

Gestão de resíduos sólidos: desafios da sustentabilidade

Mateus Henrique Rocha

Universidade Federal de Itajubá

Itajubá, MG, Brasil

mateus0@yahoo.com.br; mateushrocha@gmail.com

A sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável são fundamentais para a manutenção e uso racional dos recursos naturais. O desenvolvimento sustentável foi definido pela primeira vez através da publicação *Our Common Future*, também comumente denominado de Relatório Brundtland, apresentado à Assembléia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) em 1987. Este documento foi encomendado pela ONU à Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, de tal forma, que ele parte da premissa que desenvolvimento e meio ambiente não podem ser separados. O relatório estabelece um vínculo explícito entre problemas ambientais e pobreza, definindo desenvolvimento sustentável como “[...] *aquele que atende às necessidades presentes, sem comprometer a possibilidade das gerações futuras de suprirem às suas próprias necessidades*” (WCED, 1987).

Esta definição está baseada em dois conceitos, o primeiro é a necessidade dos mais pobres e o segundo é a idéia de que os limites do meio ambiente não são dados pelo próprio ambiente, mas pela organização social e tecnologia. O relatório ressalta os riscos do uso exagerado dos recursos naturais e a excessiva geração de resíduos sólidos e emissões de efluentes (líquidos e gasosos), sem considerar a capacidade de suporte dos ecossistemas, e aponta para a incompatibilidade entre desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo vigentes na época (Rocha, 2009).

Atualmente uma das maiores preocupações ambientais em relação a sustentabilidade está relacionada aos resíduos sólidos, os quais, podem ser resultantes de atividades de origem: doméstica, institucional, industrial, hospitalar, comercial, agrícola, pecuária, mineração, de serviços de varrição de ruas, de limpeza de áreas públicas, etc. Devido às suas características e composição, os resíduos sólidos industriais e, especialmente, aqueles classificados como perigosos, exigem técnicas especiais de gestão durante a coleta, o armazenamento, o transporte, tratamento e disposição final adequada, para o

controle do potencial de risco à saúde pública e ao meio ambiente. A toxicidade dos resíduos sólidos está relacionada ao potencial que o agente possui de provocar interação com o ambiente ou organismo receptor por dispersão, difusão, sorção (absorção e adsorção), inalação, ingestão ou absorção cutânea tendo como possíveis efeitos adversos: ao seres humanos (toxicidade, efeitos carcinogênicos, mutagênicos, teratogênicos) ou ao meio ambiente (acidificação, eutrofização, ecotoxicidade, etc.) (Rocha et al., 2014).

Portanto, atualmente um dos maiores desafios enfrentados pela sociedade moderna é o equacionamento entre a crescente quantidade de resíduos sólidos produzidas diariamente e a sua consequente gestão integrada, que pode incluir diversas alternativas. O gerenciamento integrado dos resíduos sólidos é composto por ações diretas ou indiretas nas etapas de coleta, transporte, transbordo, armazenamento, tratamento e destinação final, cujas alternativas podem ser constituídas por: implementação de técnicas para redução do volume dos resíduos sólidos gerados, reciclagem, recuperação/reutilização de materiais, coprocessamento, compostagem, recuperação energética (através de biogás, incineração, pirólise ou gaseificação), tratamento/descontaminação, e por último incineração (combustão sem recuperação de energia) e disposição em aterros sanitários (Luz et al., 2015; Leme, Rocha, Venturini, Lopes, & Ferreira, 2014).

No caso da Colômbia depois de 1950 houve um aumento acentuado da população, do Produto Interno Bruto (PIB) e da produção e consumo de bens e serviços, resultando em um incremento expressivo da geração de resíduos sólidos. Para se ter uma ideia, a quantidade *per capita* de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) gerada em 2013 foi igual a 0,57 kg/dia, originando um total de 29.000 toneladas/dia, sendo que desse total 45% é disposta em aterros. Como consequência, houve uma proliferação de sistemas de disposição considerados ilegais ou inadequados, por isso, através da implementação de novas leis e decretos, tais como, o Decreto 1.713 de 2002 e o Decreto 2.981 de 2013, que regem os serviços públicos de saneamento, houve a proibição e o fechamento de todos os aterros inadequados para a disposição de RSU. Esses decretos tornaram obrigatório a disposição final dos RSU em sistemas de tratamento adequados a partir do ponto de vista técnico, sanitário, ambiental e econômico (Arrieta, Requena, Toro, & Zamorano, 2016).

Os métodos biológicos (compostagem, digestão anaeróbia, etc.) são os mais indicados para o tratamento dos RSU e redução da sua Demanda Química de Oxigênio (DQO), visando a produção de

biogás. O biogás é o produto da decomposição da matéria orgânica presente nos RSU, na ausência de oxigênio, por micro-organismos anaeróbicos, ele é uma mistura de gases com predominância de CH_4 e CO_2 . O biogás proveniente da digestão anaeróbica de resíduos sólidos constitui uma fonte alternativa e renovável de energia. O potencial energético do biogás é estabelecido em função da quantidade de CH_4 contido no gás, o que determina o seu poder calorífico. O biogás pode conter cerca de 40–75% de CH_4 , 25–40% de CO_2 , 0,5–2,5% de N_2 , 1,0–3,0 de H_2 , 0,1–1,0% de O_2 , 0,1–0,5% de H_2S e 0,1–0,5% de NH_3 (Salomon, Lora, Rocha, & Almazan, 2011; Salomon & Lora, 2009).

Os métodos biológicos são processos que dependem da degradação dos resíduos sólidos através da ação de micro-organismos. Os principais processos biológicos de tratamento são divididos em aeróbios e anaeróbios. O elevado teor de material orgânico (40–75%) presente nos RSU e os elevados conteúdos de umidade (50–70%) presente nos RSU da Colômbia possibilitam a utilização destes métodos. Dos métodos biológicos de tratamento dos RSU, a digestão anaeróbia é um dos mais eficientes, porque ela possui uma elevada eficiência de conversão do resíduo em biogás (Lozano *et al.*, 2009).

Na Colômbia o tratamento térmico dos resíduos têm sido usado principalmente para o tratamento dos resíduos sólidos industriais perigosos e resíduos hospitalares, de forma a se reduzir o volume e o potencial poluidor dos mesmos, enquanto a maioria dos RSU são comumente dispostos em aterros sanitários. Um inventário indicou que existem cerca de 170 incineradores na Colômbia, dos quais, 52% estão localizados em hospitais, 37% em empresas privadas para a queima dos seus próprios resíduos produzidos e 11% correspondem a incineradores comerciais que prestam assistências a empresas de saneamento. A maioria das plantas que operam na Colômbia têm capacidades inferiores a 100 kg/hora e a capacidade total das plantas é de 18.000 toneladas/ano (Cobo, Gálvez, Conesa, & Correa, 2009; Aristizábal *et al.*, 2008).

As cinzas volantes resultantes da incineração de resíduos sólidos perigosos médicos, industriais e RSU possuem um risco devido as elevadas concentrações de dioxinas, metais pesados e sais solúveis. Além disso, as cinzas volantes são mais propensas a lixiviação nos aterros, acarretando um elevado risco ambiental que é associado a inadequada inertização e inapropriada disposição dos resíduos das cinzas volantes. Os níveis de dioxinas nas cinzas volantes variam amplamente, dependendo dos parâmetros da combustão, do diâmetro das partículas e dos equipamentos de controle da poluição empregados.

Contudo, na Colômbia as cinzas são misturadas com o lixo doméstico em aterros sem qualquer tratamento prévio (Cobo *et al.*, 2009).

Portanto, pode-se concluir que em todo o mundo as políticas atualmente são voltadas para a erradicação dos aterros sanitários, favorecendo a implementação da “hierarquia dos resíduos”, que é direcionada para a redução do volume de resíduos dispostos, visando a reciclagem, reutilização/recuperação de materiais e recuperação energética dos resíduos. Os aterros devem ser considerados apenas como uma opção transitória, sem perspectivas para continuarem sendo usados no futuro. A incineração de resíduos ainda é considerada uma alternativa poluente para o tratamento dos resíduos, devido a emissão de dioxinas, furanos, material particulado, SO_x, NO_x, metais pesados, etc. Entretanto, a falta de espaço para novos aterros em áreas metropolitanas está forçando as cidades a repensar o uso de opções de recuperação energética dos resíduos, também denominado de usinas *Waste-to-Energy* (WtE). Atualmente, resultados de muitos estudos científicos (Luz *et al.*, 2015; Leme *et al.*, 2014) confirmam que essas usinas WtE possuem um desempenho ambiental superior aos aterros.

Referências

- Aristizábal, B. *et al.* (2008). Baseline Levels of Dioxin and Furan Emissions from Waste Thermal Treatment in Colombia. *Chemosphere*, 73(1 suppl.), S171-S175. doi: 10.1016/j.chemosphere.2007.03.078.
- Arrieta, G. Requena, I., Toro, J., & Zamorano, M. (2016). Adaptation of EVIAVE Methodology for Monitoring and Follow-up When Evaluating the Environmental Impact of Landfills. *Environmental Impact Assessment Review*, 56, 168-179. doi:10.1016/j.eiar.2015.10.001
- Cobo, M., Gálvez, A., Conesa, J.A., & Correa, C.M. (2009). Characterization of Fly Ash from a Hazardous Incineration in Medellin, Colombia. *Journal of Hazardous Materials*, 168(2-3), 1223-1232. doi: 10.1016/j.jhazmat.2009.02.169.
- Leme, M.M.V., Rocha, M.H., Lora, E.E.S., Venturini, O.J., Lopes, B.M., & Ferreira, C.H. (2014). Techno-economic Analysis and Environmental Impact Assessment of Energy Recovery from Municipal Solid Waste (MSW) in Brazil. *Resources, Conservation and Recycling*, 87, 8-20. doi:10.1016/j.resconrec.2014.03.003.

- Lozano, C.J.S., Mendoza, M.V., Arango M.C. de, & Monroy, E.F.C. (2009). Microbiological Characterization and Specific Methanogenic Activity of Anaerobe Sludges Used in Urban Solid Waste Treatment. *Waste Management*, 29(2), 704-711. doi: 10.1016/j.wasman.2008.06.021.
- Luz, F.C. et al. (2015). Techno-economic Analysis of Municipal Solid Waste Gasification for Electricity Generation in Brazil. *Energy Conversion and Management*, 103, 321-337. doi:10.1016/j.enconman.2015.06.074.
- Rocha, M.H. (2009). *Uso da análise do ciclo de vida para comparação do desempenho ambiental de quatro alternativas para tratamento da vinhaça* (tesis de maestría). Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, Brasil.
- Rocha, M.H. et al. (2014). Life Cycle Assessment (LCA) for Biofuels in Brazilian Conditions: A Meta-analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 37, 435-459. doi:10.1016/j.rser.2014.05.036.
- Salomon, K.R. & Lora, E.E.S. (2009). Estimate of the Electric Energy Generating Potential for Different Sources of Biogas in Brazil. *Biomass and Bioenergy*, 33(9), 1101-1107. doi:10.1016/j.biombioe.2009.03.001.
- Salomon, K.R., Lora, E.E.S., Rocha, M.H., & Almazan, O.O. (2011). Cost Calculations for Biogas from Vinasse Biodigestion and Its Energy Utilization. *Zuckerindustrie (Sugar Industry)*, 136(4), 217-223.
- World Commission on Environment and Development (WCED) (1987). *Our Common Future: The Brundtland Report*. New York, NY: Oxford University Press.