



BIT - INOVAÇÃO

Valorização Sustentável de Resíduos de Desastres Naturais por Pirólise: Solução Tecnológica para Situações Pós-Enchente.

RDN:P-E

Autores: Iago Facchin Schlemmer, Marcelo Godinho, Suelen Daiane
Ferreira e Marcia Borghetti



INTRODUÇÃO / OBJETIVO

Investigação da viabilidade técnico-científica da aplicação da pirólise como rota de valorização de resíduos orgânicos provenientes de desastres naturais, com foco em eventos hidrológicos extremos, por meio do desenvolvimento de ensaios experimentais em escala laboratorial.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa seguiu as seguintes etapas:

- 1. Produção e Preparo da Matéria-Prima:** Resíduos lignocelulósicos (galhos, folhas) oriundos das enchentes de 2024 no RS foram coletados, peletizados, e caracterizados através da análise imediata (ABNT NBR 8112) e poder calorífico superior (ABNT NBR ISO 1928).
- 2. Ensaios de Pirólise:** Os ensaios foram realizados em um reator de leito fixo em batelada, sob atmosfera inerte de nitrogênio (N₂), sendo testadas diferentes condições operacionais, variando a temperatura (400°C, 500°C e 600°C), com taxa de aquecimento 15°C/min e tempo de isoterma de 30 minutos.
- 3. Caracterização dos Produtos:** Os produtos da pirólise: fração carbonosa (char) e condensável (óleo), foram quantificados e caracterizados. O char foi analisado através análise imediata e poder calorífico superior. A fração condensável passou por rota vapor seguida de análise de poder calorífico superior.

RESULTADOS

Resultado	Temperatura de isoterma	400 °C	500°C	600 °C
Massa Inicial (g)		35,48	35,27	35,10
Char (g)		16,10	14,81	14,07
Bio-óleo (g)		10,54	11,90	14,13
Gás (desc. N ₂) (L)		5,15	5,55	8,35

Imediata amostra base	
Teor de umidade	5,156
Teor de cinzas	27,307
Teor de voláteis	54,112
Teor de carbono fixo	18,581

Imediata 400	
Teor de umidade	2,284
Teor de cinzas	27,832
Teor de voláteis	18,467
Teor de carbono fixo	53,701

Imediata 500	
Teor de umidade	2,362
Teor de cinzas	35,612
Teor de voláteis	9,222
Teor de carbono fixo	55,166

Imediata 600°C	
Teor de umidade	1,806
Teor de cinzas	39,877
Teor de voláteis	6,930
Teor de carbono fixo	53,193

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto aborda um vácuo técnico-científico relevante no Brasil: a ausência de soluções tecnológicas para a valorização de Resíduos de Desastres Naturais (RDN). A recente enchente histórica no Rio Grande do Sul, que gerou aproximadamente 47 milhões de toneladas de resíduos, expôs a falta de planos estruturados para o gerenciamento deste material. A gestão inadequada, frequentemente limitada à remoção e descarte em locais provisórios que se tornam definitivos, acentua os riscos de contaminação ambiental e compromete a saúde pública.

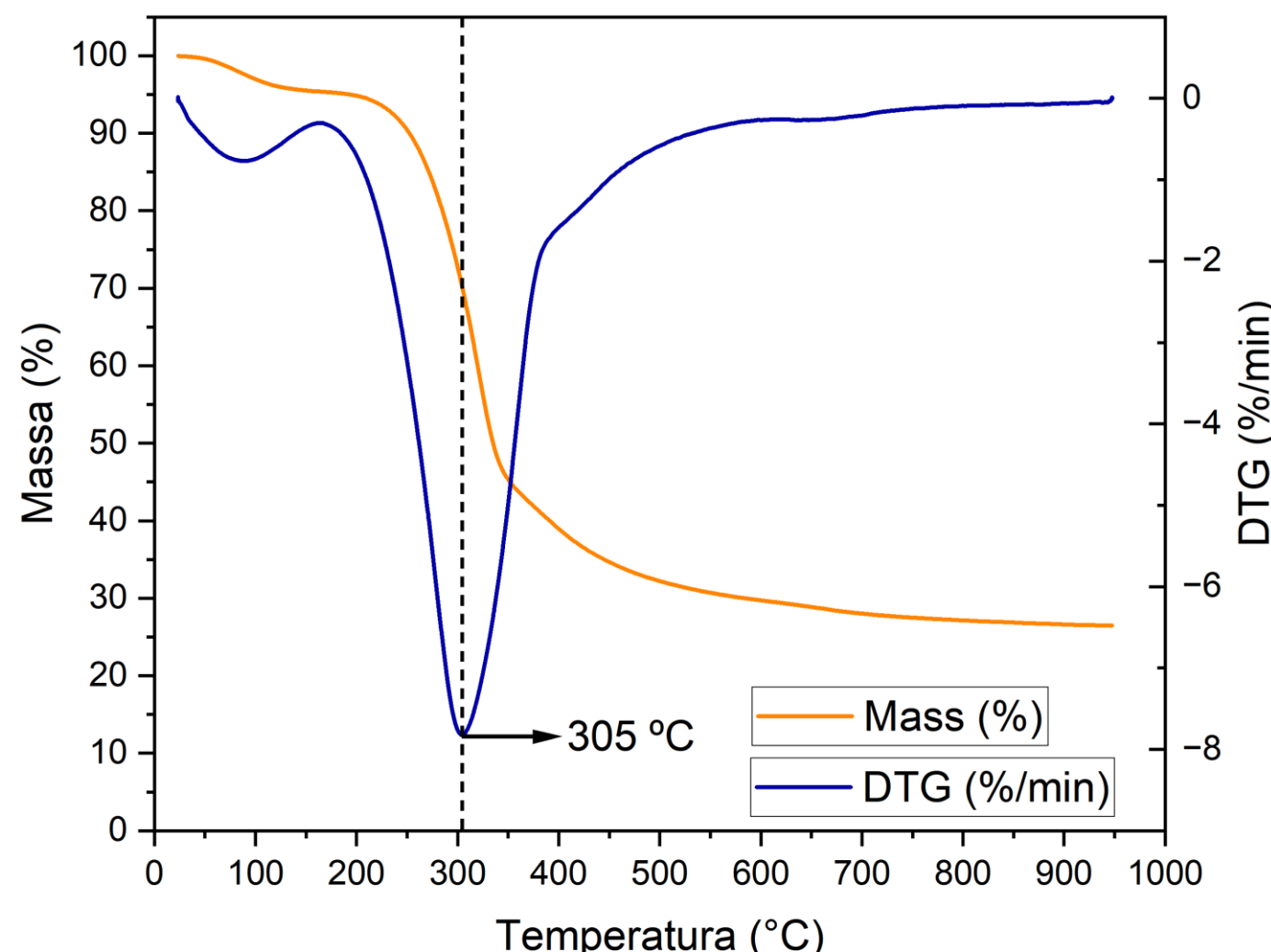
A pesquisa se mostra oportuna e necessária frente à Resolução CONSEMA nº 525/2025, que estabelece critérios para o gerenciamento de RDN no estado e estimula alternativas tecnológicas sustentáveis, como a valorização energética. Ao investigar a pirólise, o projeto propõe uma rota de tratamento que transforma um passivo ambiental em produtos de valor agregado (char, óleo e gás), alinhando-se aos princípios da economia circular e da produção sustentável. Os dados gerados poderão oferecer o embasamento técnico necessário para que municípios vulneráveis desenvolvam planos de contingência mais eficazes e resilientes, superando a abordagem paliativa que hoje prevalece na resposta pós-desastre no país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 1928:2020. Carvão mineral – Determinação do poder calorífico e cálculo do poder calorífico inferior. Rio de Janeiro, 2020.
- ABNT. NBR 14929:2003. Biomassa para geração de energia - Determinação do teor de umidade. Rio de Janeiro, 2003.
- ABNT. NBR 8112:1986. Carvão vegetal – Determinação da composição química imediata. Rio de Janeiro, 1986.
- ABNT. NBR ISO 29541:2010. Produtos derivados de petróleo - Determinação do teor de carbono, hidrogênio e nitrogênio. Rio de Janeiro, 2010.
- BARBOZA, Lorrana Inácia. Revisão sistemática da literatura: tratamento de resíduos de desastres naturais. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2024.
- ZHANG, Kai; et al. Disaster waste management: A review of risks, challenges and opportunities in construction and demolition waste management in post-disaster reconstruction. International Journal of Disaster Risk Reduction, v. 38, p. 101-146, 2019.
- HOSSAIN, Md. Kamal; et al. Pyrolysis of municipal solid waste (MSW): a sustainable solution for waste to energy management in emerging countries. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 61, p. 220-240, 2016.
- RIO GRANDE DO SUL. Conselho Estadual do Meio Ambiente – CONSEMA. Resolução nº 525, de 13 de fevereiro de 2025. Estabelece critérios para o gerenciamento dos resíduos gerados por desastres de origem natural. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=474960>. Acesso em: 22 abr. 2025.
- ASTM INTERNATIONAL. ASTM D1945-14. Standard Test Method for Analysis of Natural Gas by Gas Chromatography. West Conshohocken, 2014.

RESULTADOS

DEGRADAÇÃO TÉRMICA



O gráfico acima representa a degradação térmica da amostra em natura, podemos observar que há 2 decaimentos de massa principais, o primeiro em torno de 100°C que representa a humidade presente na amostra, e o segundo, maior na faixa de temperatura de 305°C representado hidrocarbonetos de baixa volatilização.