

O impacto dos fatores operacionais de aterros sanitários na melhoria da geração de biogás no Brasil.

The impact of landfill operation factors on improving biogas generation in Brazil.



Autores: Ana Cristina Ruoso,
Macklini Dalla Nora, Julio Cezar Mairesse
Siluk, Jose Luis Duarte Ribeiro.

Revista: *Renewable and Sustainable
Energy Reviews (Revisões sobre
energias renováveis e sustentáveis).*

Ano de Publicação: 2022.

Volume e Identificação: Volume 154,
Artigo 111868.

Disciplina: Ciência Ambiental

Aluna: Marilene Costa

INTRODUÇÃO

- A geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) cresce continuamente.
- Grande parte dos resíduos no Brasil é destinada a aterros sanitários.
- Durante a decomposição da matéria orgânica ocorre a produção de **biogás**, rico em metano (CH_4).
- O aproveitamento do biogás permite gerar energia renovável e reduzir emissões de gases de efeito estufa.
- Apesar desse potencial, a recuperação de biogás nos aterros brasileiros ainda é pouco eficiente.

Problema da pesquisa

Quais fatores operacionais dos aterros sanitários exercem maior influência na geração de biogás e como eles podem ser utilizados para melhorar a recuperação de energia?

OBJETIVO DO ESTUDO

- O **objetivo geral** do trabalho Apresentar um modelo para *avaliar o impacto dos fatores internos e operacionais dos aterros sanitários na produção de biogás*, contribuindo para a otimização da geração de metano e da recuperação energética.

METODOLOGIA – construção do modelo

O estudo utilizou uma abordagem de **Análise Multicritério de Decisão (MCDA)** composta por:

- **Revisão sistemática da literatura** Identificação dos fatores relacionados à geração de biogás.
- **AHP (Processo Analítico Hierárquico)** Comparação dos fatores por especialistas.
- Definição dos pesos de impacto.
- **Mapa de causa e efeito** Relação entre operação do aterro e biodegradação.
- **KPIs (Indicadores-chave de desempenho)** Avaliação de seis empresas brasileiras.

Amostra:

- 34 especialistas para ponderação;
- 6 empresas avaliadas.

METODOLOGIA

Revisão da literatura



Identificação dos fatores



AHP com especialistas



Mapa de causa e efeito

METODOLOGIA – avaliação de desempenho

- **Aplicação do modelo**
- Participação de **34 especialistas** na definição dos pesos dos fatores.
- Avaliação de **6 empresas brasileiras** com sistemas de recuperação de biogás.
- Análise de:
 - **6 fatores operacionais**
 - **33 subfatores**
 - **37 indicadores-chave de desempenho (KPIs)**
- **Ferramenta de avaliação**
- **KPIs → Medição do desempenho operacional → Diagnóstico do sistema de biogás**

METODOLOGIA - Fatores operacionais avaliados

Foram analisados seis fatores:

Sistema de revestimento

Sistema de drenagem de gás

Gestão de líquidos

Disposição dos resíduos

Melhoria da atividade microbiana

Características do local

RESULTADOS – Fatores operacionais

Impacto dos fatores operacionais

Ranking de influência na geração de metano:

FATOR	IMPACTO
Sistema de revestimento	23,80%
Drenagem de gás	23,30%
Gestão de líquidos	19,60%
Disposição de resíduos	15,40%
Atividade microbiana	12,60%
Características do local	5,20%

- Quase metade do potencial de melhoria está relacionada ao revestimento e à drenagem de gás.

RESULTADOS – Biodegradação

Fatores que mais influenciam a geração de metano:

FATOR	IMPACTO
Umidade	19,90%
Carbono orgânico	19,70%
Temperatura	16,40%
pH/Alcalinidade	15,30%
Potencial Redox	14,60%
Densidade	14,00%

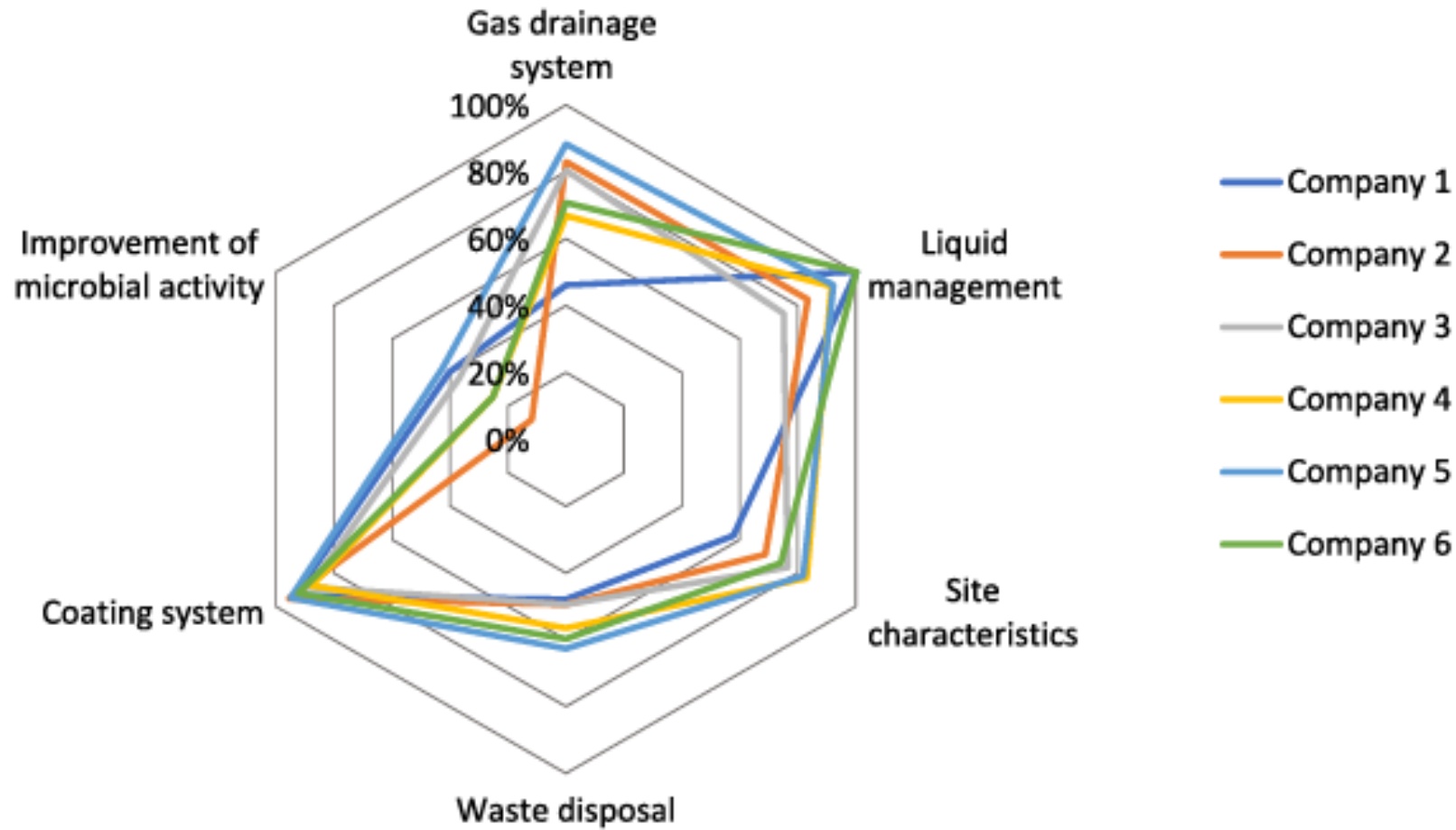
Umidade
+
Carbono Orgânico
↓
Maior produção de metano

- Umidade + carbono orgânico representam quase **40%** da influência na biodegradação.

5. RESULTADOS - Avaliação das empresas

Empresa	Desempenho
Empresa 1	68,10%
Empresa 2	71,10%
Empresa 3	70,80%
Empresa 4	70,60%
Empresa 5	80,60%
Empresa 6	74,40%

- Apenas uma empresa apresentou desempenho totalmente satisfatório.
- As demais ficaram em nível potencialmente satisfatório.



Sistema de revestimento;
Drenagem de gás;
Gestão de líquidos;
Disposição de resíduos;
Melhoria da atividade microbiana;
Características do local.

Desempenho das empresas				
Sanitário aterro sanitário	Região	Geral desempenho (EUβ)	Quantidade de RSU (toneladas / ano)	Biogás gerado (m³/ ano)
Empresa 1	Sul	68,10%	240.000	-
Empresa 2	Nordeste	71,10%	1.095.000	105.120.000
Empresa 3	Sul	70,80%	1.000.000	78.840.000
Empresa 4	Nordeste	70,60%	1.000.000	62.000.000
Empresa 5	Sudeste	80,60%	2.160.000	79.100.000
Empresa 6	Sul	74,40%	1.200.000	92.000.000

CONCLUSÃO

- ▶ O modelo permitiu identificar os fatores mais importantes para geração de biogás.
- ▶ O revestimento, drenagem de gás e gestão de líquidos são os fatores prioritários.
- ▶ Umidade e carbono orgânico são essenciais para a biodegradação.
- ▶ O modelo pode apoiar gestores na tomada de decisão.
- ▶ Há potencial para aumentar a produção de energia nos aterros brasileiros.

CONSIDERAÇÕES

Contribuições do artigo:

■ Aplicação prática no contexto brasileiro

- O estudo considera as características e limitações dos aterros sanitários do Brasil.

■ Modelo de diagnóstico inovador

- Desenvolve uma metodologia para identificar e quantificar os fatores operacionais que mais influenciam a produção de biogás.

■ Integração entre teoria e prática

- Combina revisão da literatura, avaliação de especialistas e análise de empresas reais de geração de biogás.

■ Auxílio na tomada de decisão

- Fornece informações para que gestores priorizem ações capazes de aumentar a produção de metano e melhorar a eficiência dos sistemas.

CONSIDERAÇÕES

Aspectos a serem aprimorados:

- **Amostra reduzida de empresas:** O estudo avaliou apenas seis aterros sanitários, o que limita a representatividade dos resultados e sua aplicação para outros contextos. **Melhoria:** ampliar a amostra com aterros de diferentes regiões e portes.
- **Dependência da opinião de especialistas:** Os pesos dos fatores foram definidos com base na avaliação de especialistas, o que pode apresentar diferenças de percepção entre profissionais e pesquisadores. **Melhoria:** validar os resultados com dados reais de operação.
- **Ausência de medições de campo mais detalhadas:** O estudo utiliza um modelo de avaliação, mas não realiza experimentos práticos para quantificar diretamente o efeito de cada fator na geração de biogás. **Melhoria:** realizar estudos de campo comparando as previsões com a produção real de biogás.
- **Falta de análise econômica:** o artigo identifica os fatores mais importantes, mas não avalia o custo das melhorias propostas. **Melhoria:** incluir análises de custo-benefício e viabilidade econômica.

Não basta ter um aterro sanitário, a forma como ele é operado influencia diretamente a quantidade de biogás que pode ser recuperada!

OBRIGADA!

