



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS – UFT
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

TAISNARA RODRIGUES DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO DE PEQUI (*Caryocar brasiliense*) DAS
CIDADES DE BABAÇULÂNDIA, ARAGUAÍNA e JALAPÃO (BAJA)**

Araguaína – TO
2017

TAISNARA RODRIGUES DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO DE PEQUI (*Caryocar Brasiliense*) DAS
CIDADES DE BABAÇULÂNDIA, ARAGUAÍNA e JALAPÃO (BAJA)**

Monografia apresentada à Universidade Federal do Tocantins, como requisito parcial de avaliação do Trabalho de Conclusão do Curso de Licenciatura em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Flamys Lena do Nascimento Silva

Araguaína – TO

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- S586c Silva, Taisnara Rodrigues da.
CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO DE PEQUI (*Caryocar
brasiliense*) DAS CIDADES DE BABAÇULÂNDIA, ARAGUAINA e
JALAPÃO (BAJA). / Taisnara Rodrigues da Silva. – Araguaína, TO,
2017.
38 f.
Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins –
Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Química, 2017.
Orientadora : Flamys Lena Do Nascimento Silva
1. Propriedades físico-químicas. 2. Pequi. 3. Óleo. 4. *Caryocar
brasiliense*. I. Título

CDD 540

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

TAISNARA RODRIGUES DA SILVA

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO DE PEQUI (*Caryocar brasiliense*) DAS
CIDADES DE BABAÇULÂNDIA, ARAGUAÍNA e JALAPÃO (BAJA)

Monografia apresentada à Universidade Federal do Tocantins, como requisito parcial de avaliação na disciplina de Trabalho de Conclusão do Curso de Licenciatura em Química.

Orientadora: Prof. Dra. Flamys Lena do Nascimento Silva

Aprovada em: 07/10/2017.

BANCA EXAMINADORA



Profª. Drª. Flamys Lena do Nascimento Silva (Orientadora)



Profª. Drª. Renata Ferreira Lins



Prof. Dr. Joseilson Alves de Paiva

Araguaína – TO
2017

Dedico este trabalho aos meus pais e a minha irmã, por estarem sempre presentes na minha vida como símbolo de amor, determinação e coragem.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus.

Aos meus pais e a minha irmã que são as pessoas mais importantes da minha vida, que apesar de todas as dificuldades que passamos, nunca desistiram de realizar este sonho comigo.

Aos meus padrinhos, Valtenir e Valdeane, que sempre me apoiaram e acreditaram em mim.

A toda a minha família, em especial todos os meus tios e tias, que nos momentos mais difíceis eu sempre pude contar com cada um deles, e a minha amada Vó Maria das Dores.

Aos meus amigos, gratidão imensa.

A professora Dra. Flamys Lena do Nascimento Silva pela orientação e confiança depositada e aos professores Joseilson Alves de Paiva e Renata Ferreira Lins por terem aceitado o convite para participarem da banca.

Aos professores Joseilson Alves de Paiva e Renata Barbosa Dionysio por todo apoio durante a minha graduação e por todos os momentos que tivemos a oportunidade de conversar e estarmos juntos.

As técnicas do Laboratório de Química da Universidade Federal do Tocantins, Karolina Lima Nogueira, Gildeth Pereira de Oliveira e Ana Rosa Carvalho de Oliveira por todo apoio e por terem me ajudado no decorrer da minha pesquisa.

A Universidade Federal do Tocantins por oferecer todas as ferramentas necessárias para o desenvolvimento da minha pesquisa.

Enfim, meus sinceros agradecimentos a todos que de alguma forma me ajudaram.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados da padronização da solução de NaOH com HCl 0,5 M.....	20
Tabela 2 - Dados da padronização da solução de tiosulfato de sódio com dicromato de potássio.	23
Tabela 3 - Dados da padronização do HCl com carbonato de sódio	27
Tabela 4 - Resultados dos parâmetros analisados no óleo de pequi do BAJA e comparação de resultados	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Foto do pequizeiro e do fruto pequi da região de Araguaína, Campus Cimba	12
Figura 2 - Estrutura química do ácido oleico	15
Figura 3 - Estrutura química do ácido palmítico	16
Figura 4 - Picnômetro	18
Figura 5 - Buretas utilizadas na determinação de viscosidade.....	29
Figura 6 - Amostras analisadas.....	30
Figura 7 - Reação química que ocorre no processo de saponificação	33

RESUMO

Em vista da importância econômica e nutricional, o pequi (*Caryocar brasiliense*) e seu respectivo óleo têm sido objeto de várias pesquisas na atualidade. O objetivo deste trabalho foi determinar através de análises físico-químicas as propriedades do óleo de pequi, sendo as mesmas baseadas nas Normas do Instituto Adolfo Lutz. As amostras analisadas foram obtidas nas cidades de Babaçulândia, Jalapão e Araguaína do estado do Tocantins. Os parâmetros analisados foram umidade, índice de acidez, índice de peróxido, índice de saponificação, densidade e viscosidade. Os resultados das amostras do óleo de pequi do Jalapão e Araguaína se mostraram similares, com valores satisfatórios nos parâmetros de caracterização química segundo normas da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Também se mostraram similares quando comparados com os dados de outros trabalhos da atualidade, já para a amostra do óleo de pequi de Babaçulândia, obteve-se valores altos em relação as duas outras regiões, o que leva a mesma ser considerada inapropriada para o consumo humano. O óleo de pequi, devido as suas propriedades físico-químicas e nutricionais, com uso diverso tanto na medicina quanto na culinária, vem ganhando grande interesse e espaço nas pesquisas.

Palavras-chave: Propriedades físico-químicas; pequi; óleo; *Caryocar brasiliense*

ABSTRACT

In view of the economic and nutritional importance, the pequi (*Caryocar Brasiliense*) and its respective oil has been object of several researches at the present time. The objective of this work is to determine through physicochemical analyzes as well as the oil of pequi, being based on the Norms of the Institute Adolfo Lutz. The analyzed samples were obtained in the cities of Babaçulândia, Jalapão and Araguaína in the state of Tocantins. The analyzed parameters were acidity index, peroxide index, saponification index, density and viscosity. The results of the Jalapão and Araguaína samples are presented as based on the ANVISA standards and when compared to current works, a sample of Babaçulândia has obtained high values in relation to the others, which makes the same solution inappropriate for consumption. The pequi oil, due to its consumption and diverse use, due to its physical-chemical goods and use in medicine, as well as in the area of cultivation in the researches.

Keywords: Physical-chemical properties; pequi; oil; *Caryocar brasiliense*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Extração do óleo de pequi	14
2.2 Composição química do óleo de pequi	15
2.3 Análises físico-químicas do óleo de pequi	16
3. OBJETIVOS	17
3.1 OBJETIVO GERAL	17
3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	17
4. METODOLOGIA.....	17
Caracterização Físico-química do Óleo de Pequi	18
4.1 Densidade	18
4.2 Determinação da umidade	19
4.3 Determinação da Acidez	19
4.4 Índice de Peróxido.....	21
4.5 Índice de Saponificação	25
4.6 Viscosidade	28
5. RESULTADOS e DISCUSSÃO	29
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1. INTRODUÇÃO

O pequizeiro é uma árvore típica do cerrado brasileiro, sendo o seu fruto o pequi (*Caryocar brasiliense*) comestível e bem aceito pela população deste bioma (NOGUEIRA, 2010). Quanto aos aspectos morfológicos, o pequizeiro se apresenta como uma árvore grande, medindo de 8 a 12 m de altura. Esgalhada, tortuosa, de tronco curto (5 m de comprimento) e recoberto por casca espessa (em torno de 10 mm), acinzentada, áspera, e com fissuras. Os frutos têm a coloração verde, globosos, de tamanhos variados, podendo pesar em torno de 100 g. O pequi pode possuir em seu interior um a quatro caroços, que apresentam um endocarpo de espinhos delgados e agudos, com polpa de cor amarelo alaranjada, farinhento e oleaginoso (GUIMARÃES, 2015).



Figura 1 - Foto do pequizeiro e do fruto pequi da região de Araguaína, Campus Cimba

Do fruto pequi é possível extrair um óleo rico em substâncias com propriedades antioxidantes e terapêuticas de uso geral na medicina pelas comunidades da região do cerrado brasileiro. O óleo de pequi tem ainda efeito medicinal tonificante, sendo usado contra bronquite, gripes e resfriados e no controle de tumores (MARIA ELISABETH *et al.*, 2010)

As principais aplicações do óleo de pequi estão relacionadas a grande versatilidade na culinária regional pelo sabor, teor nutritivo e aroma; na medicina popular é utilizado no tratamento de doenças respiratórias e no fortalecimento físico,

na indústria cosmética é usado, por exemplo, para produção de sabonetes, shampoos e cremes. Enquanto na indústria de biocombustíveis ele é usado como aditivo e lubrificante (KERNTOPF *et al.*, 2014).

Além disso, uma característica em específico tem chamado a atenção da comunidade científica, como por exemplo, as propriedades químicas do óleo extraído da polpa do pequi, que podem combater os radicais livres que provocam a oxidação das células. Ele também pode atuar no tratamento contra bronquites, gripes, resfriados e no controle de tumores, devido ao seu efeito tonificante. O pequi por ser rico em vitaminas A e C, tiamina, proteínas e sais minerais, permite que seu óleo seja utilizado popularmente para sanar problemas oftalmológicos relacionados à deficiência de vitaminas, uma vez que a planta apresenta excelente teor de carotenoides (ASSIS *et al.*, 2014).

Segundo as pesquisas do professor e pesquisador titular da Universidade de Brasília (UNB), Koppe Grisólia, o óleo de pequi é rico em compostos antioxidantes e anti-inflamatórios e, quando analisado em atletas, demonstrou efeitos benéficos contra a oxidação do corpo (efeito que geralmente ocorre de forma muito intensa em atletas que praticam esportes de longa duração e intensidade). Foram verificados ainda benefícios referentes à sua ação protetora cardiovascular, prevenção de arteriosclerose e redução da pressão arterial (NAIAK *et al.*, 2010).

Portanto, o óleo de pequi vem gerando interesse por causa da sua constituição química e tem ganhado espaço nas pesquisas científicas, tanto na área química quanto na medicina e alimentícia (FERNANDES, 2011).

É de conhecimento popular que muitas famílias das regiões do estado do Tocantins, tais como, Babaçulândia, Araguaína e Jalapão vivem da coleta e venda do fruto e produção do óleo de pequi. Os valores cobrados pelo óleo extraído do pequi podem variar de cidade para cidade dentro do estado do Tocantins. No mercado municipal de Araguaína e Babaçulândia, por exemplo, 100 mL do óleo de pequi custa em torno de dez reais, enquanto no Jalapão o custo é de vinte reais¹. A venda do óleo de pequi nestas três cidades ocorre durante todo ano, mesmo sendo curta a temporada de colheita, devido a demanda em toda região.

¹ Valores do custo do óleo de pequi foram obtidos a partir da necessidade da compra para realização das análises.

Muitos trabalhos de estudos de caracterização química do óleo de pequi têm sido realizados nas regiões de Minas Gerais e Goiânia, porém são pouquíssimas as pesquisas sobre o óleo de pequi do estado do Tocantins. Nesse sentido, nosso trabalho visa a caracterização química do óleo de pequi das regiões de Babaçulândia, Araguaína e Jalapão do estado de Tocantins, através da realização de análises físico-químicas de amostras adquiridas em mercados e cooperativas de pequenos produtores da região. A metodologia utilizada está em acordo com os **“Métodos Físico-químicos para Análises de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz de São Paulo”** – 4^o edição, 1^o edição digital.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Extração do óleo de pequi

De acordo com RIBEIRO (2010), existem basicamente três formas de se extrair o óleo de pequi, são elas:

Extração por cozimento: é a forma mais artesanal e simples de se obter o óleo de pequi, na qual os frutos são colocados em um recipiente de metal com água e submetidos ao cozimento por cerca de 40 minutos. Feito isso, os frutos são separados da água e postos para esfriar. Uma vez esfriados, dar-se início ao processo de retirada da polpa do caroço, levando-se novamente ao fogo. Durante esta etapa, adiciona-se água fria para que o óleo liberado fique em suspensão. Assim, o óleo que surge na superfície da panela é retirado com o auxílio de uma colher, colocado em outro recipiente e levado novamente ao fogo para evaporar o restante da água.

Extração mecânica: neste caso os frutos do pequizeiro são secos em uma estufa, depois são cortados em 4 partes e as amêndoas são retiradas com o auxílio de um objeto cortante (Ex: faca). Em seguida são levados para uma prensa elétrica que geralmente é utilizada para a extração de óleos naturais. O extrato obtido é primeiramente filtrado para a separação do óleo e da polpa. Após a primeira filtragem o óleo passa por mais uma etapa de filtração em papel filtro até a separação total do óleo.

Extração com o uso de solventes: inicialmente os frutos *in natura* são despulpados, em seguida a polpa é seca em estufa e triturada em multiprocessador até a obtenção de uma farinha. A farinha da polpa de pequi é colocada em balões junto a um solvente apolar. A extração segue por um sistema de batelada em uma incubadora, momento em que são monitoradas as variáveis: temperatura, razão da fração sólido-líquido, agitação e tempo.

No caso dos óleos das regiões de Babaçulândia, Araguaína e Jalapão a forma de extração empregada pelos catadores foi a do tipo cocção (cozimento).

2.2 Composição química do óleo de pequi

Assim como o fruto, o óleo de pequi é composto, basicamente, de ácido oleico e palmítico. Possui em menores quantidades os ácidos esteárico, linoléico e palmitoleico (RIBEIRO, 2010). O ácido oleico (Figura 2), é um ácido carboxílico que possui uma cadeia longa de 18 carbonos na sua estrutura, é considerado um ácido graxo por apresentar uma dupla ligação entre os carbonos. Ele é um ácido graxo, ômega 9, o qual participa do nosso metabolismo, desempenhando um papel fundamental na síntese dos hormônios. É muito utilizado como aditivo em bases de sabões e sabonetes e, é muito empregado em cremes e emulsões de cosméticos devido suas propriedades emolientes e para recompor a oleosidade de peles ressecadas (MERÇON, 2010).

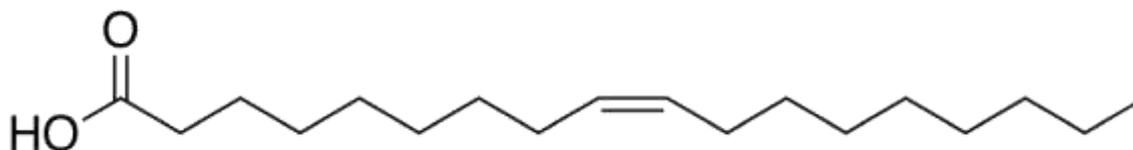


Figura 2 - Estrutura química do ácido oleico

O ácido palmítico (Figura 3), é um dos ácidos graxos saturados mais comuns, encontrados tanto em animais, quanto em plantas. Leite e derivados, carne bovina

também o contém. Sua principal função é fornecimento de energia ao nosso organismo (LEHNINGER, 2006).

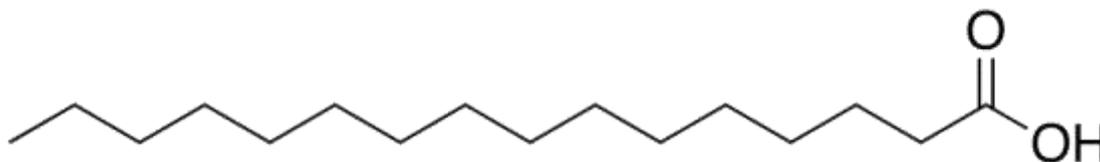


Figura 3 - Estrutura química do ácido palmítico

A estabilidade térmica dos óleos vegetais depende de suas estruturas químicas, como por exemplo, as do tipo ácidos graxos. Quanto maior a quantidade de insaturações nos ácidos graxos, menor a sua estabilidade. Na extração com o uso de solventes, alguns parâmetros podem ser alterados de acordo com a temperatura e o tempo de secagem da polpa do pequi (COSME, 2010).

O cozimento dos frutos reduz o rendimento de extração do óleo, pelo aumento do teor da umidade da polpa fazendo com que a extração com uso de solventes apolares tenha um rendimento maior pela redução da umidade da polpa (TELES *et al.*, 2013).

O envelhecimento do produto pode levar a alteração nas características físico-químicas, microbiológicas e toxicológicas. Elevação na temperatura altera viscosidade, aspecto, cor e odor do produto, enquanto que a redução na temperatura acelera possíveis alterações físicas como turvação, precipitação, cristalização. Problemas gerados, em função de temperaturas elevadas, ou muito baixas, podem ser decorrentes também de não-conformidades no processo de fabricação, armazenamento ou transporte do produto (ANVISA, 2005).

2.3 Análises físico-químicas do óleo de pequi

COSME (2010), encontrou no óleo de pequi extraído por cocção 0,065 % de umidade, 1,03 mg de NaOH/g de acidez, 0,76 meq/kg de índice de peróxido e 214,36 mg KOH/g de índice de saponificação. Já FARIA *et al.* (2010) encontraram 0,46% de umidade, 4,26 % de acidez, 1,02 meq/kg de índice de peróxido e 233,11 mg KOH/g de índice de saponificação. Com esses resultados concluíram que o óleo

de pequi apresenta boa qualidade na extração, pelo baixo teor de ácidos graxos livres e pelo bom estado oxidativo, com base no índice de peróxido.

De acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA, 2005), os óleos prensados a frio e não refinados devem possuir no máximo 4,0 mg KOH/g de acidez e 15 meq/Kg de índice de peróxidos. Acima desses valores, são considerados impróprios para o consumo humano.

A extração do óleo de pequi das cidades de Babaçulândia, Araguaína e Jalapão (BAJA) do Tocantins foi feita de forma artesanal e rudimentar pelos catadores e pequenos produtores da região local.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Caracterização Química do Óleo de Pequi (*Caryocar brasiliense*) das Cidades de Babaçulândia, Araguaína e Jalapão do estado do Tocantins (BAJA).

3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Comparar os dados físico-químicos obtidos para o óleo de pequi entre as regiões de Babaçulândia, Araguaína e Jalapão (BAJA) do Tocantins.

4. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a realização de cada experimento foi de acordo com o Manual de “**Métodos Físico-Químicos para Análises de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz**” - 4^o edição, 1^o edição digital. Foram analisadas amostras do óleo de pequi de três diferentes regiões do Tocantins, sendo elas; Babaçulândia, Araguaína e Jalapão. Utilizou-se cerca de 300 mL de óleo para a realização de todas as análises em triplicata.

Caracterização Físico-química do Óleo de Pequi

4.1 Densidade

De acordo com as **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**, v.1, a determinação da densidade relativa determina a razão da massa da amostra de óleo em relação à da água por unidade de volume a temperatura ambiente. O método consistiu em pesar o picnômetro vazio (mp), completá-lo com a amostra e pesá-lo cheio (mp+a) (Figura 4). O volume do picnômetro foi determinado calibrando-o com água destilada na mesma temperatura. A fórmula de densidade foi aplicada como segue a baixo:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Onde:

ρ = densidade

m = massa

v = volume

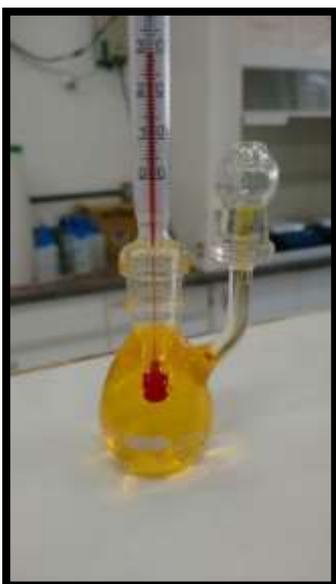


Figura 4 - Picnômetro

4.2 Determinação da umidade

Este método é utilizado basicamente para avaliar a qualidade do óleo, sendo realizado por aquecimento direto a 105 °C, onde pesamos as amostras com um intervalo de tempo de uma em uma hora, até confirmação de peso constante. O método consistiu-se em pesar cerca de 5 g da amostra em placas de Petri, previamente tarada, e aqueceu durante uma hora em estufa a 105 °C. Resfriou-se em dessecador até atingir temperatura ambiente. Pesou, e repetiu o procedimento até massa constante.

4.3 Determinação da Acidez

A determinação da acidez é um dos dados mais importantes na avaliação do estado de conservação do óleo. A decomposição dos glicerídeos é acelerada pelo aquecimento e pela luz, sendo a rancidez quase sempre acompanhada pela formação de ácidos graxos livres. O índice de acidez é definido como o número de mg de hidróxido de potássio necessário para neutralizar um grama da amostra. O método consistiu em pesar 2 g da amostra em frasco *erlenmeyer* de 250 mL. Adicionou-se 25 mL de solução de éter:álcool (2:1) neutra. Titulou-se com solução padrão de NaOH 0,1 M, na presença de solução alcoólica de fenolftaleína a 1%, como indicador da titulação.

O índice de acidez foi obtido pela seguinte equação:

$$v * f * \frac{5,61}{P} = \text{índice de acidez em mg KOH/g}$$

Onde:

v = volume em mL da solução de NaOH 0,1 M gasto na titulação

f = fator de correção da solução de NaOH

P = peso da amostra

5,61 = massa do KOH multiplicado pela concentração de NaOH

As soluções e o preparo destas na análise de determinação de acidez do óleo de pequi é descrito a seguir:

4.3.1 Solução de éter-álcool (2:1) neutra:

Foram preparados 250 mL da solução éter-álcool através da mistura de 83 mL de álcool e 167 mL de éter etílico, em seguida a solução foi armazenada em frasco âmbar.

4.3.2 Solução de Fenolftaleína 1%:

Pesou-se cerca de 0,5 g de fenolftaleína e dissolveu-se em 50 mL de álcool etílico a 99,5 % (v/v). A solução foi armazenada em frasco âmbar e conservado sob refrigeração.

4.3.3 Solução de NaOH 0,1 M:

Foram preparados 500 mL de solução de NaOH 0,1 M. Para isso pesou-se cerca de 2,1 g da base NaOH e dissolveu-se em 300 mL de água destilada, previamente fervida, em seguida a solução foi transferida para um balão volumétrico de 500 mL e completado até o menisco, depois de preparada a solução foi armazenada em frasco âmbar.

A solução de NaOH foi padronizada com uma solução de HCl e como indicador solução de fenolftaleína 1%, como mostra os dados da tabela 1, abaixo:

Tabela 1 - Dados da padronização da solução de NaOH com HCl 0,5 M.

Volume HCl	Nº de gotas do indicador	Volume de NaOH gastos na titulação
R1 = 2 mL	3 gotas	10,2 mL
R2 = 2 mL	3 gotas	10,1 mL
R3 = 2 mL	3 gotas	10,2 mL
Média = 2 mL	3 gotas	10,16 mL

*Dados da tabela: HCl (Ácido clorídrico); NaOH (Hidróxido de sódio); R (repetição)

Cálculo da padronização da solução de NaOH:

$$C_1V_1 = C_2V_2$$
$$0,4913 \text{ mols/L} * 2\text{mL} = C_2 * 10,16 \text{ mL}$$
$$C_2 = 0,0967 \text{ molar de NaOH}$$

Onde:

C_1 = concentração conhecida do HCl (ácido clorídrico)

V_1 = volume usado de HCl

C_2 = concentração de NaOH que queremos confirmar

V_2 = volume de NaOH gastos na titulação

Estequiometria da reação química: $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$

O fator de correção que empregamos para a realização dos cálculos das análises, foi encontrado dividindo a concentração real da solução (encontrada através da padronização) pela concentração teórica, como segue abaixo:

$$FC = \frac{C \text{ real}}{C \text{ teórica}} = \frac{0,0967}{0,1} = 0,9671$$

4.4 Índice de Peróxido

Este método determina todas as substâncias, em termos de miliequivalentes de peróxido por 1000 g de amostra, que oxidam o iodeto de potássio. Estas substâncias são geralmente consideradas como peróxidos ou outros produtos similares resultantes da oxidação do óleo. É um teste bem delicado, onde ocorrendo variações no procedimento, pode alterar os resultados das análises. O método consistiu em pesar $5 \pm 0,05$ g da amostra em um frasco *erlenmeyer*. Adicionaram-se 30 mL de solução ácido acético-clorofórmio 3:2 e agitou até dissolução completa. Adicionou-se 0,5 mL de solução saturada de KI e deixou-se em repouso ao abrigo da luz por um minuto. Acrescentaram-se 30 mL de água destilada e titulou-se com solução de Tiosulfato de sódio 0,1 M, com constante agitação, até quase desaparecimento da coloração amarela. Adicionou-se 0,5 mL de solução de amido indicadora e continuou a titulação até o completo desaparecimento da coloração

azul. Nesta análise foi necessário preparar uma prova em branco nas mesmas condições de análise.

O índice de peróxido foi obtido pela seguinte equação:

$$(A - B) * N * f * \frac{1000}{P} = \text{índice de peróxido em meq por 1000 g da amostra}$$

Onde:

A = volume em mL da solução de tiosulfato de sódio 0,1 M gastos na titulação

B = volume em mL de tiosulfato de sódio gastos na titulação do branco

N = normalidade da solução de tiosulfato de sódio

f = fator da solução de tiosulfato de sódio

P = N^o de g da amostra

O preparo das soluções utilizadas na determinação do Índice de peróxido está descrito a seguir:

4.4.1 Solução de ácido acético-clorofórmio (3:2) v/v:

Foram preparados 375 mL de solução de ácido acético-clorofórmio. Através da mistura de 225 mL de ácido acético e 150 mL de clorofórmio, em seguida a solução foi armazenada em frasco âmbar.

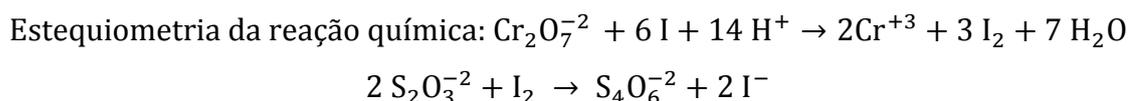
4.4.2 Solução de Tiosulfato de sódio 0,1 molar (Na₂S₂O₃):

Pesou-se 25 g de Na₂S₂O₃ e 0,2 g de carbonato de sódio, dissolveu-se em 300 mL de água destilada fria, previamente fervida, em seguida a solução foi transferida para um balão volumétrico de 1000 mL e completada até a linha de aferição. A solução foi armazenada em frasco âmbar, ao abrigo de luz.

A função do Na₂CO₃ é estabilizante, e foi empregado para tamponar a solução e evitar a precipitação do enxofre e manter a solução apropriada para o uso, evitando perdas de suas propriedades com o armazenamento por mais de uma semana. A importância da água destilada ser fervida antes do preparo da solução é evitar qualquer reação inesperada com o enxofre presente na água destilada.

A solução de Na₂S₂O₃ foi padronizada com o padrão dicromato de potássio K₂Cr₂O₇. Inicialmente pesou-se com precisão cerca de 0,2000 g a 0,2100 g de K₂Cr₂O₇, previamente seco em estufa a 210 °C durante 30 minutos. Em seguida foi transferido para um *erlenmeyer* de 250 mL e dissolvido em 50 mL de água destilada.

Logo após, foi adicionado 2 g de iodeto de potássio dissolvido em 30 mL de água destilada; em seguida, foi adicionado 8 mL de HCl concentrado. A solução foi homogeneizada e em seguida titulada com a solução de Na₂S₂O₃ até a mudança de cor da solução de marrom escuro para amarelo-esverdeado. Repetiu-se por mais duas vezes esse procedimento. A reação de padronização da solução tiossulfato de sódio com dicromato de potássio é mostrado logo abaixo:



Pela estequiometria da reação podemos observar que o dicromato reage com o iodo liberado, e que são necessários 2 mols de tiossulfato para reagir com 1 mol de iodo. Os valores obtidos na titulação e os cálculos aplicados são mostrado na tabela 2:

Tabela 2 - Dados da padronização da solução de tiossulfato de sódio com dicromato de potássio.

Massa do K₂Cr₂O₇	Volume do iodeto de potássio	Volume do HCl	Volume do Na₂S₂O₃ gastos na titulação
R1 = 0,2005 g	30 mL	8 mL	40 mL
R2 = 0,2002 g	30 mL	8 mL	40 mL
R3 = 0,2005 g	30 mL	8 mL	40 mL
Média= 0,2004 g	30 mL	8 mL	40 mL

*Dados da tabela: K₂Cr₂O₇ (Dicromato de potássio); HCl (Ácido clorídrico); Na₂S₂O₃ (Tiossulfato de sódio); R (repetição)

O número de mols do dicromato pode ser encontrado usando a massa que foi pesada e a sua massa molecular, como segue:

$$\text{N}^\circ \text{ de mols} = \frac{M}{MM} = 0,2004 \text{ g} / 294 \text{ g/mols} = \mathbf{0,00068 \text{ mols}}$$

Pela estequiometria da reação química 1 mol de K₂Cr₂O₇ reage com seis mols de iodo sólido, liberando 3 mols de iodo gasoso, portanto:

$$0,00068 \text{ mols} * 3 = \mathbf{0,00204 \text{ mols de Iodo}}$$

A concentração real do $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ pôde ser encontrada usando o número de mols do iodo. Na estequiometria da reação observamos que é preciso dois mols de $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ para reagir com 1 mol de iodo gasoso, logo:

$$C_1 * 2 = C_2 V_2$$

$$2 * 0,00204 = C_2 * 0,04 \text{ L}$$

$$0,00408 = C_2 * 0,04 \text{ L}$$

$$C_2 = \frac{0,00408 \text{ mols}}{0,04 \text{ L}}$$

$$C_2 = \mathbf{0,102 \text{ molar de Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$$

Onde:

$C_1 * 2 =$ concentração do iodeto

$C_2 =$ concentração do tiosulfato que queremos confirmar

$V_2 =$ volume do tiosulfato gastos na titulação

$$\mathbf{FC = \frac{C \text{ real}}{C \text{ teórica}} = \frac{0,102}{0,1} = 1,02}$$

4.4.3 Solução de amido 1%:

Pesou-se 1 g de amido e adicionou-se cerca de 15 mL de água destilada para formar uma pasta. Em seguida, acrescentou-se água fervente, o suficiente para completar 100 mL de solução, a mesma foi mantida em ebulição até resultar uma solução transparente. A solução foi esfriada a temperatura ambiente para depois ser utilizada. A solução de amido usada foi recentemente preparada sempre que utilizada.

4.4.4 Solução saturada de KI:

Pesou-se 30 g de iodeto de potássio e adicionou-se 21 mL de água destilada. A solução foi conservada em frasco âmbar e utilizada no mesmo dia do seu preparo.

4.5 Índice de Saponificação

O índice de saponificação é basicamente a quantidade de álcali (qualquer hidróxido, ou óxido, dos metais alcalinos) necessário para saponificar uma quantidade definida de amostra. Saponificação consiste na hidrólise básica de lipídeos, mais precisamente triglicerídeos (óleos vegetais ou gorduras) mediante a adição de uma base forte e facilitado com aquecimento. O método consistiu em pesar 4 g da amostra de óleo de pequi em um frasco *erlenmeyer* de boca esmerilhada. Adicionaram-se 50 mL da solução alcoólica de KOH. Conectou-se um condensador e deixou-se ferver suavemente até a completa saponificação da amostra (por aproximadamente uma hora). Em seguida, resfriou-se o sistema, desconectou-se o *erlenmeyer* do condensador e titulou a amostra com solução padrão de HCl 0,5 M, utilizando-se duas gotas de solução alcoólica de fenolftaleína a 1%, como indicador da titulação.

O cálculo para obtermos o índice de saponificação está descrito abaixo:

$$26,06 * f * \frac{B - A}{P} = \text{índice de saponificação}$$

Onde:

26,06 = massa molecular do KOH multiplicado pela concentração de HCl

f = fator de correção da solução de HCl

B = volume de HCl gastos na titulação do branco

A = volume de HCl gastos na titulação da amostra

P = N^o de g da amostra

O preparo das soluções utilizadas no método índice de saponificação estão descritos a seguir:

4.5.1 Solução de HCl 0,5 M:

Inicialmente foram feitos os cálculos para obtermos o volume do ácido p.a. que seria utilizado para preparar a solução a 0,5 M, em 1000 mL. Pela fórmula da densidade obtivemos a massa do ácido, logo:

$$d = \frac{m}{v}$$

$$1,19 \text{ g/cm}^3 = \frac{m}{1000} \text{ mL} = \mathbf{1190 \text{ g}}$$

Uma vez que o HCl não é puro 100 %, essa massa não equivale a sua pureza real que é de 37 %, portanto:

$$1190 \text{ g} \rightarrow 100 \%$$

$$X \text{ g} \rightarrow 37\%$$

$$\mathbf{X = 440,3 \text{ g de HCl}}$$

Massa Molecular do HCl = 36,5 g/mol

Com os dados da massa, massa molecular e o volume, calculou-se a concentração do ácido, logo:

$$C = \frac{440,3}{36,5} * 1 \text{ L} = \mathbf{12,06 \text{ molar de HCl}}$$

Uma vez que a concentração da solução final deveria ser igual a 0,5 molar e de posse de todos os dados, calculou-se o volume de HCl concentrado que deveria ser diluído. Empregando a fórmula de diluição, tem-se:

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$12,06 * V_1 = 0,5 * 1000 \text{ mL}$$

$$\mathbf{V_1 = 41,45 \text{ mL de HCl}}$$

Pipetou-se o volume calculado e diluímos em um balão volumétrico de 1000 mL, que já continha 300 mL de água destilada. Sabendo-se que o HCl não é um padrão primário, para a sua padronização, utilizamos o carbonato de sódio Na_2CO_3 .

1 mol de $\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 105,99 \text{ g/mol}$ s

0,5 $\rightarrow X \text{ g}$

$\mathbf{X = 52,99 \text{ g de Na}_2\text{CO}_3}$

52,99 g → 1000 mL

X → 10 mL

X = 0,529 g de Na₂CO₃

Segue abaixo os valores obtidos na padronização do HCl na tabela 3:

Tabela 3 - Dados da padronização do HCl com carbonato de sódio

Massa do Na₂CO₃ em (g)	Volume de H₂O	Nº de gotas do indicador	Volume de HCl gastos antes do P.E.	Volume de HCl gastos no P.E.
R1 = 0,5294	10 mL	2 gotas	20,1 mL	20,4 mL
R2 = 0,5292	10 mL	2 gotas	20,0 mL	20,3 mL
R3 = 0,5291	10 mL	2 gotas	20,0 mL	20,3 mL
M = 0,5292 g	10 mL	2 gotas	20,03 mL	20,33 mL

*Dados da tabela: Na₂CO₃ (Carbonato de sódio); H₂O (Água); HCl (Ácido clorídrico); P.E. (Ponto de equivalência); M (média); R (repetição)

Massa Molecular do carbonato de sódio = 105,99 g/mol

Volume = 0,01 L

Massa = 0,5292 g

Estequiometria da reação química: Na₂CO₃ + 2 HCl → 2 NaCl + H₂O + CO₂

$$\text{Concentração}_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{m}{\text{MM}} * V = 0,5292/105,99 * 0,01 \text{ L}$$

$$\mathbf{C = 0,4992 \text{ molar de Na}_2\text{CO}_3}$$

Equação de equivalência estequiométrica ácido-base:

$$C \text{ ácido} * V \text{ ácido} = C \text{ base} * V \text{ base}$$

$$C \text{ ácido} * 20,33 = 0,4992 * 10 \text{ mL} * 2$$

$$\mathbf{C \text{ ácido} = 0,4910 \text{ molar de HCl}}$$

Onde:

C₁ = concentração do HCl que queremos confirmar

V_1 = volume de HCl gastos na titulação

C_2 = concentração do carbonato de sódio

V_2 = volume de água adicionados para dissolver o carbonato de sódio

$$FC = \frac{C \text{ real}}{C \text{ teórica}} = \frac{0,4910}{0,5} = \mathbf{0,982}$$

4.5.2 Solução alcoólica de Hidróxido de Potássio 4% m/v (KOH):

Pesou-se 24 g de KOH e dissolveu-se em 30 mL de água destilada para 600 mL de solução, o restante foi completado com álcool etílico a 95%. Essa solução precisou decantar por 24 horas para em seguida ser filtrada para retirada de impurezas. Depois de filtrada, a solução estava apropriada para ser usada nas análises.

4.6 Viscosidade

Para determinação da viscosidade, foram utilizados um cronômetro e uma bureta de 10 mL, que consistia em cronometrar o tempo de “escoamento” de 10 mL de amostra do óleo de pequi pela bureta. Onde utilizamos a seguinte equação:

$$\mu = \mu_{H_2O} * (t * \rho') / (t_{H_2O} * \rho_{H_2O})$$

Onde:

μ = viscosidade da água

t = temperatura (29 °C)

ρ' = densidade do óleo

ρ = densidade da água



Figura 5 - Buretas utilizadas na determinação de viscosidade

O desvio padrão dos valores obtidos foram calculados pela seguinte equação:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

5. RESULTADOS e DISCUSSÃO

As principais análises físico-químicas que caracterizaram o óleo de pequi envolveram a determinação da umidade, índice de acidez, índice de saponificação e índice de peróxido. Foram analisados também densidade e viscosidade.

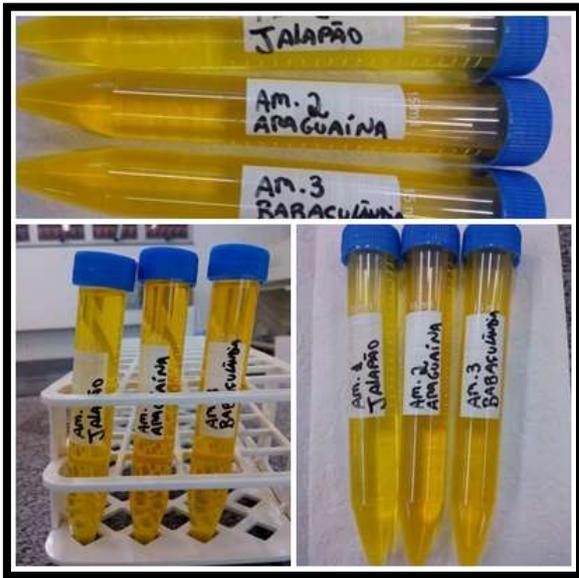


Figura 6 - Amostras analisadas

Os resultados analíticos obtidos nos óleos analisados das regiões de Babaçulândia, Araguaína e Jalapão, são apresentados na tabela 4 a seguir:

Tabela 4 - Resultados dos parâmetros analisados no óleo de pequi do BAJA e comparação de resultados

Parâmetro Analítico	Amostra 1 Babaçulândia	Amostra 2 Araguaína	Amostra 3 Jalapão	ANVISA	Autor 1 (COSME 2010)	Autor 2 (FARIA et al.)
Umidade	0,29 % ± 0,001	0,07 % ± 0,002	0,15 % ± 0,003	-	0,065 %	0,46 %
Índice de acidez (mg KOH/g)	5,45 ± 0,05	3,33 ± 0,05	1,43 ± 0,05	4,0	1,03	4,26 %
Índice de peróxido (meq/Kg)	16,31 ± 0,05	9,38 ± 0,05	9,38 ± 0,05	15	0,76	1,02
Índice de saponificação (mg KOH/g)	73,72 ± 0,08	74,44 ± 0,03	190,63 ± 0,1	-	214,36	233,11
Densidade (g/mL)	2,74 ± 0,02	2,75 ± 0,02	2,75 ± 0,03	-	-	-
Viscosidade	14,827 ± 0,02	19,313 ± 0,03	20,581 ± 0,02	-	-	-

A umidade mede a quantidade de água no óleo que deterioriza a amostra, assim, uma existência mínima de água, caracteriza-o como um produto de melhor característica química que reflete na sua qualidade, contribuindo com maior tempo de conservação. Este teor de umidade pode variar de acordo com os fatores climáticos e às diferentes variedades do fruto de cada região. Segundo AQUINO *et al.* (2010), um baixo teor de umidade (até 1 %), caracteriza um óleo de boa qualidade, em relação a umidade. Os valores de umidade obtidos nas análises foram menores que 1 %, o que nos leva a deduzir que em relação ao teor de água, o óleo está dentro dos parâmetros tabelados.

O clima predominante na região do estado do Tocantins é o tropical seco, que é caracterizado por uma estação chuvosa e outra seca. É um estado com vegetação de cerrado e, o pequi está entre as espécies mais comuns do estado. Conseqüentemente, as amostras que analisamos no presente trabalho foram vindas de cidades em que o clima é muito seco e a vegetação em maior parte é cerrado, como por exemplo, as cidades de Babaçulândia, Araguaína e Jalapão, o que pode ter acarretado nos baixos valores de umidade obtidos.

O índice de acidez está diretamente relacionado à natureza, grau de pureza, qualidade, processamento e principalmente com as condições de conservação do

óleo, pois a decomposição dos glicerídeos é acelerada por aquecimento e pela luz. A determinação do índice de acidez é de extrema importância na avaliação do estado de deterioração do óleo de pequi. Um elevado índice de acidez, por exemplo, indica que o óleo está sofrendo quebras em suas cadeias, liberando seus constituintes principais (ácidos graxos livres).

Os valores de acidez encontrados nos óleos analisados com exceção da amostra de Babaçulândia, obtiveram valores próximos ao descrito pela ANVISA, que foram de 3,33 e 1,43 mg KOH/g para Araguaína e Jalapão, respectivamente, indicando que essas amostras estão de acordo com a regulamentação e podem ser consumidas. Já nas amostras de Babaçulândia obteve-se um valor de 5,45 mg KOH/g de índice de acidez, valor este, ultrapassado pelas normas que regulamenta no máximo 4 mg KOH/g de acidez.

Este valor pode estar relacionado ao fato de que a amostra ficou um tempo superior permitido de armazenamento em frasco e ambiente inadequado, pois quando obteve-se esta amostra, a mesma já tinha um considerável tempo de extração. Após a obtenção da amostra por um produtor rural da região de Babaçulândia, transferiu-se o óleo para um frasco apropriado e sob abrigo da luz até o início das análises. Uma outra justificativa deste teor elevado de acidez do óleo de pequi de Babaçulândia pode ser a forma de extração do mesmo pelo pequeno produtor ou ainda em decorrência das características específicas do solo, e clima da região da cidade. A amostra do Jalapão obteve os melhores resultados, uma vez que a mesma estava em frascos de vidro e com lacre na tampa até o momento das análises, o que contribuiu para a conservação e estabilidade do óleo. Isto foi observado pela ausência de decomposição dos glicerídeos por aquecimento e luz.

O índice de peróxido determina o número de moles por 1000 g todas as substâncias que oxidam o iodeto de potássio; devido a sua ação elevada de oxidação, os peróxidos formados no início da rancificação, atuam sobre o iodeto de potássio, liberando o iodo que será titulado com tiosulfato de sódio. Segundo COSTA (2010), este é um dos métodos mais utilizados para medir o estado de oxidação de óleos. Diz – se ainda que nos óleos não devem ultrapassar 10 meq/Kg de amostra. Estes valores indicam uma baixa deterioração oxidativa. Já a ANVISA determina que os óleos não podem ultrapassar 15 meq/Kg.

As amostras analisadas mostraram valores satisfatórios com exceção da amostra de Babaçulândia que ultrapassou esta marca. Na amostra de Jalapão encontrou-se 9,38 meq/Kg para o índice de peróxido e na amostra do óleo de Araguaína encontrou-se 9,38 meq/Kg igualmente. Isto pode estar relacionado às condições de armazenamento do óleo. Na amostra de Babaçulândia encontramos 16,31 meq/Kg, o que nos induz, segundo a ANVISA, a categorizar esta amostra imprópria ou inadequada para o consumo, uma vez que os valores para índice de acidez e peróxidos estão fora dos padrões estabelecidos para o uso. De acordo com GONÇALVES e LIMA (2009), a elevação do índice de peróxido demonstra o aumento das reações de oxidação térmica e lipídica, formando hidro peróxidos, que podem comprometer o aroma, a cor e o sabor do óleo.

Em relação ao índice de saponificação (Figura 7), COSTA (2010) diz que quanto mais altos os índices de saponificação mais adequados são para fins alimentares. Segundo o padrão britânico o óleo de primeira qualidade deve apresentar um índice de saponificação entre 177 a 187 mg KOH/g (FREIRE, 2009). O melhor resultado que se encaixa nesse parâmetro é o da amostra do Jalapão, no qual obtivemos 190,63 mg KOH/g de índice de saponificação. Das amostras de Babaçulândia e Araguaína, obtivemos valores próximos um do outro, 73,72 e 74,44 mg KOH/g, respectivamente.

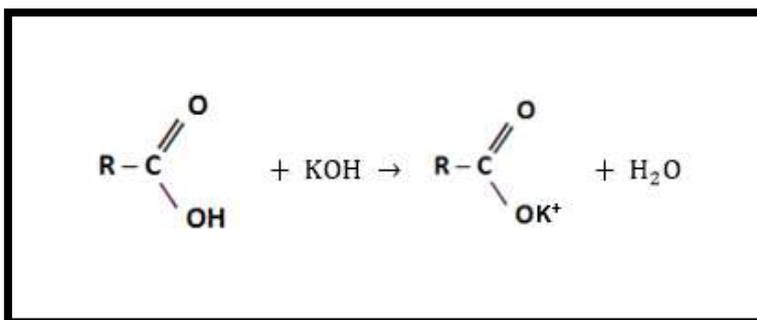


Figura 7 - Reação química que ocorre no processo de saponificação

A densidade foi analisada à temperatura ambiente, onde, os valores encontrados mostram-se satisfatórios. Segundo DEUS 2008, em estudos realizados com óleo de pequi, à medida que a temperatura aumenta, a densidade diminui drasticamente, o que isso indica uma perda de massa do produto.

Segundo PINHEIRO *et al*, a viscosidade é a medida interna de um fluido, ou seja, é a resistência oferecida pelo líquido quando uma camada se move em relação a uma camada subjacente. Quanto maior a viscosidade, maior é a resistência ao movimento e menor é sua capacidade de escoar (fluir). Assim, um líquido como o óleo, que resiste grandemente ao movimento, possui elevada viscosidade, ao contrário da água, na qual a viscosidade é muito menor, o que torna menor a sua resistência ao movimento.

Em outras palavras, a viscosidade de um fluido é a propriedade que determina o valor de sua resistência ao cisalhamento. É a propriedade principal de um lubrificante, pois está diretamente relacionada com a capacidade de suportar cargas. Quanto mais viscoso for o óleo, maior será a carga suportada. Em vista disso, as amostras analisadas mostraram valores satisfatórios em relação a viscosidade, apresentando o menor valor, a amostra de Babaçulândia.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados dos altos valores para o índice de acidez ($5,45 \pm 0,05$) e peróxido ($16,31 \pm 0,05$) para o do óleo do pequi de Babaçulândia, percebeu-se que o armazenamento em recipientes inadequados pode oxidar a amostra e acarretar na quebra da sua cadeia, o que pode ter causado os elevados valores para estes parâmetros. Contudo, não se pode descartar a possibilidade desses índices serem reflexo das características das amostras da região, que apresenta mais cerrado com o clima mais seco.

A amostra de óleo de pequi do Jalapão e de Araguaína estão de acordo com as regulamentações exigidas para óleos e gordura, como regulamente a ANVISA. Quanto mais altos os índices de saponificação, melhor a qualidade do óleo, caracterizando assim, a amostra de Jalapão como o melhor óleo analisado e de melhor para fins culinários. Todas as análises exceto densidade e viscosidade, obtive-se os resultados através de titulações.

Os parâmetros analisados são os mais usuais quando se pretende determinar a qualidade de um óleo vegetal, fazendo com que altos índices dos mesmos, classifique o produto como impróprio para consumo humano.

Esse tipo de pesquisa permitiu a obtenção de mais informações sobre a caracterização química do óleo de pequi do cerrado tocantinense, além de expandir nossos conhecimentos, sendo estes, importantes para a nossa profissão e carreira acadêmica.

É notório a inexistência de trabalhos realizados com o óleo de pequi do estado do Tocantins, sendo este um dos primeiros a ser desenvolvido no Campus de Araguaína pelo curso de química com o óleo extraído do pequi da nossa região.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.D.T.PINHEIRO *et al.* **Influência da reutilização do pequi no rendimento da extração de óleo.** In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 19 – 22 de out. 2014. Disponível em: <<http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/influncia-da-reutilizacao-do-pequi-caryocar-brasiliense-no-rendimento-da-extrao-de-leo-18500>>. Acesso em: 02 de junho de 2017.

ADORNO, W *et al.* Avaliação do índice de acidez do óleo bruto de soja adicionado de LLC natural, visando produção de biodiesel. **UNOPAR Cient Ciênc Biol Saúde**, Palmas, 2013. Disponível em: <<http://www.pgsskroton.com.br>>. Acesso em: 08 de agosto de 2017.

ANVISA. Resolução nº 184, de 23 de setembro de 2005, Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal, Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, p. 373 – 374, 2005.

BARBALHO, T.C.S. *et al.* **Caracterização físico-química do óleo de pequi.** In: 53º CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 10., 2013. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2013/trabalhos/7/2638-16381.html>>. Acesso em: 06 de julho de 2017.

COSTA, S. **Obtenção e análise de propriedades e parâmetros físico-químicos do óleo de oiticica.** 2015. 62f. Monografia (Bacharel em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015. Disponível em: <https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/1488/1/Obtencaoeanalise_Monografia.pdf>. Acesso em: 05 de julho de 2017.

COSTA, T. **Características físicas e físico-químicas do óleo de duas cultivares de mamona.** 2010. 113f. Dissertação (Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande,

2010. Disponível em: <<http://www.deag.ufcg.edu.br>>. Acesso em: 03 de junho de 2017.

DEUS, T. **Extração e caracterização de óleo do pequi (*Caryocar Brasiliense*) para o uso sustentável em formulações cosméticas óleo/água (o/a)**. 2008. 75f. Dissertação (Ecologia e Produção Sustentável) – Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2008. Disponível em: <<http://tede2.pucgoias.edu.br:8080/bitstream/tedpdf>>. Acesso em: 03 de julho de 2017.

FAVARE, H. **Pequi (*Caryocar Brasiliense*) e forrageiras em sistema Silvopastoril no Pantanal Mato-grossense, Brasil**. 2015. 152f. Dissertação (Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2015. Disponível em: <<http://www.ufmt.br/ufmt/unidade/userfiles/publicacoes/933caada1632577562c4805668fdee31.PDF>>. Acesso em: 03 de julho de 2017.

FERNANDES, W. **Produção de biodiesel a partir de óleo de fritura residual**. Paraná: Pato Branco, 2011. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br>>. Acesso em: 06 de agosto de 2017.

FERREIRA, G. et al. Produção de frutos de populações naturais de pequi no estado de Goiás. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Vol. 37, n. 1. Jaboticabal. Março, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&> Acesso em: 14 de junho de 2017.

GONÇALVES, A. et al. **Determinação do índice de acidez de óleos e gorduras residuais para produção de biodiesel**. In: III CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 11., 2009. Disponível em: <<http://www.alexbrasil.com.br>>. Acesso em: 05 de junho de 2017.

KERNTOPF, M. et al. Óleo de pequi e a potencial atividade cardioprotetora. **Anhanguera Educacional Ltda**. V.17, n.4, p. 117 – 125, novembro. 2013. Disponível

em:<<http://www.pgsskroton.com.br/seer/index.php/ensaioeciencia/article/viewFile/2323/2222>>. Acesso em: 02 de junho de 2017.

MERÇON, F. O que é uma gordura *trans*? **Química Nova na Escola**. Vol. 32, n. 2. Maio. 2010. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_2/04-CCD-9509.pdf>. Acesso em: 12 de julho de 2017.

Óleo de pequi – **Poderoso anti-inflamatório e antioxidante**. Disponível em: <<http://www.oleodepequi.com.br/>>. Acesso em: 18 de julho de 2017.

OLIVEIRA, M et al. ASPECTOS AGRONÔMICOS E DE QUALIDADE DO PEQUI. Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**, 2008. ISSN 1677 – 1915.

OLIVEIRA, M. et al. Características químicas e físico-químicas de pequis da Chapada do Araripe, Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Vol. 32, n. 4. Jaboticabal. Março, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php>> Acesso em: 12 de julho de 2017.

PEREIRA, E. **Síntese do biodiesel a partir do reuso de óleos de soja como possibilidade de problematização no ensino de Química**. Paraná: Campo Mourão, 2016. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br>>. Acesso em: 29 de julho de 2017.

RIBEIRO, M. **Óleo de pequi: Qualidade físico-química, teor de carotenoides e uso em animais com carência de vitamina A**. 2010. 86f. Dissertação (Ciência dos alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br>>. Acesso em: 19 de julho de 2017.

ROESLER, R et al. ANTIOXIDANT ACTIVITY OF CARYOCAR BRASILIENSE (PEQUI) AND CHARACTERISATION OF COMPONENTS BY ELECTROSPRAY IONIZATION MASS SPECTROMETRY. New York: **Food Chemistry**, 2008, pg. 711 – 717.

SILVA, J.G.L.L. et al. **Determinação do índice de acidez de óleos de soja comercializados na cidade de São Luís – MA.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 03., 2014. Disponível em: <<http://www.abq.org.br>>. Acesso em: 26 de julho de 2017.