

Porém, tais Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos confeccionados pelos municípios devem especificar claramente as atividades atribuídas às cooperativas e às associações, considerando o conteúdo mínimo previsto no art. 21 da Lei nº 12.305, de 2010, para que os locais das cooperativas e associações não se transformem em lixões.

Em paralelo com as atividades de milhares catadores de materiais recicláveis e para auxiliar na destinação final ambientalmente correta, houve a preocupação da PNRS no artigo 3º, inciso XII, em apresentar o conceito para logística reversa, *in verbis*:

[...] logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada; [...]

Segundo as pesquisadoras Ildia da Ascenção Garrido Martins Juras e Suely Mara Vaz Guimarães de Araújo (2012, p. 69):

[...] o conceito abarca atribuições não apenas dos fabricantes dos produtos colocados no mercado que geram resíduos, mas também dos importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores desses produtos e do poder público responsável pelos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos. São estabelecidas tarefas específicas, inter-relacionadas, para os diferentes atores que participam da cadeia de produção e consumo.

Dessa forma, espera-se que grande parte do material devolvido de forma correta seja reintegrada ao processo produtivo, via reutilização ou reciclagem, seja pela atitude do consumidor em enviar o material direto aos comerciantes, distribuidores, fabricantes ou importadores, ou ainda através dos pontos de coletas e das atividades dos catadores de materiais recicláveis.

Ainda neste contexto, reforça-se o conceito de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, que conforme definição PNRS, capítulo II, artigo 3º, inciso XVII, *in verbis*:

[...] responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos [...].

Sendo assim, a responsabilidade compartilhada assume um novo instrumento de tutela ambiental a ser implementada a partir de diversos instrumentos, como por exemplo: acordos setoriais, termos de compromisso e regulamentos.

Uma vez, conhecidos os responsáveis envolvidos, conforme a PNRS, é possível definir os papéis, como por exemplo: fabricantes e importadores podem ser obrigados a cuidar da destinação ambientalmente adequada, enquanto, distribuidores e comerciantes terão responsabilidade restrita à devolução do objeto ou dos resíduos aos fabricantes e/ou importadores.

Porém, o fato acima ocorrerá apenas se os consumidores realizarem ativamente seu papel na cadeia, ou seja, separar e enviar o resíduo aos pontos de coleta.

Ademais, vale reforçar a importância da participação de todas as partes nos processos mencionados, ficando de forma clara e transparente o papel de cada um, com um objetivo comum – o desenvolvimento sustentável.

6.3 A GESTÃO DO RESÍDUO SÓLIDO URBANO – RSU

Para muitos Estados e Municípios da União o gerenciamento de resíduos sólidos talvez não traga significativas novidades, pois, já vinham emprenhando esforços nas últimas décadas, principalmente nas áreas metropolitanas, para atingir resultados positivos nas políticas de saneamento e no planejamento ambiental.

Porém, não se pode descartar que a maioria dos estados e municípios brasileiros ainda são carentes no que diz respeito à gestão dos resíduos sólidos urbanos.

Sendo assim, para aqueles que já possuem algum sistema de gestão e para aqueles que ainda são carentes, a PNRS vem definir as condições pelas quais os objetivos possam ser alcançados, de modo a contemplar as diversas configurações territoriais e arranjos institucionais.

Conforme, PNRS, artigo 8º e capítulo II, dos Planos de Resíduos Sólidos, artigo 14, *in verbis*:

[...] São instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, entre outros:

I – Os planos de resíduos sólidos” [...]

“II - o Plano Nacional de Resíduos Sólidos;

II - os planos estaduais de resíduos sólidos;

III - os planos microrregionais de resíduos sólidos e os planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas;

IV - os planos intermunicipais de resíduos sólidos;

V - os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos;

VI - os planos de gerenciamento de resíduos sólidos.

Dessa forma, os planos são o alicerce para a implementação da política, definindo as condições pelas quais os objetivos principais da PNRS possam ser atingidos. A ordem de prioridade a ser observada é: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição ambientalmente adequada dos rejeitos.

Conforme Samyra Crespo e Silvano Silvério da Costa (2012, p. 284):

Não é somente na PNRS que os planos surgem como instrumento estruturador. Em verdade, o planejamento é um dos principais instrumentos da gestão. Resolver os principais problemas de manejo inadequado de resíduos sólidos de maneira voluntaria, sem o devido diagnóstico, metas, diretrizes, programas e ações estabelecidos com coerência e viabilidade técnica, e política, tornam a tarefa da gestão adequada e eficiente, elementos praticamente impossíveis.

Ainda conforme autoras citadas acima: “[...] os planos são um convite determinante aos programas e às ações de educação ambiental, pois, atingir esses objetivos vai exigir uma série de medidas complementares que podem mudar hábitos e atitudes por parte da população em geral e das instituições, que são também geradoras de resíduos.

6.3.1 Plano Nacional de Resíduos Sólidos

A Lei nº. 12.305/2010, no artigo 15, *in verbis*:

[...] Art. 15. A União elaborará, sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, com vigência por prazo indeterminado e horizonte de 20 (vinte) anos, a ser atualizado a cada 4 (quatro) anos, tendo como conteúdo mínimo:

- I - diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos;
- II - proposição de cenários, incluindo tendências internacionais e macroeconômicas;
- III - metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;
- IV - metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos;
- V - metas para a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
- VI - programas, projetos e ações para o atendimento das metas previstas;
- VII - normas e condicionantes técnicas para o acesso a recursos da União, para a obtenção de seu aval ou para o acesso a recursos administrados, direta ou indiretamente, por entidade federal, quando destinados a ações e programas de interesse dos resíduos sólidos;
- VIII - medidas para incentivar e viabilizar a gestão regionalizada dos resíduos sólidos;
- IX - diretrizes para o planejamento e demais atividades de gestão de resíduos sólidos das regiões integradas de desenvolvimento instituídas por lei complementar, bem como para as áreas de especial interesse turístico;
- X - normas e diretrizes para a disposição final de rejeitos e, quando couber, de resíduos;
- XI - meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito nacional, de sua implementação e operacionalização, assegurado o controle social.

Parágrafo único. O Plano Nacional de Resíduos Sólidos será elaborado mediante processo de mobilização e participação social, incluindo a realização de audiências e consultas públicas. [...]

Por sua vez o Decreto n. 7.404/2010 complementou a Lei, definindo o prazo de até 180 dias contados a partir da publicação do Decreto (23 de dezembro de 2010) para apresentação da proposta preliminar do Plano, que foi apresentada em junho de 2011 e a versão definitiva tem data limite de entrega até 02 de agosto de 2012.

Porém, conforme publicação, do Portal Brasil:

Apenas 560 cidades entregaram o planejamento até a data limite, 02 de agosto; novos contratos com o governo federal só serão firmados com quem cumprir a exigência.

Governos estaduais e prefeituras têm até 23 de outubro para inscreveram representantes em curso a distância, oferecido pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), para auxiliar na elaboração de planos regionais de gestão de resíduos sólidos.

De acordo com balanço do ministério, pouco mais de 560 municípios, ou seja, 10% do total das cidades brasileiras, concluíram e entregaram o planejamento até a data definida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos.⁶

6.3.2 Plano Estadual de Resíduos Sólidos

Diferente do Plano Nacional, que apresenta de forma global as necessidades a serem tratadas para o resíduo sólido urbano, o Plano Estadual, deverá ser preparado conforme diretrizes na Lei, porém, abrangendo apenas o âmbito do Estado, conforme apresentado a seguir:

[...] Art. 17. O plano estadual de resíduos sólidos será elaborado para vigência por prazo indeterminado, abrangendo todo o território do Estado, com horizonte de atuação de 20 (vinte) anos e revisões a cada 4 (quatro) anos, e tendo como conteúdo mínimo:

- I - diagnóstico, incluída a identificação dos principais fluxos de resíduos no Estado e seus impactos socioeconômicos e ambientais;
- II - proposição de cenários;
- III - metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;
- IV - metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos;
- V - metas para a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
- VI - programas, projetos e ações para o atendimento das metas previstas;
- VII - normas e condicionantes técnicas para o acesso a recursos do Estado, para a obtenção de seu aval ou para o acesso de recursos administrados, direta ou indiretamente, por entidade estadual, quando destinados às ações e programas de interesse dos resíduos sólidos;
- VIII - medidas para incentivar e viabilizar a gestão consorciada ou compartilhada dos resíduos sólidos;
- IX - diretrizes para o planejamento e demais atividades de gestão de resíduos sólidos de regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões;

⁶ Notícia: **Curso prepara estados e municípios para elaboração de planos de resíduos sólidos**. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2012/10/03/estados-e-municipios-se-preparam-para-plano-nacional-de-residuos-solidos>> publicação 03/10/2012, 14:35h>, acesso em 09 de outubro de 2012, as 20:47h.

X - normas e diretrizes para a disposição final de rejeitos e, quando couber, de resíduos, respeitadas as disposições estabelecidas em âmbito nacional;

XI - previsão, em conformidade com os demais instrumentos de planejamento territorial, especialmente o zoneamento ecológico-econômico e o zoneamento costeiro, de:

a) zonas favoráveis para a localização de unidades de tratamento de resíduos sólidos ou de disposição final de rejeitos;

b) áreas degradadas em razão de disposição inadequada de resíduos sólidos ou rejeitos a serem objeto de recuperação ambiental;

XII - meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito estadual, de sua implementação e operacionalização, assegurado o controle social.

§ 1º Além do plano estadual de resíduos sólidos, os Estados poderão elaborar planos microrregionais de resíduos sólidos, bem como planos específicos direcionados às regiões metropolitanas ou às aglomerações urbanas.

§ 2º A elaboração e a implementação pelos Estados de planos microrregionais de resíduos sólidos, ou de planos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas, em consonância com o previsto no § 1º, dar-se-ão obrigatoriamente com a participação dos Municípios envolvidos e não excluem nem substituem qualquer das prerrogativas a cargo dos Municípios previstas por esta Lei.

§ 3º Respeitada a responsabilidade dos geradores nos termos desta Lei, o plano microrregional de resíduos sólidos deve atender ao previsto para o plano estadual e estabelecer soluções integradas para a coleta seletiva, a recuperação e a reciclagem, o tratamento e a destinação final dos resíduos sólidos urbanos e, consideradas as peculiaridades microrregionais, outros tipos de resíduos.

6.3.3 Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

Por sua vez, com mais especificidades, o Plano Municipal, porém, alinhado aos Planos Nacional e Estadual, fará o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos gerados pelo município ou através do consórcio com outros municípios, que deverão contemplar no mínimo o que se propõe a seguir:

Art. 19. O plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos tem o seguinte conteúdo mínimo:

I - diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no respectivo território, contendo a origem, o volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas;

II - identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos, observado o plano diretor de que trata o § 1º do art. 182 da Constituição Federal e o zoneamento ambiental, se houver;

III - identificação das possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros Municípios, considerando, nos critérios de economia de escala, a proximidade dos locais estabelecidos e as formas de prevenção dos riscos ambientais;

IV - identificação dos resíduos sólidos e dos geradores sujeitos a plano de gerenciamento específico nos termos do art. 20 ou a sistema de logística reversa na forma do art. 33, observadas as disposições desta Lei e de seu regulamento, bem como as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;

V - procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, incluída a

disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos e observada a Lei nº 11.445, de 2007;

VI - indicadores de desempenho operacional e ambiental dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;

VII - regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS e demais disposições pertinentes da legislação federal e estadual;

VIII - definição das responsabilidades quanto à sua implementação e operacionalização, incluídas as etapas do plano de gerenciamento de resíduos sólidos a que se refere o art. 20 a cargo do poder público;

IX - programas e ações de capacitação técnica voltados para sua implementação e operacionalização;

X - programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos;

XI - programas e ações para a participação dos grupos interessados, em especial das cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda, se houver;

XII - mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos;

XIII - sistema de cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, bem como a forma de cobrança desses serviços, observada a Lei nº 11.445, de 2007;

XIV - metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;

XV - descrição das formas e dos limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa, respeitado o disposto no art. 33, e de outras ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

XVI - meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito local, da implementação e operacionalização dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20 e dos sistemas de logística reversa previstos no art. 33;

XVII - ações preventivas e corretivas a serem praticadas, incluindo programa de monitoramento;

XVIII - identificação dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos, incluindo áreas contaminadas, e respectivas medidas saneadoras;

XIX - periodicidade de sua revisão, observado prioritariamente o período de vigência do plano plurianual municipal.

§ 1º O plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos pode estar inserido no plano de saneamento básico previsto no art. 19 da Lei nº 11.445, de 2007, respeitado o conteúdo mínimo previsto nos incisos do **caput** e observado o disposto no § 2º, todos deste artigo.

§ 2º Para Municípios com menos de 20.000 (vinte mil) habitantes, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos terá conteúdo simplificado, na forma do regulamento.

§ 3º O disposto no § 2º não se aplica a Municípios:

I - integrantes de áreas de especial interesse turístico;

II - inseridos na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional;

III - cujo território abrange, total ou parcialmente, Unidades de Conservação.

§ 4º A existência de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos não exime o Município ou o Distrito Federal do licenciamento ambiental de aterros sanitários e de outras infraestruturas e instalações operacionais integrantes do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos pelo órgão competente do Sisnama.

§ 5º Na definição de responsabilidades na forma do inciso VIII do **caput** deste artigo, é vedado atribuir ao serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos a realização de etapas do gerenciamento dos resíduos a que se refere o art. 20 em desacordo com a respectiva licença ambiental ou com normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e, se couber, do SNVS.

§ 6º Além do disposto nos incisos I a XIX do **caput** deste artigo, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos contemplará ações específicas a serem desenvolvidas no âmbito dos órgãos da administração pública, com vistas à utilização racional dos recursos ambientais, ao combate a todas as formas de desperdício e à minimização da geração de resíduos sólidos.

§ 7º O conteúdo do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos será disponibilizado para o Sinir, na forma do regulamento.

§ 8º A inexistência do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos não pode ser utilizada para impedir a instalação ou a operação de empreendimentos ou atividades devidamente licenciados pelos órgãos competentes.

§ 9º Nos termos do regulamento, o Município que optar por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, assegurado que o plano intermunicipal preencha os requisitos estabelecidos nos incisos I a XIX do **caput** deste artigo, pode ser dispensado da elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos.

6.3.4 Uma Nova Visão: a Política dos 3R's

Pode-se afirmar que o movimento ambiental começou séculos atrás, como uma resposta à industrialização. No século XIX, os poetas românticos britânicos exaltaram as belezas da natureza, enquanto o escritor americano Henry David Thoreau pregava o retorno da vida simples, regrada pelos valores implícitos na natureza. Foi uma dicotomia que continuou até o século XX. (ONU, 2012)

Tendo como princípio a preservação do meio ambiente para as gerações atuais e futuras, durante Conferência da Terra, realizada no Rio de Janeiro em 1992, e o 5º Programa Europeu para o Ambiente e Desenvolvimento, realizado em 1993 foi sugerido um conjunto de ações, conhecida como a Política dos 3R's: **Reducir, Reutilizar e Reciclar**.

Fortalecendo assim o conceito dos 3R's, mas ampliando a visão, a Política Nacional de Resíduos, em seu capítulo II, artigo 3º, inciso XI, traz a definição de gestão integrada de resíduos sólidos, *in verbis*:

“conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.”

É notório que o texto não se limitou apenas aos aspectos operacionais, mas o ampliou trazendo as demais dimensões que conforme pesquisador JR PHILIPPI (2012) afirma o princípio da PNRS:

Dimensão política: [...] permite tratar os acordos necessários e da superação de eventuais conflitos de interesse que representem barreiras à implementação de boas práticas e soluções economicamente viáveis para os resíduos.

Dimensão econômica: [...] reforça à necessidade prática de se viabilizar as soluções para resíduos sólidos, bem como abre o caminho para definição e implantação dos instrumentos econômicos que favoreçam as posturas ambientalmente saudáveis por parte dos diversos atores sociais.

Dimensão ambiental: [...] minimização dos impactos ambientais.

Dimensão cultural: [...] necessidade de levar em consideração os hábitos e os valores das populações locais, quando da definição dos métodos e dos procedimentos a serem implantados para o gerenciamento dos resíduos sólidos.

Dimensão social: [...] aponta a necessidade de controle social.

Dessa forma, para obter sucesso quanto à implantação da gestão integrada de resíduos sólidos há de se considerar além dos três “R” um quarto “R”, ou seja: **Repensar**, para assim, evitar a geração de resíduos.

Sendo assim é necessário que se constitua um programa de educação ambiental, que sensibilize desde a educação formal (através dos professores e alunos); não formal, através de cursos técnicos e competências que operacionalizem os programas e a informal, através de uma nova cultura que possibilite o desenvolvimento de novas representações sociais no plano coletivo.

O desafio é trazer a educação ambiental como formação de cidadania, condição essencial para a existência de um sistema de gestão integrado de resíduos sólidos.

7 A IMPLANTAÇÃO DA USINA DE RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA: QUEBRANDO PARADIGMAS

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizada pelo IBGE, em 2000, constatou-se que eram coletados de forma estimada, 125,5 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos, no Brasil, indicando que a principal forma de destinação são os aterros controlados e sanitários. Porém, grande parte dos RSU ainda é destinada a lixões.

Conforme EPE (2008):

O aproveitamento energético de RSU é, de fato, uma alternativa promissora. De imediato, se apresenta a alternativa de geração de energia elétrica. Neste caso, embora não se trate de potencial com dimensão suficiente para sustentar uma estratégia de expansão da oferta de energia elétrica do país no longo prazo, a geração de eletricidade a partir de RSU é, sem dúvida, elemento importante de uma estratégia regional ou local e, portanto, não deve ser desconsiderada.

Na realidade, é necessária a quebra de paradigma por parte da população quanto aos benefícios socioeconômicos e tecnológicos que uma Usina de Recuperação Energética pode trazer, desde que alinhada a sua implantação com as diretrizes da PNRS e demais órgãos ambientais, já que outras tecnologias tais como pirólise, gaseificação, plasma são poucas difundidas no Brasil.

Conforme Agenda 21, ONU, 1992:

aproximadamente 5,2 milhões – incluindo 4 milhões de crianças – morrem por ano de doenças relacionadas com o lixo. Metade da população urbana nos países em desenvolvimento não têm serviços de despejo de lixo sólido. Globalmente, o volume de lixo municipal produzido deve dobrar até o final do século e dobrar novamente antes do ano 2025.

Dessa forma, apenas os processos de reciclagem não poderão sozinho resolver o problema de resíduos sólidos urbanos, sendo necessário um movimento maior que envolva todos os participantes da cadeia de geração de resíduos sólidos urbanos para implantação da Usina de Recuperação Energética, tendo como diretrizes a Política Nacional de Resíduos Sólidos e seus planos integrados.

Por sua vez, é totalmente entendido o conceito negativo que a sociedade criou com relação aos incineradores, pois a história demonstra que a primeira geração (1950 – 1965) de incineradores instalados não apresentavam qualquer tipo de tratamento para liberação dos gases do processo para a atmosfera e o objetivo era apenas a redução do volume do lixo.

A segunda geração (1965-1975) compreendeu os incineradores com os primeiros sistemas de proteção ao meio ambiente, reduzindo assim, as emissões de gases para a atmosfera. Surgiu também nesta fase, o interesse em recuperar o calor para gerar energia elétrica.

Já, os incineradores de terceira geração (1975-1990) evoluíram ainda mais na performance energética e no desenvolvimento das normas de proteção ambiental, visto que empregavam sistemas complexos para lavagem dos gases e permitiam a redução das emissões dos gases ácidos, com a neutralização do ácido clorídrico (HCl), óxido de enxofre (SO_x), ácido fluorídrico (HF) e metais pesados. Suas caldeiras foram melhoradas, consequentemente trazendo melhorias nos processos de combustão dos compostos orgânicos e sua automação passou a ser centralizada.

Na quarta geração (1990-atual), os incineradores trazem um sistema ainda mais sofisticado, avançam na remoção de outros poluentes como óxido de nitrogênio (NO_x), dioxinas e furanos. Aparecem as tecnologias de tratamento para produção de resíduos inertes, que podem ser reciclados ou dispostos sem nenhum problema ao meio ambiente. (AMARAL MENEZES; GERLACH; MENEZES, 2000)

Graças ao avanço tecnológico e aos movimentos verdes, a incineração no Brasil tem papel relevante no Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos contextualizado na PNRS.

7.1 A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS URBANOS E A USINA DE RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, através da Lei nº. 12.305/2010 enfatizou em seu texto, os conceitos como logística reversa, responsabilidade compartilhada e o papel dos catadores de materiais recicláveis para destinação ambientalmente correta. Além, de instituir a ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos.

Porém, ainda cabe uma pergunta: o que fazer com os volumes de resíduos sólidos gerados impossibilitados de reutilização ou reciclagem?

Talvez a resposta para tal pergunta esteja na própria letra da PNRS em seu artigo 9º, § 1º, *in verbis*:

Poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental.

Observa-se que no termo acima citado na PNRS, referência à palavra “tecnologia” permitindo assim, neste momento considerar como sendo uma Usina de Recuperação Energética, também conhecida como Usina de Incineração.

Dessa forma, um empreendimento que uma vez construído e implantado de acordo com as exigências técnicas e ambientais, poderá trazer benefícios significativos à sociedade. Pois, a Usina de Recuperação Energética ou Usina de Incineração gera em seu processo energia elétrica, calor e a redução do resíduo sólido, conhecido como rejeito, para destinação ambientalmente adequada nos aterros controlados, levando assim, a eliminação dos lixões.

7.2 O APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DO RESÍDUO SÓLIDO URBANO E SUAS TECNOLOGIAS⁷

Conforme apresentado, apenas a reciclagem e programas de incentivo à redução dos resíduos ainda são insuficientes para a diminuição efetiva do volume entregue aos aterros, que por sua vez, encontram-se saturados, principalmente nas grandes cidades. Esse fato faz com que o transbordo seja realizado em locais distantes do ponto gerador, elevando assim o custo de transporte.

De acordo com especialistas do setor elétrico, se o lixo reciclável fosse tratado e separado corretamente, a estimativa de potencial de geração de energia a partir de resíduos no Brasil, seria na ordem de 2 mil MW.(ARAUJO, Set/Out 2010)

É neste contexto, que a Usina de Reaproveitamento Energético vem ganhando força, pois, visa coletar, separar e reaproveitar o lixo para produzir energia elétrica, através das tecnologias existentes e com destinação ambiental correta. Conforme apresentado de forma ilustrativa na figura 4.

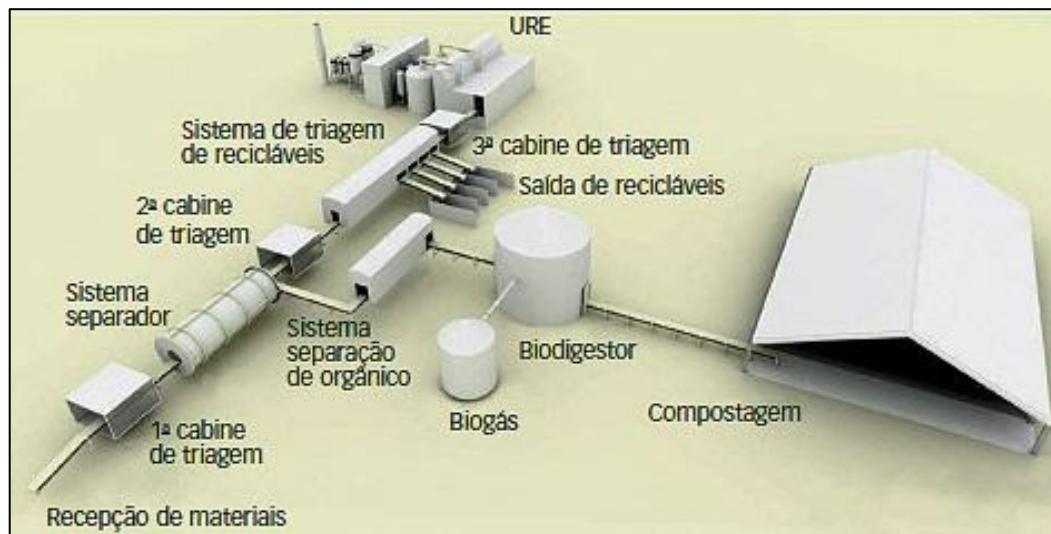


Figura 4. Usina de Recuperação Energética.

Fonte: <http://www.infraestruturaurbana.com.br/solucoes-tecnicas/5/artigo224674-1.asp>.

⁷ O presente item baseou-se principalmente no trabalho de BONTOUX, Laurent. **The Incineration of Waste in Europe: Issues and Perspectives.** Institute for Prospective Technological Studies Seville. ECSC-EEC-EAEC. Brussels. Luxembourg. March 1999. p.10-11

Apenas reforçando o conceito a incineração, também conhecida como “mass burning”, é a tecnologia mais explorada e aplicada mundialmente por tratar os RSU e reaproveitar o seu conteúdo energético.

E através da figura 5 observam-se os possíveis equipamentos que poderão ser empregados em uma planta de recuperação energética. Considerando:

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

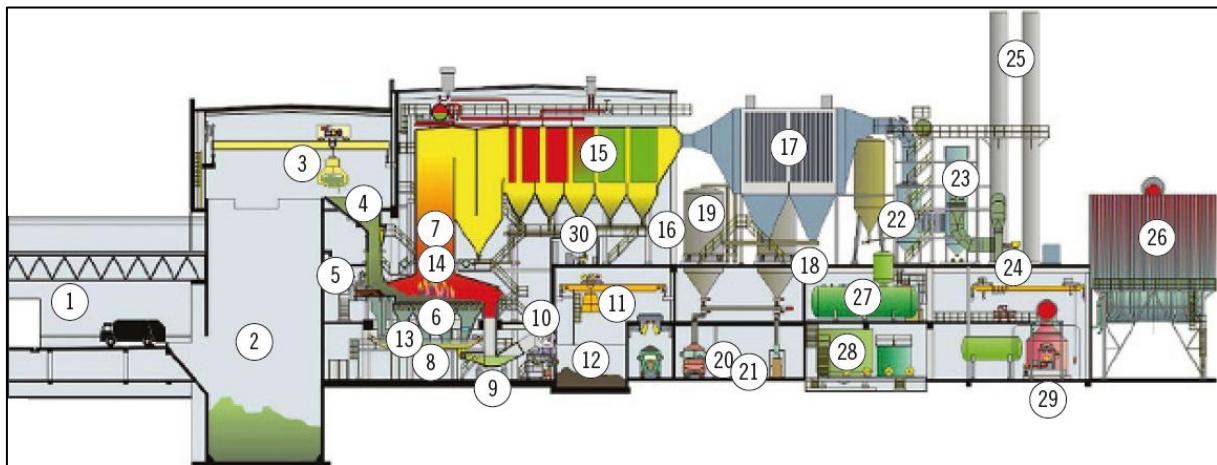


Figura 5. Planta de Incineração com seus equipamentos.

Fonte: ABRELPE, Caderno Informativo – Recuperação Energética, 2012.

Por sua vez, vale ressaltar que na Usina de Recuperação Energética, 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. (ABRELPE, 2011)

Para tanto, de acordo com site Pollution Issues⁸, os três T's de combustão, conhecidos como temperatura, turbulência e tempo de residência, variáveis estas que devem estar presentes em conjunto com o oxigênio para que a reação ocorra. A variação de um ou mais dos 3T's do processo de combustão são os responsáveis em modificar as principais diferenças das tecnologias para incineração.

Sendo assim, a temperatura determina a velocidade de combustão dos compostos orgânicos. O tempo de residência na câmara de combustão permite que algumas reações que destroem os compostos poluentes ocorram, sendo que tal tempo varia de acordo com o tipo de

⁸ Pollution Issues, **Incineration**. Disponível em <http://www.pollutionissues.com/Ho-Li/Incineration.html>, acesso em 03 de outubro de 2012, as 20:15h.

forno e resíduo processado. Já a turbulência no forno, é a responsável por determinar uma mistura mais homogênea do resíduo (combustível) com o oxigênio (comburente), aumentando a eficiência da reação de combustão.⁹

Segundo Bontoux (1999), a quantidade de emissão de gases gerados do processo de incineração depende em grande parte da natureza dos resíduos e da presença ou não de um pré-tratamento, como por exemplo: a reciclagem, das tecnologias utilizadas e da condição de funcionamento da instalação. Porém, como parâmetro global, a temperatura de combustão deve estar entre 850 a 1100°C.

Existem no mercado diversos modelos de incineradores, porém, a escolha pela tecnologia adequada depende do tipo de resíduo a ser queimado, ou seja, da quantidade e a características do resíduo, que por sua vez, pode ser líquido, semissólido ou sólido.

Consequentemente, o incinerador de resíduo não pode ser considerado apenas como um forno isolado, mas sim, que faz parte de uma instalação industrial, composta, por exemplo, de armazenamento e gestão de resíduos, do alimentador de resíduos, da combustão na fornalha, da recuperação do calor seguido do vapor e produção de eletricidade, do controle da poluição do ar (tratamento de gases) e da manipulação dos resíduos finais – rejeitos (cinzas e águas residuais).

É importante ainda considerar que a fase de combustão pode ser subdividida, em: secagem, aquecimento e liberação das substâncias voláteis dos resíduos, ignição e oxidação das substâncias voláteis e a queima do carbono na presença de oxigênio.

Sendo no momento da combustão, que ocorre a emissão de gases, que se não forem controlados e tratados podem ser nocivos ao meio ambiente e à população. Por isso, os órgãos ambientais e as novas diretrizes da Lei nº. 12.305/2010 exigem cada vez que as tecnologias estejam em constante aperfeiçoamento visando o atendimento as normas ambientais.

Por exemplo, para realizar a recuperação energética que acontece no forno através da caldeira localizada na câmara de combustão é necessário que se tenha água de circulação para

⁹ Pollution Issues, **Incineration**. Disponível em < <http://www.pollutionissues.com/Ho-Li/Incineration.html> >, acesso em 03 de outubro de 2012 às 20:15h.

recuperar o calor dos gases de combustão sob a forma de vapor ou água quente. Para que isso ocorra da melhor forma possível, existem diferentes projetos que utilizam parede de água e feixe de tubo de aço, entre outros.

7.2.1 Forno de Grelha

O forno de grelha é uma das tecnologias mais antigas e comuns para incineração de resíduos sólidos urbanos. Exige um mínimo de pré-tratamento do resíduo que alimenta o forno e aceita quantidades que podem variar de 50 a 2000 toneladas por dia.

Tal equipamento é composto por um forno que opera em temperatura de 750 a 1000°C no qual os resíduos são queimados sobre a grelha. O ar para a combustão é fornecido através de ventiladores ou ventoinhas instalados sobre a grelha, que podem ser fixas ou móveis. As grelhas móveis são concebidas para aumentar o fluxo de ar e misturar a massa no momento da queima, com o objetivo de conseguir uma combustão mais completa. Estas variações resultam em diferenças significativas em termos de emissões de gases e na quantidade e qualidade das cinzas produzidas.

7.2.2 Forno Rotativo

O incinerador de forno rotativo não é muito conhecido para a incineração de resíduos sólidos urbanos, mas é comumente usado para a incineração de resíduos perigosos. Um forno rotativo gira os resíduos numa fornalha cilíndrica de modo a otimizar a mistura e proporcionar uma queima uniforme. Geralmente funciona numa faixa de temperatura de gás de 800 a 1000°C, e, eventualmente com uma câmara de pós-combustão para atingir temperaturas de 850 a 1200°C. Na sua maioria, os fornos rotativos são operados de forma contínua, mas também podem ser operados por lote.

7.2.3 Forno de Leito Fluidizado

O forno de leito fluidizado é uma tecnologia que consiste num leito com areia e realiza a incineração do resíduo numa faixa de temperatura de 750 a 1000°C (mais tipicamente entre 750 a 850°C), com uma alta eficiência de combustão.

A combustão neste tipo de forno é realizada através de um processo de fluidização na câmara. Este processo de fluidização se inicia quando uma camada de um material inerte (normalmente areia que é uma partícula granular sólida) é suspenso por um fluxo de ar ou gás dentro da câmara. Esse fluxo de ar é injetado na câmara pelo fundo e pelos lados da mesma. O aumento da velocidade do fluxo do gás faz com que este fluxo suspenda as partículas inertes presentes. Neste estágio o combustível (opcional) e o adsorvente (normalmente calcário) já podem começar a ser injetados dentro do forno, e todas as partículas na câmara já se encontram em um “estado líquido”, fluidizado. Este mesmo ar utilizado para movimentar o “fluído” dentro da câmara também é utilizado como ar de combustão primária.

Dois tipos principais de leitos fluidizados são conhecidos atualmente para a combustão de resíduos: os **borbulhantes** em que a velocidade do ar é mantida próxima do máximo acima do qual o material do leito é arrastado; os **circulantes** em que a velocidade do ar é suficientemente elevada para arrastar parte do material do leito, que é então capturado e devolvido ao leito. Este segundo modelo admite mais combustível a ser queimado porque mais calor pode ser levado para fora do leito pelo material recirculado.

Em termos de eficiência de recuperação de energia, o forno de leito fluidizado tem uma vantagem sobre os fornos de grelha, pois pode operar com apenas 30-40% de excesso de ar.

7.3 USINA DE RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA: EMISSÕES E RESÍDUOS¹⁰

A combustão decompõe termicamente a matéria através da oxidação, reduzindo e minimizando o volume de resíduos, destruindo a sua patogenicidade, juntamente com a parte da sua toxicidade ligada a compostos orgânicos.

Depois da combustão, os resíduos são convertidos em gás carbônico (CO_2), cinzas, água e pequenas quantidades de uma variedade de resíduos voláteis e sólidos (por exemplo: fuligem de monóxido de carbono). Dependendo da composição incial dos resíduos (e, por vezes, dos combustíveis utilizados para suportar a combustão), compostos contendo átomos de halogênio, nitrogênio, enxofre e metais podem ser produzidos.

Tais compostos são prejudiciais para o ambiente e por isso possuem limites de emissão. Assim, para cumprir os requisitos, os incineradores precisam ser equipados com dispositivos como lavadores, precipitadores, unidades de filtração ou membranas.

A natureza e quantidade de tais emissões depende, em grande parte, do tipo dos resíduos, mas também das condições de combustão (propriedades físicas dos resíduos, o nível de oxigênio presente, turbulência, temperatura, tempo, e assim por diante).

Além da água utilizada no processo, existem basicamente quatro tipos de emissões liberadas para atmosfera a partir da incineração de resíduos:

- Gases: monóxido de carbono (CO), gás carbônico (CO_2), óxido de nitrogênio (NO_x), dióxido de enxofre (SO_2), entre outros;
- Poeira mineral: cinzas volantes;
- Metais pesados: chumbo (Pb), cobre (Cu), mercúrio (Hg), cádmio (Cd), níquel (Ni);
- Moléculas orgânicas: fuligem, hidrocarbonetos, dioxinas e furanos, entre outros.

¹⁰ O presente item baseou-se principalmente no trabalho de BONTOUX, Laurent. **The Incineration of Waste in Europe: Issues and Perspectives**. Institute for Prospective Technological Studies Seville. ECSC-EEC-EAEC. Brussels. Luxembourg. March 1999. p.14-17.

Dessa forma, os tratamentos dos gases de combustão fazem parte da instalação com o objetivo único de reduzir as emissões enviadas à atmosfera e causar danos ao meio ambiente e a população local.

Neste contexto, é evidente que os gases (no caso de qualquer instalação de combustão) podem contribuir para o aquecimento global, acidificação e em menor proporção à destruição do ozono troposférico e poluição. Deve-se também considerar os efeitos sobre a saúde humana (por exemplo, a irritação dos pulmões pela inalação de óxidos de enxofre), além da corrosão das caldeiras.

Neste contexto, 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, como por exemplo: São Paulo, 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. (ABRELPE, 2012)

A figura 6, apresenta os limites de emissões para Usinas de Recuperação Energética de resíduos.

Parâmetro	Unidade	EPA (i)	EU (ii)	SMA (iii)	CONAMA (iv)
MP	mg/Nm ³	20	10	10	70
NOx	mg/Nm ³	210	200	200	560
SOx	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

i. EPA 40 CFR Part 40 (Agencia 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).

Figura 6. Limites de emissões para Usinas de Recuperação de resíduos.

Fonte: ABRELPE, Caderno Informativo – Recuperação Energética, 2012.

7.4 A USINA DE RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA: ASPECTOS POSITIVOS E ASPECTOS NEGATIVOS

De acordo com o cenário apresentado para implantação da Usina de Recuperação Energética, vale ressaltar os aspectos positivos e negativos listados a seguir.

7.4.1 Aspectos Positivos (ABRELPE, 2012)

- Contribui para o desenvolvimento sustentável;
- Benefícios econômicos obtidos com a geração de energia através de um insumo alternativo e renovável;
- 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.

7.4.2 Aspectos Negativos

- Falta de esclarecimento da população quanto empreendimento;
- Problemas para operar abaixo da capacidade dos fornos;
- Altos custos de investimento e de operação;

- Necessidade de contratos de longo prazo de fornecimento de resíduos para utilização da capacidade da Usina.

7.5 ASPECTOS AMBIENTAIS E SAÚDE¹¹

7.5.1 As dioxinas e furanos

Uma das questões mais preocupantes em torno da incineração de resíduos é a da possível produção e liberação de policlorados di-benzo dioxinas policloradas e di-benzo furanos (dioxinas (D) e furanos (F)). A razão para este estado é que as dioxinas e furanos em doses elevadas foram identificadas como agentes causadores de câncer em alguns mamíferos.

Dioxinas e furanos (D/F) liberados pela incineração de resíduos podem ter três tipos de origem. Em primeiro lugar, elas podem já estar presentes no resíduo que não foi destruído devido às temperaturas de incineração insuficientes (<800°C), porém, isto atualmente é raro. Em segundo lugar, D/F pode ser formados a temperaturas de 500 a 700°C na fase gasosa, se as moléculas orgânicas e os doadores de cloro (tal como cloreto de sódio (NaCl), cloreto de vinila (PVC), ácido clorídrico (HCl)) estiverem presentes. Em terceiro lugar, D/F pode ser formados por uma variedade de mecanismos da fase sólida (a menos de 500°C) em partículas que fluem através do incinerador (fuligem, por exemplo).

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. (ABRELPE, 2012)

¹¹ O presente item baseou-se principalmente no trabalho de BONTOUX, Laurent. The Incineration of Waste in Europe: Issues and Perspectives. Institute for Prospective Technological Studies Seville. ECSC-EEC-EAEC. Brussels. Luxembourg. March 1999. p.19-22.

7.5.2 Metais Pesados e Sais

Infelizmente, os metais pesados (cádmio (Cd), cromo (Cr), mercúrio (Hg) ou chumbo (Pb)) não podem ser destruídos, mesmo por combustão. A sua volatilidade e lixiviabilidade são influenciados pelas condições de incineração e alguns tendem a escapar através da chaminé.

A fim de evitar efeitos adversos à saúde humana e ao meio ambiente, duas opções estão disponíveis.

A primeira opção e preferível é a realização da triagem para remover, tanto quanto possível, os resíduos antes da incineração. Uma vez que o âmbito desta primeira opção é limitado, a segunda opção é, por conseguinte, diminuir a sua biodisponibilidade. Quando os resíduos são tratados termicamente, a única possibilidade é a de transformar os metais em sólidos, a forma não lixiviável.

Isto significa que as emissões atmosféricas devem ser reduzidas, tanto quanto possível através da captura do gás de combustão e que os metais na fase sólida (cinzas, escória) possam ser recuperados através da reciclagem. Porém, recentes desenvolvimentos tecnológicos nesta direção, ainda estão aquém de uma solução generalizada para este problema.

Porém, algumas combinações desses metais são importantes para algumas indústrias, como por exemplo: a metalúrgica que utiliza em seu processo a combinação de cádmio (Cd) com cromo (Cr) e as indústrias de não ferrosos utilizam cobre (Cu) em conjunto com níquel (Ni).

O ferro (Fe) e o alumínio (Al) são menos tóxicos e podem também atuar como catalisadores. No entanto, são elementos essenciais para a fabricação de cimento.

Por conseguinte, esta lista está longe de ser definida, mas ilustra a diversidade de questões levantadas pelos vários metais presentes nos resíduos e as possibilidades para

combiná-los em determinados processos para que possa obter um resultado ótimo (por exemplo: ferro (Fe) e alumínio (Al) utilizado nos fornos de cimento).

Conforme apontado os metais pesados estão presentes em concentrações relativamente elevadas em cinzas e escórias, mas isto ainda não é suficiente para tornar atraente a recuperação desses metais. Mas vale ressaltar que uma série de pesquisas está sendo realizada no sentido de melhorar a capacidade de recuperação dos metais e outros minerais.

7.5.3 Emissões de CO₂ e Aquecimento Global¹²

Em virtude dos primeiros sinais evidentes das mudanças climáticas causados pela ação do homem, em 1997, durante a 3º 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).

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.

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

¹² O presente item baseou-se principalmente no trabalho da ABRELPE, **Caderno Informativo – Recuperação Energética**, 2012, p.19.

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.

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.

7.5.4 Outras Emissões e Controles: Óxido de Nitrogênio (NOx) e Dióxido de Enxofre (SOx)

As condições de combustão influenciam o tipo de emissões produzidas. Por exemplo, a combustão em alta temperatura (> 1400°C), aumenta a emissão de NOx térmico de nitrogênio atmosférico.

Tendo em vista as preocupações ambientais e de saúde, as emissões provenientes de instalações em que ocorre a combustão, como por exemplo a Usina de Incineração, é necessário aplicar sistemas de tratamento de gás nas chaminés para reduzir as emissões específicas: poeira e dióxido de enxofre (SO₂), entre outras.

A variedade de tecnologias implementadas é grande, tais como: purificadores de secos e molhados, precipitadores eletrostáticos, ciclones, filtros de carvão ativado, filtros de mangas, entre outros. Estes processos utilizam energia para transferir a poluição do ar para uma fase sólida. Os purificadores úmidos transferem os contaminantes a uma fase de água que precisa de tratamento adicional.

Todos os tratamentos de gases de combustão impactam de forma negativa sobre o equilíbrio de energia dos sistemas de queima dos resíduos.

7.6 ASPECTOS SOCIAIS¹³

Infelizmente a aceitação da população do Brasil para implantação da Usina de Recuperação Energética, ainda é muito baixa, assim como na Europa, pois, a população não quer viver perto de um incinerador de resíduos, devido ao medo das emissões tóxicas, como as dioxinas e furanos. Isso cria dilemas e dificuldades para abertura de novas instalações com melhor tecnologia e ambientalmente adequadas.

Outro ponto que merece relevância é a situação dos catadores de materiais recicláveis que realizam de forma informal e barata a coleta e disponibilização dos resíduos.

Com isso, no Brasil, pode surgir uma pressão social que crie dificuldades para estabelecer metas de infraestrutura de gestão de resíduos tanto nas questões estaduais e municipais, além de afetar o modo de pensar e agir, pela Lei nº 12.305/2012, ou seja, não geração, redução, reutilização e reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos urbanos.

Consequentemente, nos debates que envolvem a implantação da Usina de Recuperação Energética é imprescindível o uso de uma comunicação eficiente, trazendo condições para que a população fique esclarecida e propensa a aceitação da causa. Isso vem a demonstrar a importância de sua própria responsabilidade, pois o estilo de vida da população tem consequências importantes sobre a geração de resíduos e pela eficiência no processo de incineração.

Em contrapartida, um bom exemplo ocorreu na cidade de Copenhagen. Graças a uma combinação de um rigoroso padrão ambiental e um elevado nível de transparência, a população aceitou a instalação de um incinerador muito perto do centro da cidade. Este trouxe como vantagens a combinação de minimizar os custos de transporte para o transbordo dos resíduos sólidos, além de permitir o aquecimento nas casas, resultando em um balanço energético global excelente.

¹³ O presente item baseou-se principalmente no trabalho de BONTOUX, Laurent. **The Incineration of Waste in Europe: Issues and Perspectives**. Institute for Prospective Technological Studies Seville. ECSC-EEC-EAEC. Brussels. Luxembourg. March 1999. p.27-28.

Como nesse caso, mais esforço de comunicação e de responsabilidade deve ser feito no Brasil. Mais informações reais sobre a gestão de resíduos devem chegar ao público e a tomada de decisão deve levar em conta as preferências da população, considerando que, posições políticas nesta área devam ser evitadas tanto quanto possível.

8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme relatado inicialmente, não foi realizado nenhum tipo de experimento para obter dados que definam as melhores práticas e tecnologias que minimizem ou eliminem o grande desafio sobre a produção de resíduo sólido urbano e seu destino ambientalmente correto.

Cabe destacar que é necessário que temas como resíduo sólido urbano, sua geração, destinação e impactos ambientais devam ser incorporados no cotidiano da sociedade brasileira para conscientização e mudança cultural, tendo como linha base a Política Nacional de Resíduo Sólido nº. 12.305/2010.

E porque não, intensificar ainda mais intercâmbios de conhecimento com países que vem evoluindo de forma diferenciada no mundo com relação à destinação final do resíduo, tais como: Estados Unidos, Japão e Europa e assim, aplicar com mais assertividade as soluções no Brasil.

Porém, os desafios com relação aos resíduos estão longe de ser finalizados, surgindo assim questionamentos, ou seja:

- Que medida tomar (ou se há alguma medida) quanto ao aumento da geração dos resíduos, fenômeno este relacionado diretamente ao crescimento populacional e de forma intrínseca com o comportamento social? Visto que, com o aumento do poder aquisitivo, nota-se um aumento do consumo de produtos muitas vezes de material descartável e de menor durabilidade.
- Como agir diante de uma população em que não está enraizada em sua cultura efetiva a separação dos resíduos gerados? Fazendo assim, de forma incorreta o manejo diferenciado dos diversos tipos e classes de resíduos, que podem causar um grande impacto ambiente quando disposto no aterro.

- Como promover a destinação final do resíduo de forma ambientalmente correta, visto que há um déficit de 42% (ABRELPE, 2012) de destinação inadequada? Será somente através do cumprimento da PNRS, exigindo que até 2014 ocorra a regularização da destinação final, sob pena da aplicação da lei de crimes ambientais?
- E como eliminar a informalidade dos catadores de materiais reciclados? Pois, com tal informalidade fica cruel o gerenciamento para que avanços maiores sejam alcançados, tais como: dados reais e concretos sobre a reciclagem no Brasil, melhores condições operacionais para os catadores, eliminação da concorrência desleal de uma destinação fácil e barata, sem comentar sobre a ausência de instrumentos econômicos e de incentivos tributários que poderiam alavancar as atividades da reciclagem.

Dessa forma é necessário superar esses desafios e encarar o resíduo sólido sob novas perspectivas, pois para atendimento a Lei nº. 12.305/2010, que institui a PNRS, ações radicais precisam ser tomadas em todos os âmbitos, quando observadas à situação atual da maioria das cidades do Brasil, no que diz respeito à destinação final do resíduo sólido.

9 CONCLUSÃO

Finalizando o presente trabalho, pouco se poderá fazer se não houver sinergia entre Governantes, Estados, Municípios e a população, pois ações pontuais e isoladas não resolveram definitivamente o problema dos resíduos sólidos e os danos à natureza persistiram de forma cada vez mais agressiva, causando danos muitas vezes irreversíveis ao meio ambiente e sociedade.

Quanto a possível solução tecnológica descrita é necessário intensificar intercâmbios com países que utilizam há anos a incineração, tais como: Europa, Estados Unidos e Japão, além de conhecer o tipo de resíduo sólido a ser utilizado dentro dos fornos de incineração para promover o tratamento correto dos gases que serão emitidos à atmosfera, operando assim, de acordo com os padrões ambientais permitidos.

Dessa forma é através da conscientização e ações positivas de toda a sociedade pública e privada, seja dentro das escolas e universidades, das mídias de telecomunicação, não importando classe social, raça, credo ou crença, que será possível minimizar ou quem sabe, eliminar a destinação ambientalmente incorreta dos resíduos sólidos, conforme exigido pela Lei.

E assim, incorporar uma nova postura ambientalmente correta, ou seja, dentro das diretrizes da Lei – não gerando, reduzindo, reutilizando, reciclando e destinando de forma ambientalmente correta o resíduo sólido urbano, com o benefício da geração de energia elétrica através da Usina de Recuperação Energética.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABRELPE, **Caderno Informativo – Recuperação Energética**, 2012.

ABRELPE, **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**, 2011.

ARAUJO, Gabriela. **Lixo na Rede Elétrica** *In:* Revista GTD Energia Elétrica, Edição 39, Ano 6, Set/Out 2010.

BONTOUX, Laurent. **The Incineration of Waste in Europe: Issues and Perspectives**. Institute for Prospective Technological Studies Seville. ECSC-EEC-EAEC. Brussels. Luxembourg. March 1999.

CAPRA, Fritjof. **O Ponto de Mutação**. São Paulo. Editora Cultrix, 1982.

CRESPO, Samyra; COSTA, Silvano Silvério. **Planos de gestão**. *In:* JARDIM, Arnaldo; YOSHIDA, Consuelo; MACHADO FILHO, Jose Valverde (org.). **Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. Barueri, SP: Manole, 2012.

DEL BEL, Diógenes. **Disposição final de rejeitos**. *In:* JARDIM, Arnaldo; YOSHIDA, Consuelo; MACHADO FILHO, Jose Valverde (org.). **Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. Barueri, SP: Manole, 2012.

Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Série Recursos Energéticos, Rio de Janeiro, 2008.
FIGUEIREDO, Paulo Jorge Moraes. **A sociedade do lixo: os resíduos, a questão energética e a crise ambiental**. 2^a edição. Piracicaba: Unimep, 1995.

FIORILLO. Antonio Pacheco. **Curso de direito ambiental brasileiro. 7^a ed. rev. ampl.** São Paulo: Saraiva, 2006.

JR PHILIPPI, Arlindo. *Et al.* **Gestão integrada de resíduos sólidos**. *In:* JARDIM, Arnaldo; YOSHIDA, Consuelo; MACHADO FILHO, Jose Valverde (org.). **Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. Barueri, SP: Manole, 2012.

JURAS, Ilidia da Ascenção Garrido Martins; ARAÚJO, Suely Mara Vaz Guimarães de. **A responsabilidade compartilhada pelo ciclo do produto**. *In:* JARDIM, Arnaldo; YOSHIDA, Consuelo; MACHADO FILHO, Jose Valverde (org.). **Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. Barueri, SP: Manole, 2012.

MILARÉ, Édis; MILERÁ, Lucas Tamer; FRANCO, Rita Maria Borges. **A responsabilidade por ações desconformes à Política Nacional de Resíduos Sólidos**. *In:* JARDIM, Arnaldo; YOSHIDA, Consuelo; MACHADO FILHO, Jose Valverde (org.). **Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. Barueri, SP: Manole, 2012.

MONTEIRO. Jose Henrique Penido *et al.* ZEVEBIL. Victor Zular (coord). **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MORAES, Alexandre de. **Manual de direito constitucional.** 27 edição. São Paulo: Atlas, 2011.

MORIN, Edgard. O método 1. O Conhecimento do Conhecimento/1. Lisboa: Europa – America, 1986, p. 23 apud FIGUEIREDO, Paulo Jorge Moraes. **A sociedade do lixo: os resíduos, a questão energética e a crise ambiental.** 2ª edição. Piracicaba: Unimep, 1995.

OLIVEIRA, Fabiano Melo Gonçalves de. **Direitos difusos e coletivos: Direito ambiental.** São Paulo: Revista dos Tribunais, 2009.

PENTEADO, Maria Julieta. **Guia Pedagógico do Lixo.** 6ª edição (revista e atualizada). São Paulo: SMA/CEA, 2011.

Plano Nacional de Resíduos Sólidos, Governo Federal, Brasília, 2011.

SCARLATO, Francisco Capuano. **Do nicho ao lixo: ambiente, sociedade e educação.** São Paulo: Atual, 1992.

TONANI, Paula. **Responsabilidade decorrente da poluição por resíduos sólidos: de acordo com a Lei 12.305/2010. 2 ed. rev. atual. ampl.** Rio de Janeiro: Método, 2011.

Em meio Eletrônico

A ONU e o meio ambiente. Disponível em: <http://www.onu.org.br/a-onu-em-acao/a-onu-e-o-meio-ambiente/>, acesso em 09 de outubro de 2012, as 20:58h.

Abordagem adotada pela Prefeitura do Município de São Paulo. Disponível em <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/servicos/residuos_solidos/index.php?p=4635>, acesso em 23 de outubro de 2012.

IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/27032002pnsb.shtml>>, acesso em 27 de setembro de 2012.

Informações Gerais do Município de São Paulo. Disponível em <<http://sempla.prefeitura.sp.gov.br/infogeral.php>>, acesso em 23 de outubro de 2012.

MENEZES, Ricardo A. Amaral; GERLACH, José Luiz; MENEZES, Marco Antônio. **Estágio Atual da Incineração no Brasil.** In: VII Seminário Nacional de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública, Curitiba, 2000 – site: <http://www.luftech.com.br/informacoes-ambientais/incineracao/122-estagio-atual.html>, acesso em 03 de outubro de 2012, as 20:15h.

MICHAELIS, Moderno Dicionário da Língua Portuguesa, disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=lixo>> acesso em 23 de setembro de 2012.

Notícia: **Curso prepara estados e municípios para elaboração de planos de resíduos sólidos.** Disponível em < <http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2012/10/03/estados-e-municípios-se-preparam-para-plano-nacional-de-resíduos-sólidos> > publicação 03/10/2012, 14:35h >, acesso em 09 de outubro de 2012, às 20:47h.

ONU e a população mundial. Disponível em < <http://www.onu.org.br/a-onu-em-acao/a-onu-em-acao/a-onu-e-a-populacao-mundial/> >, acesso em 01 de outubro de 2012.

Pollution Issues, **Incineration.** Disponível em < <http://www.pollutionissues.com/Ho-Li/Incineration.html> >, acesso em 03 de outubro de 2012 às 20:15h.