

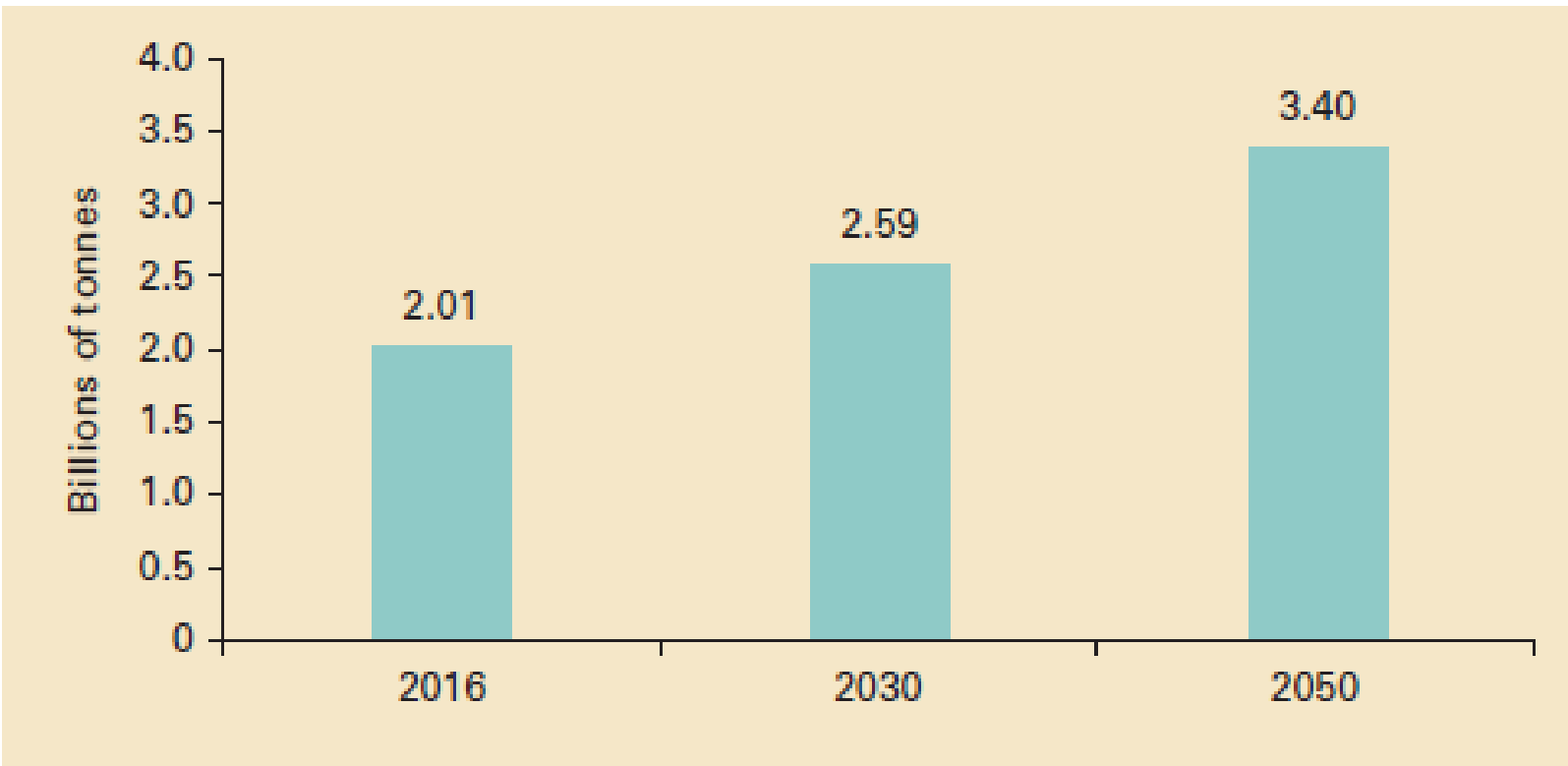
SIMULAÇÃO DA PIROLISE DE POLIETILENO PARA OBTENÇÃO DE PRODUTOS DE ALTO VALOR AGREGADO

Aluno: Ana Beatriz S.Lopes, Barbara S. Tezoto, Bruno L. S. Souza, Lais N. Nakhle e Tamires P. Mercês
Orientador: Ronaldo Gonçalves dos Santos

Introdução

Um dos grande desafios na conjuntura atual é o de encontrar alternativas viáveis a gestão de resíduos sólidos, principalmente os plásticos, como o polietileno, uma vez que a geração desses resíduos cresce cada vez mais, como mostra o gráfico 1.

Gráfico 1 – Projeção da geração de resíduos para as próximas décadas.



Fonte: KAZA et al., 2018

Sendo essa situação insustentável, o presente trabalho tem o intuito de mostrar como a reação de pirólise de polietileno pode ser promissora para a produção de produtos com alto valor agregado, contribuindo com a gestão dos resíduos sólidos com uma alternativa de retirada desses resíduos de circulação de forma eficiente, dando à eles uma função na cadeia produtiva global.

Pirólise

A pirólise é um processo térmico onde ocorrem reações químicas irreversíveis por aquecimento em ambientes inertes e sem oxigênio, promovendo a ruptura da estrutura molecular do material (LARESGOITI et al., 2004; LEE, 1996; ROY; DIAS, 2017).

Alguns polímeros podem ser parcialmente convertidos a seus monômeros precursores pelo tratamento térmico de pirólise, como o polietileno, que produz parte de seus monômeros originais, produzindo também hidrocarbonetos leves na forma de gás.

Catalisadores

O catalisador utilizado neste estudo foi a vermiculita, um tipo de argila extremamente abundante na Terra, sendo comparada à zeólita H-ZSM-5, com um grupo numeroso de minerais com uma estrutura altamente, a fim de comprovar sua eficácia como catalisador para a reação de pirólise do polietileno. porosa

A vermiculita é formada por uma folha octaédrica entre duas outras folhas tetraédricas, ocorrendo substituições isomórficas nas folhas, carregando as camadas negativamente. Isso dá a vermiculita propriedades interessantes como boa adsorção e estabilidade química, além de elevada capacidade de troca catiônica, adquirindo elevada capacidade catalítica.

Antes de ser utilizada, a vermiculita precisa passar por um tratamento ácido, a fim de se reduzir o alumínio e ferro em sua composição, aumentando, assim, sua microporosidade, como se pode notar com a Tabela 1.

Tabela 1 - Composição química da Argila vermiculita, antes e após o tratamento ácido.

Amostra	Tipo de isoterma	Área específica (m² g⁻¹)	Volume total de poros (cm³/g⁻¹)	Diâmetro médio de poros (nm)
V0/400	4	19,7	0,025	5,22
V2/400	1	287,5	0,22	3,13
V3/400	1	507,5	0,35	2,79
V4 /400	4	194,7	0,33	6,83
SBA-15/550	4	505,2	0,65	7,35

Fonte: Bezerra, 2014.

O material V2/400 apresenta resultados significativos de conversão de PE em hidrocarbonetos compatíveis com o da gasolina e do diesel (C5-16), sendo atribuído ao diâmetro dos poros, que foi reduzido, e a acidez mediana. Além disso, possui características importantes no que tange à viabilidade, já que é de fácil separação, apresenta alternativa de modificação da estrutura aumentando a seletividade, possui baixo custo, e pode ser reutilizado.

Tabela 2 - Percentuais das frações obtidas do processo de pirólise do PEBD, com e sem catalisador.

Amostra	Frações (%)			
	C2-C4	C5-C10	C11-C16	C16>
PEBD	1,70	12,94	11,11	74,25
PEBD + V0/400	5,49	41,96	14,70	37,83
PEBD + V2/400	19,94	41,23	10,18	28,65
PEBD + V3/400	8,54	15,01	7,16	64,60
PEBD + V4/400	1,22	15,66	11,12	72,00
PEBD + SBA-15/550	1,07	8,51	10,34	80,09

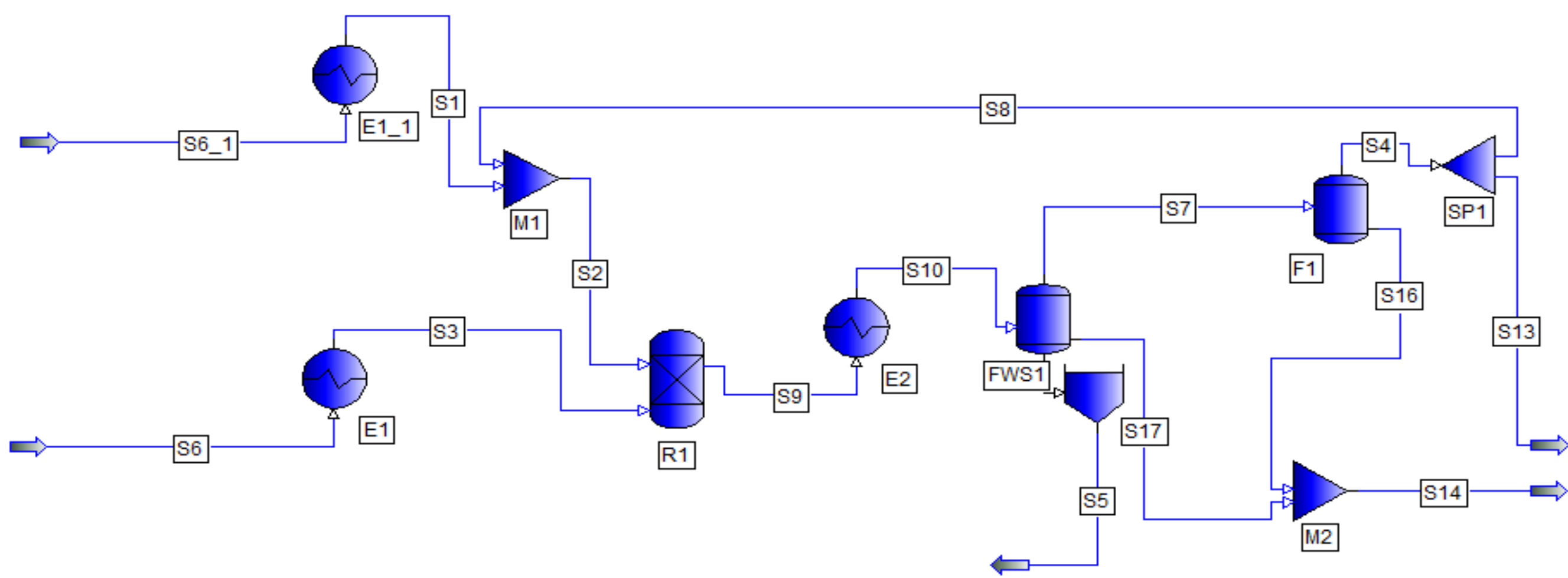
Fonte: Bezerra, 2014.

Metodologia

O presente estudo foi simulado no *software* PRO/II®, visando a reprodução da reação de pirólise em um laboratório especializado e em condições suficientes para que haja a decomposição polimérica, mas que não sejam agressivas a ponto de formar uma quantidade considerável de produtos indesejados. O PRO/II® é um simulador de estado estacionário, concebido para desempenhar rigorosos cálculos de equilíbrio de massa e energia para uma ampla gama de processos químicos, permitindo realizar análise operacional de processos e melhorias de projeto.

Para a simulação foi construído, primeiramente, a planta do processo, representado pela figura 1 abaixo.

Figura 1- Simulação da planta do processo de pirólise.



Fonte: Autor

Resultados

Para o estudo foram realizadas duas simulações a fim de se comparar a efetividade da Argila Vermiculita com a H-ZSM-5, sendo obtidos resultados semelhantes aos tomados como referência, o que comprova a eficácia da Argila como catalisador.

A tabela 3 representa parte da composição mássica dos componentes obtidos no processo. O poder calorífico é a quantidade de calor liberado pela combustão total do combustível, e aqui ele foi calculado através da equação empírica de Boie. Uma comparação entre o PCS calculado dos produtos dessa pirólise com outros combustíveis é fornecida na Tabela 4.

Tabela 3 – Composição mássica do produto com

a Vermiculita como catalisador	
Componente	Composição Mássica
Naftaleno	0,8041
Propano	0,0351
Heptano	0,0332
Etano	0,0212

Fonte: Autor

Tabela 4 – PCS combustíveis/ PCS calculado

PRODUTO	PCS (MJ.kg ⁻¹)	PCS Calculado (MJ.kg ⁻¹) (linha S14)
Gás liquefeito do petróleo	49,873	46,807
Querosene	49,957	
Diesel	45,831	
Gasolina	43,932	

Fonte: Autor “Adaptado de” Duque e Schaeffer, 2011.

Foram observados no óleo obtido os principais uma composição semelhante entre o óleo (S14) e a gasolina, Tabela 5, como: hidrocarbonetos saturados, insaturados e compostos aromáticos.

Tabela 5 - Comparação entre as propriedades do óleo obtido com a gasolina.

	S13	S14	Gasolina
Aromáticos	0,04%	15,7%	18,4%
Benzeno	0,2%	0,4%	1,2%
Olefinicos	4,1%	37,0%	16,8%
Saturados	11,4%	40,5%	35,8%
Tolueno	0,4%	3,3%	1,5%
Xileno	0,1%	3,0%	6,0%
Oxigênio	0,00%	0,0%	11,1%

Fonte: Autor “Adaptado de ” Santos et al, 2020.

Conclusão

Os modelos cinéticos foram comparados, OFW usando o catalisador de Argila Vermiculita (BEZERRA, 2014) que foi o escolhido como principal devido ao seus atributos e custo-benefício, e CR usando a zeólita H-ZSM-5 (SINFRÔNIO, 2006) usada como referência de catalisador nesse processo. Os resultados dessa comparação mostraram a semelhança da efetividade desses dois catalisadores, e que, portanto, pode-se enfatizar a boa qualidade dessa argila como catalisador se o processo for realizado de acordo com os padrões dos estudos de referência. Tal escolha se mostra extremamente importante uma vez que o projeto possui um viés ambiental muito forte, visto que abordamos a questão da reciclagem de um plástico agressor do meio ambiente, além do desenvolvimento de um agregantes para combustíveis. E utilizar argila como catalisador reforça esse viés ambiental, visto que é um material natural, abundante e de baixo custo.

Os produtos de alto valor, são comparados na Tabela 5 com a gasolina, e é possível notar que os resultados apresentados podem elevar a qualidade de combustíveis. Isso é um fator de extrema relevância, pois por meio deste estudo preliminar se abre um horizonte de possibilidades para a utilização do óleo de pirólise de polietileno com estudos posteriores, aplicação prática, tratamento por meio do fracionamento e/ou outros tratamentos do óleo, a fim de se melhorar suas propriedades.

Referências

- [1] KAZA, S. et al. **What a waste 2.0**: a global snapshot of solid waste management to 2050. World Bank Group. 2018.
- [2] LARESGOITI, M. F. et al. Characterization of the liquid products obtained in tyre pyrolysis. **Journal Anal Appl Pyrol.** v. 71, p. 917–934, 2004.
- [3] BEZERRA, F. A. **Estudo comparativo entre a pirólise do polietileno de baixa densidade, utilizando vermiculita modificada e SBA-15**. 2014. 96 f. Dissertação (Mestrado em Química) -Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.
- [4] SINFRÔNIO, F. S. M. **Avaliação termoanalítica da reciclagem de polietileno e polietileno tereftalato usando materiais micro e mesoporos**. 2006. 109 f. Tese (Doutorado em Química)- Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2006.
- DUQUE, J. V. F.; SCHAEFFER, T. R. **Desenvolvimento de uma bancada para degradação térmica de resíduos plásticos objetivando a produção de óleo combustível**. 2011. 134 f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica)- Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.