

Análise da estabilidade por parâmetros físico-químicos do óleo das sementes de inajá (*maximiliana maripa*) oriundas da Região Amazônica

Analysis of stability by physico-chemical parameters of inajá seed oil (*maximiliana maripa*) from the Amazon Region

Margarida Carmo de Souza*¹, Orivaldo Teixeira de Menezes Júnior¹, Lindomar Cordeiro Antunes de Araújo¹, Fagnaldo Braga Pontes¹, Fabio Medeiros Ferreira¹, Luiz Pereira da Costa²

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a estabilidade do óleo da semente de inajá (*Maximiliana maripa*) sob duas condições distintas: refrigerado e protegido da luz (RAL) e temperatura e luz ambiente (TLA). Para tanto, foram utilizados como parâmetros físico-químicos os índices de acidez, peróxidos e iodo, os quais foram determinados segundo as metodologias descritas nas Normas Analíticas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). O método estatístico utilizado foi a análise de variância. Os resultados revelaram que ao longo do tempo houve uma evolução no processo oxidativo do óleo, apesar de permanecer abaixo dos valores máximos permitidos pela legislação brasileira. Por outro lado, as observações estatísticas mostraram que não houve diferença significativa nos testes realizados nas duas condições.

Palavras-chave: Óleo de Inajá; oxidação; acidez; peróxido; iodo

ABSTRACT

The present work aimed to evaluate the stability of inajá (*Maximiliana maripa*) seed oil under two different conditions: refrigerated and protected from light (RAL) and ambient temperature and light (TLA). For this purpose, the acidity, peroxides and iodine indexes were used as physical-chemical parameters, which were determined according to the methodologies (procedures described on) the Analytical Norms (created/published by) Adolfo Lutz Institute (2008). The statistical method used was the variance analysis. The results revealed that over time there was an evolution in the oxidative process of the oil, despite remaining below the maximum values allowed by Brazilian legislation. On the other hand, the statistical observations showed that there was no significant difference in the tests performed/carried out under both conditions.

Keywords: Inajá Oil; oxidation; acidity; peroxide; iodine

¹ Universidade Federal do Amazonas

² Universidade Federal de Sergipe

*mcsouza@ufam.edu.br (e-mail do autor de correspondência)

INTRODUÇÃO

A busca por novos produtos tem crescido nos últimos anos, tanto por segmentos industriais quanto científicos (DOS SANTOS et al., 2015; MARTINS et al., 2013; NAJI; TYE; ABD, 2021). Por conta disso, o desenvolvimento de produtos a partir de materiais autossustentáveis sem causar danos ao ambiente tem sido foco de pesquisas e avanços biotecnológicos de tal forma que vem suprindo as necessidades humanas. Particularmente a natureza, fonte de matéria-prima, tem fornecido estes recursos naturais, dos quais podem ser extraídos diversos materiais, como minerais, óleos vegetais, dentre outros, com diferentes fins de aplicação (medicamentos, alimentos, cosméticos, etc)(CALIXTO, 2019; DA SILVA; RODRIGUES, 2014).

No caso de obtenção de óleos, existem vários estudos que têm focado neste ramo, seja na produção de combustíveis, seja na área alimentícia, por exemplo, com dados bastante promissores e características de suprir as necessidades da atualidade(NADERI et al., 2020; SAVVA; KAFATOS, 2016; TUMBA et al., 2021; VIJAYAKUMAR et al., 2016). Nomeadamente, o Brasil dispõe de uma variedade enorme de plantas, inclusive oleaginosas, em decorrência de sua grande área territorial e dos diferentes tipos de solos e climas(DA SILVA-ARAÚJO; DE MOURA; CHAVES, 2010). Em especial, a floresta amazônica tem chamado atenção como fonte de materiais inéditos, devido a sua rica biodiversidade de plantas. Dentre as plantas desta floresta, algumas já são conhecidas, entretanto, ainda existem muitas outras que são poucas conhecidas ou ainda não foram descobertas/estudadas.

Em especial, o inajazeiro (*Maximiliana maripa*), produz um fruto (inajá) que pode ser uma atração, tanto industrial quanto científica. Trata-se de uma palmeira pertencente à família *Arecaceae* (*Palmae*), comumente encontrada na Amazônia(SHANLEY; MEDINA, 2005; TUROLA BARBI et al., 2020). O fruto do inajazeiro, possui formato cônico e uma coloração pardo-amarelada e varia de 3 a 4 centímetros de comprimento e dois de diâmetro. Seu epicarpo é fibroso e a semente é resistente, onde geralmente encontram-se de uma a três amêndoas. Quando maduros, os inajás possuem cerca de 15% (em massa) de óleo, que pode ser extraído tanto da polpa quanto das amêndoas(SHANLEY; MEDINA, 2005).

Reforça-se que as plantas são estudadas objetivando a obtenção de diversos produtos, conforme já citado, e inclusive obtenção de óleo. Por conta disso, o fruto do inajazeiro vem sendo estudado nos últimos anos. Além disso, segundo Li *et al.*(2020) os

óleo vegetais possuem características nutricionais variável conforme o tipo da planta, metodologia de extração e formas de armazenamento.

Apesar disso, ainda não há aplicação industrial específica para o inajá(VIANA et al., 2014), no entanto, o fato de possuir polpa e sementes com capacidade promissoras de produção de óleo, presume-se que esse vegetal possui bom potencial de ser utilizado como fonte de matéria-prima, seja para produção de biodiesel seja em aplicações no ramo alimentício(PIRES et al., 2016). Em relação ao óleo extraído do fruto, a oxidação é uma variável importante, uma vez que níveis elevados podem tornar o óleo inapto para uso. Isso ocorre face a formação de produtos derivados da degradação de ácidos graxos que resulta em cetonas, álcoois e aldeídos(FERREIRA et al., 2021). Estes produtos de degradação geram características que o desqualifica para o consumo humano ou para outros fins(DE LEONARDIS et al., 2016).

Por conta disso, nota-se a relevância de se desenvolver estudos para conhecer o processo oxidativo deste óleo vegetal, com parâmetros relevantes que possam monitorar sua deterioração. Apesar de alguns pesquisadores já terem iniciado estudos deste óleo vegetal, existem poucos dados na literatura, inclusive sobre suas características físico-química, estabilidade e condições de armazenamento. Mediante ao exposto, conhecer o comportamento do mecanismo oxidativo é importante, uma vez que, características físico-químicas são utilizadas para avaliar o processo oxidativo dos óleos vegetais. Dentre os parâmetros físico-químicos usados, o índice de acidez, peróxidos e iodo sempre são mencionados quando se realizam estudos referente a este tipo de material.

Salienta-se que, esses parâmetros dão uma orientação referente ao comprometimento da qualidade do óleo, sendo um bom indicador de sua oxidação ou não. Ademais, somando-se a isso, indicam níveis de insaturação presente no óleo que também estão atrelados a esse processo, direcionando para um sistema degradativo com condições favoráveis para esse mecanismo (oxidação)(MACARTHUR; TEYE; DARKWA, 2021). Ratifica-se então a importância desses parâmetros para avaliar o processo oxidativo dos óleos, os quais são mencionados em diversos estudos(HAILE et al., 2019; MURTHY et al., 2021; TURA et al., 2022). Por isso, enfoca-se a relevância de se realizar estudos sobre a degradação desse óleo e a influência do armazenamento sobre o processo oxidativo do óleo. Mediante a isso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a estabilidade e a influência de armazenamento em duas condições do óleo extraído da semente do fruto do inajazeiro.

PARTE EXPERIMENTAL

Coleta dos frutos e armazenamento

Os frutos foram coletados na zona urbana do município de Itacoatiara-AM, no bairro Jardim Florestal, onde há a ocorrência de várias palmeiras de inajazeiros (*Maximiliana maripa*). Foram realizadas três coletas, todas no mês de setembro de 2015 e obteve-se ao todo 4.078 frutos. Posteriormente a coleta, os frutos foram descascados e despolidos manualmente para se obter as sementes, dentro das quais há amêndoas ricas em óleo. Essa etapa foi realizada imediatamente após a coleta, para evitar danos observados à qualidade da amostra em decorrência da rápida degradação da polpa.

As sementes foram separadas em dois grupos de amostras e armazenadas em diferentes condições: uma sob refrigeração ($-18\pm 1^\circ\text{C}$) e ao abrigo da luz (RAL) e outra a temperatura ($25\pm 1^\circ\text{C}$) e luz ambiente (TLA). Desta forma foi possível avaliar qual a influência da temperatura e da luz sobre a estabilidade do óleo das sementes de inajá.

Mensalmente, retiraram-se 160 sementes de cada estoque, as quais foram quebradas de forma manual com o auxílio de um martelo para se obter as amêndoas. Esse número de semente é suficiente para fornecer a quantidade de óleo necessária para a realização das análises. A Figura 1 apresenta um fluxograma explicando desde a coleta até as análises físico-química.

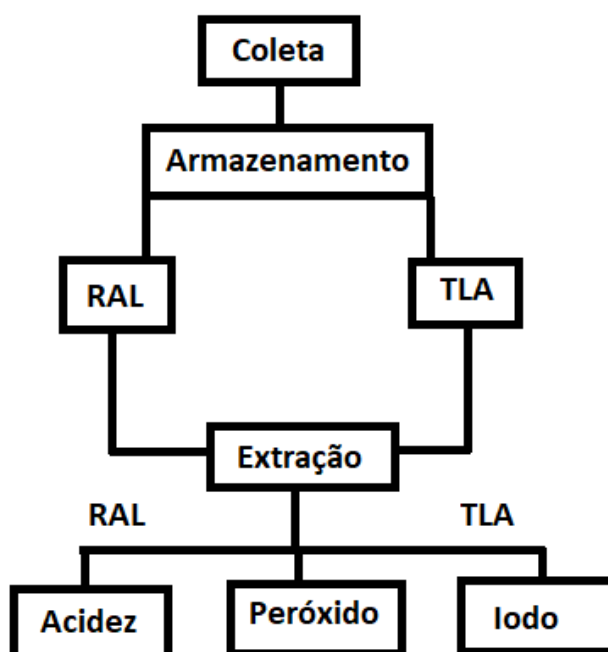


Figura 1: Fluxograma da coleta das sementes a análises físico-químicas.

Obtenção do óleo

A extração foi realizada em uma prensa hidráulica modelo P30000 – 30 ST, da marca BOVENAU, fabricada na cidade Rio do Sul (Brasil), cuja capacidade é de 30 toneladas. As amostras foram aquecidas antes de serem introduzidas no equipamento, a fim de se obter um melhor rendimento.

Cada extração demorou em média 15 minutos, usando a pressão máxima de 28 toneladas. As amostras de óleo obtidas foram armazenadas em frasco âmbar e deixadas à temperatura ambiente para posteriores análises. Ao final do processo de extração tinha-se 2 amostras diferentes de óleo, em decorrência das condições de armazenamento: RAL e TLA.

Análises físico-químicos dos óleos

Os parâmetros físico-químicos analisados neste trabalho foram os índices de acidez, peróxido e iodo. Todas as análises (índice de acidez, peróxido e iodo) foram realizadas em triplicata e conforme as metodologias das Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Análise estatística

Os valores apresentados para índice de acidez, peróxido e iodo foram plotados como média \pm erro padrão da média. O método estatístico empregado para a análise dos resultados foi análise de variância (ANOVA), aplicando-se um teste F entre as variâncias dos dados. Este método indica que existe uma diferença significativa entre as médias comparadas, se o valor calculado de F (F_{cal}) for maior que o tabelado (F_{Tab}). O contrário ($F_{\text{cal}} < F_{\text{Tab}}$) indica que as médias são estatisticamente semelhantes (Vogel, 2002). As análises estatísticas realizadas neste trabalho foram aplicadas pra um nível de probabilidade de 5%, o qual corresponde a 95% de confiança.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises do índice de acidez obtidos do óleo de inajá, levando em consideração as diferentes condições estudadas [sob refrigeração e ao abrigo da luz (RAL) e a temperatura e luz ambiente (TLA)], estão apresentadas na Tabela 1 e Figura 2.

A partir destes dados é possível avaliar a variação do estado de conservação do óleo das amostras com o tempo. Esse parâmetro é importante, uma vez que estão relacionados à presença e quantidades de produtos das reações de degradação (decomposição de glicerídeos, degradação de ácido graxo)(MACHADO; CHAVES; ANTONIASSI, 2006).

Tabela 1. Distribuição da média (resultados) do índice de acidez obtido do óleo de inajá

Tempo (meses)	Índice de Acidez	
	RAL* (mg KOH g ⁻¹)	TLA** (mg KOH g ⁻¹)
1	0,467 ± 0,006	0,543 ± 0,015
2	0,807 ± 0,015	0,840 ± 0,017
3	1,173 ± 0,025	1,250 ± 0,010
4	1,363 ± 0,015	1,413 ± 0,006
5	1,550 ± 0,011	1,580 ± 0,011
6	1,557 ± 0,011	1,590 ± 0,017
7	1,957 ± 0,021	2,110 ± 0,026

* RAL: Refrigeração e ao abrigo da luz; **TLA: temperatura e luz ambiente.

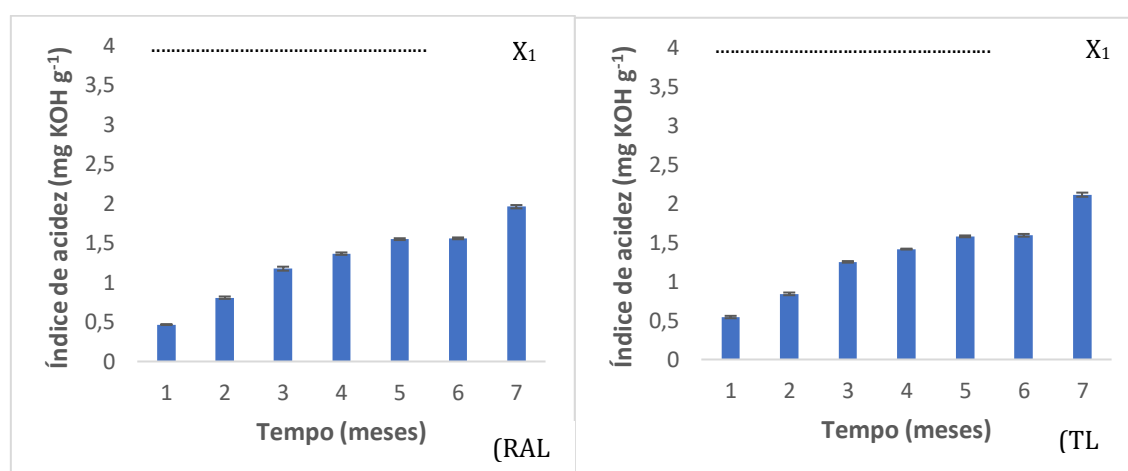


Figura 2. Resultados do índice de acidez obtido do óleo de inajá (RAL: Refrigeração e ao abrigo da luz; TLA: Temperatura e luz ambiente; X₁: Valor máximo permitido para óleo prensado a frio para consumo humano).

Segundo dados da literatura, o índice de acidez é amplamente usado no controle de qualidade dos óleos(SERRA et al., 2019). Fazendo-se uma análise preliminar dos dados (Tabela 1 e Figura 2) comparativamente com normas reguladoras da qualidade do óleo, note-se que estes estão abaixo dos valores permitidos. Para a *Codex Alimentarius Commission* (2001) - CAC, o valor da acidez deve variar entre 4 a 10 mg KOH g⁻¹ para óleos prensados a frio ou óleo de palma virgem(SERRA et al., 2019). Em concordância, a resolução brasileira, RDC ANVISA/MS nº270(BRASIL., 2005) permite que o valor máximo de acidez seja de 4 mg KOH g⁻¹ para óleo prensado (Figura 2) a frio e não refinado e também de 10 mg KOH g⁻¹ para óleo de palma virgem.

Além do mencionado, note-se que as análises do índice de acidez (Tabela 1 e Figura 2), nas duas condições, apresentaram resultados crescentes em função do tempo. Segundo De Oliveira *et al.*(2021), mesmo extraíndo óleos por métodos físicos e/ou a frios, as condições ambientais (umidade e temperatura, por exemplo) influenciam nestes resultados. Por conta disso, preliminarmente presume-se que o aumento dos valores observados no decorrer do tempo deve-se a essas condições.

Os maiores valores encontrados no presente trabalho somente foram obtidos ao final dos ensaios, apresentando valores médios de $1,957 \pm 0,021$ e $2,110 \pm 0,026$ mg KOH g⁻¹ para RAL e TLA, respectivamente. Muito embora, em ambas as condições estes tenham sido os maiores valores e considerando todos os valores apresentados na Tabela 1 em ambas as condições, todos os dados estão abaixo dos valores permitidos (ver Figura 2) pela CAC (2001) e RDC ANVISA/MS nº270 (BRASIL., 2005). Logo, reforça-se que os resultados estão muito abaixo do limite máximo permitido para o índice de acidez nas condições ensaiadas, denotando assim boa qualidade do óleo.

Ademais, outros autores também encontraram dados de acidez com valores inferiores estudando óleos vegetais de outras espécies (sementes). Spano *et al.*(2020) relataram índice de acidez inferiores a 2 mg KOH g⁻¹ quando estudaram óleo de sementes de cânhamo. Em outro trabalho, Tura *et al.*(2022), também mencionaram a ocorrência de acidez com valores inferiores ($2,66 \pm 0,029$ a $1,35 \pm 0,08$ mg KOH g⁻¹). Nota-se que valores baixos de acidez podem ocorrer não somente para o óleo da semente de inajá, como também para óleos vegetais oriundos de outras sementes.

Além do mencionado, os baixos valores de acidez nas amostras (Tabela 1 e Figura 2) corroboram com os relatos de Prescha *et al.*(2014), pois segundo esses autores a acidez de alguns tipos de óleos pode não sofrer alterações significativas por um período máximo

de 6 meses. Presume-se que a lentidão das reações de oxidação tem provocado estes valores. Isso provavelmente explica o motivo das baixas flutuações destes valores ficarem abaixo do que permite a legislação brasileira.

Por outro lado, apesar de ser observado valores abaixo do mencionado por CAC (2001) e RDC ANVISA/MS nº270(BRASIL., 2005), em uma análise comparativa entre as duas condições analisadas, observou-se que na condição TLA os valores mostraram-se mais elevados (Tabela 1). Preliminarmente, presume-se então que a variação das condições ensaiadas (temperatura e luz, por exemplo) no armazenamento provocou alteração dos resultados. Salienta-se que outros autores também observaram que as condições ambientais de armazenamento podem influenciar a acidez dos óleos(RODRIGUES et al., 2005).

No entanto, apesar da diferença nos resultados entre as condições ensaiadas (RAL e TLA), segundo as análises estatísticas, essas diferenças não são significativas ($F_{\text{cal}} = 0,937$ e $F_{\text{Tab}} = 4,28$). Note-se que quando $F_{\text{cal}} < F_{\text{Tab}}$ é indicativo que de fato não há diferenças significativas entre os conjuntos de dados. Além disso, obteve-se em uma boa regressão linear quando plotados índice de acidez versus tempo (Figura 3) resultando em uma inclinação diferente de zero ($p > 0,05$; $R^2 = 0,9528$ e $0,9455$ para RAL e TLA, respectivamente). Note-se que os valores de R^2 foram elevados, o que segundo Montgomery e Runger (2021), quanto maior o valor de R^2 tão melhor será o modelo encontrado. Por um outro lado, o valor p encontrado ($p = 0,4696$; $p > 0,05$) é indicativo de que as diferenças observadas seja “um acaso”, ou seja, não existe diferenças estatisticamente significativas (embora se tenha mencionado que as condições ambientais possam influenciar nos resultados do índice de acidez). Salienta-se ainda que estas observações corroboram com as análises estatísticas do teste F observadas anteriormente ($F_{\text{cal}} < F_{\text{tab}}$), confirmando novamente o relato exposto.

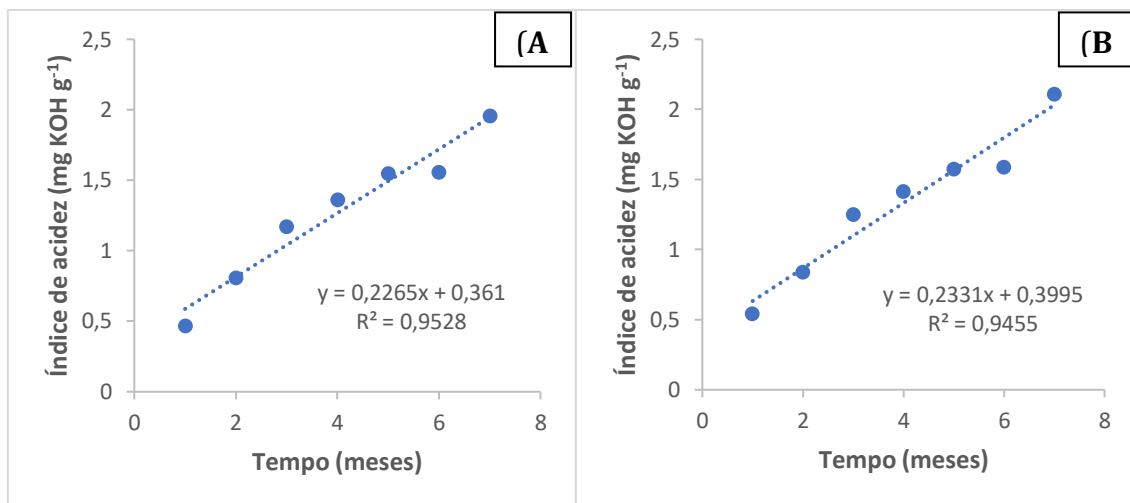


Figura 3. Regressão linear entre o índice de acidez e tempo do óleo de inajá (A - Refrigeração e abrigo da luz; B -Temperatura e luz ambiente).

Ratifica-se ainda que pelos dados apresentados e conforme relatos encontrados na literatura, as flutuações dos valores de índice de acidez, principalmente no início das análises provavelmente estão atrelados a mecanismos autodegradativos ou enzimáticos como por exemplo via da lipoxigenase) conforme relatado também por Parenti *et al.*(2007) Conforme os autores, a ocorrência destes fenômenos em óleo se dá pela baixa energia de ativação das reações (nas reações degradativas) e concomitante interação entre ácidos graxos e oxigênio presente no óleo.

A Tabela 2 e a Figura 4 apresenta os resultados obtidos do óleo de inajá referente as determinações de índice de peróxido nas diferentes condições ensaiadas. Segundo Rios, Pereira e Abreu(2013), o índice de peróxido é um parâmetro relevante e utilizado para avaliar o quanto um óleo ou gordura é degradado. Outros autores também afirmam que os valores referente ao índice de peróxido são eficazes para mensurar a oxidação de um óleo(BOSE *et al.*, 2021).

Considerando estas afirmações, nos dados referentes aos primeiros meses deste trabalho, observou-se ausência de peróxidos nas amostras em ambas as condições ensaiadas (RAL e TLA), sendo detectados somente a partir do terceiro mês. Pressupõe-se que a ausência nas análises referente a dados de índice de peróxidos pode estar atrelado ao fato de sua quantidade ser insuficiente para serem detectadas no início das análises. No trabalho de Tura *et al.*(2022), os autores relatam que os valores de peróxidos não aumentaram durante três meses o que corroboram com a não detecção de peróxidos logo

no início deste trabalho. Em concordância, no estudo de Ishak *et al.*(2021), os autores relatam que valores de peróxidos em óleo vegetais prensados podem manter-se estáveis por um período quando armazenados adequadamente. Por conta do exposto, supõe-se que os peróxidos analisados neste trabalho inicialmente permaneceram em pequenas quantidades por um período em torno de 3 meses, estando assim abaixo do limite de detecção pela metodologia adotada. Corrobora-se ainda a estes resultados as baixas reações de peroxidação resultando em poucos produtos de degradação que geraram os dados apresentados.

No entanto, Konuskan, Arslan e Oksuz(2019) mencionam que certas variáveis (tais como temperatura, luz e oxigênio) influenciam nos valores de peróxidos nos óleos vegetais, ocasionando o seu respectivo aumento. Nota-se, que foi detectado aumento dos valores das médias de peróxidos neste trabalho no decorrer do tempo a partir do terceiro mês (Tabela 2 e Figura 4). Arelado ao mencionado, presume-se que as instabilidades dos valores estão conectadas a inconstâncias e a processos oxidativos/reacionais com outros compostos gerando radicais livres. Logo, como os processos reacionais ocorrem continuamente, ratifica-se que com o decorrer do tempo, as concentrações aumentaram sendo detectadas a partir do terceiro mês, justificando os dados obtidos.

Tabela 2. Distribuição da média (resultados) do índice de peróxido obtido do óleo de inajá

Tempo (meses)	Índice de Peróxidos	
	RAL* (meq.kg ⁻¹)	TLA** (meq.kg ⁻¹)
1	0,000	0,000
2	0,000	0,000
3	0,777 ± 0,023	1,020 ± 0,017
4	1,000 ± 0,000	1,200 ± 0,010
5	1,583 ± 0,012	1,740 ± 0,011
6	1,597 ± 0,012	1,763 ± 0,011
7	1,777 ± 0,023	2,057 ± 0,011

* RAL: Refrigeração e ao abrigo da luz; **TLA: temperatura e luz ambiente.

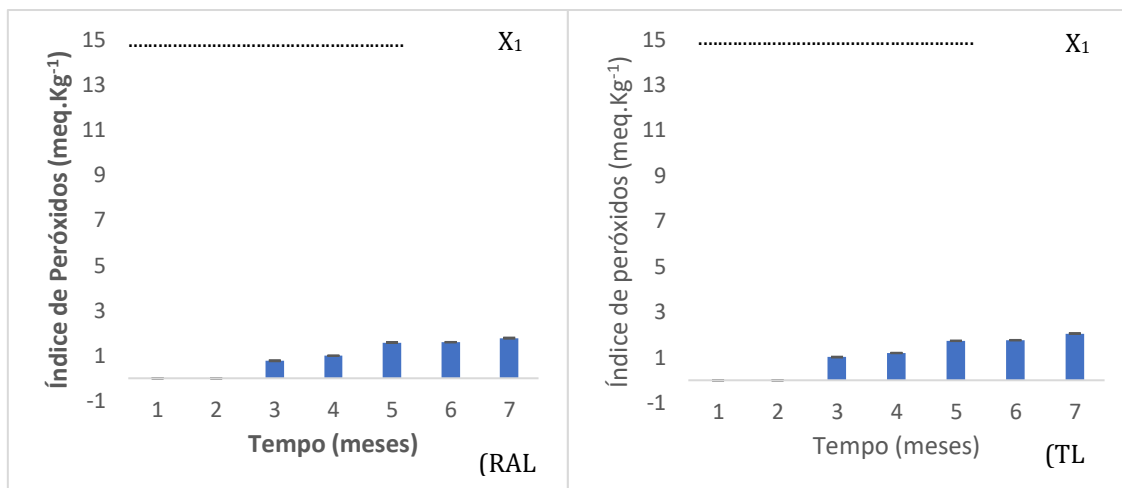


Figura 4. Resultados do índice de peróxido obtido do óleo de inajá (RAL: Refrigeração e ao abrigo da luz; TLA: Temperatura e luz ambiente; X₁: Valor máximo permitido para óleo prensado a frio).

Realça-se ainda aos dados de peróxidos inconstâncias dos valores (aumento) do terceiro ao sétimo mês, com valores finais de $1,777 \pm 0,023$ e $2,057 \pm 0,011$ meq.kg⁻¹ para RAL e TLA, respectivamente. Conforme mencionado, segundo alguns autores, a variações dos valores de peróxidos podem estar atrelados a concentração do oxigênio presente no óleo(PARENTI et al., 2007). Apesar dos maiores valores encontrados no último mês, segundo a RDC ANVISA/MS n°270(BRASIL., 2005) o valor máximo permitido de peróxido em óleos prensados a frio e não refinados é de 15 meq.kg⁻¹. Observa-se que os dados obtidos estão abaixo do valor máximo permitido (Figura 4), logo estes óleos estão aptos para o consumo.

Todavia, assim como observado para os dados de acidez, os valores observados para TLA foram maiores do que aqueles observados para RAL. Apesar disso, os dados estatísticos revelaram que essa diferença não é significativa ($F_{cal} = 0,795$, $F_{tab} = 4,28$ e $F_{cal} < F_{tab}$). Indubitavelmente, alcançou-se também boa regressão linear (Figura 5) com uma inclinação diferente de zero ($p > 0,05$; $R^2 = 0,9310$ e $0,9229$ para RAL e TLA, respectivamente). Como o valor p (0,394) foi maior que 0,05 ($p > 0,05$) infere-se que as diferenças encontradas nos valores das diferentes condições ensaiadas neste trabalho não foram estatisticamente significativas.

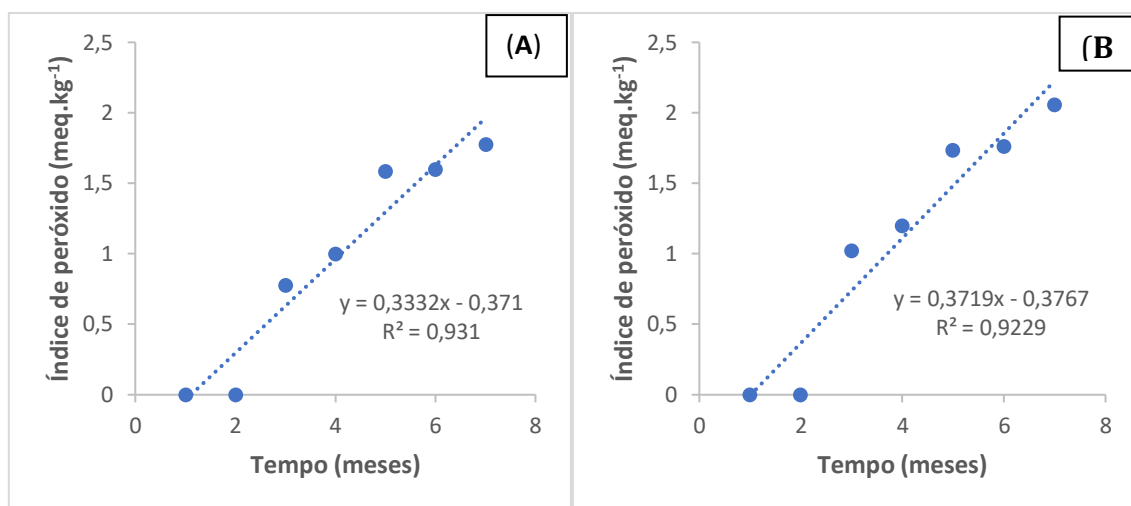


Figura 5. Regressão linear entre o índice de peróxido e tempo do óleo de inajá (A - Refrigeração e abrigo da luz; B -Temperatura e luz ambiente).

Os dados referentes ao índice de iodo do óleo de inajá são apresentados na Tabela 3 e Figura 6 nas diferentes condições analisadas (RAL e TLA). O índice de iodo é um parâmetro utilizado para verificar a qualidade/oxidação de um óleo mensurando insaturações presentes (HAILE et al., 2019). Logo, considerando as médias dos dados obtidos, note-se que também há um decaimento dos valores em função do tempo. Constata-se que aparentemente há um comportamento inversamente proporcional dos valores de índice de acidez e peróxidos com os valores de iodo.

Conforme a CAC (2009) (C.A.C., 2009), óleos e gorduras de palma e óleo e gorduras de palma miste devem apresentar valores nos intervalos de 50 – 55 gI₂.100g⁻¹ e 14,1 – 21 gI₂.100g⁻¹, respectivamente. No presente trabalho obteve-se valores iniciais de 16,613±0,816 e 16,383±0,920 e finais (ao sétimo mês) de 12,393±0,392 e 11,037±0,939 gI₂.100g⁻¹ para RAL e TLA, respectivamente. Os índices de iodo encontrados nas diferentes condições ensaiadas ficaram próximos daqueles mencionados para óleo e gorduras de palma miste, principalmente nos primeiros meses.

A legislação brasileira, especifica valores máximos de índice de iodo para alguns tipos de óleos. Entretanto, não foram encontrado dados referente ao óleo de inajá. Informa-se que isso já era esperado, uma vez que os dados referentes a este óleo vegetal (inajá) são poucos e estudos ainda estão sendo desenvolvidos para melhor avaliá-lo. Contudo, para óleo de amêndoas de coco babaçu (*Atallea frunífera*) na RDC ANVISA/MS nº 482 de 23 de setembro de 1999(BRASIL., 1999) tem-se intervalos com

valores de 10 a 18 $\text{gI}_2 \cdot 100\text{g}^{-1}$. Oportunamente, confrontando-se os dados deste trabalho com os mencionado na legislação para o coco babaçu (apenas para fins comparativos), ainda assim os valores encontrados ficariam dentro do permitido pela legislação brasileira (Figura 6). Logo, nota-se que os valores apresentados referente aqueles obtidos para o iodo também permanecem dentro da faixa de valores permitido, havendo, portanto, boa estabilidade do óleo estudado, apesar de observar processo oxidativo (embora baixo) com o decorrer dos meses.

Confrontando-se com dados da literatura, em conformidade a alguns autores, quanto maior o valor de iodo, maior será o número de ligações insaturadas. Este fenômeno de degradação utilizando iodo como parâmetro está atrelado a insaturação do óleo e consequentemente ligações duplas ($\text{C}=\text{C}$)(HAILE et al., 2019).

Tabela 3. Distribuição da média (resultados) do índice de iodo obtido do óleo de inajá

Tempo (meses)	Índice de Iodo	
	RAL*	TLA**
	($\text{gI}_2 \cdot 100^{-1} \text{g}^{-1}$)	($\text{gI}_2 \cdot 100^{-1} \text{g}^{-1}$)
1	16,613 ± 0,816	16,383 ± 0,920
2	15,993 ± 0,397	16,000 ± 0,430
3	16,133 ± 0,515	15,987 ± 0,430
4	14,373 ± 0,811	14,810 ± 0,316
5	13,383 ± 0,375	13,257 ± 0,320
6	12,796 ± 0,856	12,417 ± 0,590
7	12,393 ± 0,392	11,037 ± 0,939

* RAL: Refrigeração e ao abrigo da luz; **TLA: temperatura e luz ambiente.

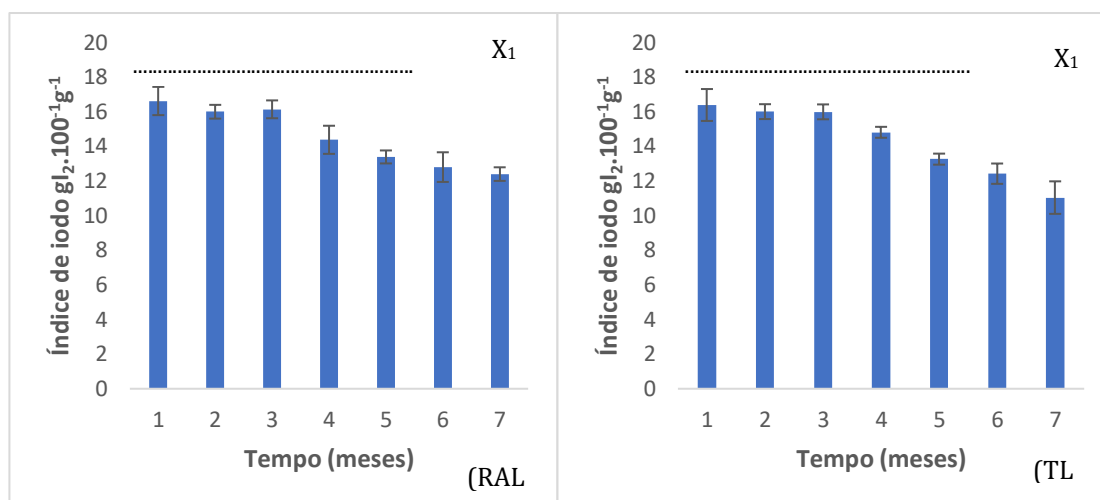


Figura 6. Resultados do índice de iodo obtido do óleo de inajá. RAL: Refrigeração e ao abrigo da luz; TLA: Temperatura e luz ambiente; X₁: Valor máximo permitido para óleo do coco babaçu).

Por causa disso, justifica-se que as diminuições observadas para o índice de iodo indicam a ocorrência de processos degradativos nas amostras, os quais promoveram a quebra de duplas ligações nos componentes dos óleos conforme Mendonça *et al.*(2008). Com a redução do número de insaturações, reduziu-se também a capacidade de absorção de iodo, resultando nos menores valores encontrados.

Nos tratamentos estatísticos, ao contrário do que foi observado para índice de acidez e peróxidos, os valores das médias de índice de iodo encontrados para RAL foram maiores do que para TLA, corroborando com os resultados observados para os níveis de acidez e peróxido, tendo em vista que os processos degradativos, reduzem a capacidade de absorção de iodo. Por outro lado, para as duas formas ensaiadas, notou-se também que não houve diferença estatisticamente significativa ($F_{cal} = 0,701$, $F_{tab} = 4,28$ e $F_{cal} < F_{tab}$).

Além disso, também obteve-se uma boa regressão linear quando plotados índice de acidez versus tempo (Figura 7). Os valores de R^2 denotaram um bom ajuste de modelo ($R^2 = 0,945$ e $0,938$ para RAL e TLA, respectivamente). No caso do valor p encontrado ($p \neq 0$, e $p > 0,05$; $p = 0,339$), o mesmo revelou que as diferenças encontradas nos valores nas diferentes condições estudadas não foram estatisticamente significativas corroborando novamente com análises estatísticas (teste F) anteriores ($F_{cal} < F_{tab}$).

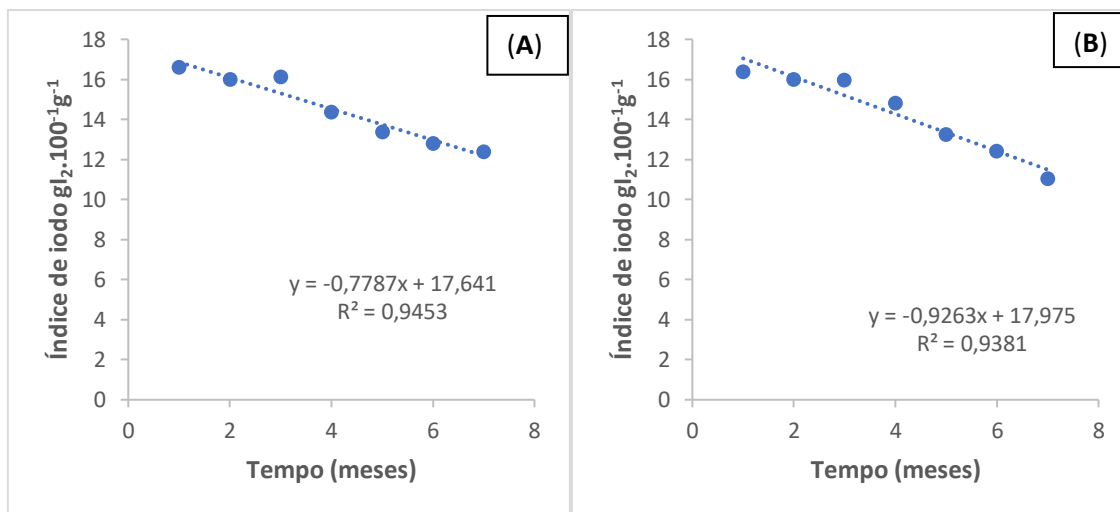


Figura 7. Regressão linear entre o índice de iodo e tempo do óleo de inajá (A - Refrigeração e abrigo da luz; B -Temperatura e luz ambiente).

CONCLUSÕES

Em conformidade com os dados apresentados, não houve diferença significativa referente aos valores de índice de acidez, peróxidos e iodo nas duas condições analisada (RAL e TLA). Entretanto, nota-se que com o passar do tempo, os valores destes parâmetros físico-químicos flutuam (aumentam para acidez e peróxidos; diminuem para iodo), indicando evolução de um processo oxidativo, apesar dos valores encontrarem-se abaixo do que permite a legislação brasileira.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pelo aporte financeiro, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo suporte financeiro para Luiz Pereira da Costa (311002/2020-0) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

BOSE, R. et al. Potential oil resources from underutilized seeds of *Sterculia foetida*, L. - Quality assessment and chemical profiling with other edible vegetable oils based on fatty acid composition, oxidative stability, antioxidant activity and cytotoxicity.

- Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 33, n. February, p. 3–9, 2021.
- BRASIL. 1999., Resolução RDC ANVISA/MS nº 482 de 23 de setembro de 1999. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de óleo e gorduras vegetais (anexo 1 a 17). **Diário Oficial da União, Brasília, DF**, 1999.
- BRASIL. Resolução RDC ANVISA/MS nº. 270, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. **Diário Oficial da União, Brasília, DF**, 2005.
- C.A.C. “Standard for named vegetable oils” e “Standard for fats and oils not covered by individual standards”. **CODEX STAN 210-1999. Adopted 1999. Revisions 2001, 2003, 2009.**, 2009.
- CALIXTO, J. B. The role of natural products in modern drug discovery. Calixto, J. B. (2019). The role of natural products in modern drug discovery. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 91, 1–7. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201920190105>. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 91, p. 1–7, 2019.
- DA SILVA-ARAÚJO, F. D.; DE MOURA, C. V. R.; CHAVES, M. H. Methyl biodiesel from *Dipteryx lacunifera*: Preparation, characterization and effect of antioxidant on the oxidation stability. **Química Nova**, v. 33, n. 8, p. 1671–1676, 2010.
- DA SILVA, V. C.; RODRIGUES, C. M. Natural products: an extraordinary source of value-added compounds from diverse biomasses in Brazil. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 1, n. 1, p. 1–6, 2014.
- DE LEONARDIS, A. et al. Influence of free fatty acid content on the oxidative stability of red palm oil. **RSC Advances**, v. 6, n. 103, p. 101098–101104, 2016.
- DE OLIVEIRA, P. D. et al. Enzymatic interesterification effect on the physicochemical and technological properties of cupuassu seed fat and inaja pulp oil blends. **Food Research International**, v. 145, n. 1, p. 110384, 2021.
- DOS SANTOS, M. DE F. G. et al. Amazonian native palm fruits as sources of antioxidant bioactive compounds. **Antioxidants**, v. 4, n. 3, p. 591–602, 2015.
- FERREIRA, M. J. A. et al. Evaluation of liquid-liquid extraction to reducing the acidity index of the tucuma (*Astrocaryum vulgare* Mart.) pulp oil. **Separation and Purification Technology**, v. 257, p. 117894, 2021.
- HAILE, M. et al. Effects of location and extraction solvent on physicochemical properties of *Moringa stenopetala* seed oil. **Heliyon**, v. 5, n. 11, p. e02781, 2019.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 1ª Edição Digital. **Métodos físicos-químicos para análise de Alimentos**, 2008.
- ISHAK, I. et al. Optimization and characterization of chia seed (*Salvia hispanica* L.) oil extraction using supercritical carbon dioxide. **Journal of CO2 Utilization**, v. 45, n. December 2020, p. 101430, 2021.
- KONUSKAN, D. B.; ARSLAN, M.; OKSUZ, A. Physicochemical properties of cold pressed sunflower, peanut, rapeseed, mustard and olive oils grown in the Eastern Mediterranean region. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 26, n. 2, p. 340–344, 2019.

- LI, X. et al. Review of NIR spectroscopy methods for nondestructive quality analysis of oilseeds and edible oils. **Trends in Food Science and Technology**, v. 101, n. March, p. 172–181, 2020.
- MACARTHUR, R.; TEYE, E.; DARKWA, S. Quality and safety evaluation of important parameters in palm oil from major cities in Ghana. **Scientific African**, v. 13, p. e00860, 2021.
- MACHADO, G. C.; CHAVES, J. B. P.; ANTONIASSI, R. Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco Babaçu. **Revista Ceres**, v. 53, p. 463–470, 2006.
- MARTINS, E. M. F. et al. Products of vegetable origin: A new alternative for the consumption of probiotic bacteria. **Food Research International**, v. 51, n. 2, p. 764–770, 2013.
- MENDONÇA, A. M. et al. Alterações físico-químicas em óleos de soja submetidos ao processo de fritura em unidades de produção de refeição no Distrito Federal. **Com. Ciências Saúde**, v. 19(2), p. 115–122, 2008.
- MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. 7. ed. [s.l.] LTC, 2021.
- MURTHY, H. N. et al. Comparative physicochemical analysis of seed oils of wild cucumber (*Cucumis sativus* var. *hardwickii* (Royle) Alef.), cucumber (*Cucumis sativus* L. var. *sativus*), and gherkin (*Cucumis anguria* L.). **South African Journal of Botany**, v. 000, p. 1–6, 2021.
- NADERI, M. et al. Common ash (*Fraxinus excelsior* L.) seeds as a new vegetable oil source. **Lwt**, v. 131, n. June, p. 109811, 2020.
- NAJI, S. Z.; TYE, C. T.; ABD, A. A. State of the art of vegetable oil transformation into biofuels using catalytic cracking technology: Recent trends and future perspectives. **Process Biochemistry**, v. 109, n. February, p. 148–168, 2021.
- PARENTI, A. et al. Influence of the extraction process on dissolved oxygen in olive oil. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 109, n. 12, p. 1180–1185, 2007.
- PIRES, H. C. G. et al. Padrão fenológico de *Attalea Maripa* (aubl.) mart. em áreas de pastagens na Amazônia oriental. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 2, p. 170–179, 2016.
- PRESCHA, A. et al. The antioxidant activity and oxidative stability of cold-pressed oils. **JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 91, n. 8, p. 1291–1301, 2014.
- RIOS, H. C. S.; PEREIRA, I. R. O.; ABREU, E. S. DE. Avaliação da oxidação de óleos , gorduras e azeites comestíveis em processo de fritura Oxidative evaluation of oils , fats and edible oil in frying process. **Revista Ciência e Saúde**, v. 6, n. 2, p. 118–126, 2013.
- RODRIGUES, C. E. C. et al. Deacidification of Brazil nut and macadamia nut oils by solvent extraction: Liquid-liquid equilibrium data at 298.2 K. **Journal of Chemical and Engineering Data**, v. 50, n. 2, p. 517–523, 2005.
- SAVVA, S. C.; KAFATOS, A. Vegetable Oils: Dietary Importance. In: **Encyclopedia of Food and Health**. 1. ed. [s.l.] Elsevier, 2016. p. 365–372.

- SERRA, J. L. et al. Alternative sources of oils and fats from Amazonian plants: Fatty acids, methyl tocols, total carotenoids and chemical composition. **Food Research International**, v. 116, p. 12–19, 2019.
- SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica**. [s.l: s.n.].
- SPANNO, M. et al. Commercial hemp seed oils: A multimethodological characterization. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 10, n. 19, p. 1–15, 2020.
- TUMBA, K. et al. Editorial: Plant Seed Oils and Their Potential for Biofuel Production. **Frontiers in Energy Research**, v. 9, n. September, p. 9–10, 2021.
- TURA, M. et al. Changes in the composition of a cold-pressed hemp seed oil during three months of storage. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 106, n. November 2021, 2022.
- TUROLA BARBI, R. C. et al. Fatty acid profile and lipid quality of Maximiliana maripa oil obtained by supercritical CO₂ and pressurized ethanol. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 165, 2020.
- VIANA, Á. L. et al. PECÍOLO DE INAJÁ (MAXIMILIANA MARIPA (AUBL.) DRUD) COMO FONTE DE MATÉRIA PRIMA PARA PRODUÇÃO DE PAPEL NA AMAZÔNIA. **Revista eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 1512–1520, 2014.
- VIJAYAKUMAR, C. et al. Biodiesel from plant seed oils as an alternate fuel for compression ignition engines—a review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 23, n. 24, p. 24711–24730, 2016.

Recebido em: 03/12/2022

Aprovado em: 05/12/2022

Publicado em: 09/12/2022