

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

MITIGAÇÃO DA POLUIÇÃO AMBIENTAL NA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL

Rafaela Julia de Lira Gouveia

Engenheira Agrícola Ambiental, UFRPE, Recife, PE, Brasil
rafaelajulia020@gmail.com

Alex Souza Moraes

Doutor em Química, UFRPE, Recife, Pe, Brasil
Alex.moraes@ufrpe.br

Beatriz Silva Santos

Doutoranda em Engenharia Agrícola
Beatrizambiental5@gmail.com

Arthur Luis Silva de Araujo

Doutorando em Química, UFRPE, Recife, PE, Brasil
araujoarthur759@gmail.com

Resumo: Atualmente, a utilização de Resíduos Sólidos Urbanos (RSUs) para a geração de energia elétrica é um método já presente no Brasil, embora ainda pouco utilizado. A má gestão de resíduos provenientes de áreas urbanas, é um dos principais problemas na sociedade moderna, pois com crescimento populacional anual, a quantidade gerada se torna excedente, dificultando sua gestão e fiscalização. O inadequado gerenciamento desses resíduos se mostra uma alta fonte de emissão para gases poluentes, sendo portanto, um problema para as questões ambientais. Os RSUs geralmente são destinados para aterros sanitários, aterros controlados e muitas vezes encaminhados a lixões sem nenhum tipo de monitoramento, acompanhamento ou aproveitamento. Com o crescimento da preocupação com a sustentabilidade, o aproveitamento energético dos RSUs se mostram como uma boa estratégia, pois procuram encontrar soluções seguras na perspectiva ambiental, socialmente adequadas, que sejam também economicamente viáveis e eficientes para sua destinação e aproveitamento. A incineração e o processamento biológico são basicamente as duas formas de geração de energia elétrica a partir de RSUs com a quase total eliminação da necessidade de aterros sanitários. o Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030) (EPE, 2007) considera a possibilidade de instalação de até 1.300 MW nos próximos 25 anos em termelétricas utilizando RSUs. Além dessas alternativas de destinação e aproveitamento há outros caminhos

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

possíveis de serem seguidos visando o aproveitamento energético de RSUs. Segundo a Norma Brasileira NBR 10.004:2004, resíduos sólidos são materiais encontrados nos estados sólidos e semi-sólidos que resultam da atividade da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. O artigo em questão visa discutir os aspectos mais relevantes das principais rotas tecnológicas alternativas disponíveis atualmente para a geração de energia elétrica a partir de RSUs, além de analisar o potencial das usinas que estão envolvidas na prática de geração de energia elétrica com RSUs no Brasil e das políticas públicas relacionadas ao seu aproveitamento energético.

Palavras-chave: aproveitamento energético, políticas públicas, rotas tecnológicas, tecnologias alternativas.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No Brasil, estima-se que a população brasileira em 2050 tem previsão de chegar ao montante de 232 milhões de habitantes (WORLDOMETERS, 2019). O aproveitamento energético de RSUs é considerado uma alternativa promissora de geração de energia elétrica. Contudo, quando falamos deste tipo de solução, este não pode ser considerado para sustentar uma demanda energética em todo país a longo prazo, mas é um elemento importante para uma área regional ou local e, portanto, não deve ser desconsiderado. Dentro de uma perspectiva de longo prazo, o Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030) (EPE, 2007) considera a possibilidade de instalação de até 1.300 MW nos próximos 25 anos em termelétricas utilizando RSUs, em uma indicação de que são esperados avanços importantes no aproveitamento energético dos resíduos urbanos. Nessa perspectiva, acompanha-se as tecnologias alternativas que utilizam RSUs, conhecidas como termelétricas, já conhecidas e adotadas por diversos países.

Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar a partir de uma revisão, a eficácia da geração de energia elétrica a partir do aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos, a regulamentação e classificação desses resíduos no Brasil.

1.1. Resíduos Sólidos Urbanos

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), da década de 70, é baseado na aplicação contínua de uma estratégia ambiental integrada para processos, produtos e serviços com a finalidade de aumentar sua eficiência. Este programa tem como proposta, dentre outras, a determinação de uma ordem de preferência para a destinação final dos RSUs. Essa ordem é: redução na geração de

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

resíduos, reuso dos resíduos gerados, reciclagem e recuperação, compostagem e digestão da matéria orgânica, incineração com recuperação energética e, por fim, a destinação em aterro sanitário para o mínimo de resíduo remanescente (BRASIL, 2010).

Segundo a Norma Brasileira NBR 10.004:2004, resíduos sólidos são materiais encontrados nos estados sólidos e semi-sólidos que resultam da atividade da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.

“Considera-se, também, resíduo sólido os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornam inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d’água, ou exijam, para isso, soluções técnicas e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível” (ABNT, 1987).

Tabela 1 – Classificação dos resíduos sólidos.

Resíduos Classe I (Perigosos)	Classificados como 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 classificados com resíduos que não apresentam características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, contudo, podem apresentar propriedade de biodegradabilidade, combustibilidade e solubilidade em água, existindo a possibilidade de haver reação com o meio ambiente
Resíduos Classe II B (Não perigosos e inerte)	São classificados com resíduos que não tem algum constituinte solubilizado em concentração superior ao padrão de potabilidade da água.

Fonte: (adaptado da ABNT, 2004).

Os RSU enquadram-se como originários de domicílios, locais públicos, comércio e presentes na agricultura. Logo, possuem grande diversidade, podendo ser encontrados na forma de plástico, papéis, madeira, borracha, alimentos, vidros, entre outros. De acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) n.º 308/2002, RSUs são provenientes de residências ou qualquer outra atividade que gere resíduos com características domiciliares, bem como resíduos de limpeza urbana.

1.2. Tecnologias para Geração de Energia em Aterros Sanitários e Produção de Biogás

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

O tratamento dos resíduos pode envolver processos físicos, com a alteração da forma do material para reaproveitamento; processos químicos, onde são alteradas ou revertidas a condições iniciais do material; biológicas, em que um agente de decomposição biológico que consome a matéria orgânica e ou mineral, transformando-o em gás, adubo ou material inerte (BERTICELLI et al,2016).

Para este aproveitamento energético dos RSUs na geração de energia elétrica são necessários os conhecimentos acerca das tecnologias alternativas disponíveis mundialmente.

Segundo EPE (2007) as rotas tecnológicas de conversão de RSUs são:

- Processos Termoquímicos: Queima direta; Gaseificação; Pirólise e FBR.
- Processos Bioquímicos: Digestão Anaeróbica e Digestão Aeróbica.

O proveito do biogás gerado nos aterros (*landfill gas*), é o meio de utilização energética mais simples dos RSUs, sendo portanto, uma boa alternativa, onde pode ser aplicada a curto e médio prazos para os gases produzidos na maioria dos aterros já existentes, como já ocorre atualmente em diversos aterros de vários países. A geração do gás acontece em quatro fases características da vida útil de um aterro, em cuja fase aeróbica será produzido o dióxido de carbono (CO₂) com alto conteúdo de nitrogênio (N₂), sofrendo declínio nas respectivas 2^a e 3^a fases. Na 2^a fase, o esgotamento de oxigênio (O₂) sucede em um meio anaeróbio com alto conteúdo de CO₂ e pouca produção de hidrogênio (H₂), na 3^a, a fase anaeróbia começa a produção do metano (CH₄) com uma redução na produção de CO₂. Na quarta e última fase, ocorre a produção mais estável dos compostos orgânicos CH₄, CO₂ e N₂, este método corresponde na recuperação do landfill gas provindo da decomposição anaeróbia da fração volumétrica do RSU, devido ação de microorganismos que convertem os resíduos em substâncias mais estáveis. O CH₄ é classificado como 21 vezes mais potente que o CO₂, logo o processo de queima irá gerar menos danos ambientais diante da sua emissão. Ademais, o aproveitamento energético também evita a emissão derivado da queima de combustível fóssil que conseguiria ser utilizado para oferecer a mesma quantidade de energia que o biogás. Diferencialmente dos processos de geração de energia através dos processos de digestão anaeróbica e do método por incineração, o aproveitamento do gás de aterro não traz redução volumétrica significativa de resíduos, de maneira que a deposição contínua dos resíduos termina esgotando a capacidade de acúmulo do aterro sanitário.

1.3. Políticas Públicas Importantes para o Aproveitamento Energético do RSU

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

Por meio dos instrumentos determinados no art. 8º, a PNRS procura a realização de ações por diferentes âmbitos do governo para a minimização da geração dos resíduos, a logística reversa, a valorização dos resíduos por conta de processos de reciclagem, o correto tratamento dos materiais dispostos, evitando danos ao ambiente e à saúde e, o que importa a esse trabalho, o aproveitamento do subproduto do lixo, o biogás (BRASIL, 2010).

A PNRS estabelece uma distinção entre resíduo e rejeito. Em relação ao primeiro, é descrito como tudo aquilo que tem valor econômico e que pode ser reciclado ou reaproveitado; já o segundo é qualquer material que requer esgotadas tentativas de possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos economicamente viáveis. Esta diferença entre ambos é importante, pois a PNRS determina que apenas o rejeito deve ser aterrado, logo, indicando a necessidade de o resíduo ter seu aproveitamento da melhor forma possível, o aproveitamento energético.

Recentemente, o Ministério do Meio Ambiente (MMA), Ministério de Minas e Energia (MME) e o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) publicaram a Portaria Interministerial n. 274/2019 com o objetivo de regulamentar o aproveitamento energético proposto na PNRS. Esta portaria estabelece que a recuperação energética dos RSUs é considerada uma das formas de destinação final ambientalmente adequada a ser adotada pelos municípios.

A portaria determina que a recuperação energética dos RSUs, destinada à geração de energia elétrica, deve atentar-se para os marcos legais dos setores energético e de saneamento, pois é necessário a integração das políticas envolvidas. Portanto, ela traça as diretrizes operacionais das usinas a serem instaladas e, além disso, determina a elaboração de Planos de Contingência e Emergência.

REFERÊNCIAS

- [1]. Berticelli, R.; Pandolfo, A.; Korf, E. P. **Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos: Perspectiva e Desafios**. Revista. **Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 5, n. 2, p. 711-744, ed.out.2016. Florianópolis, 2016.
- [2]. Empresa de Pesquisa Energética (EPE). **Plano Nacional de Energia 2030**. Rio de Janeiro: EPE, 2007. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/PNE/Forms/Empreendimento.aspx>>. Acesso em: 11 out. 2023.
- [3]. Ministério de Minas e Energia. **Avaliação Preliminar do Aproveitamento Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos de Campo Grande, MS**. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wpcontent/uploads/sites/36/2014/05/mme_epe_aproveitamento_rsu_ms.pdf>. Acesso em 01 out. 2023.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

- [4]. OLIVEIRA, P. T. S. e PEIXOTO FILHO, G. E. C. **Levantamento da Situação Atual da Reciclagem de Materiais Plásticos no Município de Campo Grande – MS.** In: IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2007, Campo Grande. Anais... Campo Grande: ANTAC, 2007.