



## COMPATIBILIDADE DE MISTURAS DE BODIESEIS DE MARACUJÁ E MAMONA

Rosiane Maria da Costa Farias<sup>1</sup>, Marta Maria da Conceição<sup>2</sup>, Manoel Barbosa Dantas<sup>3</sup> e Antonio Gouveia de Souza<sup>4</sup>

### RESUMO

Na busca de matérias-primas alternativas para a produção de biodiesel o maracujá apresenta características interessantes tais como: adaptação às condições climáticas e bom teor de óleo, apesar de elevado teor de ácidos graxos insaturados, o que pode influenciar na sua estabilidade. A mamona é bastante resistente à escassez de água, e sua semente é constituída de 43 a 50% de óleo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a compatibilidade de misturas de biodieseis de maracujá e de mamona em diferentes proporções, determinando suas propriedades físico-químicas e estabilidade térmica. Os biodieseis de maracujá e mamona e suas misturas apresentaram parâmetros físico-químicos dentro dos padrões estabelecidos pela ANP. Quanto às curvas termogravimétricas verificou-se que o biodiesel de mamona apresentou maior estabilidade do que o de maracujá. A mistura de biodieseis na proporção de 1:1 apresentou-se mais estável termicamente que o biodiesel de maracujá puro, devido sua composição em ácidos graxos.

**Palavras-chave:** biodiesel, misturas, compatibilidade

## COMPATIBILITY OF MIXTURES OF BODIESEL FROM PASSION FRUIT AND CASTOR OIL

### ABSTRACT

In the search for alternative raw materials for biodiesel production of the passion fruit presents interesting features such as: adaptation climatic conditions and good oil content, although high levels of unsaturated fatty acids, which may affect its stability. Castor oil is very resistant to water scarcity and their seed is formed from 43 to 50% oil. The aim this work was to evaluate the compatibility of mixtures of biodiesel from passion fruit and castor oil in different proportions, determining its physicochemical properties and thermal stability. The biodieseis from passion fruit and castor oil and mixtures showed physicochemical parameters within the standards established by the ANP. As for the thermogravimetric curves it was found that biodiesel from castor oil showed greater stability than the passion fruit. The mixtures of biodieseis in the proportion of 1:1 made it more thermally stable as the biodiesel from passion fruit, due fatty acid composition.

**Keywords:** biodiesel, mixtures, compatibility

<sup>1</sup> Aluna do Curso de Licenciatura em Química, UAE/CES, UFCG, Cuité, PB, E-mail: ziane.costa@gmail.com

<sup>2</sup> Licenciatura em Química, Profa. Doutora, UAE/CES, UFCG, Cuité, PB, E-mail: martamaria@ufcg.edu.br

<sup>3</sup> Licenciatura em Química, MSc., CCEN, LACOM, UFPB, João Pessoa, PB.

<sup>4</sup> Licenciatura em Química, Prof. Doutor, CCEN, LACOM, UFPB, João Pessoa, PB.

## INTRODUÇÃO

A produção mundial de óleos vegetais (cerca de 95 milhões de toneladas) constitui uma base sólida para dar sustentação ao uso do biodiesel já que o aumento crescente das safras dessas oleaginosas potencializa o incremento da produção desse biocombustível. No Brasil, os óleos vegetais mais comumente usados para a obtenção do biodiesel são os óleos de milho, mamona, girassol, soja, algodão, palma, entre outros, buscando-se alternativas para garantir à quantidade de matéria-prima necessária a produção de biodiesel (PARENTE et al., 2003; RAMOS, 2003).

Estudos vêm sendo desenvolvidos a fim de aperfeiçoar a síntese do biodiesel (para cada oleaginosa que se propõe como matéria-prima), buscando aprimorar as suas propriedades físico-químicas, e então, solucionar problemas na área de controle de qualidade, armazenamento e outros (ZAGONEL, 2001; SHUCHARDT, 1998; DABAGUE, 2003).

A compatibilidade de ésteres alquílicos metílico ou etílico com o diesel fóssil em misturas do tipo B2, B5 ou B20 vem sendo bastante testada, entretanto a diversidade de matérias-primas e das rotas tecnológicas empregadas na produção do biodiesel tem resultado em produtos com propriedades, desempenhos e composições químicas diferentes. Essa não uniformidade na composição de biodieseis de diferentes procedências pode trazer implicações à qualidade do combustível final (VASCONCELOS et al, 2006; MAKKAR et al, 1997).

A caracterização de misturas de biodiesel contribuirá para a detecção de eventuais incompatibilidades entre as oleaginosas, como também para que as misturas venham suprir a necessidade da matéria-prima. Tanto a mamona (*Ricinus Communis* L.) quanto o maracujá (*Passiflora edulis*) são oleaginosas a serem investigadas quanto às características como biocombustível (CONCEIÇÃO, 2005), possuindo em suas sementes um teor de óleo de cerca de 45% e 25%, respectivamente.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a compatibilidade de misturas de biodieseis de maracujá e de mamona em diferentes proporções, determinando algumas propriedades físico-químicas e sua estabilidade térmica.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os óleos de maracujá e mamona foram adquiridos no comércio. Os biodieseis foram obtidos a partir do óleo através da reação de transesterificação alcalina, utilizando hidróxido de potássio como catalisador, nas rotas metílicas e etílicas para ambos os óleos.

### Processo de neutralização do óleo

A neutralização ocorre na interfase do óleo e solução alcalina. Sendo essas fases não intersolúveis, a neutralização exige uma dispersão de solução alcalina no óleo. Foi utilizado o método de neutralização descontínua, em que foi adicionada uma solução de hidróxido de sódio ao óleo sob agitação e temperatura corresponde. A concentração da solução do hidróxido de sódio foi determinada de acordo com os parâmetros de neutralização (MORETTO et al., 1998).

### Processo de produção do biodiesel

Sintetizaram-se os biodieseis na rota metílica para os óleos de maracujá e mamona. Utilizando-se 20% de álcool metílico e 1% de KOH em relação à massa do óleo na razão molar óleo: álcool 1:6. E, 30% de álcool etílico para a rota etílica na razão molar óleo:álcool 1:9.

Após a reação de transesterificação que converteu a matéria graxa em ésteres (biodiesel), a massa reacional final, constituída de duas fases, foi separada por decantação. A fase mais pesada é composta de glicerina bruta, impregnada dos excessos utilizados de álcool, de água e de impurezas inerentes à matéria prima. A fase menos densa é constituída de uma mistura de ésteres metílicos, também impregnado de excessos reacionais de álcool e de impurezas. Em seguida os ésteres foram lavados e desumificados, resultando no biodiesel puro.

### Rendimento

O cálculo de rendimento foi realizado, tomando nota da massa inicial de óleo como referência ( $M_o$ ), e da massa final do biodiesel puro ( $M_b$ ). Com isso, o valor do rendimento do processo reacional será obtido mediante equação (1):

$$R = \frac{Mb}{Mo} * 100\%$$

Eq. (1)

### **Caracterização Físico-Química**

As amostras de biodiesel e misturas de biodiesel foram caracterizadas determinando o potencial energético de acordo com as especificações da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), que determina limites para as propriedades físico-químicas do biodiesel e os respectivos métodos para suas determinações. As características e propriedades são determinantes dos padrões de qualidade do biodiesel e de sua viabilidade técnica de ser utilizado como combustível, tais como ponto de fulgor, viscosidade, índice de cetano, densidade, destilação, enxofre, acidez, etc.

Para avaliar as propriedades combustíveis e de qualidade do biodiesel foram adotados os parâmetros técnicos estabelecidos pelo Regulamento Técnico nº 1/2008 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2008), na qual as características são determinadas mediante as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), American Society for Testing and Materials (ASTM) e "International Organization for Standardization" (ISO).

As características físico-químicas do óleo, tais como índice de acidez, foram determinadas segundo as normas da AOCS (American Oil Chemists Society).

### **Índice de acidez:**

É o número de miligramas de hidróxido de potássio (KOH) necessários para neutralizar os ácidos livres em 2g de óleo.

Pesou-se 2g da amostra em um Erlenmeyer e adicionou-se 25 ml de solução éter-álcool (2:1) neutralizada com uma solução de hidróxido de sódio 0,1N. Em seguida adicionaram-se duas gotas de indicador fenolftaleína e titulou-se com solução de NaOH 0,1 N até atingir a coloração rósea.

Cálculo:

$$AI = (5,61 * a * N) / E \quad (\text{Eq. 2})$$

Em que:

a - é o volume de hidróxido de potássio utilizado na titulação em mililitros;

N- é a normalidade da solução de hidróxido de potássio;

E- é o peso da amostra em gramas.

### **Densidade:**

As análises de densidade foram realizadas em Densímetro KEM da Metler Toledo, modelo Meter DA - 110 M.

### **Índice de peróxido:**

Determinam em moles por 1000g de amostra, todas as substâncias que oxidam o iodeto de potássio. Estas substâncias são consideradas como sendo peróxidos ou produtos similares provenientes da oxidação de gorduras (MORETTO, 1998).

### **Ponto de Fluidez (PP) e Névoa (CP):**

O ponto de névoa é a temperatura em que o líquido, por refrigeração, começa a ficar turvo e o ponto de fluidez é a temperatura em que o líquido não mais escoava livremente. Estas propriedades são consideradas importantes no que diz respeito a temperaturas ambiente onde o combustível deva ser armazenado e utilizado. Estas análises foram realizadas em aparelho TANAKA, modelo MPC - 102 L, utilizando cerca de 5 mL da amostra.

### **Resíduo de carbono:**

O resíduo de carbono indica a tendência da amostra em formar depósitos de carbono, quando submetido a altas temperaturas. A análise foi realizada em aparelho da marca TANAKA ACR - M3. As amostras foram colocadas em cubetas previamente calcinadas e pesadas. O peso das amostras foi de 1,5 g, foram introduzidas em um forno com temperatura inicial de 100 °C e vazão de 150 mL/min. Após o término do teste, as cubetas foram colocadas em dessecador para atingir a temperatura ambiente e pesadas para obter-se o peso final.

### **Blendas diesel/biodiesel:**

As blendas B5 e B20 dos biodieseis de maracujá e mistura 1:1 maracujá:mamona também foram analisadas. As análises foram realizadas no IROX Diesel Mid-FTIR, analisador dedicado à análise de diesel e blendas. Este instrumento utiliza um modelo de cálculo para a determinação das principais propriedades do combustível para motores diesel, tais como: Índice de cetano, Total de Aromáticos, Teor de ésteres, Total de poliaromáticos, Destilação e Densidade.

### **Misturas**

Após a caracterização de cada biodiesel, foram preparadas misturas de biodiesel de maracujá e biodiesel de mamona nas proporções de 1:1, 1:2 e 2:1, em seguida estas misturas também foram caracterizadas.

### **Espectroscopia de Absorção na Região do infravermelho**

As análises espectroscópicas indicarão a presença dos grupos funcionais característicos das amostras, como também permitirão identificar a presença de umidade. Os espectros de absorção na região do infravermelho foram realizados em um espectrofotômetro marca BOMEM modelo MB-102, na região de 4000 a 400  $\text{cm}^{-1}$  utilizando disco de KBr.

### **Estudo Térmico**

As curvas termogravimétricas (TG) foram obtidas em uma Termobalança, sob atmosferas de ar sintético, na razão de aquecimento de 10°C/min. e intervalo de temperatura de 25-600 °C. Estas curvas serão obtidas para verificar o perfil da decomposição térmica e a estabilidade oxidativa das amostras.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados das análises dos óleos de maracujá e mamona foram apresentados a seguir. Além dos biodieseis obtidos a partir destes óleos nas rotas metílicas e etílicas, assim como as misturas destes em proporções de 1:1, 1:2 e 2:1. Com relação às blendas diesel/biodiesel foram realizadas em proporções de 5 e 20% de biodiesel obtido na rota metílica.

Tanto o óleo de maracujá refinado quanto o de mamona degomado apresentaram índice de acidez elevado, passando por processo de neutralização descontínua, sendo utilizada solução de NaOH com concentração determinada de acordo com os parâmetros de neutralização (Figura 1). Assim utilizou-se NaOH a 10 e 18%, para os óleos de mamona e maracujá, respectivamente.



Figura 1 - Óleos de mamona (esquerda) e maracujá (direita) em processo de neutralização

Após a neutralização dos óleos, analisou-se novamente o índice de acidez dos mesmos. Cujos resultados estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados de Índice de acidez dos óleos de maracujá e mamona.

Óleos	Acidez antes da neutralização	Acidez após a neutralização
Maracujá	7,5	0,3
Mamona	1,95	0,7

Os biodieseis de maracujá e mamona foram obtidos nas rotas metílicas e etílicas, nos quais foram preparados numa razão molar óleo:álcool de 1:6 e 1:9, respectivamente. Em seguida, colocados sob agitação por duas horas, de forma a ocorrer à reação de transesterificação. Logo após o término da reação, as misturas foram colocadas num funil de decantação para separação das fases (Figuras 2-3). Após alguns minutos observaram-se duas fases distintas. A glicerina, a parte mais densa e mais escura foi recolhida e apresentaram entre 8,3 e 14% da massa total do processo reacional para os biodieseis de maracujá e mamona. E a parte menos densa e mais clara, rica em ésteres metílicos, passou por um processo de purificação, adicionando 15% em volume de HCl 0,1N, com intuito de neutralizar o catalisador básico residual e quebrar qualquer quantidade de sabão que tenha se formado durante a reação. O sabão reagiu com o ácido formando sais solúveis em água. Estes foram removidos com lavagem aquosa, assim como também resíduos de álcool e glicerina livre presente. Em seguida, os ésteres metílicos e etílicos foram secos em estufa durante 4 horas à temperatura de 100 °C e com sulfato de sódio anidro, que depois foi filtrado.

Após purificação pesaram-se os biodieseis que apresentaram massa de 622,52 g e 619,33 com rendimento do processo reacional de 95,8% e 87,9% para o biodiesel de maracujá nas rotas metílicas e etílicas, respectivamente. Com relação aos biodieseis obtidos do óleo de mamona nas rotas metílicas e etílicas apresentaram 637,76g e 646,87g com rendimento do processo reacional de 91% e 92,4%, respectivamente.



Figura 2 – Decantação dos biodieseis de maracujá rota metílica (esquerda) e etílica (direita)

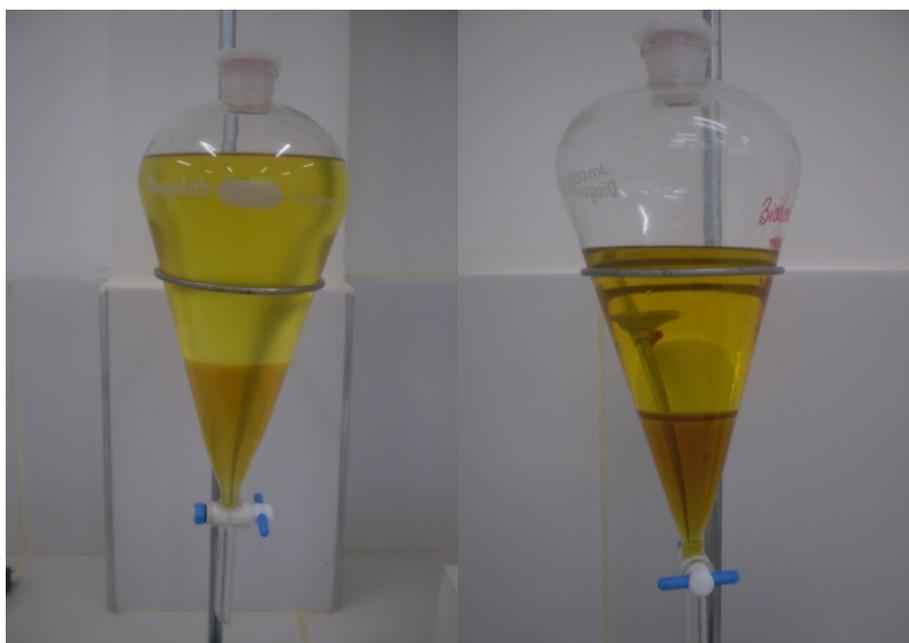


Figura 3 – Decantação dos biodieseis de mamona rota metílica (esquerda) e etílica (direita)

### **Misturas dos biodieseis**

Preparou-se mistura na proporção 1:1 dos biodieseis de maracujá e mamona obtidos na rota metílica. Em seguida, prepararam-se as misturas 1:2 e 2:1 de biodiesel de maracujá e mamona.

### **Blendas biodiesel/diesel**

As blendas biodiesel/diesel foram preparadas utilizando o biodiesel de maracujá e a mistura de biodieseis maracujá e mamona na proporção de 1:1. As concentrações utilizadas foram de 5 e 20% de biodiesel, obtendo-se quatro amostras:

- Mistura B5, para biodiesel de maracujá e diesel;
- Mistura B20, para biodiesel de maracujá e diesel;

- Mistura B5, para a mistura dos biodieseis maracujá/mamona 1:1 e diesel;
- Mistura B20, para a mistura dos biodieseis maracujá/mamona 1:1 e diesel.

### Análises físico-químicas dos biodieseis e misturas

De acordo com o Regulamento Técnico N° 1/2008 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) as amostras apresentaram índice de acidez e peróxido dentro do estabelecido (Tabelas 2-3).

Tabela 2 – Dados de Índice de acidez dos biodieseis.

Amostra	mg. de KOH.g <sup>-1</sup>	Limite ANP
Biodiesel de maracujá rota metílica	0,27	0,50
Biodiesel de mamona rota metílica	0,46	0,50
Biodiesel de maracujá rota etílica	0,44	0,50
Biodiesel de mamona rota etílica	0,48	0,50
Mistura de biodieseis maracujá/mamona 1:1 etílica	0,62	0,50
Mistura de biodieseis maracujá/mamona 1:2 etílica	0,61	0,50
Mistura de biodieseis maracujá/mamona 2:1 etílica	0,61	0,50

Tabela 3 – Índice de Peróxido

Amostra	meg/1000g
Biodiesel de maracujá rota etílica	5,99
Biodiesel de mamona rota etílica	1,12
Mistura de biodieseis maracujá/mamona 1:1 etílica	1,32
Mistura de biodieseis maracujá/mamona 1:2 etílica	1,94
Mistura de biodieseis maracujá/mamona 2:1 etílica	2,34

Quanto aos Pontos de Fluidez e Névoa (Tabela 4), o biodiesel de mamona, assim como as misturas de biodieseis 1:1 e 1:2 apresentaram uma menor temperatura para formação de cristais, favorecendo assim ao armazenamento e condições de transporte, além de diminuir os riscos de entupimento nos motores, em ambientes com temperaturas relativamente baixas.

As misturas diesel/biodiesel, tanto para as concentrações B5 quanto para B20, e a mistura de biodieseis 2:1 apresentaram elevado ponto de névoa, temperatura que determina uma suspensão enevoadada provocada pela formação de partículas. Em consequência disto, seu ponto de fluidez também aumentou em relação às demais amostras, fator que poderá possibilitar entupimento nos filtros de óleo e/ou sistema de injeção, em ambientes de baixas temperaturas, provocando um aumento na viscosidade do biodiesel através da aglomeração de partículas.

Tabela 4 – Dados de Ponto de Fluidez e Névoa das amostras.

Amostras	Ponto de Fluidez (PP)	Ponto de Névoa (CP)
Biodiesel de maracujá	- 5.0	- 4.0
Biodiesel de mamona	- 20.0	- 12.0
Mistura dos biodieseis 1:1	- 8.0	- 7.0
Mistura dos biodieseis 1:2	- 8.0	- 8.0
Mistura dos biodieseis 2:1	- 8.0	10.0
Vis. B5 - biodiesel de maracujá	- 2.0	4.0
Vis. B20 - biodiesel de maracujá	- 2.0	4.0
Vis. B5 – mist. dos biodieseis 1:1	- 2.0	5.0
Vis. B20 – mist. dos biodieseis 1:1	- 2.0	4.0

### Determinação de resíduo de carbono

De acordo com a norma ASTM D4530 nenhuma das amostras apresentou resultados maiores ou iguais ao limite estabelecido (Tabela 5). Quanto às misturas de biodieseis maracujá/mamona a proporção 2:1 apresentou melhor resultado. Porém, a amostra que menos apresentou tendência em formar depósitos de carbono foi a blenda B5 diesel/biodiesel de maracujá.

Tabela 5 – Dados de resíduo de carbono das amostras.

Amostra	Resultado	Limite ASTM D4530
Biodiesel de maracujá	0,0132%	0,050%
Mist. Biodiesel mar/mam 1:1	0,0265%	0,050%
Mist. Biodiesel mar/mam 1:2	0,0267%	0,050%
Mist. Biodiesel mar/mam 2:1	0,0199%	0,050%
Mist. B-20 bio. Maracujá	0,0198%	0,050%
Mist. B-5 bio. Maracujá	0,0067%	0,050%
Mist B-20 dies/biod. mar/mam 1:1	0,0133%	0,050%
Mist. B-5 dies/biod. mar/mam 1:1	0,0133%	0,050%

### Análises realizadas para blendas biodiesel/diesel

As análises das blendas biodiesel/diesel foram realizadas em equipamento IROX. Desta forma determinaram-se as principais propriedades do combustível para motores diesel, como índice de cetano, número de cetano, densidade, destilação, teor de ésteres e aromáticos (Tabela 6).

Tabela 6 - Análises realizadas para blendas biodiesel/diesel.

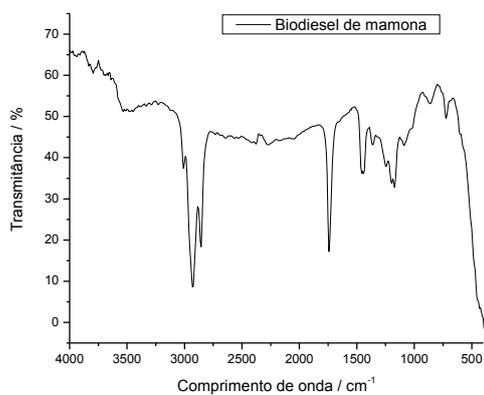
	Blenda B-5 biod. de maracujá	Blenda B-20 biod. de maracujá	Blenda B-5 biodiesel mistura 1:1	Blenda B-20 biodiesel mistura 1:1	Limite de acordo com as normas
Aromáticos (vol. %)	30.5	31.7	30.4	30.3	-
Poliaromáticos (vol. %)	5.8	3.2	4.8	0.0	-
Número de cetano	52.9	67.1	53.8	68.9	Anotar
Índice de cetano	55.6	75.4	57.5	79.0	-
T 85 C	-	-	-	-	-
T 90 C	363.6	395.5	349.2	317.7	-
T 95 C	382.3	414	364.3	321.2	-
FAME 0-30% vol. 5	5.4	23.2	5.2	22.5	-
Densidade g/cm <sup>3</sup>	0,843	0,849	0,844	0,853	-

As amostras apresentaram valores de índice de cetano, destilação e densidade dentro do esperado, o teor de ésteres ficou próximo do definido. Sugerindo a utilização do equipamento para comprovar em campo o teor de diesel nas blendas.

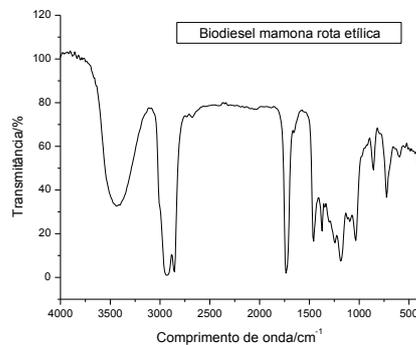
### Espectros de absorção na região de infravermelho

Nos espectros de absorção na região do infravermelho de todas as amostras (Figuras 4-8) foi identificada uma banda forte devido à deformação axial do grupo carbonila (C=O) referente ao éster entre 1735-1743 cm<sup>-1</sup> e duas bandas médias em 1172 e 1196 cm<sup>-1</sup> referentes à deformação axial da ligação C-O característica dos ésteres. Além da presença do grupo (CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub> em 725 cm<sup>-1</sup> bem como a baixa umidade dos biodieseis, evidenciada pela ausência de banda larga entre 2500-3300 cm<sup>-1</sup>. Nos biodieseis metílicos

aparecem bandas de intensidades fracas entre  $840-1126\text{ cm}^{-1}$  atribuídas às vibrações de estiramentos assimétricos da ligação entre o carbono e o oxigênio (C-O) do grupo O-C-C.

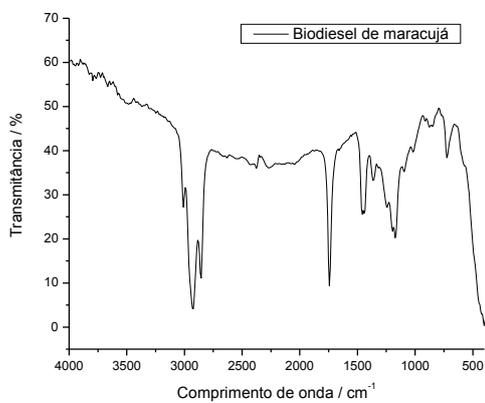


(a)

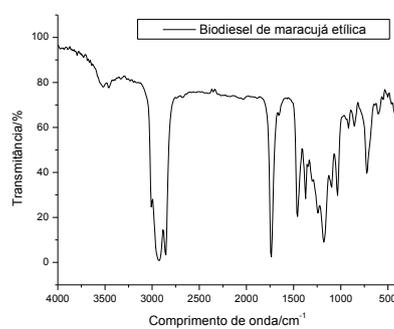


(b)

Figura 4 - Espectro infravermelho do biodiesel de mamona rota metílica (a) e etílica (b)

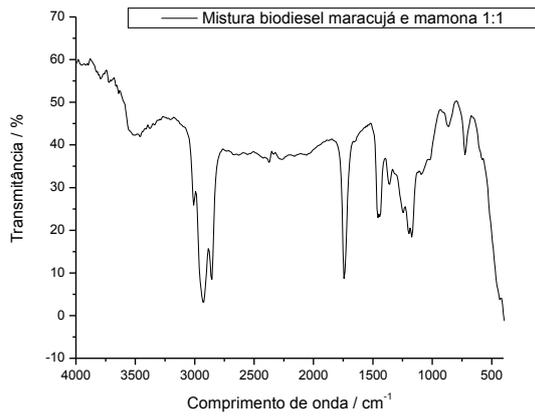


(a)

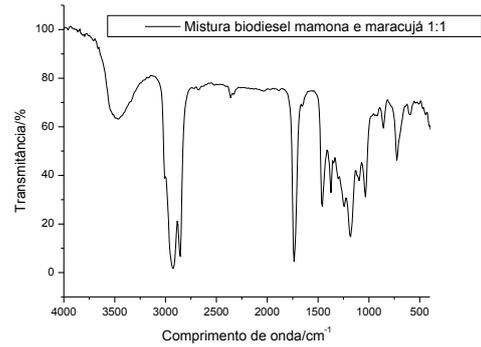


(b)

Figura 5 - Espectro infravermelho do biodiesel de maracujá rota metílica (a) e etílica (b)

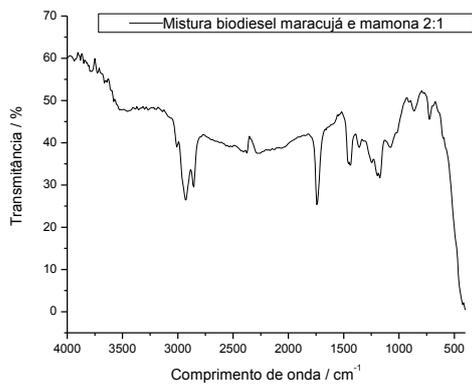


(a)

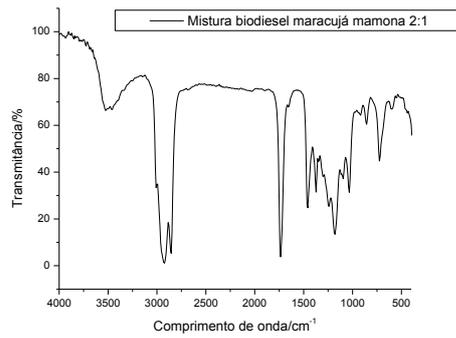


(b)

Figura 6 - Espectro infravermelho da mistura biodiesel maracujá e mamona 1:1 rota metílica (a) e etílica (b)

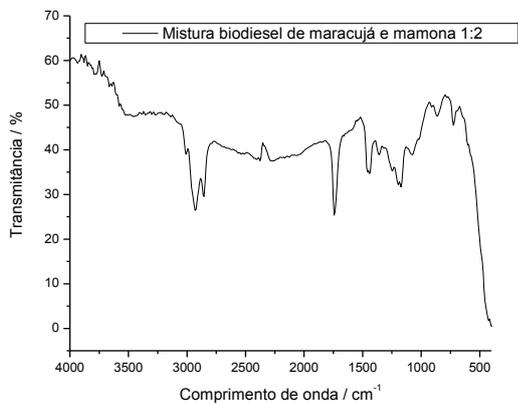


(a)

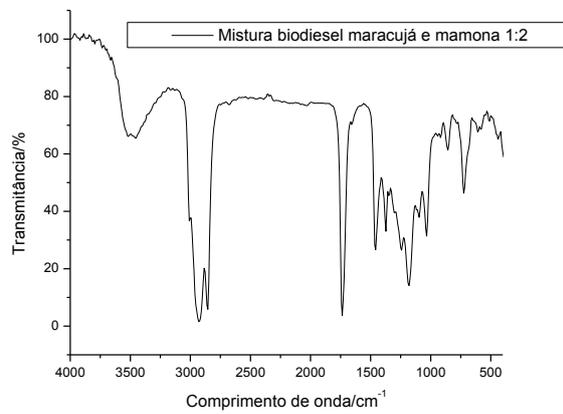


(b)

Figura 7 - Espectro infravermelho da mistura biodiesel maracujá e mamona 2:1 rota metílica (a) e etílica (b)



(a)



(b)

Figura 8 - Espectro infravermelho da mistura biodiesel maracujá e mamona 1:2 rota metílica (a) e etílica (b)

### Estudo Térmico

As curvas TG/DTG do biodiesel de mamona rota metílica apresentaram duas etapas de perda de massa atribuídas à volatilização e/ou decomposição dos ésteres metílicos, principalmente o ricinoleato de metila (Figura 9). A primeira etapa ocorreu entre 154 a 287°C, com perda de massa 95,5% e a segunda etapa entre 287 e 527°C, com perda de massa de 4,3%.

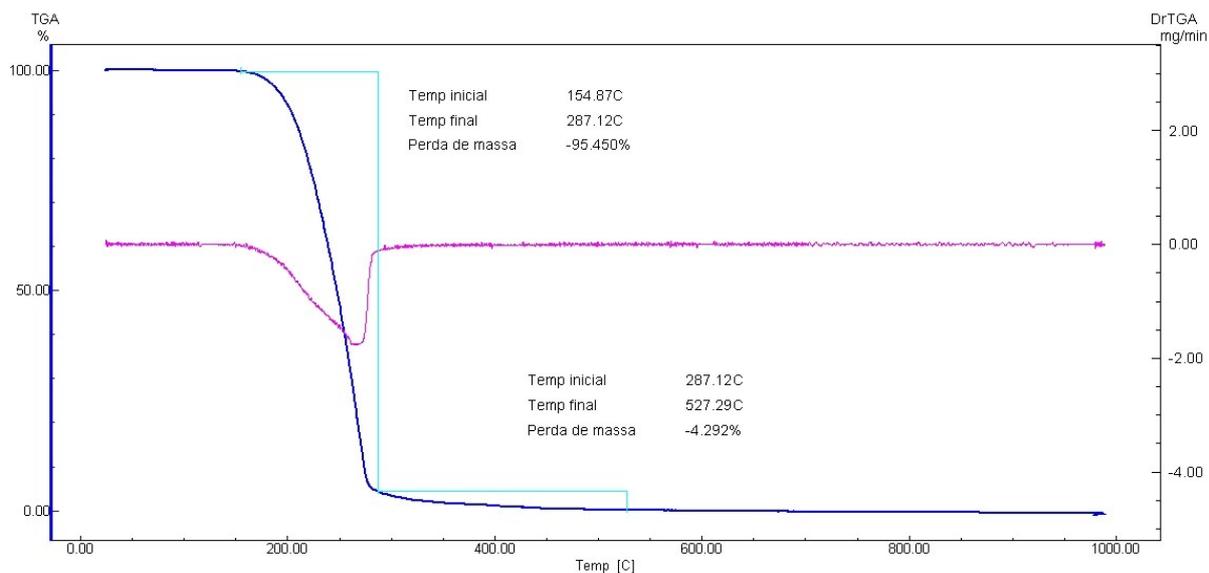


Figura 9 - Curvas TG/DTG do biodiesel de mamona rota metílica

As curvas TG/DTG do biodiesel de maracujá rota metílica apresentaram duas etapas de perda de massa atribuídas à volatilização e/ou decomposição dos ésteres metílicos, principalmente o linoleato e oleato de metila (Figura 10). A primeira etapa ocorreu entre 129 a 264°C, com perda de massa 95,7% e a segunda etapa entre 264 e 500°C, com perda de massa de 4,2%.

O biodiesel de maracujá (129°C) é menos estável do que o biodiesel de mamona (154°C), devido os ácidos graxos linoléico e oléico, que são mais susceptíveis a oxidação.

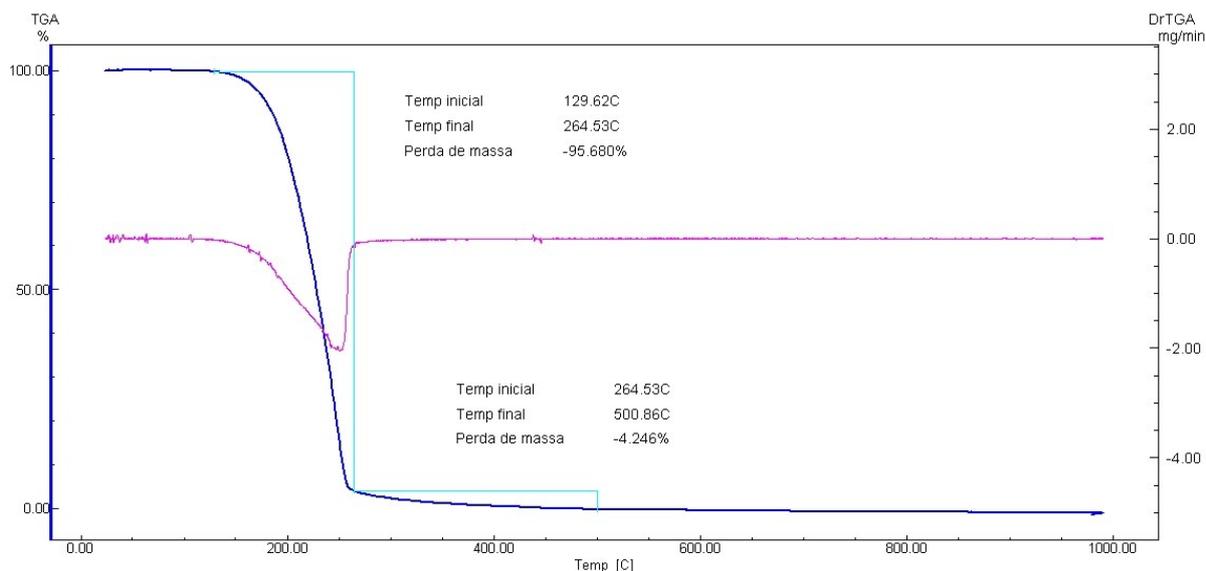


Figura 10 - Curvas TG/DTG do biodiesel de maracujá rota metílica

A mistura de biodiesel de maracujá e mamona na proporção 1:1 (Figura 11) aumentou um pouco a estabilidade (temperatura inicial de decomposição de 137°C) em relação ao biodiesel puro de maracujá (129°C), devido o componente majoritário do óleo de mamona que é o ácido ricinoléico, o que foi confirmado pelo perfil das misturas com maior (Figura 12) e menor composição de biodiesel de mamona (Figura 13), com temperaturas iniciais de decomposição de 145 e 134°C, respectivamente.

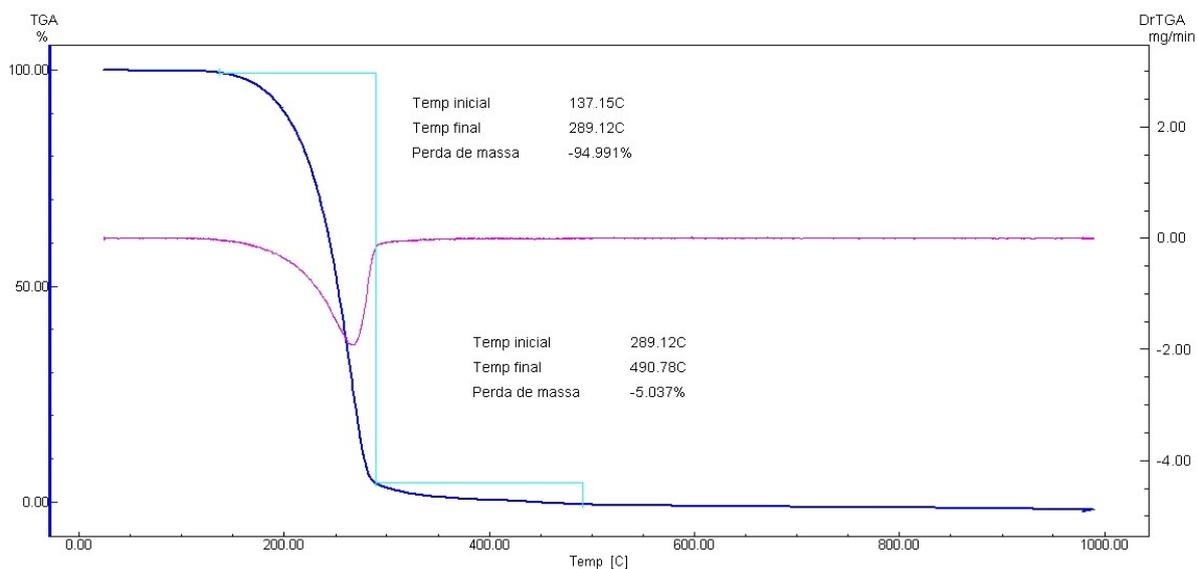


Figura 11 - Curvas TG/DTG da mistura de biodiesel de maracujá e mamona 1:1 rota metílica

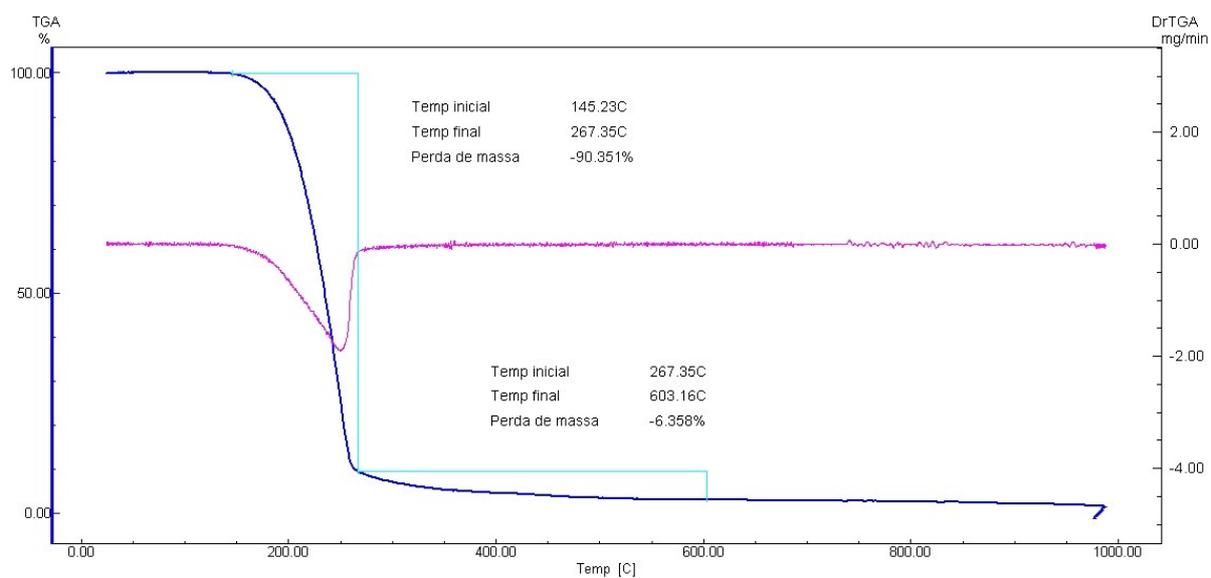


Figura 12 - Curvas TG/DTG da mistura de biodiesel de maracujá e mamona 1:2 rota metílica

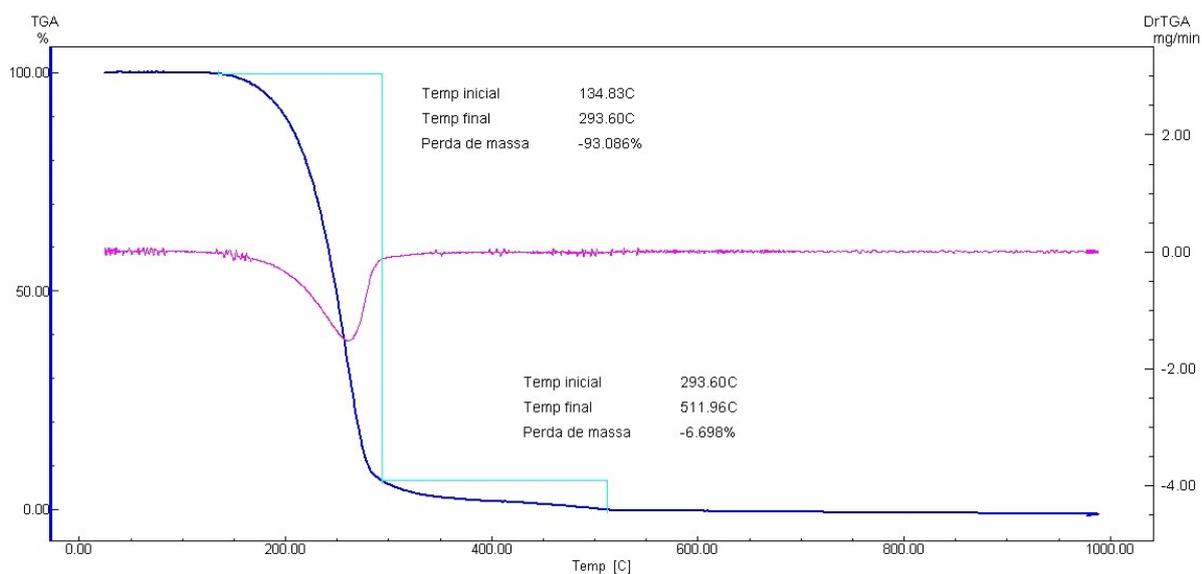


Figura 13 - Curvas TG/DTG da mistura de biodiesel de maracujá e mamona 2:1 rota metílica

As curvas TG/DTG do biodiesel de mamona rota etílica apresentaram duas etapas de perda de massa atribuídas à volatilização e/ou decomposição dos ésteres etílicos, principalmente o ricinoleato de etila (Figura 14).

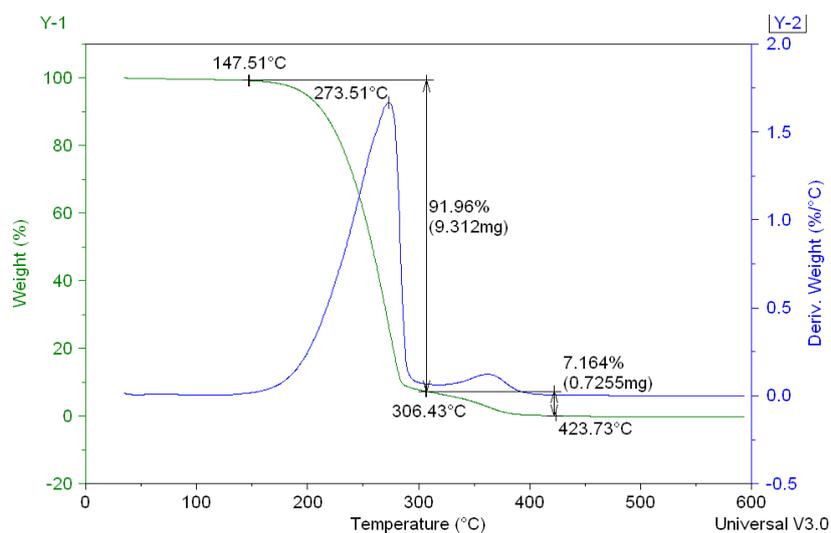


Figura 14 – Curvas TG/DTG do biodiesel mamona rota etílica

As curvas TG/DTG do biodiesel de maracujá rota etílica apresentaram duas etapas de perda de massa atribuídas à volatilização e/ou decomposição dos ésteres etílicos, principalmente o linoleato e oleato de etila (Figura 15). Em relação ao álcool utilizado, os biodieseis obtidos pela rota metílica foram mais estáveis do que os obtidos pela rota etílica.

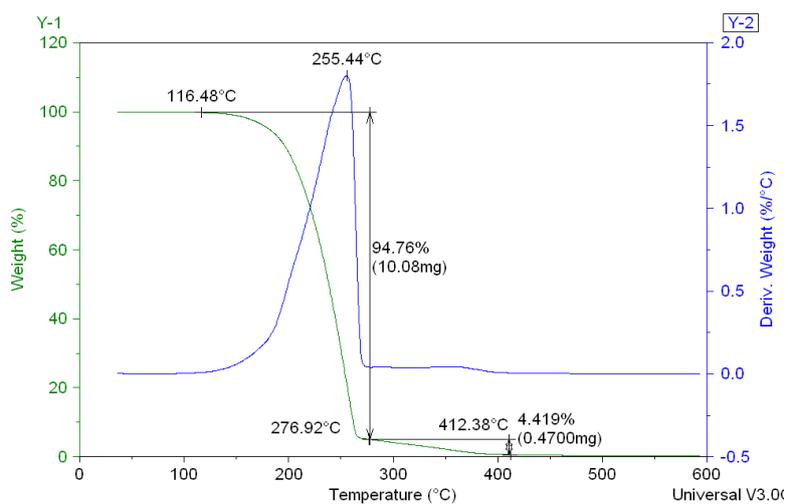


Figura 15 – Curvas TG/DTG do biodiesel maracujá rota etílica

A mistura de biodiesel de maracujá e mamona (rota etílica) na proporção 1:1 (Figura 16) aumentou um pouco a estabilidade (temperatura inicial de decomposição de 129°C) em relação ao biodiesel puro de maracujá (116°C), devido o componente majoritário do óleo de mamona que é o ácido ricinoléico, o que foi confirmado pelo perfil das misturas com maior (Figura 17) e menor composição de biodiesel de mamona (Figura 18), com temperaturas iniciais de decomposição de 120 e 116°C, respectivamente

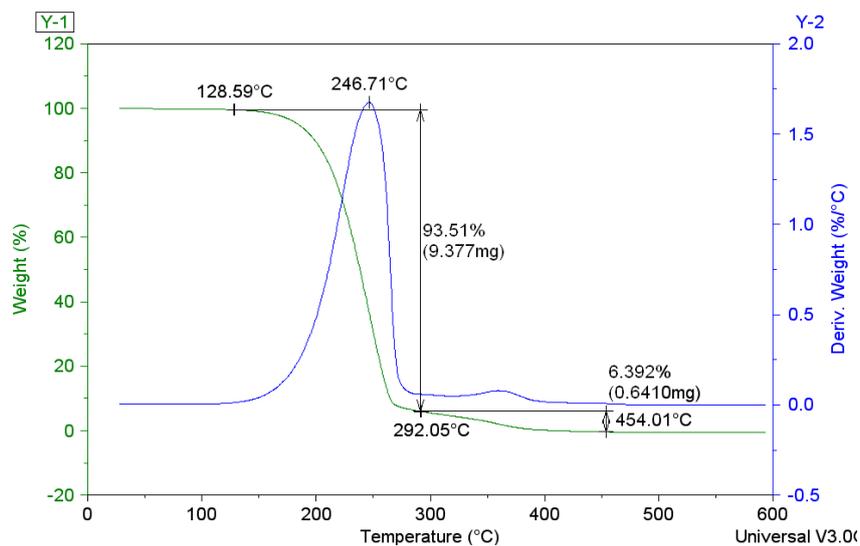


Figura 16 – Curvas TG/DTG da mistura de biodiesel de maracujá e mamona 1:1 rota etílica

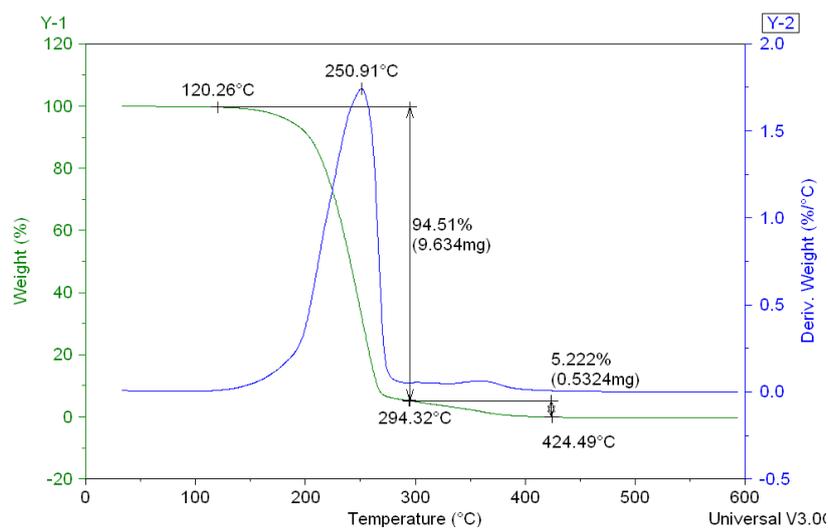


Figura 17 - Curvas TG/DTG da mistura de biodiesel de maracujá e mamona 1:2 rota etílica

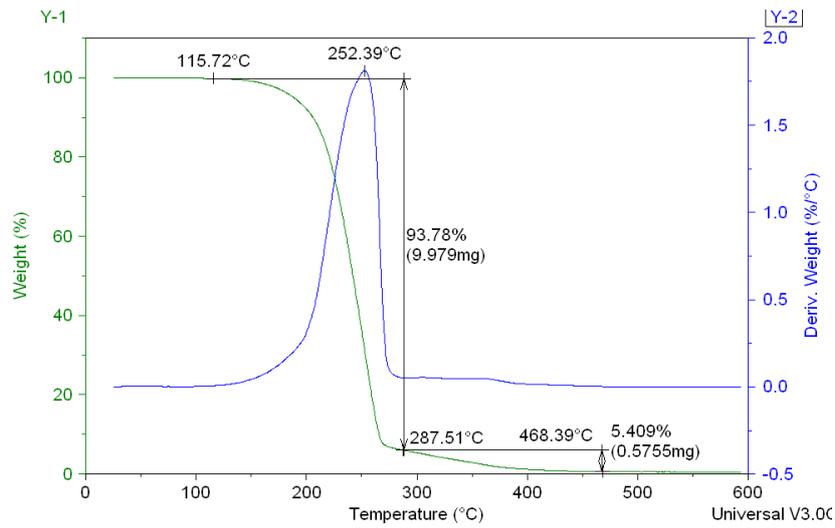


Figura 18 - Curvas TG/DTG da mistura de biodiesel de maracujá e mamona 2:1 rota etílica

As blendas B5 e B20 de biodiesel/diesel (Figuras 19 - 20) apresentaram baixa estabilidade semelhante ao diesel fóssil, pois começam a perder massa assim que inicia o aquecimento.

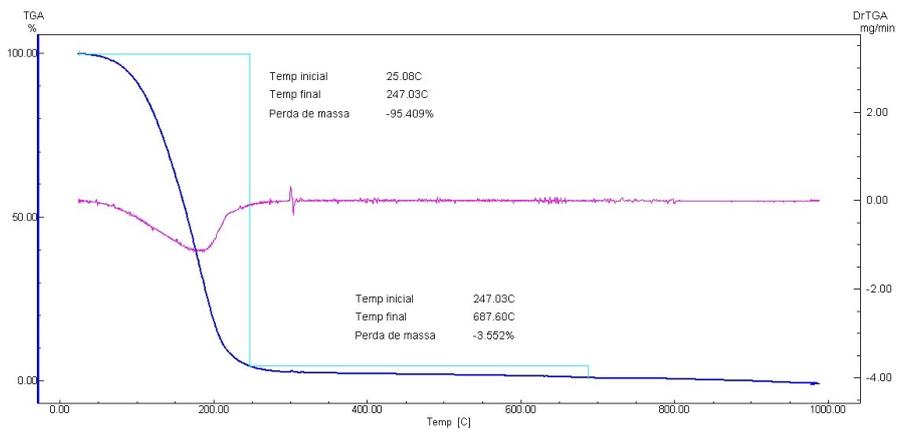


Figura 19 - Curvas TG/DTG da blenda B5 de biodiesel de maracujá metílico e diesel

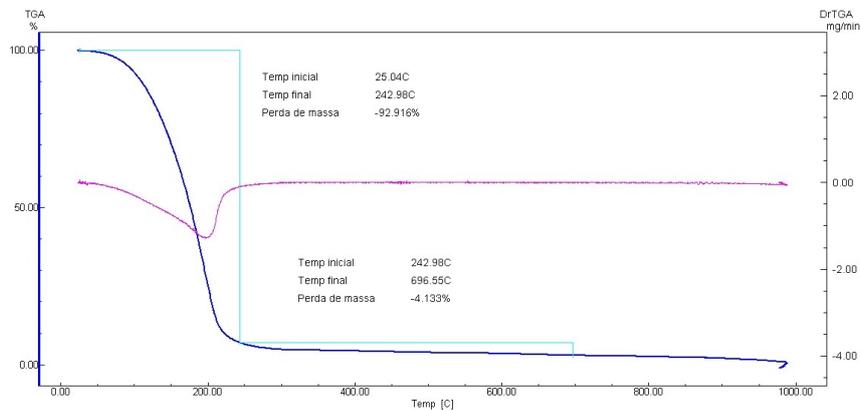


Figura 20 - Curvas TG/DTG da blenda B20 de biodiesel de maracujá metílico e diesel

## CONCLUSÕES

Os óleos de maracujá e mamona apresentaram acidez elevada, sendo necessário passar pelo processo de neutralização, que foi eficiente deixando a acidez dentro dos limites estabelecidos. Os biodieseis de maracujá e mamona e suas misturas apresentaram parâmetros físico-químicos dentro dos padrões estabelecidos pela ANP.

Os espectros de infravermelho apresentaram bandas características dos ésteres no biodiesel metílico, etílico e misturas.

Através das curvas termogravimétricas verificou-se que o biodiesel de mamona apresentou maior estabilidade do que o de maracujá, devido a composição do óleo de maracujá cujos componentes majoritários são ácidos linoléicos e oléicos, que são mais susceptíveis a oxidação. Em relação ao álcool utilizado, os biodieseis obtidos pela rota metílica foram mais estáveis do que os obtidos pela rota etílica.

A mistura de biodiesel de maracujá e mamona na proporção 1:1 aumentou um pouco a estabilidade térmica em relação ao biodiesel puro de maracujá, devido o componente majoritário do óleo de mamona que é o ácido ricinoléico, o que foi confirmado pelo perfil das misturas com maior e menor composição de biodiesel de mamona.

As blendas de biodiesel/diesel fóssil B5 e B20 apresentaram baixa estabilidade, apresentando volatilidade semelhante ao diesel fóssil.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e a FINEP pela bolsa de Iniciação Científica e apoio concedidos e ao Laboratório de Combustíveis e Materiais da Universidade Federal da Paraíba pelas análises realizadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANP. Agência Nacional do Petróleo, ANP 255. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/legislação>>. Acessado em: 14/04/2008.

CONCEIÇÃO, M. M.; Candeia, R. A.; Dantas, H. J.; Soledade, L.E.B.; Fernandes Jr., V. J.; and Souza, A. G.; Rheological Behavior of Castor Oil Biodiesel. *Energy & Fuels* 2005, 19, 2185-2188.

DABAGUE, R. Programa de testes para o uso da mistura diesel/biodiesel. In: SEMINÁRIO PARANAENSE DE BIODIESEL, 1., 2003, Londrina. Anais eletrônicos... Disponível em: <<http://www.tecpar.br/cerbio/Seminario-palestras.htm>> Acesso em: 15 de setembro de 2003.

MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Maracujá oleifera* tree. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, v. 128, p.331-322, 1997.

MORETTO, E.; FETT, R. Tecnologia de óleos e gorduras vegetais. Rio de Janeiro: Varela, 1998.

PARENTE, E. J. S. *Biodiesel: Uma Aventura Tecnológica num País Engraçado*. Unigráfica: Fortaleza, Brasil, 2003.

RAMOS, L. P.; DOMINGOS, A. K.; KUCEK, K. T.; WILHELM, H. M. *Biotecnologia: Ciência e Desenvolvimento*, 31, (2003), 28-37.

SHUCHARDT, U. Sercheli, R.; Vargas, M.; *J. Braz. Chem. Soc.*, 9 (1998), 199-210.

VASCONCELOS, A. F. F.; DANTAS, M. B.; et al.; *Compatibilidade de misturas de biodiesel de diferentes oleaginosas*. *Revista Biodiesel*. n.11, p.29-32, Nov. 2006.

ZAGONEL, G .F.; Ramos, L .P. , *Revista de Química Industrial*, 717 (2001), 17-26.