



ANÁLISE AMBIENTAL DE ENTORNO DE ATERROS SANITÁRIOS, MÁQUINAS E SISTEMAS PARA TRATAMENTO E GERAÇÃO DE ENERGIA UTILIZANDO RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO OESTE E NOROESTE DO ESTADO DO PARANÁ

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.6.23.XII-012>

Ricardo Morel Hartmann*, Paulo Henrique Squinzani, Luana Gabriela Lenhard, Juliana Elisabete Correia, Diego Moraes Flores

* Universidade Federal da Integração Latino-americana, Engenharia de Energia, Grupo de Pesquisa em Mobilidade e Matriz Energética, Foz do Iguaçu/PR. ricardo.hartmann@unila.edu.br.

RESUMO

O constante aumento da geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) tem causado um consequente aumento pela procura de soluções inovadoras em aterros e disposição final dos resíduos. O presente trabalho traz resultados de projetos conjunto com o objetivo de estudar o impacto ambiental do entorno de alguns aterros sanitários bem como resultados de análise de máquinas e sistemas com o objetivo de tratar e diminuir o impacto ambiental da geração de RSU. Os resultados da análise do entorno dos aterros mostraram classes de vulnerabilidade baixa, com possibilidades de uso desde que, associados as áreas de baixa declividade e classe de solos com pouca suscetibilidade a erosão. Resultados de análise de duas máquinas no formato de protótipo para separação de RSU e outra para uma suposta decomposição termomagnética se mostraram ineficazes. A análise da sistemática de implantação tanto do separador de resíduos quanto do combustor termomagnético levantaram preocupação sobre o modo como algumas propostas de inovação tecnológica são instaladas no setor de aproveitamento energético de RSU. Foram então propostas soluções para melhorar a inovação tecnológica de máquinas e processos no setor de resíduos sólidos urbanos.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos sólidos urbanos, tratamento de resíduos, inovação tecnológica, energia renovável, aterros sanitários.

ABSTRACT

The constant increase in the generation of municipal solid waste (MSW) has induced a consequent increase in the need for innovative solutions in landfills and final disposal of waste. The present work brings results of joint projects with the objective of studying the environmental impact of the surroundings of some landfills as well as results of analysis of machines and systems with the objective of treating and reducing the environmental impact of the generation of MSW. The results of the analysis of the surroundings of the landfills showed classes of low vulnerability, with possibilities of use since, associated with areas of low slope and class of soils with little susceptibility to erosion. Analysis results of two machines in the prototype format for MSW separation and another one for a supposed thermomagnetic decomposition proved to be ineffective. The analysis of the systematic implementation of both the waste separator and the thermomagnetic combustor raised concerns about the way in which some technological innovation proposals are installed in the MSW energy recovery sector. Solutions were then proposed to improve the technological innovation of machines and processes in the urban solid waste sector.

KEY WORDS: Municipal solid waste, waste treatment, technological innovation, renewable energy, landfills.

INTRODUÇÃO

O crescimento na geração de RSU conforme o aumento da população brasileira e na América Latina faz com que sejam necessárias cada vez mais áreas para a correta destinação dos resíduos sólidos urbanos, onde se destacam os aterros sanitários, sendo também este crescimento na geração dos resíduos uma fonte de preocupação para gestores e a população em geral. É fato que o tema dos RSU é um dos principais desafios das cidades no século XXI. Um estudo publicado pelo Banco Mundial [1] estima que no ano de 2050, 9 entre cada 10 habitantes da América Latina viverão em cidades. Isto implicará uma quantidade crescente na geração de RSU e consequente aumento na necessidade por serviços públicos relacionados com coleta, transporte, separação e correta destinação destes resíduos. Por isso, a correta destinação e aplicação em economia circular para os resíduos, a exemplo de geração de energia elétrica com biogás dos



aterros sanitários, é uma saída que tem se mostrado muito valorizada na academia, setor industrial e pela população em geral.

Mas no entanto deve-se tomar cuidado com os impactos sistêmicos tanto dos aterros sanitários, em termos da análise ambiental do entorno geográfico, como da eficácia e custos de soluções para tratamento, disposição e uso energético dos resíduos, conforme normativas do Conselho Nacional do Meio Ambiente.

OBJETIVOS

O principal objetivo deste trabalho foi trabalhar a problemática dos aterros sanitários aplicando uma análise conjunta do território e dos impactos energéticos da utilização dos aterros sanitários inseridos nestes territórios. Para isto foram necessários dois objetivos específicos individualizados: realizar análise ambiental do entorno geográfico dos aterros sob análise e analisar a efetividade técnica de algumas soluções propostas para tratamento de resíduos de modo a se evitar que fosse necessário enviar-se resíduos aos aterros.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado com base principalmente em visitas técnicas a aterros sanitários e cooperativas de recicladores nas regiões oeste e noroeste do Paraná. Para análise do entorno aplicou-se comparações baseadas na literatura geoambiental. Para análise de máquinas para tratamento de resíduos sólidos foram aplicados conceitos de engenharia de energia, energia química e engenharia mecânica que serão detalhados conforme os resultados forem sendo apresentados.

RESULTADOS OBTIDOS

Resultados de Análise de Entorno de Aterros Sanitários

As análises do entorno dos aterros seguiu critérios de vulnerabilidade geoambiental, segundo Santos et al. [2]. A metodologia utiliza de geoprocessamento aplicado com soma ponderada em matrizes, onde os agrupamentos de critérios levam em consideração a hierarquização das unidades de solos propostas de Ross (1994) [3], Crepani *et al.* (2001) [4] e Silveira *et al.* (2005) [5]; que consideram os horizontes diagnósticos de subsuperfície e a textura dos solos. Fornece pesos em intervalos de vulnerabilidades aos processos de erosão, movimentos de massa, colapsos e contaminação dos solos. Valores de declividade são cruzados para diminuir o número de classes e simplificar a visualização (baixa, média e alta vulnerabilidade) em escalas muito reduzidas, como 1: 600.000 (origem do mapeamento para o estado). A figura 1 mostra o mapa de vulnerabilidade geoambiental de porção oeste do estado do Paraná.

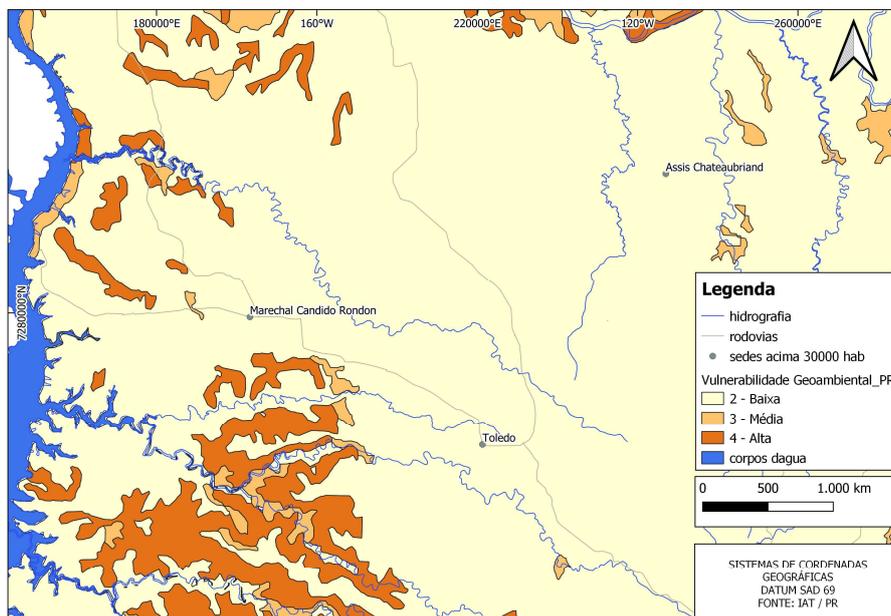
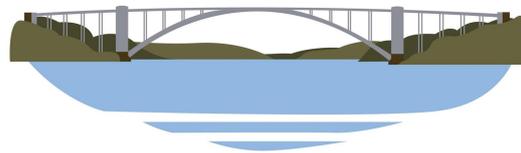


Figura 1: Mapa de vulnerabilidade geoambiental de porção oeste do estado do Paraná. Fonte: Autores do Trabalho.

Os resultados da figura mostram que a região entre Toledo e Marechal Cândido Rondon apresentam uma proporção pequena de áreas com vulnerabilidade geoambiental na faixa 4, nível considerado elevado. Outra região importante para a bacia do Rio Paraná e que por isso impacta nos municípios limítrofes é a região da bacia do Rio Ivai, que compõe boa parte da região noroeste do Paraná. A figura 2 mostra o mapa de vulnerabilidade geoambiental desta região, compreendendo a região que vai desde o município de Cornélio Procópio, passando por Maringá, Campo Mourão até Assis Chateaubriand.

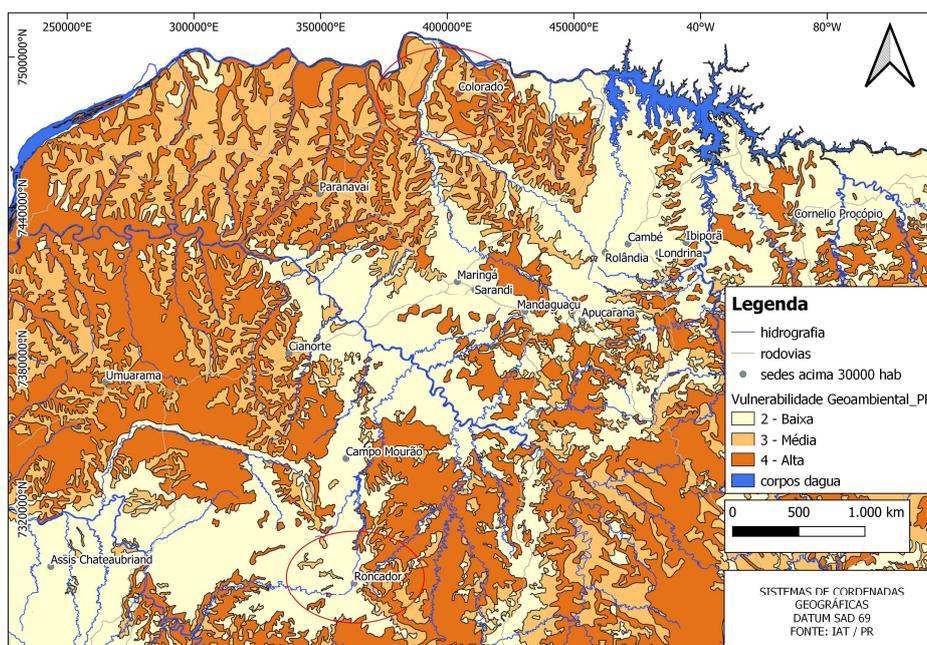


Figura 2: Mapa de vulnerabilidade geoambiental de porção noroeste do estado do Paraná. Fonte: Autores do Trabalho.



Ao contrário da figura 1, os resultados mostrados na figura indicam uma grande proporção da região noroeste do Paraná classificada no nível 4, ou seja, como elevado grau de vulnerabilidade geoambiental, fato este que é preocupante quando se procuram áreas para instalação de aterros sanitários.

Os resultados mostrados nas figuras 1 e 2 são importantes e úteis para trabalhos futuros de planejamento para instalação de novos aterros sanitários, uma vez que são ferramentas auxiliares para que os gestores municipais possam escolher áreas com menores vulnerabilidades geoambientais, minimizando assim os impactos ambientais dos aterros sanitários nos territórios dos municípios.

Resultados de Processamento de Resíduos e Geração de Energia

Foram realizadas duas visitas técnicas, uma visita para acompanhar o funcionamento de uma máquina separadora de resíduos e outra visita para acompanhar o funcionamento de uma máquina que era destinada a um processo que foi chamado de “decomposição termomagnética”.

A operação da máquina separadora de resíduos estava sendo realizada em parceria com uma cooperativa de recicladores do município sob análise. Observou-se que a máquina estava funcionando, mas a separação não estava sendo efetiva. Os resíduos orgânicos estavam saindo contaminados com pedaços de plásticos e outros contaminantes. A figura 3 mostra uma vista panorâmica da máquina separadora de resíduos sob análise.



Figura 3: Foto panorâmica da planta experimental para triagem mecanizada de resíduos sólidos urbanos. Fonte: Autores do Trabalho.

A análise técnica da máquina de triagem mostrada na figura indicou uma baixa viabilidade técnica devidos a dois fatores principais: i) o fato de que a máquina é destinada a “separação” de lixo já misturado faz com que não se estimule a separação do resíduo a nível dos domicílios/residências. Este tipo de abordagem cria a falsa sensação de que pode-se misturar o lixo como se queira, indo na contramão das boas práticas de destinação de resíduos sólidos urbanos, onde deve-se sempre preferir separar os resíduos em orgânicos, recicláveis e restos não re-utilizáveis. Este aspecto talvez seja o principal aspecto negativo do sistema proposto. O segundo ponto negativo foi a baixa efetividade da máquina, onde observou-se que os resíduos orgânicos apresentavam altamente contaminados com plásticos. Além disso a máquina apresentava problemas de montagem, com parafusos soltos, motores elétricos desalinhados e elevado nível de ruído e vibrações mecânicas observáveis sem necessidade de utilização de osciloscópio.

Já os resultados da máquina destinada a realizar uma “decomposição termomagnética” foram ainda piores. Em material técnico fornecido a equipe de trabalho antes da visita à máquina instalada em um galpão da prefeitura municipal, esta foi apresentada como sendo uma adaptação de uma patente de uma empresa japonesa. O protótipo japonês está descrito



na referência da página na internet da empresa Nissho Engenharia [6]. A empresa Nissho engenharia descreve com detalhes o funcionamento do protótipo, onde é possível observar claramente a presença de equipamentos para aquecimento termomagnético, onde o ar no interior do equipamento mantém a sua temperatura entre 300° e 500° C através de um sistema de controle térmico. Nesta faixa de temperatura é possível realizar a chamada “decomposição termomagnética”, uma vez que as condições termodinâmicas do ar e dos resíduos no interior da máquina estão condizentes com a teoria de cinética química e de combustão. É importante informar que o equipamento da NISSHO engenharia consome 1 kW de potência e que boa parte desta potência elétrica é consumida pelos equipamentos destinados ao processo de magnetização.

No entanto, o equipamento vistoriado na planta experimental sob análise apresentava sensíveis diferenças com relação ao protótipo japonês. Aspectos de coleta e disposição dos resíduos, a presença de um extenso sistema de purificação de gases poluentes e a ausência de um sistema robusto de medição de temperatura foram observados no protótipo sob análise. Além disso, não havia sistema de conversão de energia eletromagnética para calor como no protótipo japonês. Ao invés, foram encontrados pequenos ímãs nas entradas de ar na parte de baixo do equipamento, como pode ser observado na figura 4.



Figura 4 – Foto em detalhe das entradas de ar no protótipo para “decomposição magnética”. A foto a) mostra a montagem da dupla dos ímãs em cada entrada. Na foto b) Detalhe de orifício de entrada de ar. Fonte: Autores do Trabalho.

Como pode ser observado na figura 4-a), os ímãs presentes na entrada de ar são pequenos. Adicionalmente foi verificado com uma barra metálica que o campo magnético dos ímãs era muito fraco, o que faz com que não seja possível realizar a decomposição magnética conforme o protótipo japonês. Em geral observou-se que a operação do protótipo produzia muita fumaça com alto teor poluente e que apresentava diversos vazamentos de gases de exaustão. Por isso, a conclusão final sobre o protótipo foi que ele deveria ter a operação descontinuada e que deveria sofrer uma análise adicional de engenharia térmica para sanar os diversos problemas conceituais e operacionais.

Em termos gerais, a análise de protótipos de máquinas para geração de energia e/ou reaproveitamento de biomassa como resíduos sólidos urbanos é um processo complexo que requer o trabalho conjunto de equipes com profissionais de diferentes áreas da engenharia. Neste sentido, os resultados mostrados acima para os dois protótipos analisados indicam a necessidade que se consolide equipes multidisciplinares de engenharia, de modo a oferecer análises confiáveis para que os gestores municipais possam tomar decisões vantajosas para os municípios e que apresentem alta sustentabilidade ambiental. Considerando a dimensão de vulnerabilidade geoambiental de aterros sanitários conforme mostrado na figura 1, a necessidade de protótipos efetivos para o correto tratamento de resíduos sólidos urbanos se faz ainda mais importante. Isto porque caso fosse possível tratar-se todo o resíduo sólido, seja através de reciclagem ou através da geração de energia renovável, seria possível praticamente extinguir a necessidade de utilização de terrenos para aterros ambientais, acabando assim com problemas relacionados a vulnerabilidades geoambientais.



CONCLUSÕES

As análises de entorno dos aterros no oeste do Paraná, permitiram concluir que os aterros sanitários analisados apresentaram baixa vulnerabilidade geoambiental principalmente na região oeste do Paraná. Já a análise da região noroeste do Paraná indicou maiores frações de áreas com vulnerabilidade geoambiental. As análises de operação de protótipo de separação de resíduos sólidos urbanos e da chamada máquina de “decomposição termomagnética” permitiram detectar problemas operacionais que estavam comprometendo a efetividade dos protótipos, principalmente a máquina magnética que apresentou problemas conceituais graves. Neste sentido, foi possível indicar pelo reinício do processo de projeto das máquinas, favorecendo os gestores municipais e do governo do estado para melhor aplicação dos recursos públicos. Assim, verificou-se que a metodologia de acompanhamento operacional dos aterros sanitários e dos protótipos por equipe multidisciplinar das áreas ambiental, de engenharia e geografia se mostrou uma ferramenta eficaz para melhorar e consolidar o processo de inovação tecnológica na gestão de aterros sanitários e aplicação de máquinas para a correta destinação e uso energético dos RSU. Isto se consolida pelo fato de que se for possível tratar todo o resíduo sólido, seja através de reciclagem ou através da geração de energia renovável, seria possível praticamente extinguir a necessidade de utilização de terrenos para aterros ambientais, acabando assim com problemas relacionados a vulnerabilidades geoambientais. Assim, sistemas de educação ambiental para a correta separação de resíduos sólidos a nível de residências/domicílios pode vir a se tornar uma ferramenta eficaz para se repensar todo o modelo de gestão de resíduos sólidos nas cidades brasileiras.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Parque Tecnológico de Itaipu (PTI) pelo auxílio financeiro para realização do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kaza, Silpa; Yao, Lisa C.; Bhada-Tata, Perinaz; Van Woerden, Frank. 2018. What a Waste 2.0 : A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Washington, DC: World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>;
2. Santos, Leonardo & Oka-Fiori, Chisato & Canalli, Naldy & Fiori, Alberto & Silveira, Claudinei & França da Silva, Julio. (2007). Mapeamento da vulnerabilidade geoambiental do estado do Paraná. Revista Brasileira de Geociências. 37. 812-820. 10.25249/0375-7536.2007374812820;
3. Ross J.L.S. 1994. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, 08:63-74;
4. Crepani E., Medeiros J.S., Hernandez Filho P., Florenzano T.G., Duarte V., Barbosa C.C.F. 2001. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento-Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial. São José dos Campos, INPE, 100p;
5. Silveira C.T., Fiori A.P., Oka-Fiori C. 2005. Estudo das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial na APA de Guaratuba: subsídios para o planejamento ambiental. Bol. Paranaense de Geociências, 57:09-23.
6. Nisso Engenharia, Folheto Técnico. (<http://www.nseg.co.jp/en/tcekiln/mg.html>).