

Geração de Energia a partir de Resíduos Sólidos Urbanos **Generation of Energy from Urban Solid Waste**

Anny Key de Souza Mendonça, Doutora em Engenharia de Produção, PPGEP/UFSC

anny.mendonca@posgrad.ufsc.br

Antonio Cezar Bornia, Doutor em Engenharia de Produção, PPGEP/UFSC

cezar.bornia@gmail.com

Resumo

A geração de energia a partir de resíduos sólidos urbanos recebeu um impulso com a implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, através da Lei nº 12.305/2010, que permite o uso de tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos. Questões ambientais devem ser consideradas no planejamento do sistema de coleta dos resíduos sólidos urbanos, pois encontrar soluções ambientalmente seguras, socialmente adequadas e economicamente viável e eficientes é um desafio. A geração de energia a partir de resíduos sólidos urbanos já é uma realidade no Brasil, embora ainda pouco representativa. Esta pesquisa tem como objetivo levantar o potencial das usinas de geração de energia elétrica com resíduos sólidos urbanos, e das políticas públicas voltadas ao desenvolvimento da geração de energia elétrica com resíduos. Espera-se que esta pesquisa incentive a iniciativa privada a investir em projetos para tratar os resíduos sólidos urbanos e transformá-los em recursos energéticos.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos Urbanos; Geração de Energia elétrica; Políticas Públicas

Abstract

The generation of energy from municipal solid waste was boosted by the implementation of the National Solid Waste Policy, through Law 12305/2010, which allows the use of technologies to recover energy from waste. Environmental issues should be considered in planning the solid waste collection system, as finding environmentally safe, socially adequate and economically viable and efficient solutions is a challenge. The generation of energy from municipal solid waste is already a reality in Brazil, although still not very representative. This research aims to raise the potential of electric power generation plants with urban solid waste, and public policies aimed at the development of electric power generation with waste. It is hoped that this research will encourage private initiative to invest in projects to treat solid urban waste and turn them into energy resources.

Keywords: *Urban Solid Waste; Electricity Generation; Public Policies*

1. Introdução

Nas últimas décadas verificou-se um aumento acentuado da população mundial, com um processo rápido de urbanização das cidades. De acordo com a FAO (2018), a população mundial em 1980 era de 4,4 bilhões de habitantes, já em 2017 a população representava o montante de 7,4 bilhões, com previsão de alcançar a marca de 9,3 bilhões de habitantes em 2050.

No Brasil, o aumento da população também foi fortemente observado. De acordo com o IBGE (2018), a população brasileira era de 119 milhões de habitantes na década de 1980, e em 2017 alcançou o montante de 207 milhões.

Com um crescimento populacional em torno de 0,75% entre 2016 e 2017 (ABRELPE, 2018), somados ao aumento nos padrões de consumo ocorridos nos últimos anos, verificou-se um aumento de consumo de bens e conseqüentemente a um aumento da geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil. Todo resíduo sólido produzido, precisa ser gerenciado de forma adequada para não causar poluição ambiental e danos à saúde da população.

Em 2017, o país produziu aproximadamente 214.9 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos por dia, o equivalente a 377, 77 kg por habitante ano, representando um aumento de 1% em relação a 2016. Deste total, 59% de resíduos sólidos urbanos foram encaminhados para aterros sanitários, sendo que mais de 40% foram destinados a locais inapropriados como lixões e aterros controlados (ABRELPE, 2018).

No Brasil a legislação que trata dos RSU é a Lei no 12.305, de 02 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A PNRS no seu artigo 9º estabelece que na gestão e gerenciamentos de resíduos sólidos, devem ser observadas as seguintes exigências: não geração de resíduos, sua redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos e a disposição final dos rejeitos em locais ambientalmente adequados e no mesmo artigo, inciso § 1º, é previsto a utilização de tecnologias visando a recuperação energética dos resíduos (BRASIL, 2010). Vale ressaltar que a disposição final dos resíduos sólidos é estabelecida por lei e que deveriam estar implantados em todas as cidades no território nacional no final de 2014, sob pena de aplicação da Lei 9.605/98 de Crimes Ambientais, regulamentada pelo Decreto nº 6.514/08. No entanto, tendo em vista o grande percentual de inadequação de resíduos sólidos em lixões e aterro controlado como mostra a Figura 1, o Brasil tem ainda um grande desafio a superar.

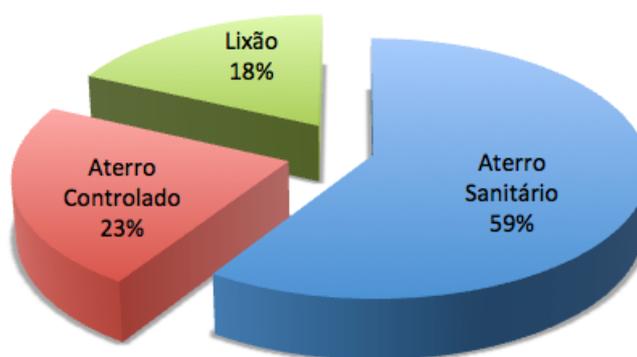


Figura 1. Panorama da disposição final dos resíduos sólidos por tipo de destinação em tonelada por ano. Fonte: (ABRALPE, 2018).

A geração de resíduos sólidos e sua destinação são intrínsecos ao crescimento populacional, produzem emissões de gases que provocam o efeito estufa, e agravam as mudanças climáticas. De acordo com Brasil (2010), Resíduos sólidos urbanos são classificados como resíduos domésticos gerados em áreas urbanas.

Com o aumento da geração de resíduos sólidos urbanos, a vida útil dos aterros sanitários, tem diminuído e provocado maiores impactos ambientais (Rocha, 2012).

Os resíduos sólidos urbanos são ricos em matéria orgânica, e de acordo com Murara (2016), cerca de 50 à 60% destes resíduos ofereceriam oportunidades na geração de energia elétrica por meio da bioenergia e ou compostagem, em vez da solução normalmente verificada, que é a disposição em aterros sanitários. Porque, não aproveitar os resíduos sólidos urbanos para gerar energia elétrica?

Nesse contexto, esta pesquisa busca investigar as políticas públicas para o aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos e levantar o potencial energético a partir destes resíduos já em desenvolvimento no Brasil.

2. Metodologia

Esta pesquisa pode ser classificada como uma pesquisa bibliográfica e documental, porque as informações necessárias para o desenvolvimento da pesquisa são provenientes da literatura científica e técnica disponíveis em materiais públicos como artigos, manuais, livros, na Constituição Federal e legislação complementar. Também pode ser considerado como experimental, pois consiste em determinar um objeto de estudo, que segundo Gil (2002), visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito. Esta pesquisa envolveu análise de dados secundários. A partir do levantamento de dados do potencial energético brasileiro de resíduos sólidos urbanos coletados no Banco de informações de geração – BIG¹ da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL e de políticas públicas de resíduos sólidos para o aproveitamento energético disponíveis em relatório governamentais e materiais constitucionais e legais, analisa-se a evolução da geração de energia a partir de resíduos sólidos, e adota como critério de análise o método qualitativo. Inicialmente foram definidas as palavras chaves a ser utilizada na busca na base de dados, sendo eles: Resíduos Sólidos Urbanos, Geração de Energia elétrica, Políticas Públicas. Foi utilizado o portal de periódicos da Capes, a *Web of Science*, por ser uma base de dados multidisciplinar e indexar os periódicos mais citados em suas respectivas áreas, bem como a plataforma Google, e o site da Agência Nacional de Energia Elétrica, e do Ministério do Meio Ambiente.

3. Resíduos Sólidos

Resíduos sólidos são definidos com material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, nos estados sólido ou semissólido, (BRASIL, 2010).

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas, por meio da Norma Brasileira n. 10.004 (ABNT, 2004), os resíduos sólidos são definidos como aqueles nos

¹ BIG - Banco de Informações de Geração
<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>

estados sólido e semissólido, resultantes de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. De acordo com a NBR 10.004, os resíduos sólidos dividem-se em três grupos, descritos a seguir:

- Resíduos Classe I (Perigosos): são aqueles resíduos ou mistura que apresentam risco à saúde pública e ou, ao meio ambiente, possuindo características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, ou patogenicidade.
- Resíduos Classe II A (Não perigosos e não inertes) – são resíduos que não apresentam características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, entretanto, podem apresentar propriedade de biodegradabilidade, combustibilidade e solubilidade em água, existindo a possibilidade de haver reação com o meio ambiente, e possíveis riscos de poluição.
- Resíduos Classe II B (Não perigoso e inerte) – são resíduos que não tem constituinte algum solubilizado em concentração superior ao padrão de potabilidade da água.

Seguindo um conceito definido na década de 1990 pelo programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA²), que consiste na aplicação contínua de uma estratégia ambiental integrada para processos, produtos e serviços para aumentar sua eficiência, principalmente em relação a geração de resíduos, um dos objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos consiste em incentivar a gestão de resíduos sólidos, observada a seguinte priorização:



Figura 2. Prioridades na gestão de resíduos sólidos. Fonte: (FGV, 2015).

- Não geração: realizar a atividade produtiva sem que ocorram perdas ao longo do processo e demais atividades que o suportam.
- Reduzir: buscar a otimização e maximização da eficiência de processo quanto ao uso de maquinário, matérias primas, desenvolvimento de novas tecnologias, de forma a gerar a menor quantidade possível de resíduos.
- Reutilizar: identificar e buscar alternativas para viabilizar técnica e economicamente o uso de refugos e perdas no próprio processo ou em outro, tanto do ponto de vista mássico quanto energético.

² Programa das Nações Unidas voltado à proteção do meio ambiente e à promoção do desenvolvimento sustentável

- Reciclar: identificar, buscar alternativas para viabilizar técnica e economicamente o tratamento de refugos, perdas em processos, embalagens, transformando-os em insumos ou novos produtos.
- Outros tratamentos: aplicação de técnicas, tais como: compostagem, recuperação, aproveitamento energético, entre outras admitidas pelos órgãos competentes.
- Disposição final ambientalmente adequada: destinação de rejeitos em aterro, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

Embora o Brasil tenha vários marcos legais para incentivar a disposição final de resíduos sólidos em locais adequados, segundo a ABRELPE (2018) 29,6 % dos resíduos sólidos produzidos no Brasil não foram coletados em 2018. Os resíduos não coletados, certamente tiveram uma destinação final inadequada, como por exemplo, serem queimados, encaminhados a aterros controlados, lixões ou encaminhados à terrenos baldios. Entretanto, os 70,4 % dos municípios com iniciativas de coleta seletiva no Brasil, não se pode dizer que os resíduos coletados tiveram uma destinação adequada, pois 40,9 % desses resíduos ainda tem uma destinação inadequada (lixões e aterros controlados).

Os lixões são a maneira mais inadequada de todos os meios possíveis para disposição final de resíduos sólidos, e infelizmente, muito comum. Esses espaços funcionam como depósitos de resíduos sólidos, sem que seja feita coleta seletiva ou um preparo adequado, os resíduos são simplesmente jogados em grandes terrenos a céu aberto. Outras formas de descarte de resíduos sólidos autorizados pelo governo, são os aterros sanitários, aterros controlados e a incineração. Os aterros controlados podem ser classificados como uma categoria intermediária entre lixões e aterros sanitários, apresentando uma qualidade inferior ao aterro sanitário, podendo contaminar o meio ambiente. A incineração, é o processo de queima de resíduos sólidos em usinas, pode representar uma solução para diminuir o volume de lixo, mas há o enorme risco de poluição do ar com a emissão de gases tóxicos. Nos aterros sanitários, a princípio, há normas a serem seguidas para que haja menos danos ao meio ambiente. Geralmente, são construídos em locais mais afastados das cidades, para que haja maior cuidado com os riscos de poluição.

Estes cenários trazem consequências ambientais como a poluição do ar, do solo e dos recursos hídricos, afetando a saúde da população. A Figura 3 apresenta o volume de geração e coleta dos resíduos sólidos por região do país.

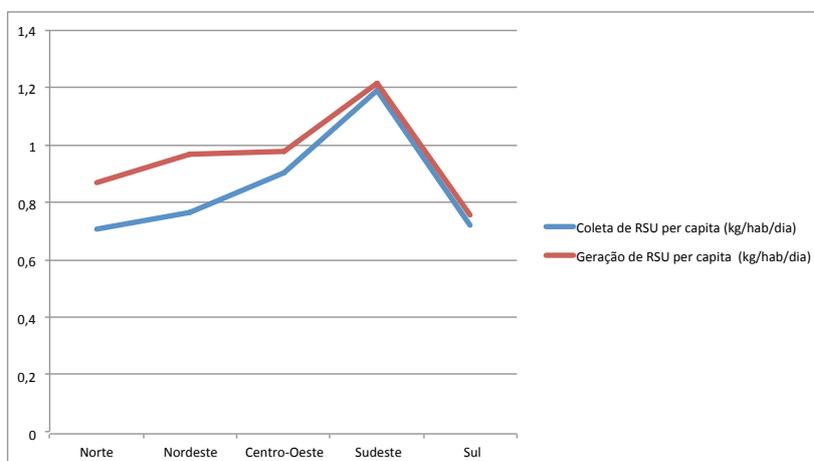


Figura 3. Volume da geração e coleta dos resíduos sólidos por região no país. Fonte: Adaptado de (ABRALPE, 2018).

A geração per capita de resíduos sólidos, esta associado a quantidade de resíduos gerado por habitante (quilogramas por habitante por dia). Observa-se que a geração é mais representativa que a coleta dos resíduos. Somente nas regiões Sudeste e Sul do país, a geração e a coleta de resíduos são próximos.

4. Política Nacional de Resíduos Sólidos

Os aspectos relacionados a estrutura, que reúne um conjunto significativos de marcos legais - normas, leis, práticas e iniciativas locais de limpeza urbana, principalmente da gestão dos resíduos sólidos no Brasil, são definidos na Política Nacional de Saneamento Básico, e na Lei nº 11.445, de 2007, onde os resíduos sólidos devem integrar os planos municipais de saneamento (PNSB), na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e Lei nº 12.305, de 2010. Os principais marcos legais para gestão de resíduos sólidos são apresentados na Figura 4.

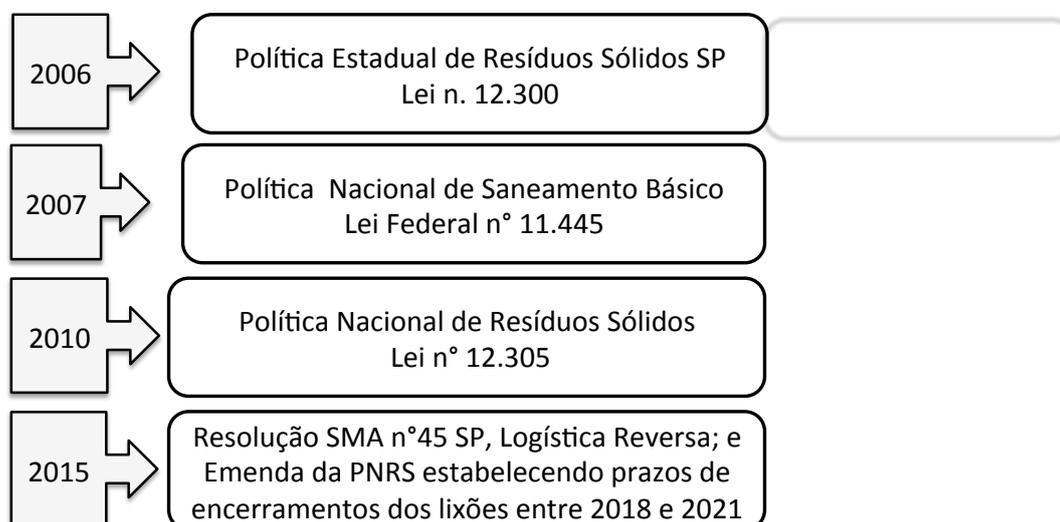


Figura 4. Marcos legais para a gestão de RSU. Fonte: Elaborado pelos autores

A principal lei é a Lei n. 12.305/2010, que estabelece uma série de instrumentos voltados à obtenção dos objetivos nela determinados, dentre os quais Édís Milaré (2011) destaca os Planos de Resíduos Sólidos, conforme apresentado no Tabela 1:

Tabela 1 – Planos de resíduos sólidos urbanos.

PLANOS	CARACTERÍSTICAS
Plano Nacional de Resíduos Sólidos;	- elaborado pela União sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente; - vigência: prazo indeterminado; - atualização: a cada 4 (quatro) anos.
Planos Estaduais de Resíduos Sólidos	- gestão no espaço territorial de cada Estado; - vigência: prazo indeterminado; - atualização: a cada 4 (quatro) anos.
Planos Microrregionais de Resíduos Sólidos e os Planos de Resíduos Sólidos de	- elaboração e implementação pelos Estados com a participação obrigatória dos Municípios; - estabelecer soluções integradas para a coleta seletiva, a recuperação e a

Regiões Metropolitanas ou Aglomerações Urbanas	reciclagem, o tratamento e a destinação final dos resíduos sólidos urbanos.
Planos Intermunicipais de Resíduos Sólidos	- consórcio entre municípios para gestão dos resíduos sólidos;
Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos	- atualização: concomitante com a elaboração dos planos plurianuais municipais; - pode ser inserido no plano de saneamento básico; - condição necessária para o Distrito Federal e os municípios terem acesso aos recursos da União;
Planos de gerenciamento de resíduos sólidos	- ações exercidas nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada.

Fonte: Adaptado de MILARÉ (2011).

5. Resultados e Discussões

A disposição final dos resíduos sólidos no mundo, tem se apresentado de forma diferenciada. Nos países mais desenvolvidos como Estados Unidos, Japão e grande parte da União Europeia, o gerenciamento dos resíduos sólidos estão muito à frente, quando comparados com países em desenvolvimento.

De acordo com Abralpe (2011, p.16), nestes países a gestão dos resíduos sólidos envolvem três fases como apresentado a seguir:

- Na primeira fase, ocorreu na década de 60 onde os lixões existentes foram transformados em aterros sanitários e uma grande parte dos resíduos passou a ser incinerados. No entanto, como não existia política para restringir à geração de resíduos, ocorreu um crescimento expressivo no seu volume.
- Na segunda fase em meados de 1970, foram criadas metas prioritárias para a reutilização e reciclagem dos matérias. Com a exploração da reciclagem, o consumo dos recursos naturais e o volume dos resíduos a serem dispostos, apresentou um crescimento mais lento. Já no final da década de 80, novas prioridades em relação à gestão de resíduos sólidos foram estabelecidas, e surgiu a classificação dos três R (Reduzir, Reutilizar, Reciclar), que vigora hoje no Brasil.
- Na terceira fase, os países mais desenvolvidos buscam a redução do volume de resíduos no início do processo produtivo, até mesmo nos projetos de bens de forma a simplificar a reutilização e a reciclagem. As principais diretrizes a seguir são: evitar ou, nos casos em que não for possível, diminuir a geração de resíduos; reutilizar ou, quando não for possível, reciclar resíduos; utilizar a energia contida nos resíduos; e tornar inertes os resíduos antes da disposição final.

Na Tabela 2 e na Figura 5, são apresentados os principais equipamentos utilizados em uma usina de recuperação energética instalada na União Europeia, bem como o diagrama esquemático dos fornecedores de resíduos sólidos para fornecedores de energia.

Tabela 2. Principais equipamentos de uma usina de recuperação energética instalada na Europa.

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

Fonte: (ABRALPE, 2011, p.15).



Figura 5. Diagrama esquemático de uma usina de recuperação energética Europeia. Fonte: (ABRALPE, 2011, p.15).

Nos países em desenvolvimento, como por exemplo os da América Latina, a gestão de resíduos sólidos encontram-se em posições intermediárias, entre a primeira e a segunda fase dos verificados nos países mais desenvolvidos. Com a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei nº 12.305/10, o Brasil está enfrentado um desafio quando nos referimos a adequada destinação final dos resíduos sólidos, de forma a seguir a tendência mundial.

O Brasil possui 7.142 empreendimentos de geração de energia elétrica em operação, totalizando 168.764.760 kW de capacidade instalada. Sendo que a geração de energia elétrica por meio da bioenergia representa 8.695 KW de capacidade instalada (ANEEL, 2018). A bioenergia para geração de energia elétrica, pode ser utilizada de diferentes maneiras. Hoogwijk et al., (2003), classificam bioenergia em resíduos:

- primários - aqueles produzidos na agricultura e silvicultura;
- secundários - os resíduos gerados durante o processo produtivo, indústrias de alimentos, bebidas, papéis e etc.;
- terciários – por meio de resíduos resultantes dos pós-uso dos resíduos secundários e correspondem a fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos.

Os resíduos sólidos urbanos representam na matriz energética brasileira 133.397 KW de potência total provenientes de 20 usinas. A Tabela 3, apresenta as usinas de geração de energia com resíduos sólidos urbanos em operação no Brasil.

Tabela 3. Usinas de geração de energia em operação com resíduos sólidos urbanos no Brasil.

Usina	Data operação	Potência total (KW)	Proprietário	Município/UF
Energ-Biog	18-12-2002	0.30	Biomass Users Network do Brasil	Barueri –SP
São João Biogás	27-03-2008	21.560	São João Energia Ambiental S.A	São Paulo – SP
Asja BH	01-08-2008	1.424	Raízen Energia S.A	Mirandópolis-SP
Arrudas	16-12-2009	2.400	Companhia de Saneamento de Minas Gerais	Belo Horizonte - MG
Salvador	22-12-2010	19.730	Termoverde Salvador S.A	Salvador - BA
Ambient	14-03-2011	1.500	Ambient Serviços Ambientais de Ribeirão Preto S.A	Ribeirão Preto - SP
Uberlândia	01-12-2011	2.852	Energas Geração de Energia Ltda	Uberlândia-MG
Itajaí Biogás	01-02-2013	1.065	Itajaí Biogás e Energia S.A.	Itajaí –SC
Centro Tec. Usinaverde	06-05-2013	0.440	Usinaverde S.A.	Rio de Janeiro - RJ
CTR Juiz de Fora	01-08-2013	4.278	Valorgas - Energia e Biogas LTDA	Juiz de Fora - MG
Guatapar	29-08-2014	5.704	Guatapar Energia S.A.	Guatapar – SP
Bandeirantes	03-11-2014	4.624	Biogas Energia Ambiental S.A	São Paulo – SP
Biotérmica Recreio	24-06-2015	8.556	Biotérmica Energia S.A	Minas do Leão - RS
Tecipar	30-10-2015	4.278	Tecipar Engenharia e Meio Ambiente LTDA	Santana de Parnaíba - SP
Curitiba Energia	11-01-2016	8.556	Curitiba Energia Spe Ltda	Fazenda Rio Grande - PR
Termoverde Caieiras	15-07-2016	29.547	Termoverde Caieiras Ltda	Caieiras - SP
Asja Sabará	30-06-2017	5.704	ASJA Sabara Serviços Para O Meio Ambiente S/A	Sabará - MG
Tremembé	15-05-2018	4.278	SPE Tremembe Energia Ltda	Tremembé - SP
PCT Barueri Biogás	-	2.601	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Carapicuíba - SP
Novagerar	-	4.000	Novagerar Eco-Energia Ltda	Nova Iguaçu - RJ
Total		133.397		

Fonte: Adaptado de (ANEEL, 2018).

A Lei nº 12.305/10 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, procura organizar a forma com que o país lida com o lixo e exige dos setores públicos e privados transparência no gerenciamento de seus resíduos. Alguns dos objetivos da PNRS é o incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluindo a recuperação e o aproveitamento energético. A Figura 6, apresenta algumas considerações em relação a implementação da PNRS.

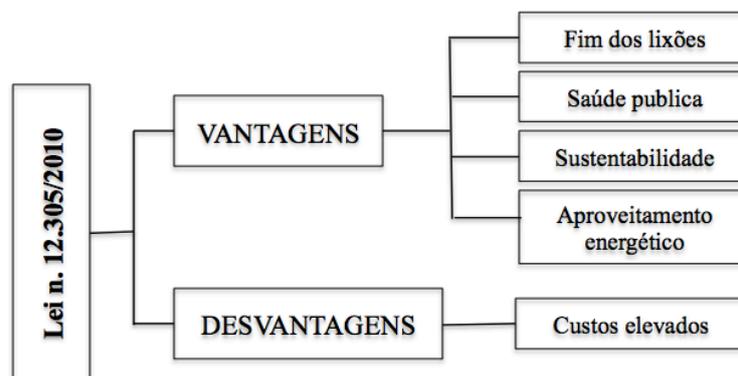


Figura 6. Lei 12.350/2010 – Considerações sobre a implantação da PNRS. Fonte: Elaborado pelos autores

O PNRS, tem informações importantes para permitir o avanço necessário no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos, possui instruções para estimular na população consumidora, bem como nas empresas, uma diminuição do consumo de matérias-primas e uma consciência mais sustentável. Verificou-se também, medidas seguras e padronizadas dentro do processo de recolhimento e reciclagem de lixo, não havendo necessidade da presença de pessoas nos lixões, reduzindo o risco de contaminações.

Estimulados pelo PNRS, alguns estados brasileiros criaram suas políticas independentes. Os respectivos plano estadual de resíduos sólidos e as datas da publicação são apresentados no Tabela 4.

Tabela 4 - Políticas Estaduais de Resíduos Sólidos.

Região	Estado	Plano Estadual de Resíduos Sólidos	ANO
Região Norte	ACRE	PEGIRS/AC	2012
Região Nordeste	Rio Grande do Norte	PEGIRS/RN	2012
	Pernambuco	PERS/PE	2012
	Maranhão	PEGRS/MA	2012
Região Sudeste	Rio de Janeiro	PERS/RJ	2013
	São Paulo	PERS/SP	2014
Região Centro Oeste	Goiás	PERS/GO	2017
Região Sul	Santa Catarina	PERS/SC	2014
	Rio Grande do Sul	PERS/RS	2014
	Paraná	PEGIRSU/PR	2013

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os estados que não estão classificados na Tabela 4, não possuem política estadual de resíduos sólidos. A Política Estadual de Resíduos Sólidos de São Paulo - PERS/SP, é anterior à PNRS nacional, tendo sido instituída pela Lei Estadual n. 12.300, de 16 de março de 2006, e regulamentada pelo Decreto Estadual n. 54.645 de 5 agosto de 2009, a partir de um processo que se iniciou em 1998. O processo de validação do documento pela sociedade foi feito por consultas e audiências públicas em 2014 (PERS/SP, 2014). Na Tabela 5, é apresentada a quantidade de municípios por estados brasileiros com algum tipo de disposição final de resíduos sólidos adotada.

Tabela 5. Panorama da quantidade de municípios por tipo de disposição final de resíduos sólidos.

Disposição Final	Total Brasil 2017	Regiões Brasileiras				
		Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul
Aterro Sanitário	2.218	90	449	159	817	703
Aterro Controlado	1.742	108	484	159	634	357
Lixão	1.610	252	861	149	217	131
Brasil	5.570	450	1.794	467	1.668	1.191

Fonte: Adaptado da (ABRELPE, 2018).

Observa-se na Tabela 5, que o Nordeste é a região com maior número de municípios com disposição final de resíduos sólidos, seguido pela região Sudeste com 1.668 municípios e pelo Sul com 1.191. No entanto, note que no Nordeste, em 861 municípios o destino dos resíduos são os lixões (destinos inadequados), já no Sudeste e Sul do país, 817 e 703 municípios respectivamente o destino dos resíduos são os Aterros Sanitários. A disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil é apresentada na Figura 7.

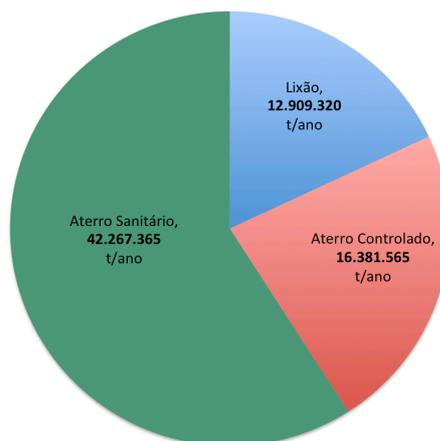


Figura 7. Disposição final dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil.

Fonte: (ABRELPE, 2018)

Note que mais de 29 mil toneladas por ano de resíduos sólidos tem como disposição final lixões e aterros controlados, representando destino final inadequado.

Um importante instrumento que poderia diminuir os resíduos depositados em locais inadequados é o Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos (SIBR). O SIBR é a união de

diversas bolsas de resíduos existentes no Brasil em um único sistema virtual. O Sistema Integrado é patrocinado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) que tem como meta a viabilidade do instrumento em escala regional e a sua expansão para outros estados do país. A bolsa de resíduos, tem como objetivo a negociação de resíduos entre indústrias, por meio de compra, venda, troca ou doação, visando agregar valores aos resíduos transformando-os em matéria-prima ou insumo na fabricação de produtos. Empresas instaladas no país ou de outros países, podem participar do programa bolsa de resíduos, desde que possua representante autorizado (BOLSA DE RESÍDUOS, 2012). No Tabela 6 é apresentado algumas bolsas de resíduos em funcionamento no Brasil.

Tabela 6. Bolsas de Resíduos.

Bolsa de Resíduos	Empresas cadastradas	Início de funcionamento	Estado	Endereço eletrônico
SIBR - Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos	7.234	-	Confederação Nacional da Indústria (CNI) e das Federações das Indústrias da Bahia, Goiás, Minas Gerais, Pará, Paraná, Pernambuco e Sergipe.	http://www.sibr.com.br/sibr/index_bolsa.jsp
BRFIESC - Bolsa de Resíduos do Sistema FIESC	2.107	2004	Bolsa de Resíduos do Sistema FIESC, Santa Catarina	http://brfiesc.com.br/bolsa-de-residuos/o-que-e-a-brfiesc
FIRJAN – Bolsa de Resíduos	-	-	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro	https://bolsaderesiduos.firjan.com.br
FIESP - Bolsa de Resíduos, Negócio e Meio Ambiente	-	2002	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, São Paulo	https://apps.fiesp.com.br/bolsa/index2.asp
FIEMS – Bolsa de Resíduos	-	-	Federação das Indústrias do Estado de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul	http://www2.fiems.com.br/bolsaderesiduos
FIERGS - Bolsa de Resíduos	-	2017	Federação das Indústrias do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul	https://www.fiergs.org.br/pt-br/tags/bolsa-de-recicláveis
FIEC – Bolsa de Resíduos e Negócios	-	2001	Mantido pelo Instituto Euvaldo Lodi - Ceará (IEL/CE)	http://www.sfiec.org.br/bolsaresiduos

Fonte: Elaborado pelos autores.

6. Considerações Finais

A geração de energia a partir de resíduos sólidos urbanos vem desempenhando-se como uma alternativa viável, ao desenvolvimento sustentável por meio de iniciativas tecnológicas de alguns estados brasileiros. Com uma prática adequada, todos os estados poderiam aproveitar este recurso em abundância para gerar eletricidade. A implantação de aterros sanitários adequados, estações de triagem, coleta seletiva, incineradores, e incentivos governamentais, incentivariam a iniciativa pública e privada a investir em projetos para o desenvolvimento dessa fonte. O desenvolvimento energético dos resíduos sólidos urbanos podem trazer inúmeros benefícios aos estados e a população em geral como, geração de emprego, substituição de combustíveis fósseis, mitigação de gases que provocam as mudanças climáticas, adequado sistema sanitário e o uso de transferência de tecnologia.

Referências

- ABRELPE. Recuperação energética – Transformando lixo em energia. ABRELPE e PLASTIVIDA – Instituto Sócio-Ambiental dos Plásticos, São Paulo, 2011, p. 15.
- ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017. ABRELPE, São Paulo, 2018.
- ANEEL. Capacidade de Geração do Brasil. Technical report, Aneel, Brasil, 2018. Disponível: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>
- BRASIL. Lei No 12.305, Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial** da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2010.
- BRFIESC. Bolsa de Resíduos da FIESC. Disponível em: < BRFIESC - Bolsa de Resíduos do Sistema FIESC>. Acesso em julho de 2018.
- FAO. Annual population. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/OA>>. Acesso em julho de 2018.
- FGV. Política Nacional e Gestão Municipal de Resíduos Sólidos. 2015. Disponível em:< https://fgvprojetos.fgv.br/sites/fgvprojetos.fgv.br/files/miolo_residuos_solidos_site.pdf>. Acesso em Julho de 2018.
- FIEC. Bolsa de Resíduos e Negócio. Federação das Indústrias do Estado do Ceará – FIEC. Disponível em < <http://www.sfiec.org.br/bolsaresiduos> >. Acesso em julho de 2018.
- FIEMS. Bolsa de Resíduos. Federação das Indústrias do Estado de Mato Grosso do Sul. Disponível em: < <http://www2.fiems.com.br/bolsaderesiduos>>. Acesso em julho de 2018.
- FIERGS. Bolsas de Resíduos abrangem federações. Federação das Indústrias do Rio Grande do Sul. Disponível em: < <https://www.fiergs.org.br/pt-br/tags/bolsa-de-recicláveis>>. Acesso em Julho de 2018.
- FIRJAN. Bolsa de Resíduos – Bons Negócios para a Industria. Disponível em: <<https://bolsaderesiduos.firjan.com.br>>. Acesso em julho de 2018.
- FIESP. Bolsa de Resíduos, Negócios e Meio Ambiente. Disponível em: <<https://apps.fiesp.com.br/bolsa/index2.asp>>. Acesso em julho de 2018.
- Gil, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- HOOGWIJK, M.; FAAIJ, A. VAN DEN BROEK, R.; BERNDES, G. Exploration of the ranges of the global potencial of biomass for energy. Biomass and Bioenergy, v. 25, p. 119- 133, 2003.
- IBGE. População. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018. < <https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=população&searchphrase=all>>. Acesso em julho de 2018.
- International Energy Agency (IEA). Key World Energy Statistics 2016. Paris, France: IEA PUBLICATIONS, 2016. Disponível em: < <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2016.pdf>>. Acesso acessado em outubro de 2018.
- MURARA. Biomassa contida nos resíduos sólidos urbanos. MURARA, Assessorial Industrial e Florestal, 2016.
- PERS/SP. Plano de resíduos sólidos do Estado de São Paulo. Secretária de Estado do Meio Ambiente. 1 edição, São Paulo, 2014. Disponível em: http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Regionalizacao/Est_Regionalizacao%20SP%202014out_parte_001.pdf
- Rocha, D. L. Uma análise da coleta seletiva em Teixeira de Freitas - Bahia. Revista Caminhos de Geografia, 2012, p. 140-155.
- SIBR. Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos. Disponível em: < http://www.sibr.com.br/sibr/index_cni.jsp>. Acesso em julho