

OPINIÃO

Resíduo Sólido Urbano é Energia Jogada no Lixo

*Por Carlos Eduardo P. dos Santos Gomes**

Um dos maiores desafios enfrentados pela humanidade no Século XXI é como lidar com a quantidade de resíduos sólidos gerada diariamente nos grandes centros urbanos. No Brasil, o padrão de consumo gerou em 2016 um total de quase 78,3 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU), aproximadamente 1,04 kg/hab/dia, segundo o relatório da ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais) publicado em 2017. Dessa quantidade, aproximadamente 53,3% foi destinada para aterros sanitários, enquanto o restante não sofreu destinação correta, não sendo nem sequer coletado ou sendo disposto em lixões ou aterros irregulares (ABRELPE, 2017). Esses destinos não seguem os padrões estabelecidos pela NBR8419 (ABNT, 1992) e pela NBR13896 (ABNT, 1997), normas que explicitam as diretrizes técnicas para os projetos de aterro no Brasil que receberão RSU, acarretando em degradação e contaminação do meio ambiente com altos riscos para a saúde pública. A Tabela 1 mostra a quantidade de municípios em cada região do país pelo tipo de disposição final de seus RSU. Importante perceber como ela revela um pequeno retrocesso de 2015 para 2016 em relação à disposição correta dos resíduos.

Tabela 1: Quantidade de Municípios por Tipo de Disposição Final Adotada

Disposição Final	Brasil 2015	2016 – Regiões e Brasil					
		Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	Brasil
Aterro Sanitário	2.244	92	458	161	822	706	2.239
Aterro Controlado	1.774	112	500	148	644	368	1.772
Lixão	1.552	246	836	158	202	117	1.559
Brasil	5.570	450	1.794	467	1.668	1.191	5.570

Fonte: ABRELPE, 2017

De acordo com o estabelecido na PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei nº 12.305/2010 – (BRASIL, 2010), resíduo sólido urbano é qualquer resíduo originário de atividade doméstica (domiciliar) em residências urbanas ou originário de varrição ou limpeza de logradouros e vias públicas. O Art. 6º da Lei nº 11.445 (BRASIL, 2007), no entanto, também define que os resíduos originários de atividades comerciais, industriais e de serviços cuja responsabilidade pelo manejo não seja atribuída ao gerador podem, por decisão do poder público, ser incluídos nessa classificação. Assim, os RSU compreendem uma gama extremamente variada de materiais com diferentes composições, taxas de degradação, formas, tamanhos e conteúdo energético, criando dificuldades para a sua logística (coleta, acondicionamento e transporte), tratamento e disposição corretos.

Em termos gerais, os RSU têm como destinação final a deposição em aterros sanitários preparados para receber resíduos classe II-A (não perigosos e não inertes) e II-B (não perigosos e inertes) segundo a NBR10004 (ABNT, 2004) que dispõe sobre a classificação de resíduos. Nos aterros, os resíduos são dispostos em camadas sobrepostas para que ocorra a sua degradação ao longo dos anos. Essa degradação gera o biogás que, em termos energéticos, é uma opção de aproveitamento dos resíduos para aquecimento e/ou geração de eletricidade. O biogás é capaz de gerar eletricidade a partir de turbinas a gás e/ou a partir da queima em motores de combustão interna. No entanto, tal potencial ainda é muito subaproveitado no Brasil. Um estudo de 2010 (MMA, 2010) coletou, compilou e analisou dados de 56 locais de disposição de resíduos municipais e os resultados apontaram que, para aquele ano, a soma dos potenciais individuais de geração de eletricidade através de biogás forneceria cerca de 311 MW de "potência instalada". Mesmo ocorrendo diminuição desse potencial nos anos subsequentes devido à redução natural na produção de biogás, esse ainda representaria um total de 258 MW no final de um período de 10 anos (2020).

Todavia, é interessante apontar que é possível realizar aproveitamento energético dos RSU sem necessariamente enviá-los para aterros sanitários. Aterros apresentam questões complexas quanto ao seu projeto e gestão. O projeto e a construção de aterros são demorados e custosos, passando por diversas etapas. Além disso, a disposição inadequada de resíduos em aterros pode gerar passivos ambientais de complexa remediação, acarretando em longos processos de licenciamento ambiental ditados, por exemplo, pela Resolução CONAMA 404 (MMA, 2008) que estabelece os critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterros sanitários de pequeno porte para RSU. A própria PNRS estabelece que a disposição em aterros deve ser a destinação final apenas para rejeitos, sendo rejeito o nome dado para o resíduo em que já foram esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por tratamentos disponíveis e economicamente viáveis.

Segundo a PNRS, a gestão de resíduos sólidos deve seguir uma ordem de prioridade apresentada em seu Art 9º: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Essa ordem tem o intuito de mitigar o problema dos RSU nos centros urbanos, além de alinhar o país com as práticas mais modernas na gestão de resíduos, visando a sustentabilidade. Sendo assim, a possibilidade de fazer aproveitamento energético local dos resíduos, dispensando ou reduzindo a necessidade de disposição final, também auxilia na questão da

coleta, acondicionamento e transporte de RSU, além de diminuir o volume de rejeito enviado para aterros, tendo em vista que a necessidade de espaço também é um fator limitante nos projetos. Os tratamentos locais ou regionais mais comumente aplicados são a compostagem para resíduos orgânicos e a incineração para resíduos não biodegradáveis cuja reciclagem não é possível ou não é viável.

A compostagem é o conjunto de técnicas aplicadas para controlar a decomposição da matéria orgânica, objetivando a obtenção de um material estável, rico em húmus e nutrientes minerais, no menor tempo possível (MONTEIRO et al., 2001). O material gerado pode ser aplicado como adubo e fertilizante na produção de novos alimentos, sendo uma solução de fácil aplicação domiciliar para restos de alimentos. Outra possibilidade para o tratamento de resíduos orgânicos é a biodigestão. Diferentemente da compostagem, essa não precisa da intervenção humana, pois todo o processo é feito em um biodigestor, sistema fechado em que os gases produzidos são coletados e armazenados em compartimentos chamados gasômetros, que promove a conversão de compostos orgânicos complexos em produtos simples por microrganismos aneróbios em quatro etapas: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese (KUNZ et al., 2006). O interessante da compostagem e da biodigestão é que, assim como em aterros sanitários, ocorre a produção de biogás. Como exemplo de aplicação prática em centros urbanos, um trabalho desenvolvido na UFRJ estimou que a queima do biogás gerado a partir da biodigestão de resíduos orgânicos do Restaurante Universitário Central da Cidade Universitária seria capaz de produzir aproximadamente 177,6 KWh/dia de eletricidade (MOURA, 2017). Segundo o trabalho, a eletricidade total gerada em um mês poderia suprir a demanda de aproximadamente 33 casas de acordo com o consumo médio mensal residencial em 2015 divulgado pela EPE (MOURA, 2017).

Já a incineração de resíduos não biodegradáveis é atualmente empregada em diversos países, principalmente os que não detêm muito espaço físico, como forma de reduzir o volume a ser destinado para deposição em aterros. É utilizada principalmente nos países nórdicos como forma de gerar aquecimento e eletricidade (RUSSO, 2003). O processo de incineração se baseia no uso de fornos a alta temperatura que promove a combustão completa dos resíduos, garantindo tratamento sanitário e destruição de componentes orgânicos, o que também minimiza a presença de resíduos combustíveis nas cinzas geradas ao final do processo (MORGADO et al., 2006). Essas cinzas são geralmente encaminhadas para aterros, porém estudos já comprovaram a possibilidade de incorporação delas como matéria-prima na confecção de cerâmicos em até certas porcentagens sem alteração do comportamento mecânico dos mesmos (NASCIMENTO et al., 2000; COUTINHO et al., 2016). Em relação às questões ambientais, as incineradoras podem enfrentar certa resistência pelo fato da queima de RSU emitir substâncias perigosas como dioxinas, furanos e ácidos (RUSSO, 2003). Contudo, o controle da poluição pode ser feito de forma a tratar os gases emitidos com sistemas de neutralização de ácidos, filtração para materiais particulados e retenção de compostos como óxidos, organoclorados e metais voláteis, por exemplo (MORGADO et al, 2006).

A geração de eletricidade através da incineração se baseia na produção de gases pela combustão dos RSU, gases esses que estão em elevada temperatura e são capazes de vaporizar a água para movimentar

turbinas a vapor (Ciclo Rankine). Na Alemanha, a usina de Schwandorf[1] incinera 23 toneladas de resíduos por hora em apenas uma de suas caldeiras e dessa forma é capaz de gerar energia elétrica para abastecimento da rede pública da cidade (ZMS, 2014). Não somente a incineração, mas processos como a gaseificação de resíduos também possibilitam aproveitamento energético. A diferença está no fato da gaseificação destruir os materiais pelo calor sem ocorrer a combustão, formando gás de síntese que pode ser utilizado para a geração de eletricidade ou de combustíveis líquidos pelo processo de Fischer-Tropsch. A própria PNRS estabelece que tecnologias de recuperação energética de RSU podem ser utilizadas, desde que exista viabilidade técnica e ambiental e que haja a implantação de um programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental (BRASIL, 2010).

A partir do exposto acima, é possível concluir que as possibilidades para o aproveitamento energético dos RSU em cidades são variadas. Em termos de sustentabilidade, o melhor é sempre promover a não geração do resíduo, sua reutilização e reciclagem, respectivamente. No entanto, partindo de RSU já gerados e disponibilizados para descarte, iniciativas locais e comunitárias como compostagem, biodigestão e incineração já são capazes de mitigar o problema do acúmulo desenfreado de sólidos para disposição em aterro e os problemas de logística envolvendo coleta, acondicionamento e translado dos resíduos, ao mesmo tempo em que gera aquecimento para processos industriais ou eletricidade para consumo. A Gestão Integrada de Resíduos envolve toda a parte de promover incentivos a Logística Reversa no mundo empresarial, criar centros de triagem e separação de lixo reciclável, fazer aproveitamento energético e incorporar os resíduos finais em novos materiais na compreensão de uma das máximas ambientais: não existe jogar fora. E, nisso, as análises de ciclo de vida conhecidas como "do berço ao berço" vêm exercendo papel fundamental, principalmente para demonstrar o potencial energético que está sendo desperdiçado. É imperativo mudarmos o paradigma pelo qual os resíduos são tratados e passarmos a enxerga-los como ótimas oportunidades para negócios lucrativos, inclusive na geração de energia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE – Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2016. 2017.

ABNT – NBR8419. Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos. 1992.

ABNT – NBR13896. Aterros de Resíduos Não Perigosos – Critérios para Projeto, Implantação e Operação. 1997.

ABNT – NBR10004. Resíduos Sólidos – Classificação. 2004.

BRASIL - Lei nº 12.305. Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2010.

BRASIL - Lei nº 11.445. Estabelece as Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico, Cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico. 2007.

[1] https://www.z-m-s.de/

COUTINHO, N.; VIEIRA, C. – Caracterização e Incorporação de Cinza de Resíduo Sólido Urbano em Cerâmica Vermelha. Revista Cerâmica, v. 62, p. 249-255, 2016.

KUNZ, A.; OLIVEIRA, P. - Aproveitamento de dejetos de animais para geração de biogás. Revista de Política Agrícola, v. 15, n. 3, p. 28-35, 2006.

MMA – CONAMA 404. Estabelece Critérios e Diretrizes para o Licenciamento Ambiental de Aterro Sanitário de Pequeno Porte de Resíduos Sólidos Urbanos. 2008.

MMA – Estudo Sobre o Potencial de Geração de Energia a Partir de Resíduos de Saneamento (lixo, esgoto), Visando Incrementar o Uso de Biogás como Fonte Alternativa de Energia Renovável. São Paulo, Brasil. 2010.

MONTEIRO, J., FIGUEIREDO, C., MAGALHÃES, A., MELO, M., BRITO, J., ALMEIDA, T., MANSUR, G. - Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos. Coordenação técnica Victor zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 200P. 2001.

MORGADO, T.; FERREIRA, O. – Incineração de Resíduos Sólidos Urbanos, Aproveitamento na Co-Geração de Energia. Estudo para a Região Metropolitana de Goiânia. Universidade Católica de Goiás, Goiânia. 2006.

MOURA, R. - Avaliação do Potencial de Geração de Energia a partir dos Resíduos Orgânicos do Restaurante universitário Central da UFRJ. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2017.

NASCIMENTO, L.; FILHO, N.; ZAKON, A. – Cinzas da Incineração de Lixo: Matéria-prima para Cerâmicas. Revista Ciência Hoje, v. 27, p. 63-57, 2000.

RUSSO, M. – Tratamento de Resíduos Sólidos. Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal. 2003.

ZMS - Zweckverband Müllverwertung Schwandorf. Consórcio Intermunicipal para o Aproveitamento de Resíduos Sólidos. Schwandorf, Alemanha. 2014.



Carlos Eduardo P. dos Santos Gomes é mestrando na área de Otimização do Programa de Engenharia de Sistemas e Computação da COPPE/UFRJ. Graduado em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Possui diploma técnico em Informática pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ). Estudou por dois semestres na the University of Queensland (UQ), Austrália, como bolsista do Programa Ciência Sem Fronteiras. Atuou em projetos da COPPE/UFRJ nas áreas de Modelagem Hidráulica e Ambiental e Adaptação às Mudanças Climáticas. Estagiou na Empresa de Pesquisa Energética (EPE), na Superintendência de Planejamento da Geração, em que trabalhou na parte de modelagem computacional de otimização para a expansão da geração do setor elétrico brasileiro.

* Este texto é de inteira responsabilidade do autor e não reflete necessariamente a linha programática e ideológica da FGV.