

## OBTENÇÃO DE MISTURA COMBUSTÍVEL ATRAVÉS DO FRACIONAMENTO DO BIO-ÓLEO DA PIRÓLISE DE BIOMASSA

**Alunos:** Daniel Gonçalves – daniel.rodriguesgoncalves7@gmail.com; Gustavo Nava – ghuzz\_@outlook.com; Kelvin Francisco – kelvinfran2013@gmail.com; Luiz Henrique Tozi – luizhenriquemt1@gmail.com; Lucas Aprile – lucasaprile629@gmail.com; Werner Kuhn – wernerheinrichgaikuhn@gmail.com

**Orientador:** Prof. Dr. Ronaldo Gonçalves dos Santos - rgsantos@fei.edu.br

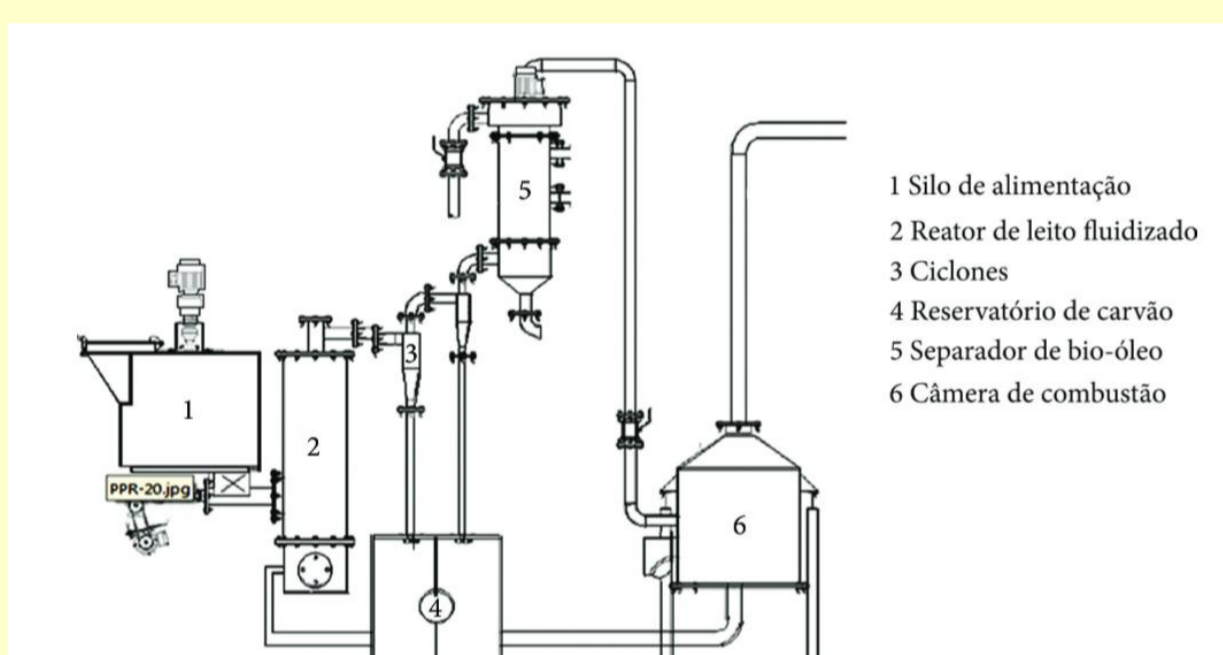
### INTRODUÇÃO

A obtenção de fontes de energia mais limpas e renováveis é imprescindível para uma sociedade em desenvolvimento, que atualmente tem um alto consumo energético e problemas ambientais agravantes. Nesse contexto, a biomassa é uma importante matéria-prima, e sua conversão pelo processo de pirólise gera um bioproduto chamado bio-óleo, um líquido escuro e viscoso que contém vários compostos químicos como: álcoois, aldeídos, fenóis e lignocelulósicos. A vasta gama de compostos presentes no bio-óleo despertou o interesse para o seu fracionamento. Visto isso, este trabalho procura contribuir e aprofundar-se na otimização e obtenção de um processo de produção de misturas combustíveis de origem verde através do fracionamento do bio-óleo proveniente da pirólise de biomassa.

### METODOLOGIA

O estudo parte da escolha da matéria-prima deste estudo: a biomassa. Diferentes tipos de biomassa produzem bio-óleos de diferentes composições sob condições específicas no processo de pirólise, como umidade, tamanho de moléculas dos componentes, temperatura, etc.

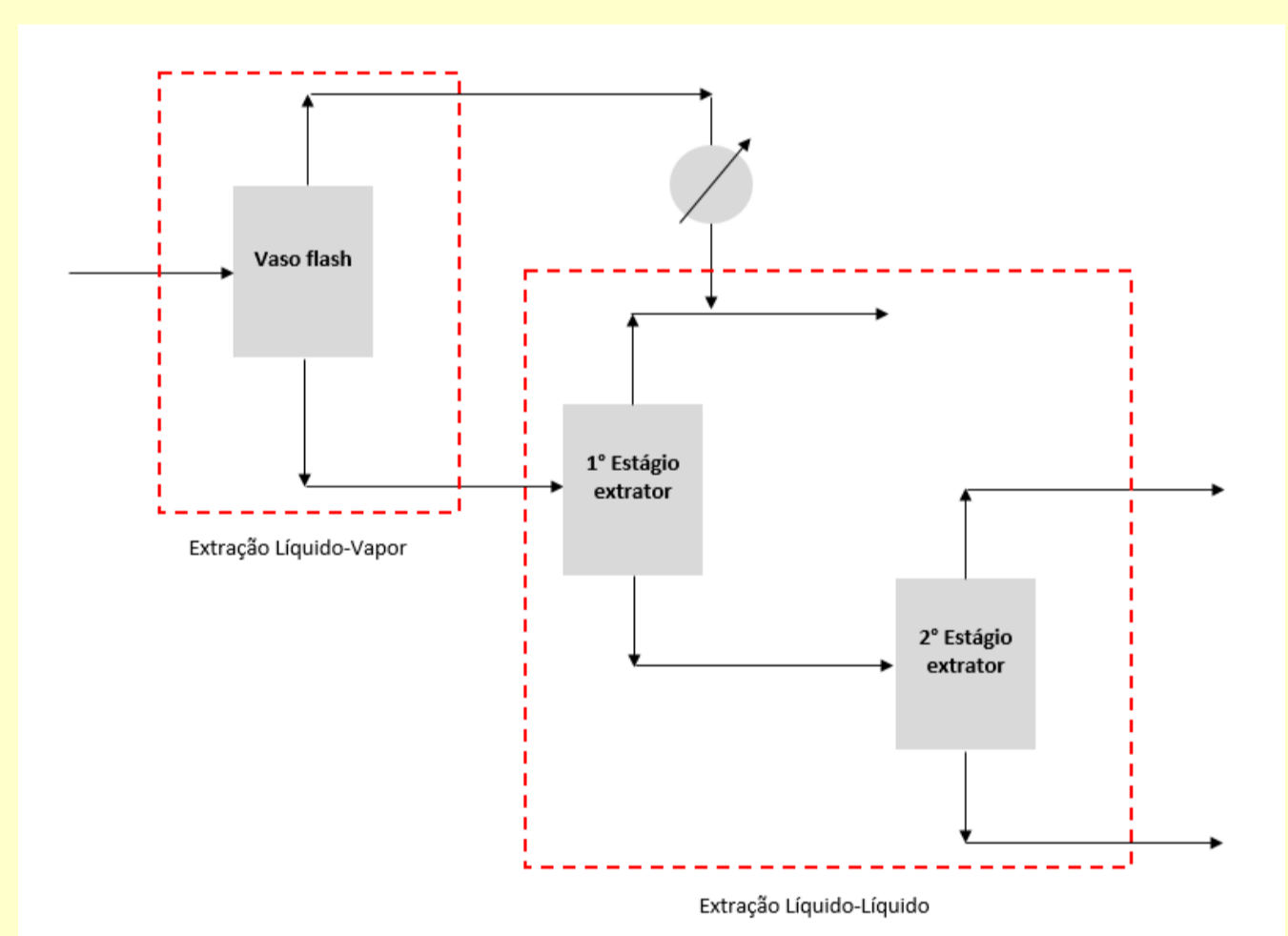
A biomassa caracterizada segue a um forno de pirólise, onde passará pelo processo de degradação do material por energia térmica em ambiente anaeróbico. A pirólise ocorrerá fora de nossa universidade dado a falta deste equipamento no campi.



Do processo de pirólise serão obtidos gases, que podem ser usados para produção de energia elétrica, um produto sólido (carvão) e um destilado líquido parte solúvel e parte insolúvel, o bio-óleo. Com o bio-óleo seguimos para a identificação dos compostos presentes nesta mistura. A princípio seriam utilizadas Cromatografia gasosa e Espectrometria de massa (GC-MS) e Análise Elementar, mas a segunda técnica se mostrou mais conveniente a este estudo.

Após o levantamento dos componentes da mistura e de suas propriedades o bio-óleo seguirá para a etapa de fracionamentos. Inicialmente é realizada uma extração Líquido – vapor em vaso flash, que separará as frações através da diferença de pressão de vapor.

A corrente de refinado do primeiro estágio do processo de extração, corrente de fundo, será alimentada em um segundo extrator, o qual produzirá duas novas correntes, uma corrente de extrato e outra de refinado.



Por fim, os fracionados obtidos nas diversas extrações serão analisados quanto as propriedades combustíveis (densidade, viscosidade, pressão de vapor, petroscopia, PSC) através dos mesmos métodos de caracterização já empregados.

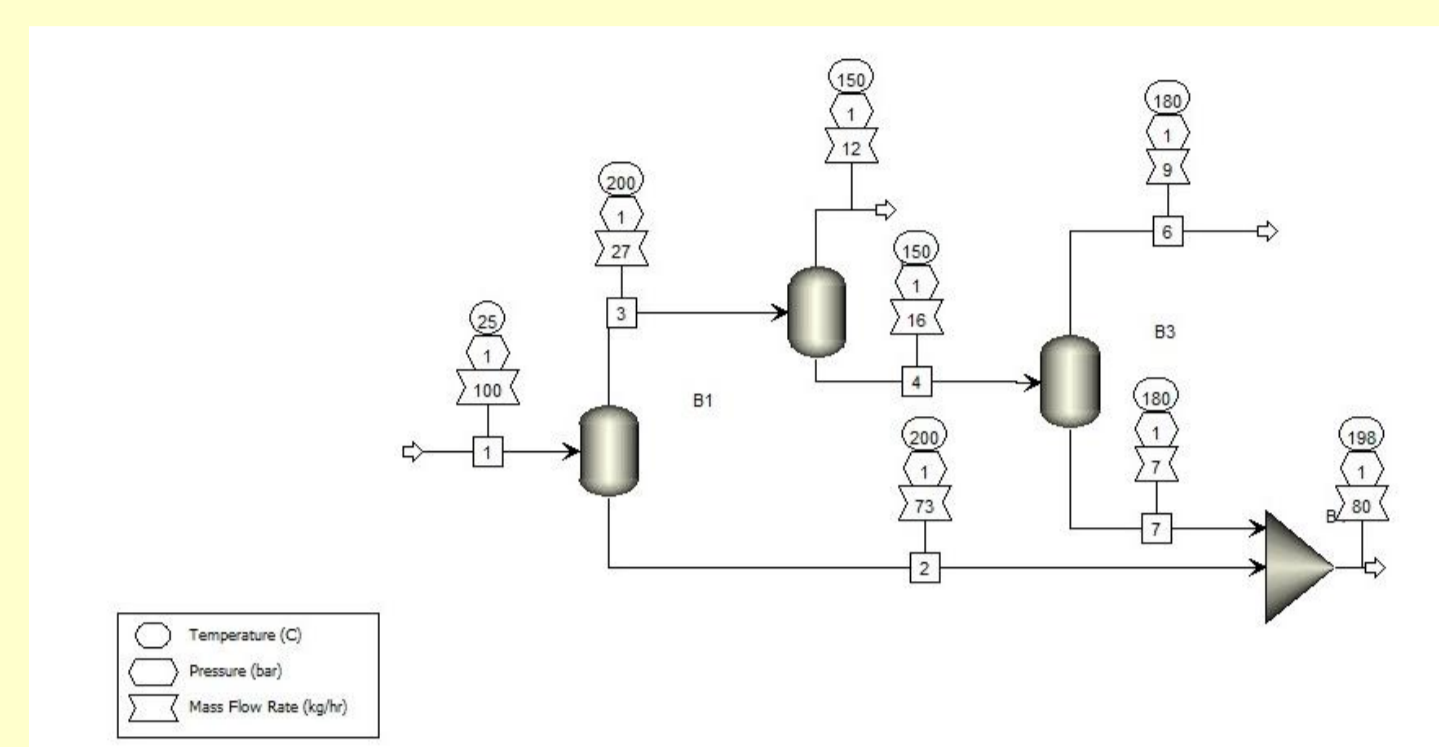
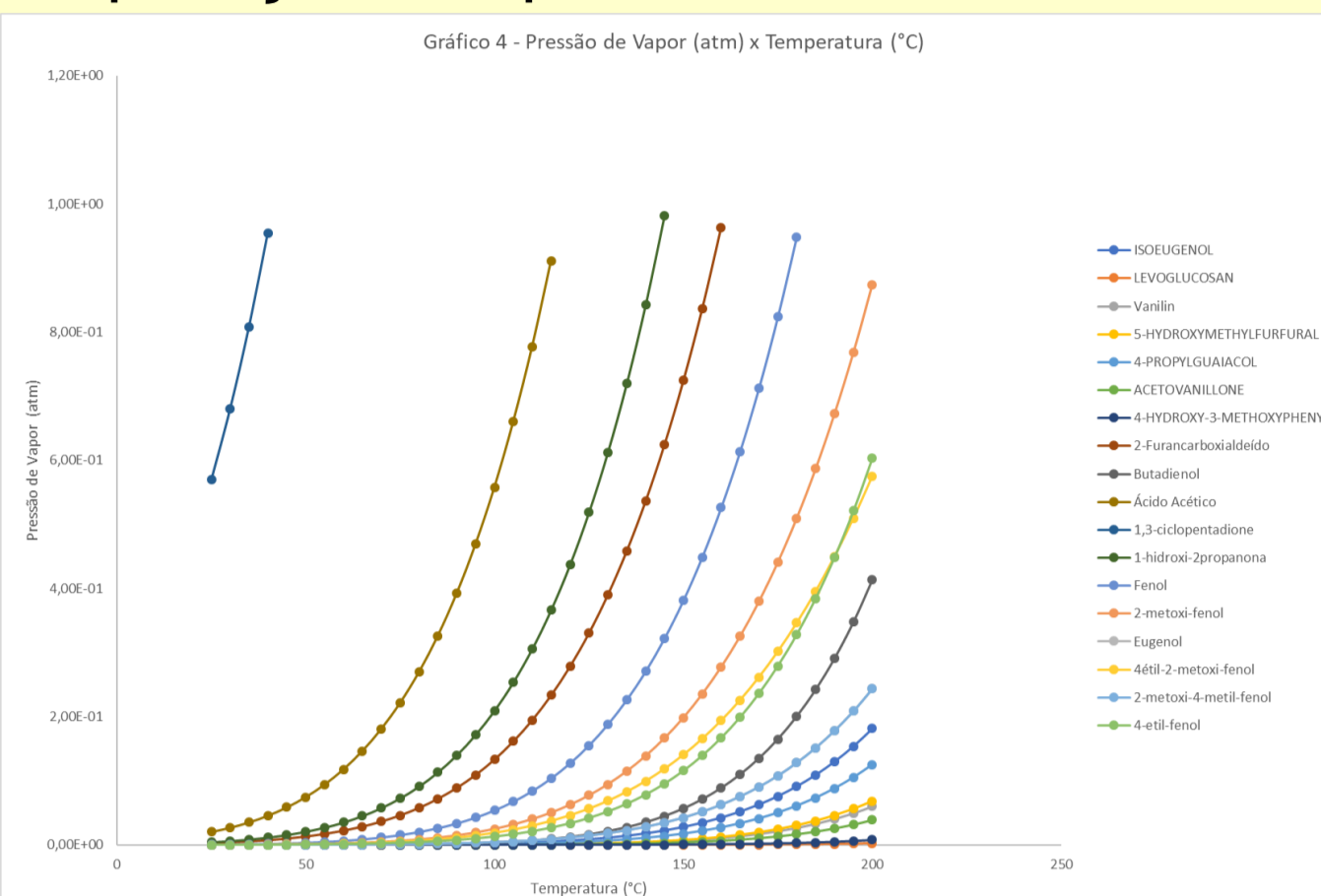
### RESULTADOS E DISCUSSÕES

O bio-óleo utilizado neste estudo foi uma mistura entre 6 diferentes amostras de bio-óleo cujas matrizes eram Pinus e bagaço de cana-de-açúcar. Com o auxílio da literatura foram levantados os compostos e suas composições na mistura:

Composto	Fórmula	Peso Molecular	Composição (% massa)
1-hidroxi-2-propanona	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	74	4,947
Butanediol	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	86	1,361
Ácido acético	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	60	5,679
Furfural	C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	96	2,231
1,3-ciclopentadione	C <sub>5</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	98	3,320
2-metoxi-fenol	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	124	3,338
2-metoxi-4-metil-fenol	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	138	4,621
4-til-2-metoxi-fenol	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	152	1,862
4-etil-fenol	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O	122	1,049
Eugenol	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	164	1,959
2-metoxi-4-vinilfenol	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	150	3,793
Isoeugenol	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	164	9,039
4-hidroxi-3-metoxicinamaldeído	C <sub>10</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	178	2,556
5-hidroxiacetilfurfural	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	126	2,573
Vanilin	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	152	2,944
2-metoxi-4-propil-fenol	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	166	1,777
3-metoxi-4-hidroxiacetofenona	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	166	2,040
Levoglucosan	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	162	8,943
Indeterminados e perdas			35,97

Após levantamento da composição dos elementos presentes foram obtidas as propriedades físicas de cada um e plotadas em gráficos comparativos. Essas propriedades serão fundamentais para estimar as condições presentes nos fracionamentos, como a pressão de vapor e os solventes utilizados.

Ao selecionarmos uma determinada temperatura, os componentes que possuem valores semelhantes de pressão de vapor serão mais estimulantes à separação do que os outros elementos. Após a determinação das propriedades foi desenvolvido um Layout do processo de Fracionamento utilizando o AspenPlus®



Através das propriedades e do Layout foi possível calcular as composições em cada corrente do sistema. Com isso, foi possível comparar diferentes fracionados do processo com os dados dos combustíveis existentes, apresentados abaixo:

Fuel properties for conventional and tire derived fuels.

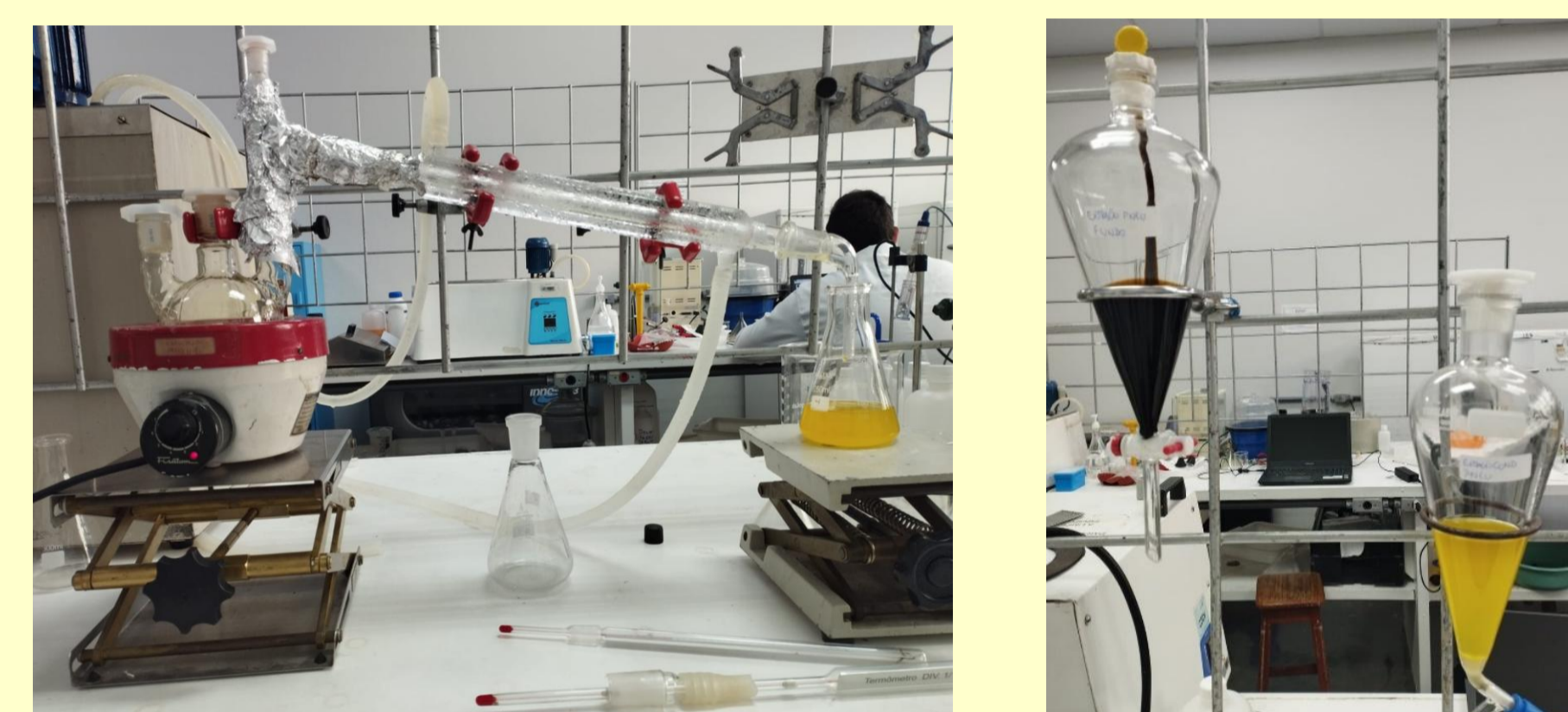
Fuel	HHV (kJ g <sup>-1</sup> )	ΔH <sub>vap</sub> (kJ mol <sup>-1</sup> )	MON	RON	AKI
TPO	42	33.54	87.55	102.45	95.00
GAS	39	30.05	79.80	90.50	85.10
DS10	45	28.19	n.a.	n.a.	n.a.
ETOH	27	43.10	109.80	134.50	122.10

Combustível	RON	MON	AKI
Etanol	112	90	101
Gasolina Comum	95	87	91
Bio-Óleo	386,3	577,7	482
Condensado do Bio-Óleo	157,1	276,6	216,8
Extrato da fase pesada	109,3	100,4	104,8
Extrato do Condensado do Bio-Óleo	368,2	284,9	326,6
Prod Fundo + Tolueno do TPO	108,5	98,7	103,6
Prod Topo + Etanol do TPO	107,4	90,8	99,1

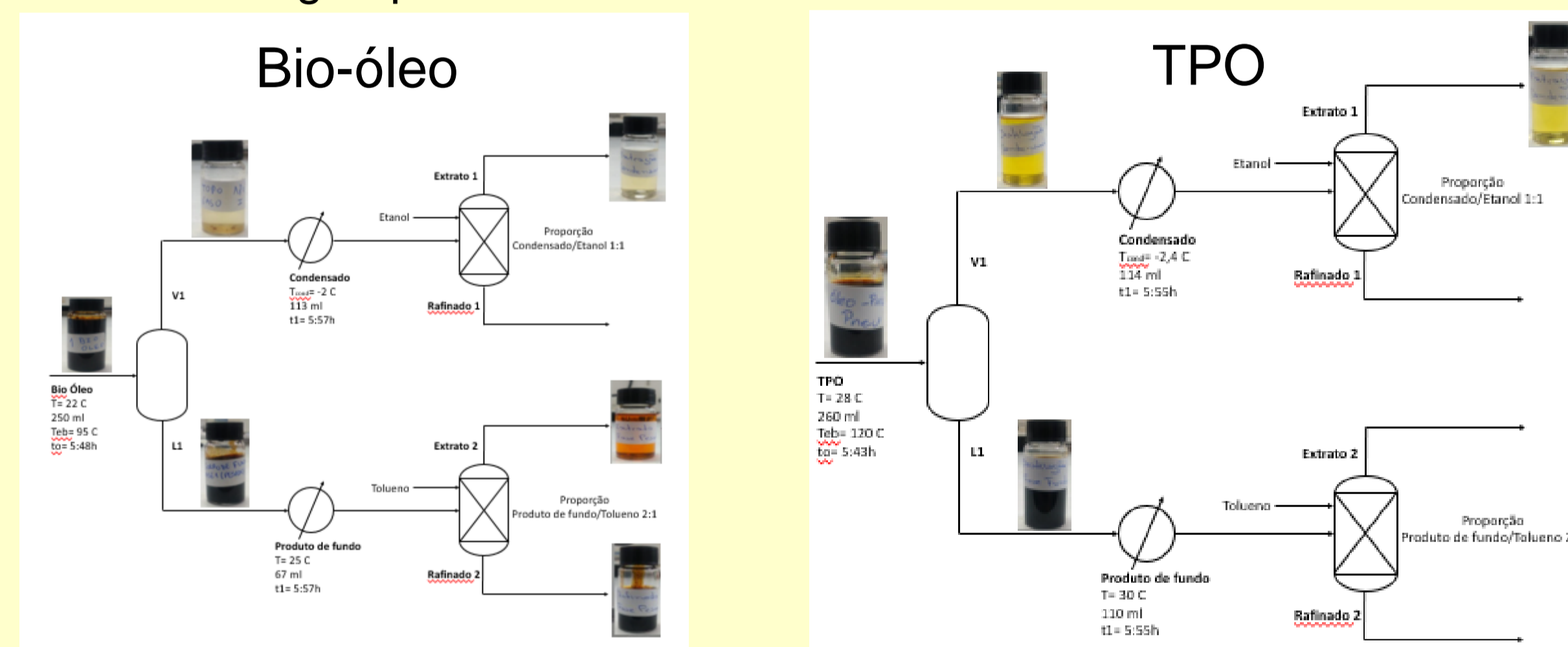
Fonte: próprio autor

Após a comparação entre os óleos combustíveis apresentados acima, foi verificado maior proximidade entre os compostos presentes no bio-óleo em estudo, em comparação com a gasolina tradicional.

Finalmente, como complementação à simulação realizada, foram realizados os ensaios em laboratório de extração L-V e L-L apresentados ao lado.



O experimento, bem como a simulação, foi realizado em espelho para um óleo de pirólise de Pneu, como comparativo. Os resultados dos fracionamento são apresentados a seguir para as duas misturas.



Extrato Fase líquida da primeira destilação flash do processo com tolueno, valores dentro de um range entre os números da gasolina comum e do etanol, possuindo um valor RON 2,4% abaixo do etanol e 15,1% acima da gasolina comum. Dessa forma, esta corrente pode se comportar perfeitamente como um combustível convencional, aproximando-se do etanol tradicional.

### CONCLUSÃO

Através do estudo realizado obteve-se um fracionado com propriedades combustíveis satisfatórias. Pode-se constatar a solubilidade em Etanol e Tolueno das correntes de Extrato (Bio-óleo e TPO) e Corpo de Fundo (TPO) respectivamente. Avaliando-se todo o corpo de estudo os objetivos propostos foram cumpridos, apesar de não realizar todas as etapas de extração.

### REFERÊNCIAS

PETROBRÁS®. **Assistência Técnica Petrobrás**: Manual Técnico de Combustíveis. Disponível em: <https://petrobras.com.br/pt/assistencia-tecnica/>. Acesso em: 29 nov. 2022.

CARDOSO DE MELO, Augusto César. **CHARACTERIZAÇÃO E FRACIONAMENTO DO BIO-ÓLEO OBTIDO PELA PIRÓLISE RÁPIDA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR**. Recife, 2019 Tese (Programa de Pós Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal de Pernambuco

BERTONI GIRON, Bruna. **SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE PIRÓLISE DE RESÍDUO LIGNOCELULÓSICO PARA PRODUÇÃO DE INSUMOS QUÍMICOS**. São Bernardo do Campo, 2016. Dissertação de Mestrado (Programa de Mestrado em Engenharia Química) – Centro Universitário FEI

