

# ASPECTOS POSITIVOS DA UTILIZAÇÃO DA RECICLAGEM ENERGÉTICA COMO UMA FERRAMENTA CONJUGADA A ESTRUTURA DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL<sup>1,2</sup>

Bruno Henrique Nunes<sup>3</sup>  
Sérgio Luiz Cabrini<sup>4</sup>

## RESUMO

Com os anos, a produção de resíduos sólidos cresce incessantemente, e a destinação final dos mesmos tem se tornado um problema. O presente artigo pretende jogar luz em uma tecnologia que tem contribuído fortemente para ajudar a resolver tal impasse em países desenvolvidos ou em desenvolvimento, mas ainda pouco difundida no Brasil: a reciclagem energética. Serão apresentados os conceitos principais acerca de tal técnica, com foco especial na análise dos pontos positivos da utilização de usinas de reciclagem energética quando as mesmas são operadas em acordo com as vigentes legislações, sendo entendidas como engrenagens em um processo mais complexo de gestão integrada de resíduos sólidos e logística reversa. A metodologia de pesquisa utilizada para a construção do artigo científico classifica-se em aplicada, qualitativa, exploratória e de caráter bibliográfico, sendo o principal objetivo da mesma suportar a conclusão de que a reciclagem energética é uma tecnologia altamente benéfica para o Brasil.

**Palavras-chave:** Resíduos sólidos ; Reciclagem energética ; Logística reversa.

## ABSTRACT

*Through the years, solid waste production has increased steadily and the final destination of such materials became a problem. The present article aim to shed some light in a procedure that has been contributed heavily to help solving such issue in developed or emerging countries, but is still barely known in Brazil: The waste-to-energy process. Along the article will be presented the core concepts related to that technology, focusing on the positive aspects of the utilization of waste-to-energy plants when they are operated in agreement with current policies and are understood as engines of a process much more complex of integrated solid waste management and reverse logistics. The research methodology utilized for writing the scientific article is classified as applied, qualitative, exploratory and bibliographically characterized, whose its main objective is supporting the conclusion that waste-to-energy technology is highly beneficial to Brazil.*

**Keywords:** Solid Waste ; Waste-to-energy ; Reverse logistics

## INTRODUÇÃO

Isaac Asimov, famoso escritor e bioquímico francês (1920-1992), possui uma célebre frase a respeito da importância do lixo para uma sociedade: “*Espera mil anos e verás que será precioso até o lixo deixado atrás por uma civilização extinta*” (apud Fripp, 2000, p. 127). Já Ralph Waldo Emerson (1803-1882), renomado escritor americano, dá um tom ainda mais importante ao lixo, dizendo que “*O homem é o que pensa o dia inteiro. Encha-se alguém de lixo, e tudo o que produzirá será monturo*” (Field, 2001, p. 33).

Mas o que é lixo, de fato? De acordo com o dicionário, lixo é definido como sendo “*Aquilo que se varre para tornar limpo um ambiente; cisco, sujeira, imundície; ralé; coisa sem serventia*” (Rios, 2005, p.358).

Sabetai Calderoni, economista, tem, todavia, uma perspectiva contrária, que nos possibilita enxergar o valor do lixo. Segundo ele, o lixo não existe, sendo o atual conceito do mesmo uma visão equivocada acerca dos materiais e, de acordo com o autor, todo lixo pode ser aproveitado de alguma forma (Calderoni, 1997 apud Velloso, 2002).

Embora o ponto de vista de Calderoni esteja se mostrando verdadeiro com o passar dos tempos, infelizmente ainda é a definição do dicionário que prevalece em nosso cotidiano.

Metade do mundo não coleta lixo (Girardi, 2013). Em pesquisa promovida em 2013 pela Associação Internacional de Resíduos Sólidos (ISWA) é mostrado que os 7 bilhões de habitantes do mundo geram, anualmente, a quantia de 1.4 bilhão de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), sendo que apenas metade desse lixo é coletado e depositado em local preparado para tal. A quantia remanescente acaba sendo despejada nos oceanos (a associação estima que, apenas em plásticos, algo como 10 milhões de

<sup>1</sup> Artigo baseado em Trabalho e Conclusão de Curso (TCC) desenvolvido em cumprimento à exigência curricular do Curso Superior de Tecnologia em Logística, depositado no 2º semestre de 2014

<sup>2</sup> Depósito na Biblioteca em 18/12/2014

<sup>3</sup> Tecnólogo em Tecnologia em Logística – Fatec Americana – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza ; Contato: Bruno.nunes.1987@gmail.com

<sup>4</sup> Prof. da.Fatec Americana - Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Metodista de Piracicaba ; Contato: slcabrini@gmail.com

R.Tec.FatecAM	Americana	v.3	n.1	p. 33-42	mar. / set. 2015
---------------	-----------	-----	-----	----------	------------------

toneladas são despejadas anualmente), gerando gases que corroboram para a poluição atmosférica (de 7% a 8% das emissões de gases no mundo é oriunda de resíduos sólidos urbanos) ou agravando a situação de saneamento básico das populações, contribuindo assim para o aparecimento de doenças ou vetores das mesmas, contaminando lençóis freáticos e outras calamidades já bem conhecidas (Girardi, 2013).

O lado ruim da história é que não existe uma perspectiva para a redução da produção lixo, muito pelo contrário: O crescimento constante da população e o aumento de renda da mesma estão diretamente ligados ao crescimento da produção de RSUs no longo prazo. E tal cenário já é observado no Brasil.

O consumo e descarte observados no país são inéditos (Alencar, 2014). De acordo com pesquisa da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe) de 2012 a 2013 o país apresentou o maior crescimento diário de produção de lixo dos últimos 10 anos. Segundo a associação, o crescimento da população no período foi de 9,65% enquanto a geração de resíduos cresceu a alarmantes 21%. Ainda de acordo com a pesquisa, estima-se que, em 2042, a população crescerá 15% e a produção de lixo 30%, ou seja, o dobro. (Abrelpe, 2013).

Quase metade do lixo produzido no país (aonde mais de metade vem da região sudeste) acaba em locais de destinação incorreta, contando com nenhuma forma de tratamento, gerando riscos para a população e ambiente (Camargo, 2014).

De forma a reduzir esse problema, foi sancionada a lei n. 12.305/2010 (Brasil, 2010) que tem o intuito de definir etapas e regras para uma política nacional de resíduos sólidos. Entre tais definições, encontra-se a chamada reciclagem energética como uma das destinações possíveis do lixo. Tal metodologia será apresentada no decorrer desse artigo.

## 1 RELATO CIRCUNSTANCIADO

O propósito do artigo é apresentar as características altamente benéficas da utilização do método de recuperação energética para a gestão de resíduos sólidos, quando o mesmo é apresentado em acordo com a lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010). O material visa também romper alguns paradigmas equivocados acerca da tecnologia, paradigmas esses que muitas vezes corroboram para atrasar e/ou desvalorizar a utilização de usinas de reciclagem energética em solo brasileiro.

A hipótese defendida aqui é que, quando a reciclagem energética é percebida como uma etapa em todo um processo de gestão de resíduos sólidos, a mesma mostra-se extremamente eficaz em resolver espinhosos contrapostos da atualidade acerca da destinação do lixo, como a impossibilidade da criação de novos aterros sanitários em escala proporcional a taxa de produção de lixo pelo brasileiro.

O objetivo fundamental do presente artigo encontra-se, portanto, em apresentar o valor que a reciclagem energética pode agregar ao atual cenário do lixo no Brasil.

Como objetivos específicos, temos os seguintes:

- Apresentar brevemente o conceito de reciclagem energética, mostrando o indissociável vínculo existente entre a mesma e a estrutura proposta pela política nacional de resíduos sólidos;
- Pontuar os principais aspectos positivos que a metodologia traz ao ambiente, no que tange a destinação do lixo; e,
- Esclarecer o que é mito e o que é verdade nas objeções apresentadas por opositores à tecnologia, mostrando que, se utilizada em acordo com as rígidas normas de segurança ambiental e percebida como parte de um processo mais amplo grande parte das negativas não apresenta validade.

A pesquisa aqui apresentada, de acordo com a definição formal (Silva, 2001, p. 20), é aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicações práticas dirigidas, no caso, salientar o aspecto agregador de valor da reciclagem energética para o lixo brasileiro.

Com relação à abordagem do problema, define-se como qualitativa (Silva, 2001, p. 20), posto que o processo de discussão e seu significado são os focos principais da abordagem, havendo assim vínculo inseparável entre o mundo objetivo e o ponto de vista do autor, com impossibilidade de tradução em números.

Já do ponto de vista de objetivos, é uma pesquisa exploratória (Gil, 1991 apud Silva, 2001, p. 21), que intenta proporcionar familiaridade com o assunto recuperação energética.

Trata-se ainda de uma pesquisa bibliográfica (Gil, 1991 apud Silva, 2001, p. 21), baseada em artigos e livros relacionados ao tema.

### A política nacional de resíduos sólidos

A lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010) instituiu a chamada Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), através da alteração da antiga lei nº 9.605/1998 (lei dos crimes ambientais), com a adição de novas providências.

R.Tec.FatecAM	Americana	v.3	n.1	p. 33-42	mar. / set.2015
---------------	-----------	-----	-----	----------	-----------------

O objetivo da mesma é dispor sobre os princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes relacionados à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos (não se aplicando, porém a rejeitos radioativos, que apresentam legislação exclusiva), impondo os mesmos às pessoas físicas e jurídicas, ligadas direta ou indiretamente à produção de resíduos sólidos (nota-se que a lei em nenhum momento utiliza o termo “lixo”).

De forma a ganhar maior amplitude, é necessário que a PNRS seja observada em conjunto às normas estabelecidas nas leis 11.445/2007 (Brasil, 2007) (política nacional de saneamento básico), 9.974/2000 (Brasil, 2000A) (sobre o descarte adequado de embalagens plásticas), 9.966/2000 (Brasil, 2000B) (lei de combate à poluição em águas jurisdicionais brasileiras), as normas do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA) e do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO).

É crucial para um entendimento mais amplo acerca dos objetivos da PNRS a definição de alguns termos-chave relativos à mesma.

O capítulo II, artigo 3º, item XVI (BRASIL, 2010) do documento define resíduo sólido como sendo:

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 (Brasil, 2010).

Já o termo rejeito é designado no item XV, do mesmo capítulo e artigo acima citado:

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 (Brasil, 2010).

É interessante também notar como a lei define o conceito de disposição final ambientalmente adequada, no seu item VIII, ainda pertencente ao mesmo capítulo e artigo:

VIII – disposição final ambientalmente adequada: distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos. (Brasil, 2010).

### **A gestão de resíduos sólidos como uma cadeia de processos**

Define-se processo como uma sequência de atividades estruturadas, no sentido a resultar um produto ou serviço específico, sendo, portanto, uma ordenação de ponta a ponta das atividades de trabalho no tempo e espaço, com começo e fim claramente identificados (Chiavenato, 2010, p. 244).

Tendo em mente a definição acima apresentada, podemos identificar um processo inscrito nos mecanismos propostos pela PNRS, de acordo com seu título 3, capítulo I, artigo 9º:

Art. 9º - Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (Brasil, 2010).

Cada etapa do processo pode ser explicada como segue:

- a) Não geração: de acordo com a PNRS, a primeira atitude a ser tomada de modo a garantir um bom gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos (RSUs) é evitar a produção dos mesmos quando possível, agindo diretamente na raiz do problema. Seria o ato de repensar sobre o consumo (Trigueiro, 2005, p. 28).
- b) Redução, reutilização e reciclagem: em seguida, considera-se a já bem conhecida política dos 3Rs. Por redução, entendemos o ato de diminuir a quantidade de RSU produzida pelo cidadão. Já reutilização, relaciona-se a reaproveitar ao máximo o material em questão, antes do descarte do mesmo (Ferrante, 2007, p.146). Serão enviados à reciclagem todos os materiais que não puderem ser reintroduzidos na cadeia produtiva através dos processos anteriores.

A PNRS define o conceito de reciclagem em seu capítulo II, artigo 3º, item XIV (Brasil, 2010), como sendo:

R.Tec.FatecAM	Americana	v.3	n.1	p. 33-42	mar. / set.2015
---------------	-----------	-----	-----	----------	-----------------

*XIV - reciclagem: processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa (Brasil, 2010).*

O processo de reciclagem pode, por sua vez, ser dividido em 4 processos (Oliveira, 2012, p. 21 - 22):

- Reciclagem primária: ocorre na etapa pré-consumo, onde matérias-primas que não puderam ser utilizadas/transformadas em produtos finais são reintroduzidas ao processo. Do ponto de vista físico-químico, tais materiais não diferem sobremaneira do produto final.
  - Reciclagem secundária: é a chamada reciclagem mecânica. Nesse processo, o material inicial é separado, lavado, passa por um processo de extrusão e após, é granulado, formando os chamados pellets, que podem ser utilizados para formar novos materiais. Essa técnica é muito utilizada com os chamados materiais termoplásticos, que podem endurecer ou amolecer de acordo com a temperatura a eles aplicada (Plastivida, 2014).
  - Reciclagem terciária: também conhecida como reciclagem química, é um processo onde reagentes químicos atacam o material, quebrando-os em seus constituintes químicos originais (Azapagic, 2007, p. 9).
  - Reciclagem quaternária: é a reciclagem energética, onde os materiais iniciais são transformados através da incineração, recuperando assim parte da energia dos mesmos na forma de térmica ou elétrica (OLIVEIRA, 2012, p. 22).
- c) Tratamento de resíduos sólidos: alguns materiais residuais dos processos de reciclagem ou que não puderam ser transformados através de procedimentos anteriores, não podem ser, diretamente, enviados a locais de disposição final. Para tanto, eles precisam ser pré-tratados inicialmente de forma adequada para remoção de impurezas nocivas.
- d) Disposição final ambientalmente adequada: na última etapa do processo, os materiais que não puderam ser aproveitados em nenhuma das etapas e são, por definição, rejeitos, são destinados aos chamados aterros sanitários.

A NBR 8419 (ABNT, 1992, p. 1) define aterros sanitários como:

*Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método esse que utiliza princípios de engenharia para confinar resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume possível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário. (ABNT, NBR 8419, 1992, p. 1).*

Vale lembrar que existe uma diferença fundamental entre aterros sanitários e lixões.

Define-se lixão como sendo (SILVA, N., 2011, p. 19)

*Forma inadequada e ilegal, segundo a legislação brasileira de disposição de RSU, caracterizada pela simples descarga sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. Não há preparação prévia do solo e inexistente um sistema de tratamento sobre o chorume. (Silva, 2011, p.19).*

Portanto, a disposição a céu aberto de resíduos sólidos é proibida de acordo com a lei 12.305/2010 (Brasil, 2010).

## 2 RECICLAGEM ENERGÉTICA

Reciclagem energética (ou recuperação energética) é o processo pelo qual parte da energia presente em resíduos sólidos que não puderam ser utilizados em processos de reaproveitamento ou reciclagem diferentes (mecânica, química), é recuperada e utilizada na forma térmica ou elétrica (Abrelpe et al, 2012).

Esse processo é diferente da mera incineração do material, que não utiliza o potencial energético do RSU e que visa apenas o controle das variáveis massa e volume dos materiais (Azapagic, 2007).

A principal idéia por trás da reciclagem energética é a percepção de utilidade do alto poder calorífico dos materiais encontrados nos resíduos sólidos urbanos, principalmente plásticos: A energia média contida

R.Tec.FatecAM	Americana	v.3	n.1	p. 33-42	mar. / set.2015
---------------	-----------	-----	-----	----------	-----------------

em 1kg de plástico tem o poder energético de 1 Kg de óleo diesel (Plastivida, 2014). Existem outros elementos que agem, porém, no rendimento térmico dos materiais, como por exemplo, a umidade dos RSUs (pesquisas mostram que um lixo seco apresenta rendimento térmico maior, sendo, portanto, preferível) (Oliveira, 2012, p. 26).

*Tabela 1: Poder calorífico médio de 1 kg de resíduo sólido*

	Proporção média no RSU (%)	Poder calorífico (KJ/Kg)
Orgânicos	48	5706
Metais ferrosos	3	0
Metais não ferrosos	2	0
Papel	16	13941
Papelão	6	13702
Plásticos	12	30478
Vidro	2	0
Outros	11	6643

Fonte: Paro (2008, p.115)

As primeiras usinas de reciclagem energética são datadas de 1980, com implantação em países como EUA, Japão e alguns da Europa (Cornieri, 2011, p. 27). Atualmente, a tecnologia encontra-se instalada em mais de 30 países, processando uma média de 150 milhões de toneladas/ano de resíduos sólidos, em mais de 850 Unidades de Recuperação Energética (URE) ao redor do mundo (Portal do meio ambiente, 2010).

A Alemanha, país conhecido por sua rígida legislação, aboliu seus aterros sanitários em detrimento às suas UREs (Pensamento Verde, 2014). Em uma vertente ainda mais extrema acerca da utilização da tecnologia, a cidade de Oslo, na Noruega, enfrenta atualmente escassez de RSUs para utilização em suas plantas de reciclagem energética, chegando a importar lixo de países vizinhos, como Irlanda e Inglaterra. O país já pensa até mesmo em importar RSUs dos Estados Unidos: Hoje, metade da energia elétrica e do aquecimento da cidade de Oslo tem origem na reciclagem energética (Tagliabue, 2013).

Relatório do ISWA divulga que o investimento em incineradores foi, dentre os diversos métodos de reciclagem, o que mais cresceu no mundo: O investimento passou de US\$1,5 bilhão em 2008 para US\$ 11,5 bilhões em 2013 (Girardi, 2013). Menos no Brasil.

Atualmente, não existem usinas de reciclagem energética atuando no país (existe a planta experimental denominada "Usina Verde", implantada em 2004 no campus da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), cujo objetivo é a divulgação da viabilidade da tecnologia para o público (Usina Verde, 2014)).

#### **Por que utilizar a reciclagem energética**

Hoje em dia, fica claro que o modelo acumulativo da gestão de resíduos sólidos, que conta principalmente com os lixões, além de ilegal, é insustentável. Não há mais facilidade para se encontrar espaços para a construção de aterros sanitários também, graças ao crescimento das cidades horizontalmente, especulação imobiliária e crescimento na produção de RSUs, que é ilimitada, posto que os fatores influentes e determinantes para os mesmos são crescentes em relação ao tempo (Lima, 2005, p. 22)

O problema do volume de lixo é uma das características que tornam a reciclagem energética uma solução atrativa para a gestão de resíduos sólidos. Em média, o RSU incinerado é reduzido em 90% em volume e 75% em massa e graças à estrutura controlada da queima, os gases produzidos durante a incineração a mais de 1000°C são tratados para eliminação de toxicidade e altamente monitorados, assegurando assim os níveis de particulados previstos em lei pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) e Secretaria do meio ambiente (Abrelpe e outros, 2012).

Outra característica é que o processo não necessita de um tratamento prévio dos materiais a serem utilizados (o que ocorre em outros processos de reciclagem, como a mecânica). Tal característica propicia que a reciclagem energética seja também utilizada como ferramenta de higienização (eliminando agentes biológicos nocivos de lixos hospitalares, por exemplo).

Um ponto positivo que pode ser salientado acerca da tecnologia diz respeito à instalação da planta de recuperação energética. Devido ao seu tamanho compacto e baixo ruído de operação, as URE podem ser instaladas dentro das cidades, em locais bem menos extensos que a área designada para aterros

sanitários padrão. Dessa forma, as cidades poderiam cortar custos logísticos com o envio de resíduos sólidos para outras regiões/cidades, atividade essa bastante comum nos dias atuais.

Após a queima dos resíduos, existe a produção de basicamente 3 produtos.

O primeiro deles são os resíduos de fundo não reagente, ou seja, materiais que não reagem durante o processo. Tais produtos não apresentam nenhuma outra forma de recuperação conhecida e se enquadram, de acordo com a PNRS, como rejeitos e precisam ser movimentados para aterros sanitários.

Um segundo produto são as cinzas de fundo de caldeira que podem ser utilizadas para pavimentação de ruas (Abrelpe e outros, 2012) ou produção de pisos e tijolos (Planeta Sustentável, 2008).

O terceiro e mais importante produto, que dá nome à técnica, é a energia. No caso da energia elétrica, o vapor criado nas estações de incineração é utilizado para movimentar turbinas, que geram a energia, como em uma termelétrica (Silva et al, 2011, p. 94).

A reciclagem energética tem sido utilizada e debatida por décadas em países desenvolvidos (Reino Unido, 2014) e em desenvolvimento, como a China (Dong, 2011) e é apresentada como uma excelente solução para a gestão de resíduos sólidos pelo Painel intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC) (Plastivida, 2014), todavia, a tecnologia apresenta ainda certa resistência em sua implementação, inclusive, no Brasil.

#### **Mitos e verdades acerca da utilização da reciclagem energética**

Uma das principais preocupações levantadas por opositores à metodologia diz respeito à poluição gerada pelas URE. A ideia sustentada é que gases produzidos durante o processo poderiam agravar o efeito estufa e causar danos à saúde, como furanos e dioxinas.

O ponto a ser esclarecido aqui é que, de fato, a reciclagem energética produz gases tóxicos no decorrer de suas etapas, porém, tais gases não são liberados no ambiente sem um tratamento prévio dos mesmos em câmaras de limpeza (essa sendo, diga-se de passagem, a grande diferença entre uma URE e a simples queima do material a céu aberto). Tais câmaras de tratamento têm se tornado extremamente eficientes com o passar dos anos, o mesmo podendo ser dito sobre as leis de regulamentação ambientais: unidades de recuperação energética estão sujeitas a regras de operação em completo acordo com as mais atuais leis de proteção ambiental (no mundo e no Brasil).

É necessário salientar também que pesquisas científicas relacionadas aos níveis de poluição produzidos pelas UREs têm mostrado que não existe nenhuma correlação entre os gases liberados no ambiente da reciclagem energética e o agravamento do efeito estufa ou diminuição da qualidade de vida da população ao redor das usinas, muito pelo contrário: A reciclagem energética possui níveis de produção de gases muito menos nocivos que automóveis ou até mesmo lixões, ajudando portanto na qualidade ambiental (Abrelpe e outros, 2012).

Outra objeção à reciclagem energética diz respeito à deterioração definitiva do material. O resíduo sólido incinerado perde suas propriedades e não pode mais ser devolvido à natureza (como no caso de combustíveis fósseis).

Aqui, faz-se necessária uma avaliação dos fatos correntes. O atual modelo de aterros sanitários é insustentável:

*(...) A disponibilidade de áreas para implantação de novos aterros sanitários está cada vez menor. Primeiro, pela rigidez na avaliação das áreas potenciais visando a proteção ambiental e sanitária. Segundo, devido à expansão urbana, que diminui a existência de áreas de uso rural ou externas à região metropolitana, propícias a tais investimentos, em muitos casos, eliminando-as (Reichert, 1997, p.1853).*

Estamos caminhando para um cenário futuro no qual não haverá mais espaço para RSUs e materiais sem destino acabarão, fatalmente, alocados em locais inadequados. É necessária a diminuição dos “estoques” atuais de RSUs em detrimento das novas gerações.

Grande parte do volume dos aterros sanitários e lixões é constituído por materiais que poderiam ser reutilizados de alguma forma. Portanto, o processo de gestão de resíduos sólidos precisa ser respeitado: a tecnologia de reciclagem energética deve ser utilizada apenas quando processos anteriores de reciclagem ou recuperação (que são, portanto, mais baratos e simples, o que já é na prática um guia natural do processo) não puderem ser utilizados. Dessa forma, o ciclo de vida do RSU é preservado ao máximo, como idealizado pela PNRS e os aterros passariam a armazenar apenas os materiais para os quais foram designados: os rejeitos. Seguindo tais passos, o resíduo terá cumprido plenamente seu propósito de vida, tornando a deterioração do mesmo apenas parte natural do processo.

A perspectiva de processo pode ainda ser utilizada para contra-argumentar outra proposta negativa às UREs: a de que a reciclagem energética acaba com o emprego de profissionais do lixo. Tal afirmação não procede.

R.Tec.FatecAM	Americana	v.3	n.1	p. 33-42	mar. / set.2015
---------------	-----------	-----	-----	----------	-----------------

Consumidores, catadores de lixo, empresas de reciclagem mecânica, usinas de reciclagem energética e aterros sanitários possuem, sem exceção ou superioridade, papéis bem definidos de acordo com a lei 12.305/2010 e estão totalmente integrados em uma cadeia de gerenciamento de resíduos sólidos. Os catadores de lixo não perderão seus empregos, pois a etapa de seleção de resíduos e a reciclagem energética são complementares, não excludentes.

Talvez o argumento mais pujante contra a utilização da reciclagem energética no Brasil seja o alto investimento em maquinário. Com relação a esse caso, algumas considerações se fazem necessárias.

A primeira delas, já salientada aqui, é a extenuação do modelo atual de gestão de resíduos baseado principalmente em aterros sanitários: com o passar dos anos, tornar-se-á uma questão de necessidade a implementação de novas tecnologias e a reciclagem energética tem se mostrado uma saída viável.

O segundo ponto é a proposta da reciclagem energética: o objetivo ao se incinerar o resíduo sólido é garantir uma gestão do mesmo mais racional, com a diminuição de volume e peso, obtendo-se como subproduto a energia elétrica ou térmica. As UREs não podem ser comparadas, em nenhum momento, a empresas privadas cuja finalidade é, portanto, a aquisição de lucro através da venda de energia elétrica ou térmica: utilizar tal metodologia para analisar a viabilidade do projeto não é justa, pois o pressuposto não condiz com a realidade: UREs não são plantas energéticas, mas sim plantas de reciclagem.

Um terceiro ponto a ser lembrado é a de maturidade do processo. Em países desenvolvidos, já é possível notar os benefícios oriundos da utilização da metodologia, porém, tais países iniciaram seus projetos décadas atrás, o que garantiu aquisição de experiência, refletindo, portanto, em usinas mais baratas, eficientes, com profissionais qualificados para a operação das plantas e também legislações mais enxutas e seguras acerca da tecnologia. Existe dessa forma uma curva de aprendizagem em relação à técnica. Em detrimento disso, é razoável que no curto prazo encontremos obstáculos como o elevado investimento, mas conforme conhecimento é adquirido, a tendência é a melhoria e redução de custo do processo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora no Brasil ainda não exista uma planta formal de recuperação energética, a necessidade de novos métodos para o gerenciamento de RSUs tem corroborado para a popularização da idéia. Movimentos como a Usina Verde e a divulgação da causa por respeitadas instituições, como Abrelpe e Plastivida, tem motivado movimentações, como nos projetos de Belo Horizonte (IRENA, 2014) e São Bernardo do Campo (Cornieri, 2011, p. 26-27).

Outra iniciativa que tem estimulado o diálogo acerca da tecnologia foi a aprovação da reciclagem energética como uma possibilidade pela lei 12.305/2010, o que mostra que nessa vertente, as políticas têm se desenvolvido e acompanhado as tendências mundiais.

Políticas públicas que estimulem o desenvolvimento da tecnologia são essenciais e muito bem vindas, como tributação especial, fomento de linhas de crédito exclusivas a idealizadores de projetos na área, investimento na melhoria e aperfeiçoamento de maquinário nacional para recuperação energética. Temos também que destacar a participação do cidadão no que tange a política de resíduos sólidos. Mantendo sempre em mente que o objetivo de toda PNRS é garantir a gestão racional dos resíduos, estímulos à separação de resíduos sólidos recicláveis em casa pelos cidadãos e conscientização ambiental dos mesmos teriam participação na melhoria de toda a cadeia de gestão, graças à sinergia do processo.

A reciclagem energética é uma realidade. Se bem implementada e gerenciada, o Brasil e, principalmente, o mundo, só tendem a ganhar no longo prazo.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, E. Brasil tem o maior aumento na produção de lixo em 10 anos. **O Globo**: 2014. Disponível em <<http://oglobo.globo.com/sociedade/sustentabilidade/brasil-tem-maior-aumento-na-producao-de-lixo-em-10-anos-13478594>>. Acesso em 11 de novembro de 2014 às 17h14.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Atlas brasileiro de emissões de GEE e potencial energético na destinação de resíduos sólidos**. São Paulo: ABRELPE, 2013.

\_\_\_\_\_, Instituto sócio-ambiental dos plásticos (PLASTIVIDA). **Caderno informativo de recuperação energética**. Site PLASTIVIDA, 2012. Disponível em <

R.Tec.FatecAM	Americana	v.3	n.1	p. 33-42	mar. / set.2015
---------------	-----------	-----	-----	----------	-----------------

[http://www.abrelpe.org.br/noticias\\_detalhe.cfm?NoticiasID=1252](http://www.abrelpe.org.br/noticias_detalhe.cfm?NoticiasID=1252)>. Acesso em 11 de novembro de 2014 às 19h58.

\_\_\_\_\_. Instituto sócio-ambiental dos plásticos (PLASTIVIDA): **Site oficial**: 2014. Disponível em <[http://www.plastivida.org.br/2009/Reciclagem\\_Energetica.aspx](http://www.plastivida.org.br/2009/Reciclagem_Energetica.aspx)>. Acessado em 11 de novembro de 2014 às 20h04.

AZAPAGIC, A. **Transfer of sustainable chemical technologies**. 2007. Disponível em: <<https://www.escholar.manchester.ac.uk/uk-ac-man-scw:111332> > Acesso em 2014.

BRASIL. Ministério do meio ambiente. **Política nacional de resíduos sólidos**. 2010. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em 11 de novembro de 2014 às 17h39.

BRASIL. Presidência da República. (2010). **Lei 12.305/2010, de 2 de agosto de 2010**: Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em 2014.

\_\_\_\_\_. (2007). **Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007**: Diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)>. Acesso em 2014.

\_\_\_\_\_. (2000A). **Lei 9.974, de 6 de junho de 2000**: Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9974.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9974.htm)>. Acesso em 2014.

\_\_\_\_\_. (2000B). **Lei 9.966, de 28 de abril de 2000**: Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9966.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9966.htm)>. Acesso em 2014.

CAMARGO, S. "Ainda falta muito para resolver o problema do lixo no Brasil". **Exame.com**: 2014. Disponível em <<http://exame.abril.com.br/brasil/noticias/ainda-falta-muito-para-resolver-o-problema-do-lixo-no-brasil>>. Acesso em 11 de novembro de 2014 às 17h23.

CHIAVENATO, I. **Administração**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

CORNIERI, M. **Programa municipal de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos em Santo André – SP** : um estudo a partir do ciclo da política (policy cycle). São Paulo: USP, 2011;

DONG, Y. **Development of waste-to-energy in China**; and case study of the Guangzhou Likeng WTE plant. New York: Columbia University, 2011.

FERRANTE, V.; LORENZO, H.; RIBEIRO, M. **A gestão dos resíduos domiciliares**: realidades e perspectivas. Rio de Janeiro: E-Papers, 2007.

FIELD, L. **Just do it now**: how to become the person you most want to be. London: Ebury, 2001.

FRIPP, J., FRIPP, M., FRIPP, D., **Speaking of science: notable quotes on science, engineering, and the environment**. Eagle Rock: LLH Technology, 2000.

GIL, A. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GIRARDI, G. Metade do mundo não coleta lixo e universalizar serviço custaria US\$ 40 Bi. **O Estado de São Paulo**: 2013. Disponível em <<http://sustentabilidade.estadao.com.br/noticias/geral,metade-do-mundo-nao-coleta-lixo-e-universalizar-servico-custaria-us-40-bi,1100766>>. Acesso em 11 de novembro de 2014 às 17h07;

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY (IRENA). **Waste to energy for more effective landfill site management**. Belo Horizonte. 2014. disponível em <<http://www.irena.org/menu/index.aspx?mnu=Subcat&PriMenuID=36&CatID=141&SubcatID=286>>. Acesso em 11 de novembro de 2014 às 22h22;

R.Tec.FatecAM	Americana	v.3	n.1	p. 33-42	mar. / set.2015
---------------	-----------	-----	-----	----------	-----------------



- LIMA, L. **Remediação de lixões municipais**: aplicações da biotecnologia. São Paulo: Hemus, 2005;
- MAGRINI, A. et al. **Impactos ambientais causados pelo plástico**: uma discussão abrangente sobre os mitos e os dados científicos. Rio de Janeiro: E-Papers, 2012;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR-6022/2002**: informação e documentação – artigo em publicação periódica científica impressa. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.
- \_\_\_\_\_. **NBR-6023/2002**: informação e documentação – referências. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.
- \_\_\_\_\_. **NBR 8419/1992**: apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT 1992;
- \_\_\_\_\_. **NBR 10520:2001**: informação e documentação – apresentação de citações em documentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
- \_\_\_\_\_. **NBR 14724/2001**: informação e documentação - trabalhos acadêmicos - Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
- OLIVEIRA, M. **Gestão de resíduos plásticos pós-consumo**: perspectivas para a reciclagem no Brasil. Rio de Janeiro: UFRJ, 2012;
- PARO, A.; COSTA, F.; COELHO, S. Estudo comparativo para o tratamento de resíduos sólidos urbanos: aterros sanitários X incineração. **Revista Brasileira de Energia**, Itajubá, v.14, n. 2, 2008;
- PENSAMENTO VERDE**. 2014. Disponível em <<http://www.pensamentoverde.com.br/reciclagem/reciclagem-energetica-residuos-solidos/>>. Acesso em 11 de novembro de 2014 às 20h22;
- REDE BRASILEIRA DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL (REBIA). **Portal do meio ambiente** 2010. Disponível em < <http://www.portaldomeioambiente.org.br/sustentabilidade/5456-plastivida-discute-os-mitos-e-fatos-sobre-a-reciclagem-energetica>>. Acesso em 11 de novembro de 2014 às 20h18;
- REICHERT, G., ANJOS, I. **Aterro sanitário da extrema Porto Alegre**: concepção de projeto. 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, São Paulo: ABES, 1997.
- REINO UNIDO. Department of energy and climate change. **Energy from waste**: a guide to the debate. London: DECC, 2014;
- RIOS, D. **Minidicionário escolar da língua portuguesa**. São Paulo: DCL,2005;
- SILVA, E. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3 ed. Florianópolis: UFSC, 2001.
- SILVA, J. ; OLIVEIRA, M. ; PIRES, P. ; SILVA, T. ; RODRIGUES, M. Reciclagem energética: uma solução inovadora para o plástico não reciclável. **E-xacta**, Belo Horizonte: UniBH, 2011. Disponível em: <[www.unibh.br/revistas/exacta/](http://www.unibh.br/revistas/exacta/)>. Acesso em 11 de novembro de 2014 às 22h25;
- SILVA, N. **Aterro sanitário para resíduos sólidos urbanos - RSU – matriz para seleção da área de implantação**. Feira de Santana: UEFS, 2011.
- TAGLIABUE, J. A city that turns garbage into energy copes with a shortage. **The New York Times**: 2013. Disponível em <[http://www.nytimes.com/2013/04/30/world/europe/oslo-copes-with-shortage-of-garbage-it-turns-into-energy.html?module=Search&mabReward=relbias%3A%E2%80%A6&\\_r=0](http://www.nytimes.com/2013/04/30/world/europe/oslo-copes-with-shortage-of-garbage-it-turns-into-energy.html?module=Search&mabReward=relbias%3A%E2%80%A6&_r=0)>. Acesso em 11 de novembro de 2014 às 20h30;
- TRIGUEIRO, A. **Mundo sustentável**: abrindo espaço na mídia para um planeta em transformação. Rio de Janeiro: Globo Livros, 2005;
- USINA VERDE** - site oficial: 2014. Disponível em < <http://www.usinaverde.com.br/>>. Acesso em 11 de novembro de 2014 às 20h33;
- VARANDA, G. A energia que vem do lixo. **Planeta sustentável**: 2008. Disponível em < [http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/energia/conteudo\\_280524.shtml](http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/energia/conteudo_280524.shtml)>. Acesso em 11 de novembro de 2014 às 20h51;
- VELLOSO, R. Comida é o que não falta. **Revista Superinteressante**: 2002. Disponível em < <http://super.abril.com.br/cultura/comida-nao-falta-442790.shtml>>. Acesso em 11 de novembro de 2014 às 15h57.

R.Tec.FatecAM	Americana	v.3	n.1	p. 33-42	mar. / set.2015
---------------	-----------	-----	-----	----------	-----------------

---

**Sérgio Luiz Cabrini**

Possui graduação em Programa Especial de Formação Pedagógica de Docente - Faculdades Integradas Maria Imaculada (1999), graduação em Engenharia Mecânica - ênfase em Refrigeração e ar pelo Centro Universitário da FEI (1984) e mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Metodista de Piracicaba (2001). Atualmente é professor da Faculdade de Tecnologia de São Paulo, professor titular do Centro Universitário Salesiano São Paulo e professor da FGV Management. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Engenharia de Produção, atuando principalmente nos seguintes temas: modelo de processo, estratégia de produção, logística, suprimentos e formulação, matemática (e financeira). Empossado Secretário da Educação do Município de Americana em 09/01/2015.  
Contato: slcabrini@gmail.com  
Fonte: CNPQ – Currículo Lattes

R.Tec.FatecAM	Americana	v.3	n.1	p. 33-42	mar. / set.2015
---------------	-----------	-----	-----	----------	-----------------