

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DA UCUUBA (*VIROLA SURINAMENSIS*) E DO INAJÁ (*MAXIMILIANA REGIA*) COM VISTAS À PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Rafael Vitti Mota¹; Luiz Ferreira de França²

Universidade Federal do Pará – UFPA

Centro Tecnológico - CT

Departamento de Engenharia Química e de Alimentos – DEQAL

Laboratório de Operações de Separação – LAOS

¹Bolsista Iniciação Científica – I.C CNPq/PIBIC

²Professor do DEQAL

66075-900 - Belém – PA Fone: (091) 3201-7694 FAX: (091) 3201-7291

mota@amazon.com.br e franca@ufpa.br

RESUMO

A tecnologia de produção de biodiesel vem sendo intensamente estudada com o objetivo de substituir o diesel derivado do petróleo, oriundo de fonte não renovável. O estudo do aproveitamento da biodiversidade natural de cada região é de grande importância para a obtenção de matéria-prima para a produção de biodiesel, além de incentivar a preservação da flora local e gerar renda para os pequenos agricultores e/ou ribeirinhos que vivem dos produtos dessa flora de forma desordenada. Neste trabalho foram estudadas sementes da ucuúba (oriundas das regiões de Belém e Cametá) e, polpa e amêndoa do inajá (oriundas de Ananindeua/PA e São João de Pirabas/PA). Foram determinadas as características físicas e físico-químicas das matérias-primas e feitas as extrações de óleo com solvente em aparelho Soxhlet. Os óleos extraídos foram analisados quanto aos índices de acidez, iodo e saponificação. Além disso, foi feita a transesterificação do óleo obtido da amêndoa do inajá para a produção de biodiesel. Os valores em percentuais dos rendimentos obtidos na extração de lipídeos por Soxhlet para a polpa do inajá dos municípios de Ananindeua e São João de Pirabas foram: 35,6% e 37,6% respectivamente e para extração da amêndoa do Inajá os resultados obtidos foram 40,2% e 38,0%. Os rendimentos para as sementes de ucuúba das localidades de Belém e Cametá, foram de 58,5% e 53,4% respectivamente. A qualidade dos óleos extraídos das amêndoas tanto de inajá quanto de ucuúba não varia significativamente com a origem. O índice de acidez do inajá ficou em torno de 5 e o da ucuúba em torno de 3,5. O índice de iodo do inajá ficou em torno de 17 e o da ucuúba em torno de 12. O índice de saponificação do inajá ficou em torno de 280 e o da ucuúba em torno de 230.

ABSTRACT

The technology for production of biodiesel has been hardly studied with the aim to substitute the diesel oil from petroleum, not renewable. The study for the use of the

natural biodiversity from each region is most important in the obtention of raw material for production of biodiesel. In this work the Ucuuba seed (from Belém and Cametá) and pulp and seed of Inajá (from Ananindeua/PA and São João de Pirabas/PA) have been characterized. The physic and physic chemistry characteristics of the raw material were determined and oils were extracted using organic solvent in Soxhlet apparatus. The extracted oils were analyzed for the acidity, iodine and saponification index. Moreover, the oil from Inajá seed was transformed in biodiesel. The yields obtained in Soxhlet extraction were 35.6 and 37.8% for Inaja pulp and 40.2 and 38.0% for Inajá seed from Ananindeua and São João de Pirabas, respectively. Other side, the yields obtained for Ucuuba seed from Belém and Cametá were 58.5 and 53.4%, respectively. The quality of the oils as Inajá seed as Ucuuba seed not changes with the origin. For Inajá and Ucuuba, respectively, the acidity content was next 5.0 and 3.5, the iodine index was 17 and 12, and the saponification index was 280 and 230.

INTRODUÇÃO

Previsões divulgadas intensamente apontam para um esgotamento das reservas mundiais de petróleo nos próximos 100 anos. Precisa-se, portanto, procurar desde já substitutos para o petróleo como matéria-prima para as indústrias em geral. Durante os últimos anos o preço de barril de petróleo só vem aumentando, o que tende a se tornar rotina de nosso dia-a-dia. Este alto preço do petróleo torna substitutos como etanol e biodiesel economicamente viáveis no setor energético. Nessa ocasião seria recomendável se possuir tecnologia para a substituição do petróleo como fonte de insumos e energia. Além do problema físico, há o problema político: a cada ameaça de guerra ou crise internacional, o preço do barril de petróleo dispara. Em princípio, os outros combustíveis fósseis, o gás natural e o carvão mineral, têm reservas bastante maiores e poderiam substituir o petróleo. Porém, eles são de difícil transformação em matéria-prima para as indústrias e não iriam resolver o outro grande problema relacionado com o petróleo: o impacto ambiental devido à formação de CO₂ e gases sulfurados na sua queima ou transformação (SCHUCHARDT, 2001). Logo a busca de combustível proveniente de fontes renováveis, como o biodiesel, vem sendo estudada mais intensamente nos últimos anos. Para a obtenção deste combustível ecologicamente correto, são feitas reações de transesterificação com óleos extraídos das sementes e da polpa de frutas oleaginosas, tais como a ucuúba (*Virola surinamensis*) e o inajá (*Maximiliana regia*) presentes na região Amazônica, mais especificamente no Estado do Pará.

A semente de ucuúba (*Virola surinamensis*) é muito encontrada nos lugares pantanosos, ilhas alagadas pelas marés, e em quase toda a zona fluvial do Amazonas e seus afluentes. Os municípios paraenses onde sua colheita é mais importante são Cametá, Igarapá-miri, Abaetetuba, Muaná e em geral em toda a região dita das ilhas. Sua safra se estende de fevereiro a julho (PESCE, 1941). Suas sementes são compostas por uma massa branca, marmorizada de amarelo com alto ponto de fusão, denominada, manteiga ou sebo de ucuúba, possuem um formato arredondado, pesam de 1 a 3 gramas e são revestidas por uma casca frágil, não aderente, e relativamente fina (PINTO, 1963). A amêndoa constitui 82 a 88% da semente e contém 60 a 65 % de gordura. Esta é composta por glicerídeos altamente saturados dos ácidos mirístico (70 %), láurico (10 a 20 %), oléico, linoléico, palmítico e outros em proporção menores (PINTO, 1963). A semente fresca coletada no chão, tem uma umidade de 20 a 25 %, com baixo índice de

ácidos graxos livres o que lhe confere um cheiro e gosto aromático não desagradável (PESCE, 1941).

O inajá (*Maximiliana regia*) vegeta de preferência nos terrenos secos, arenosos, crescendo espontaneamente nos roçados abandonados e encontra-se em toda extensão do rio Amazonas e afluentes. Esta palmeira produz um grande cacho de frutos ovóides, ainda pouco explorado. Estes frutos possuem uma forma cônica composto de uma semente lenhosa e dura de quebrar, de cor pardo – amarelo, de 3 a 4 cm de comprimento e 2 cm de diâmetro. É recoberto de um epicarpo fibroso, e entre o epicarpo e o caroço, encontra-se uma massa, pouco pastosa, quando o fruto está ainda verde. A semente contém de 1 a 3 amêndoas. Da amêndoa é extraído um óleo quase igual ao de babaçu quanto a qualidade, de cor claro-transparente. O óleo da polpa e da amêndoa possui cor, propriedade e qualidade muito diferente, ao contrário do óleo de palma e palmiste, os quais são muito parecidos. Os óleos vegetais em geral são formados por triacilgliceróis, cujos ácidos graxos contêm cadeias de 8 a 24 átomos de carbono com diferente grau de insaturação. Conforme a espécie de oleaginosa, variações na composição química do óleo vegetal são expressas por variações na relação molar entre os diferentes ácidos graxos presentes na estrutura (NETO, 2000).

A transesterificação, também chamada alcóolise, é a troca de um álcool de um éster por outro álcool em um processo similar ao da hidrólise, exceto pelo fato de que se trata de um álcool no lugar da água. O metanol tem sido o mais empregado devido a seu baixo custo e grande disponibilidade. A transesterificação tem sido largamente utilizada para diminuição da viscosidade dos triglicerídeos, melhorando as propriedades físicas dos combustíveis para o motor a diesel, assim ésteres etílicos ou metílicos de ácidos graxos, conhecidos como biodiesel, podem ser usados como combustíveis alternativos para os motores a diesel (MACEDO *et al.*, 2004).

OBJETIVOS

Identificar os pré-tratamentos e forma de extração para a obtenção de óleos com maior rendimento e com a qualidade necessária para a produção de biodiesel.

Determinar o rendimento e a qualidade dos produtos obtidos através da transesterificação dos óleos das sementes de ucuuba e dos frutos do inajá usando uma base forte como catalisador.

MATERIAIS E MÉTODOS

MATERIAIS

As sementes de úcuuba foram adquiridas, uma parte junto a pesquisadores da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, localizada em Belém-PA, a outra parte adquirida no município de Cametá-PA, ambas foram divididas em sacos plásticos e acondicionadas sob congelamento.

O inajá foi obtido, parte no município de Ananindeua e outra parte no município de São João de Pirabas ambos situados no Estado do Pará, porém de condições climáticas e de solo bem distintos. Para o inajá, foram escolhidos cachos de diferentes árvores e levadas ao laboratório para que os frutos fossem retirados do cacho e posteriormente despulpados. As sementes também utilizadas foram quebradas em torno manual, separando a casca lenhosa das amêndoas, as quais variaram de uma a três

unidades dentro de cada semente, estes processos decorreram-se de forma manual. Todo o material obtido foi acondicionado em saco plástico e mantido sob congelamento para posteriores análises.

Todas as matérias-primas foram caracterizadas quanto a sua morfologia através da seleção ao acaso de 40 frutos os quais foram pesadas em balança analítica e, suas dimensões, diâmetro e altura medidos com o auxílio do paquímetro. Em seguida o fruto foi despulpado e as sementes quebradas, e a semente de ucuúba descascada, para ter-se um rendimento de cada parte. Todo material obtido passou por processo de secagem em estufa com circulação de ar a temperatura média de 60°C e 24 horas para posteriores análises e extração do óleo.

MÉTODOS

As análises físico-químicas das matérias primas desenvolveram-se conforme metodologias descritas a seguir.

- **Umidade**

O teor de umidade foi determinado em estufa a 105°C até peso constante de acordo com a norma analítica AOAC 930.15.

- **Resíduos Minerais Fixos (Cinzas)**

A determinação consistiu na incineração das amostras em mufla, a temperaturas de 550 a 600°C, até peso constante, segundo a norma AOAC 942.05.

- **Proteínas**

As proteínas das amostras foram determinadas seguindo-se o método micro-Kjeldahl citado nas normas analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ, utilizando-se, para o cálculo o fator 6,25.

- **Lipídeos**

A determinação do teor de lipídeos foi feita pela extração exaustiva em aparelho Soxhlet, com solvente orgânico. O tempo de extração é cerca de 6 horas, dependendo da quantidade de amostra e a capacidade de volume do Soxhlet. O desenvolvimento desta análise seguiu a metodologia AOCS Ba 3-38.

- **Índice de Acidez**

A determinação da acidez foi feita por titulação com solução de NaOH 0,1N. Os resultados são expressos em % de ácido oléico, conforme método oficial AOCS Ca 5a-40.

- **Índice de Saponificação**

O índice de saponificação ao número de miligramas de hidróxido de potássio em meio alcoólico necessário para saponificar 1g de óleo ou gordura, conforme metodologia oficial AOCS Cd 3-25.

- **Índice de Iodo**

A determinação do índice de iodo foi feita pela metodologia oficial AOCS Cd 1b-87, e o resultado foi expresso em gramas de iodo absorvidos por 100 gramas de gordura.

- **Reações de transesterificação para obtenção do biodiesel**

Foram feitas três reações de transesterificação com 28 gramas do óleo da polpa do inajá em cada reator, nas razões molares de óleo e etanol de 1:2, 1:4 e 1:6. A quantidade de hidróxido de potássio (catalisador - KOH) utilizada em cada reação foi de 2% em relação à massa de óleo. As reações transcorreram por 40 minutos. Passado esse tempo, os produtos das reações foram colocados em três funis de decantação, e lavados com solução de cloreto de amônio (NH_4Cl) a 2%, para que ocorra a solubilização da glicerina, do etanol e do KOH, formando após a homogeneização duas fases: orgânica e inorgânica. O volume da solução de NH_4Cl usado foi o dobro do volume do produto da reação. Após cerca de 24 horas de repouso a fase orgânica de cada funil foi retirada e levada a centrifugação. O biodiesel produzido, após centrifugação, foi caracterizado pela viscosidade. Para a medição da viscosidade usou-se o viscosímetro Cannon-Frensk correspondendo às técnicas de medição das normas ISO 3105, ASTM 446 e ASTM D2515.

Na Figura 1 se tem o fluxograma do processo para a produção do biodiesel.

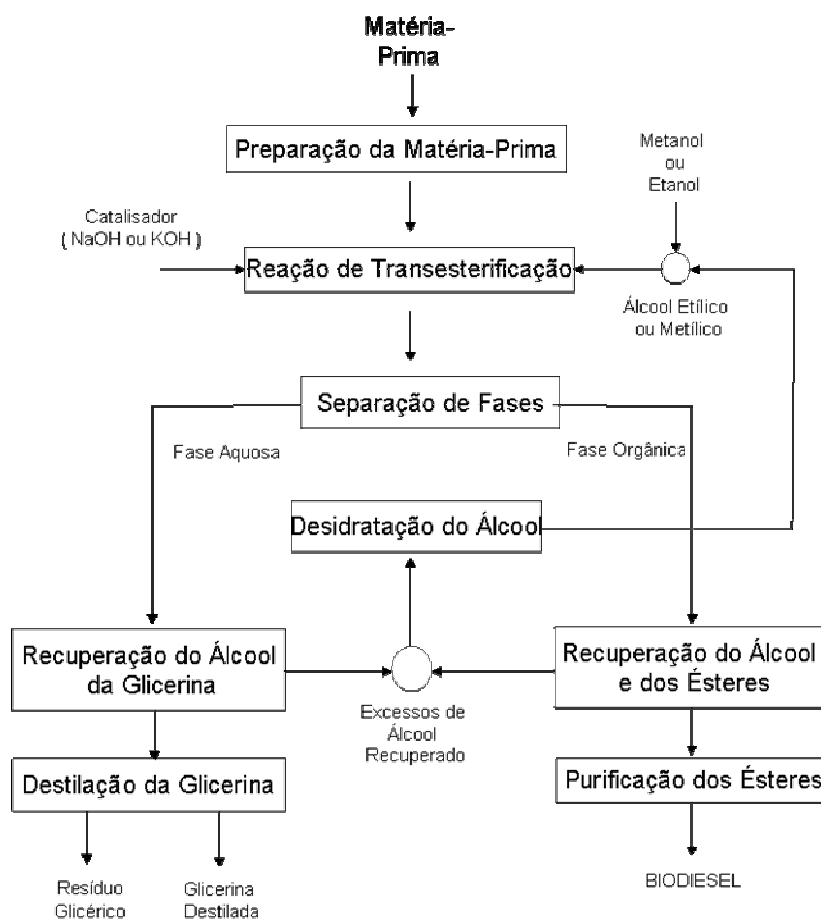


Figura 1 – Fluxograma do processo de produção de biodiesel

RESULTADOS E DISCUSSÕES

- **Inajá (fruto)**

Os valores médios das dimensões, como diâmetro longitudinal e comprimento transversal, assim como dos pesos dos constituintes, para os frutos provenientes das localidades de São João de Pirabas (S.J.P) e Ananindeua são apresentados na Tabela 1. Observa-se que estes valores médios não são muito diferentes dos materiais recolhidos nas duas localidades, demonstrando que esta espécie mantém uma regularidade em locais diferentes.

Tabela 1: Caracterização física do Inajá

Amostra	Dimensões (mm)		Peso (g)			
	Diâm	Comp.	Fruto	Casca	Polpa	Semente
Anan	2,58±0,16	4,84±0,45	17,48±0,48	4,83±0,49	4,34±0,31	8,31±1,77
S.J.P	2,65±0,18	4,77±0,46	16,91±0,44	4,32±0,52	5,08±0,33	7,52±1,85
Amplitude	0,04	0,05	0,40	0,36	0,52	0,57

- **Inajá (semente)**

Na Tabela 2 são mostrados os valores médios dos diâmetros longitudinais e comprimentos transversais, assim como os da casca e da amêndoa percentuais. Observa-se que frutos provenientes de São João de Pirabas (S.J.P) é menos volumoso e isto se reflete mais sensivelmente nas amêndoas, ou seja o rendimento em amêndoa é sensivelmente inferior.

Tabela 2: Caracterização física da semente do Inajá

Amostra	Dimensões (mm)		Peso (g)		
	Diâm.	Compr.	Semente	Casca	Amêndoa
Ananin.	1,81±0,1	4,48±0,4	8,45±0,4	7,16±0,5	1,29±0,3
S.J.P	1,77±0,2	3,93±0,4	7,52±0,5	6,73±0,5	0,79±0,3
Desvio	0,03	0,39	0,66	0,31	0,36

- **Ucuúba**

Os resultados obtidos para a ucuúba estão listados na Tabela 3. Os frutos colhidos nas proximidades de Belém são levemente menos volumoso, mas a proporção de semente e casca se mantém, mostrando que a produtividade de amêndoa é somente levemente diferente.

Tabela 3: Caracterização física da semente de ucuúba

Amostra	Dimensão (mm)	Peso (g)		
	Diâmetro	Semente	Casca	Amêndoa
Cametá	15,04±0,1	1,82±0,4	0,24±0,05	1,58±0,4
Belém	14,03±0,1	1,51±0,4	0,22±0,06	1,29±0,4
Desvio	0,71	0,22	0,02	0,21

- **Umidade do Inajá**

Após os frutos terem sido despulpados, foram submetidos à análise para se obter a sua umidade “in natura”. Tanto a polpa quanto a amêndoa foram secos em estufa com circulação de ar a 60°C durante 36 horas e uma outra parte das amêndoas foram secas na mesma estufa em outro momento com a temperatura de 140°C durante 20 minutos. Os valores da umidade expressados em percentual estão listados na Tabela 4. A temperatura de secagem de 140°C favoreceu a extração do óleo das amêndoas.

Tabela 4: Teor de umidade da polpa e da amêndoa do inajá

Amostra	Polpa		Amêndoa		
	“In natura”	Seco 60°C	“In natura”	Seco 60°C	Seco 140°C
S.J.P (%)	37,00	6,87	12,91	3,87	3,50
Ananind. (%)	49,47	7,30	14,94	3,92	3,50
Desvio	7,40	0,30	1,44	0,04	0,00

Segundo dados da literatura, a umidade média para a polpa do inajá é de 33%, o que permite observar que a amostra de Ananindeua apresentou um muito superior.

- **Umidade da Ucuúba**

Na Tabela 5 são mostrados os valores de umidade obtidos para a semente da ucuuba “in natura” e seca em estufa sem circulação de ar a 60°C por 24 horas, para o material de Belém e em estufa com circulação de ar, para o material de Cametá. Todos os resultados de umidade estão mostrados em percentagem.

Tabela 5: Teor de umidade da semente de ucuúba “in natura” e seca

Amostra	“In natura”	Seca 60°C
Cametá	18,30	2,46
Belém	26,51	7,72
*Pesce	22,50	-
Desvio	4,10	3,72

*(Pesce, 1941)

Os valores de umidade nas sementes da ucuúba proveniente de Cametá estão abaixo dos valores da literatura e nas provenientes de Belém estão acima, mas na média há uma concordância, em torno de 23%.

- **Resíduo Mineral Fixo (Cinzas)**

A quantidade de cinzas em percentual encontrada no inajá das localidades de Ananindeua e São João de Pirabas foi de: 2,81% e 2,54%, para a polpa, e para a amêndoa de 2,59% e 2,32%, respectivamente. Em relação as sementes da ucuúba provenientes de Belém e Cametá, obteve-se um percentual em cinzas de 3,62% e 3,81%, respectivamente.

- **Proteína**

Os valores da proteína total para o inajá dos municípios de Ananindeua e São João de Pirabas foram de 3,14% e 4,78%, inferiores ao valor de 5,12%, encontrado na literatura. Para a amêndoa os valores foram de 7,38% e 8,15% respectivamente. Para as sementes de ucuúba oriundas de Belém e Cametá os resultados obtidos para proteínas totais foram de 16,24 e 14,95%, respectivamente..

- **Lipídeos**

Foi utilizado como solvente o hexano. As durações das extrações variaram de 3 a 8 horas contínuas em aparelho Soxhlet. Após este tempo o balão contendo o solvente era levado ao rota-evaporador por cerca de 20 a 30 minutos. Em seguida, o balão era levado á estufa para que volatilizasse algum resquício de solvente ou evaporasse água que pudesse estar presente no óleo. Os valores em percentuais dos rendimentos obtidos na extração de lipídeos por Soxhlet para a polpa do inajá dos municípios de Ananindeua e São João de Pirabas foram: 35,60% e 37,58% respectivamente e para a amêndoa do Inajá foram 40,15% e 38,00%. O teor de lipídeos da polpa é compatível com dados da

literatura, de 37,16%, porém há uma discrepância na comparação com o valor da amêndoa, de 59,28%. Os resultados para a semente da ucuúba das localidades de Belém e Cametá, foi de 58,52% e 53,42%, respectivamente, comparável ao da literatura que é cerca de 58%.

- **Características dos óleos**

Os óleos obtidos nas extrações foram submetidos às análises de ácidos graxo livres, índice de iodo e índice de saponificação. Além dessas análises, nos óleos da polpa do inajá foram feitas as análises de caroteno total e tocoferol total. Os resultados são mostrados as Tabelas 7, 8 e 9.

Tabela 7: Resultados das análises para a polpa do inajá

Amostra	Acidez (%)	Iodo (g I / 100g óleo)	Saponificação (mg KOH/g óleo)	Caroteno (ppm)	Tocoferol (ppm)
Ananind.	5,56	69,37	215,14	218,54	43,86
S.J.P.	4,85	70,71	232,90	164,20	53,01
Desvio	0,01	0,95	12,56	38,42	6,47
*Pesce	26,72	90,00	209,00	-	-

*(Pesce, 1941)

Tabela 8: Resultados das análises para a amêndoa do inajá

Amostra	Acidez (%)	Iodo (g I / 100g óleo)	Saponificação (mg KOH / g óleo)
Ananind.	5,61	16,52	280,64
S.J.P.	4,78	17,13	293,15
Desvio	3,34	0,43	8,85
*Pesce	-	16,40	248,00

*(Pesce, 1941)

Tabela 9: Resultados das análises da semente da ucuúba.

Amostra	Acidez (%)	Iodo (g I / 100g óleo)	Saponificação (mg KOH / g óleo)
Cametá	3,71	11,17	220,13
Belém	2,97	13,29	232,45
Desvio	0,52	1,50	8,71
*Pesce	12,00	12,75	226,9

*(Pesce, 1941)

- **Viscosidade do biodiesel**

As amostras foram adicionadas nos tubos capilares e acopladas ao banho, onde foi ajustada a temperatura na qual se deseja obter a viscosidade, que neste trabalho foi adotado 40°C, em seguida, iniciaram-se as leituras, obtendo-se os seguintes resultados mostrados na Tabela 11. O valor de K é uma constante que está relacionado como o número do capilar.

Tabela 10: Valores da viscosidade para as diferentes razões molares

Razões Molares	Nº Capilar usado	Cte (K)	Média das Leituras (s)	Temperatura (°C)	Viscosidade (mm ² /s)
1:2	300	0,250	93,23	40	23,3
1:4	200	0,100	140,34	40	14,0
1:6	150	0,035	201,99	40	7,1

CONCLUSÕES

A semente da ucuúba possui um alto rendimento em gordura, porém se faz necessário um estudo mais aprofundado quanto ao perfil de ácidos graxos presente nesta matéria prima e a otimização de outros métodos de extração com alto rendimento, baixo custo e em larga escala visando atender a produção de biodiesel.

A morfologia do inajá e qualidade dos óleos extraídos tanto da polpa quanto da amêndoa do inajá não variam significativamente com a origem. Embora o inajá tenha apenas 5% em polpa, esta apresenta cerca de 37% de óleo, rico em ácido láurico (cerca de 50%) podendo ser mais uma fonte de matéria-prima nativa da região para fins alimentícios. O óleo da amêndoa com rendimento de cerca de 40%, e formado por ácidos graxos saturados de cadeia média, índice de saponificação em torno de 290, pode ser uma alternativa par a produção de biodiesel.

Sabe-se que quanto menor a viscosidade do produto final é um indicativo de que a reação de transesterificação esteja eficiente, ou seja, que o biodiesel esteja sendo produzido. Logo a menor viscosidade encontrada foi para a maior razão molar óleo/álcool.

PALAVRAS CHAVE

Ucuuba, Virola surinamensis, Inajá, Maximiliana regia, biodiesel, óleo vegetal.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão da bolsa dentro do programa PIBIC/UFPA.

REFERÊNCIAS

- [1] SCHUCHARDT, U. F.; RIBEIRO, M. L.; GONÇALVES, A. R.; **A Indústria Petroquímica no próximo Século**. Química Nova, Vol.24 n°2 pg. 247-251, 2001.
- [2] PESCE, C; **Oleaginosas da Amazônia (revista da veterinária)**. Belém, Pará, 1941.
- [3] PINTO, G,P; **Características físico-químicas e outras informações sobre as principais oleaginosas do Brasil**. Recife, Pernambuco, 1963.
- [4] NETO, P. R. C.; ROSSI, L. F. S.; ZAGONEL, G. F.; RAMOS, L. P.; **Produção de Biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras**. Química Nova, Vol. 23 531 – 537, 2000.
- [5] MACEDO, J.C; **Produção de biodiesel por transesterificação de óleos vegetais**. Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento, n.32-janeiro/junho 2004.
- [6] AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY — **Official methods and recommended practices of the AOCS**. 4. ed. Champaign, 1990.
- [7] INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, 1985.