



**CAROLINE ALCÂNTARA DE SOUSA CIRINO**

**EFEITOS NO RENDIMENTO E QUALIDADE DO ÓLEO  
DE *MORINGA OLEIFERA* LAM. EM FUNÇÃO DOS  
MÉTODOS DE SECAGEM E EXTRAÇÃO**

**LAVRAS-MG  
2022**

**CAROLINE ALCÂNTARA DE SOUSA CIRINO**

**EFEITOS NO RENDIMENTO E QUALIDADE DO ÓLEO DE *MORINGA OLEIFERA* LAM. EM FUNÇÃO DOS MÉTODOS DE SECAGEM E EXTRAÇÃO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Agrícola, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Ednilton Tavares de Andrade

Orientador

Ma. Bárbara Lemes Outeiro Araújo

Coorientadora

**LAVRAS-MG**

**2022**

**CAROLINE ALCÂNTARA DE SOUSA CIRINO**

**EFEITOS NO RENDIMENTO E QUALIDADE DO ÓLEO DE *MORINGA OLEIFERA* LAM. EM FUNÇÃO DOS MÉTODOS DE SECAGEM E EXTRAÇÃO**

**EFFECTS ON YIELD AND QUALITY OF *MORINGA OLEIFERA* LAM. OIL AS A FUNCTION OF DRYING AND EXTRACTION METHODS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Agrícola, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 19 de Abril de 2022

Prof. Dr. Ednilton Tavares de Andrade	UFLA
Prof. Dr. Carlos Eduardo Silva Volpato	UFLA
Ma. Bárbara Lemes Outeiro Araújo	UFLA
Ma. Paula de Almeida Rios	UFLA

Prof. Dr. Ednilton Tavares de Andrade

Orientador

Ma. Bárbara Lemes Outeiro Araújo

Coorientadora

**LAVRAS-MG  
2022**

*Dedico aos meus avós Erlando e Terezinha, minha mãe Flávia e minhas irmãs Ana Clara e Clarissa pelo amor dedicado todo esse tempo, por sempre acreditarem e apoiarem meus sonhos, sem vocês nada seria possível.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me proporcionado muita força, coragem e principalmente saúde para conseguir alcançar meu grande objetivo. Aos meus avós Erlando e Terezinha, por todo carinho, cuidado e apoio, vocês são meus exemplos de garra e dedicação. A minha mãe Flávia, pelo amor, incentivo e todo esforço investido na minha educação, pois, mesmo em condições difíceis não mediu esforços, sem você essa conquista nunca teria sido iniciada. As minhas irmãs Ana Clara e Clarissa, por me motivarem a ser uma pessoa melhor a cada dia, servindo-lhes de espelho. Ao meu tio Fernando, minha prima Fernanda e in memoriam do meu tio Marcelo, que de forma direta ou indireta contribuíram para que essa conquista fosse possível. Ao meu namorado Pedro, que além de companheiro foi um grande amigo, estando presente nos melhores e piores momentos dessa jornada com palavras de incentivo, apoio e amor. A república EssaCana, onde pude fazer amizades verdadeiras que levarei para toda a vida, obrigada pelo amor, cumplicidade e por se tornarem minha segunda família. A família Deraco Ribas, que me acolheu como uma filha, sempre me incentivando através de conselhos, apoio e amor. A todos os amigos que fiz durante a minha graduação e que me proporcionaram momentos inesquecíveis, em especial a minha amiga Maria Carolina, que sempre foi uma fonte de inspiração e incentivo. Por fim, agradeço imensamente a todos aqui citados que de alguma forma contribuíram para que esse momento se realizasse.

## RESUMO

A *Moringa oleifera* Lam. é uma espécie de leguminosa da família Moringaceae originária da Índia, perene, de fácil cultivo e boa adaptabilidade a regiões mais secas. Os seus grãos possuem alto teor de óleo, com propriedades antioxidantes e medicinais. O presente trabalho teve como objetivo determinar os efeitos de diferentes métodos de processamento de grãos de *Moringa oleifera* Lam. no rendimento e qualidade do óleo. Foram utilizados grãos de moringa oriundos da cidade de Barreirinhas – MA. A secagem artificial foi realizada com secador mecânico de laboratório em camada fixa com convecção forçada, com velocidade do ar de  $0,33 \text{ m.s}^{-1}$ , controlando a temperatura do ar de secagem em  $40^{\circ}\text{C}$  e  $55^{\circ}\text{C}$ . Antes e depois das secagens foram determinados o teor de água, área projetada e o índice de contração volumétrica dos grãos. A extração mecânica do óleo foi realizada utilizando uma prensa do tipo expeller e a extração química foi pelo método Soxhle, utilizando o solvente orgânico hexano. O rendimento e a eficiência de extração, foram calculados por meio da diferença do teor lipídico obtido pela extração química inicial do grão e residual da torta. Os óleos extraídos foram avaliados quanto ao índice de acidez. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, ( $p < 0,05$ ), utilizando-se o programa Sisvar. A temperatura do ar secagem de  $55^{\circ}\text{C}$  acarretou maior índice de contração volumétrica dos grãos, diminuindo o rendimento e eficiência de extração mecânica do óleo, além da degradação deste, por apresentar maior índice de acidez. A extração química do óleo ocasionou prejuízos a qualidade deste, independentemente do método de secagem dos grãos.

**Palavras-chave:** Pós-colheita, temperatura, eficiência.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>1.1 Contextualização .....</b>	<b>8</b>
<b>1.2 Objetivo.....</b>	<b>8</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 <i>Moringa oleifera</i> Lam. ....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Processamento de produtos agrícolas .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2.1 Secagem de grãos .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2.2 Propriedades físicas dos grãos e os efeitos do método de secagem.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3 Extração de óleo .....</b>	<b>12</b>
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>14</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>21</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

A *Moringa oleifera* Lam. é uma espécie de leguminosa da família Moringaceae originária da Índia, perene e de fácil cultivo, apresentando boa adaptabilidade a regiões mais secas e com baixo índice de pluviosidade. Esta foi introduzida no Brasil em 1950, inicialmente como planta ornamental, até a descoberta da riqueza de sua composição nutricional e das potencialidades de emprego em diversos setores industriais, sendo cultivada especialmente em regiões semiáridas como o Nordeste.

A moringa possui ampla funcionalidade dentro do sistema de produção agrícola, já que a composição dos frutos, folhas, flores, cascas e raízes têm aplicabilidades diversas. As folhas são ricas em macros e micronutrientes, podendo ser utilizadas na alimentação humana e animal, e os grãos possuem alto teor de proteínas e óleo, com potencial de uso como coagulante natural, complemento alimentar, formulação de cosméticos e produção de biodiesel.

O processamento dos grãos de moringa quando colhidos, independente da finalidade de uso, é necessário para garantia da segurança durante o armazenamento, como também na qualidade de obtenção dos seus subprodutos, evitando perdas qualitativas e quantitativas. A secagem é uma das etapas principais da pós-colheita, consistindo na redução do teor de água dos grãos, fator essencial para armazenagem destes, devendo ser bem planejada e executada, para que não implique em danos estruturais e de compostos químicos do produto. Neste contexto, a temperatura do ar de secagem é de suma importância, por ser um dos fatores que mais podem influenciar nas propriedades físicas dos grãos, afetando a rentabilidade e qualidade do óleo, e assim, gerar prejuízos financeiros.

Apesar do alto valor agregado aos grãos de moringa atualmente no mercado, as informações sobre seu manejo pós-colheita ainda são escassas, necessitando de mais estudos para o aprimoramento das operações.

## 1.2 Objetivo

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo analisar os efeitos da secagem de grãos de moringa, submetidos a diferentes temperaturas do ar, na extração química e mecânica de óleo.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 *Moringa oleifera* Lam.

A *Moringa oleifera* Lam. é uma espécie da família Moringaceae, sendo uma leguminosa perene e arbórea, originária do norte da Índia, que apresentando boa adaptabilidade a regiões secas e com baixo índice de pluviosidade. É caracterizada por ser uma árvore de até 12 metros de altura, com crescimento rápido, sendo de fácil cultivo e baixo custo, podendo ser utilizada para vários fins (HÖHN et al., 2018; NORONHA et al., 2018).

A moringa foi introduzida no Brasil em 1950, onde seu cultivo se acentuou ao longo dos anos nas regiões semiáridas do país, em especial no Nordeste brasileiro, estando presente em todo o território nacional (SILVA et al., 2020). Esta é uma cultura resistente que se desenvolve rapidamente e adapta-se a diferentes condições de solo, podendo ser cultivada tanto em áreas de sequeiro como irrigadas. Sua propagação não apresenta dificuldades independentemente do método escolhido, podendo ser por plantio direto, produção de mudas a partir de sementes ou de estacas (BITU, 2018; TAVARES FILHO et al., 2020).

Além disso, a moringa possui diversas funcionalidades, por seus atributos nutricionais, desde a raiz até os frutos. As folhas desta, possuem em torno de 28% de proteína bruta, sendo uma boa alternativa para a alimentação animal, podendo ser fornecida fresca, fenada ou ensilada, reduzindo os custos de produção, apresentando boa taxa de degradação nos ruminantes, passando a ser um material valioso para a alimentação destes (HÖHN et al., 2018; DE OLIVEIRA, et al., 2020). A ingestão das folhas na alimentação humana vem se difundido por todo o mundo, principalmente em países que apresentam maiores índices de desnutrição, utilizando o pó destas como fortificante alimentar, por conter vitaminas e minerais, e na elaboração de alimentos como pães, sopas e outras receitas. (HÖHN et al., 2018; SILVA et al., 2020). Os flavonóides também presentes, possuem ação antiinflamatória, hepatoprotetora, antioxidante, antidiabético, entre outros (DA SILVA et a., 2021).

Os grãos de moringa são compostos de proteínas com alto peso molecular, e por serem insolúveis em meio aquoso e gerar íons positivos que atraem impurezas presentes em água residuais, têm sido muito empregados como coagulante natural (FERREIRA et al., 2020). Além disso, possuem alto teor de óleo, com aproximadamente 40%, sendo

76% de ácido oleico, apresentando propriedades antioxidantes e medicinais, podendo ser utilizado na produção de biodiesel, lubrificantes, cosméticos, entre outros (CASTRO, 2017; BITU, 2018).

Assim, é possível compreender a importância da moringa por se tratar de uma espécie adaptável e ter ampla aplicabilidade em vários setores industriais, pelo seu potencial nutritivo, terapêutico, ambiental, rentabilidade e qualidade de óleo (FERREIRA et al., 2020; SILVA et al., 2020).

## **2.2 Processamento de produtos agrícolas**

### **2.2.1 Secagem de grãos**

O processo de secagem consiste na retirada de parte ou totalidade da água presente nos grãos, com o objetivo de manter a qualidade de produtos agrícolas, especialmente durante o período de armazenamento. Este é uma das primeiras etapas da pós-colheita, que se baseia na transferência de calor e massa entre os grãos e o ar de secagem, removendo parte da água presente nestes (BOTELHO et al., 2018; SCHIMIDT et al., 2018).

Produtos agrícolas que passam pelo processo de secagem e apresentam teor de água entre 11% e 13% passam a ter o metabolismo reduzido, o que leva a diminuição de atividades fúngicas e bacterianas, redução da respiração dos grãos, que é responsável pelas perdas de massa e reações bioquímicas de deterioração do produto. Para a secagem de grãos é necessário considerar alguns fatores como o teor de água, a temperatura e o fluxo do ar de secagem a ser empregada e o tempo de duração para garantir o sucesso da sua realização (NASCIMENTO, 2014; ZANOL et al., 2018).

A secagem de grãos pode ser realizada de forma natural ou artificial. O método natural consiste na utilização da radiação solar e do vento para remoção da água, o qual ainda é muito utilizado no Brasil na secagem de café, mas depende de fatores climáticos, que se desfavoráveis, retardam o processo. O método artificial consiste na utilização de processos mecânicos tanto no manejo do produto quanto na passagem de ar pela massa de grãos através de ventiladores, podendo variar com a temperatura (baixa ou alta), período que a secagem ocorre (intermitente ou contínuo) e pela movimentação dos grãos (DA SILVA et al., 2018; ZANOL et al., 2018).

Esta, por ser um processo térmico, deve ser realizada com cautela, pois pode promover alterações nas propriedades físicas dos grãos por meio da redução do teor de água, e gerar mudanças qualitativas indesejáveis (ARAÚJO, 2019; VALE et al., 2021). O emprego de temperaturas mais altas no processo de secagem, torna o processo mais rápido, contribuindo na redução do consumo de energia pelos equipamentos utilizados, mas pode levar a degradação e diminuição da qualidade do produto.

Estudos que avaliaram o comportamento das propriedades físicas dos grãos de moringa sob diferentes temperaturas do ar de secagem, observaram que o aumento destas podem ocasionar maior contração volumétrica dos grãos, levando assim, a menor eficiência de extração do óleo. Em contrapartida, grãos secos em temperaturas de até 40°C, apresentam maior eficiência na extração e qualidade de óleo (ARAÚJO et al., 2020; NETO et al., 2020; VALE et al., 2021).

Diante disto, estudos sobre sistemas de secagem é de fundamental importância para otimização e determinação da viabilidade de aplicação, por poder interferir em outros processos como de extração de óleo, auxiliando ainda no desenvolvimento e melhorias de equipamentos (ARAÚJO et al., 2020; ALMEIDA et al., 2015).

### **2.2.2 Propriedades físicas dos grãos e os efeitos do método de secagem**

O conhecimento das propriedades físicas dos grãos tem grande importância no planejamento do processo de secagem, auxiliando assim, no correto dimensionamento de equipamentos e escolha dos métodos, auxiliando na otimização das operações de pós-colheita (SILVEIRA et al., 2019; VALE et al., 2021).

Os grãos apresentam diversas propriedades físicas, de acordo com a espécie e variedade, como massa específica, porosidade intergranular, contração volumétrica e velocidade terminal, sendo estas indispensáveis no estudo do comportamento destes sob diferentes temperaturas de secagem. Durante a redução do teor de água dos produtos agrícolas, a forma, tamanho e volume são as propriedades que podem sofrer alterações (RODRIGUES et al., 2019; LOPES et al., 2019).

A massa específica é uma propriedade de grande importância para o dimensionamento correto de silos, secadores, transportadores e separadores de grãos, além de estar relacionada com teor de água e ser um dos parâmetros físicos mais importantes quando se trata de qualidade (DA SILVA et al., 2018; ARAÚJO, 2019; RODRIGUES et al., 2019). Dependendo da taxa de secagem de grãos, podem ocorrer

danos nas estruturas celulares destes, tendo como consequência alterações na sua forma e dimensão. A diminuição do tamanho do produto nas direções longitudinais, tangenciais e radiais, denominada de contração volumétrica, a deformação estrutural, formação de poros e redução de densidade mássica, são indicadores da perda de qualidade do produto (ARAÚJO, 2019; BOTELHO et al., 2018).

Estudos que avaliaram os efeitos da secagem nas propriedades físicas de grãos de girassol quando submetidos ao processo de secagem em dois diferentes tempos, de 24 e 48 horas com a temperatura de 50°C, concluíram que algumas propriedades analisadas como porosidade, volume e ângulo de repouso sofreram alterações, decrescendo com o aumento do tempo de secagem (RODRIGUES et al., 2018).

Outro estudo realizado por Botelho et al. (2015) avaliou o efeito de diferentes temperaturas do ar de secagem sobre as propriedades físicas dos grãos de soja como ângulo de repouso, massa específica aparente e unitária, massa de mil grãos, porosidade e cor, observando que os grãos submetidos a secagem com temperaturas do ar de 50 a 80°C, com exceção da porosidade, tiveram suas propriedades físicas afetadas, levando a redução da qualidade dos grãos.

### **2.3 Extração de óleo**

Os produtos derivados da *Moringa oleifera* Lam. possuem alto potencial dentro da produção agrícola em razão do seu alto valor nutricional, potencial coagulante e por conter um óleo rico em ácido oleico. A extração de óleos de grãos com alto teor oleico normalmente é realizada através de métodos como prensagem mecânica ou extração química, onde a escolha entre ambas é definida de acordo com as necessidades da unidade e finalidade do produto.

A extração mecânica é realizada mediante a compressão dos grãos através de uma prensa com parafuso helicoidal giratório, que trabalha de forma contínua, resultando na obtenção parcial de óleo e da torta como subproduto, a qual pode ser utilizada em diversos setores da indústria (PIGHINELL, 2010; SILVA, 2017; DA SILVA et al., 2018). Este método é mais popularmente utilizado, por ser um processo simples, que não exige mão de obra qualificada e se adapta a diferentes tipos de grãos, extraíndo o óleo continuamente em um curto espaço de tempo, além de favorecer a manutenção da qualidade, por não submeter o produto à altas temperaturas e não deixar resíduos químicos. No entanto, é

um método que não apresenta 100% de eficiência, deixando em média de 8 a 14% do óleo na torta (PIGHINELL, 2007; SILVA, 2017; CASTILHO et al., 2021).

No que se refere ao método químico de extração de óleo, é utilizado solventes orgânicos, mais comumente o hexano, tendo como vantagem a alta eficiência, mas necessitando de mão de obra qualificada, lugares apropriados, custo elevado, além de poder degradar o óleo obtido, pelo emprego de altas temperaturas, podendo acarretar na perda de valor comercial (FREIXO, 2018; TAVARES et al., 2019; SILVA, 2021). O índice de acidez é um indicador de qualidade do óleo de extrema importância, por denotar o estado de conservação deste, podendo estar relacionado com a qualidade dos grãos e com os processos de pós-colheita, como a secagem, os quais foram submetidos (SILVA et al., 2015; DOS SANTOS et al., 2017).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal de Lavras (UFLA) utilizando grãos de *Moringa oleifera* Lam. da safra do segundo semestre de 2018, oriundos da cidade de Barreirinhas – MA. A secagem foi realizada no Laboratório de Processamento de Produtos Agrícolas, e as extrações de óleo no Laboratório de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gordura e Biodiesel, ambos ficam localizadas no Departamento de Engenharia Agrícola. Os grãos foram colhidos manualmente, ao atingirem maturidade fisiológica, sendo identificada pela coloração marrom das vagens (AUGUSTINI et al., 2015).

A secagem realizada foi a artificial, utilizando-se secador mecânico de laboratório em camada fina com convecção forçada, com a velocidade do ar de  $0,33 \text{ m.s}^{-1}$  até a massa dos grãos ficarem constantes, controlando a temperatura do ar de secagem em  $40^\circ\text{C}$  e  $55^\circ\text{C}$ . O teor de água foi determinado antes e depois da secagem ser realizada, seguindo as recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), utilizando-se o método da estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ .

O experimento procedeu-se em triplicatas, onde amostras de  $\pm 1,7 \text{ kg}$  foram separadas e secas nas diferentes temperaturas do ar de secagem. Durante o processo, foram realizadas pesagens das amostras no intervalo de menor duração, sendo de 30 em 30 minutos (nas primeiras 3 horas) e posteriormente de 1 em 1 horas, até que o equilíbrio higroscópico foi atingido, ou seja, quando a massa passa a ser constante. Para o monitoramento da temperatura do ar de secagem, foi utilizada uma central de dados provenientes de cabos termopares tipo J, localizados na bandeja do secador e na parte externa Dataloggers, modelo LG820-UM-851, obtendo também a umidade relativa do ar ambiente.

A razão de umidade foi determinada durante a secagem a partir da Equação 1, onde posteriormente auxiliou na obtenção das curvas da cinética de secagem dos dados experimentais.

$$RU = \frac{U - U_e}{U_i - U_e} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

RU: razão de teor de água do produto (adimensional);

U: teor de água do produto ( $\text{kg de água. kg de matéria seca}^{-1}$ );

$U_i$ : teor de água inicial do produto (kg de água. kg de matéria seca<sup>-1</sup>);

$U_e$ : teor de água de equilíbrio do produto (kg de água. kg de matéria seca<sup>-1</sup>).

Para o cálculo da umidade de equilíbrio ( $U_e$ ), utilizou-se a Equação 2, descrita pelo modelo determinado por Barbosa (2021):

$$U_e = 0,2574 \left( \frac{UR^{0,8912}}{T^{0,2885}} \right) \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

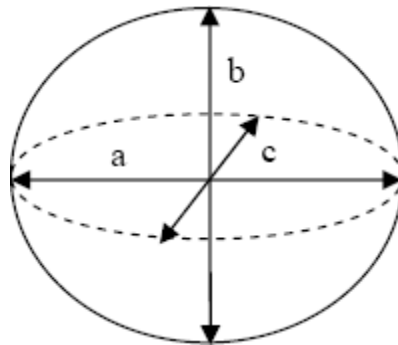
$U_e$ : Teor de água do produto (b.s.);

UR: Umidade relativa do ar de secagem (decimal);

T: Temperatura do ar de secagem (°C).

A área projetada ( $A_p$ ) dos grãos foi determinada por meio da Equação 3, a partir da biometria, de acordo com a Figura 1, para cada tratamento de secagem, em 20 repetições, utilizando um paquímetro digital com resolução de 0,01 mm, segundo a metodologia descrita por Mohsenin (1978).

Figura 1-Esquema dos grãos de moringa e suas dimensões características.



Fonte: Do autor (2022).

No qual:

**a**: maior dimensão característica do fruto, mm;

**b**: dimensão característica média do fruto, mm;

**c**: menor dimensão característica do fruto, mm.

Um dos parâmetros que foram abordados foi a esfericidade,  $E$ , uma grandeza adimensional que fornece um resultado próximo a uma forma esférica. Seu resultado é apresentado em forma de porcentagem, para sua obtenção é utilizada a Equação 3.

$$Ap = \frac{\pi ab}{4} \text{ (Equação 3)}$$

Onde:

- a: maior dimensão característica do grão, mm;
- b: dimensão característica média do grão, mm; e
- c: menor dimensão característica do grão, mm.

O índice de contração volumétrica dos grãos foi determinado pela relação entre o volume final da massa de grãos (V), para cada temperatura do ar de secagem, e o volume inicial (Vo), de acordo com a equação 4.

$$\psi = \frac{V}{V_o} \text{ (Equação 4)}$$

Onde:

- $\psi$ : índice de contração volumétrica, adimensional;
- V: volume dos grãos secos, cm<sup>3</sup>; e
- Vo: volume dos grãos úmidos, cm<sup>3</sup>.

A extração mecânica foi realizada em uma prensa do tipo expeller com sistema de extração radial tubular, modelo ERT 50, onde a temperatura do cilindro foi medida por meio de um termômetro infravermelho, enquanto o tempo de extração foi determinado a cada passagem dos grãos na máquina, para posterior análise, amostras de óleo e torta foram coletadas. Os grãos passaram três vezes consecutivas pela extratora, sendo três amostras: grãos secos à 40°C e 55°C e a amostra úmida.

A extração química foi realizada pelo método Soxhlet, utilizando o solvente orgânico hexano (AOCS, 1998), onde o rendimento (Rm,%) e a eficiência de extração (Ef,%) foram calculados por meio da diferença do teor lipídico obtido pela extração química inicial do grão e residual da torta, utilizando as equações 5 e 6, respectivamente:

$$Rm (\%) = Tg - Tt \text{ (Equação 5)}$$

Onde:

- Rm: Rendimento de extração mecânica de óleo (%)
- Tg: Teor de óleo do grão (%)
- Tt: Teor de óleo da torta (%)



$$Ef = \frac{Rm \times 100}{TgEf} = \frac{Rm \times 100}{Tg} \quad (\text{Equação 6})$$

Onde:

Ef – Eficiência da Prensa mecânica (%)

Rm – Rendimento de extração mecânica de óleo (%)

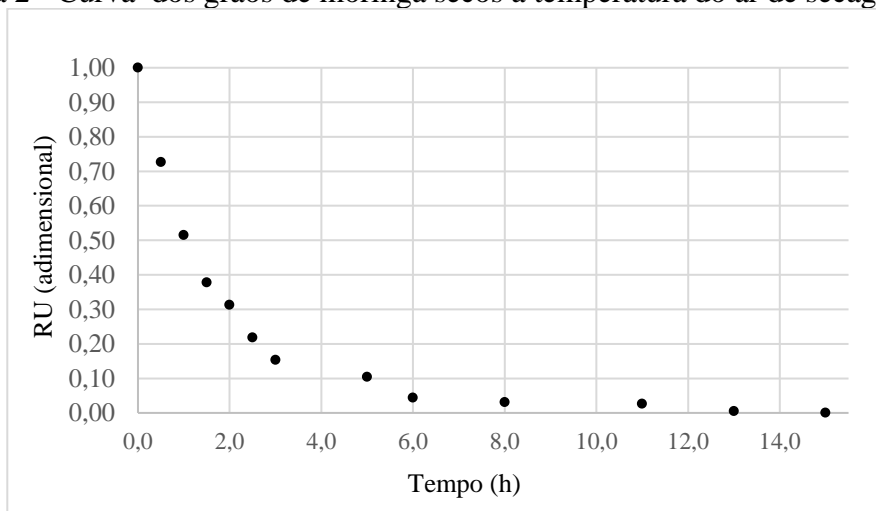
Tg – Teor de óleo do grão (%)

Os óleos extraídos, por ambos métodos, foram avaliados em relação a qualidade por meio do índice de acidez, de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008). As análises foram realizadas em três repetições, sendo adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, e os resultados submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey, ( $p < 0,05$ ), utilizando-se o programa Sisvar (FERREIRA, 2003).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

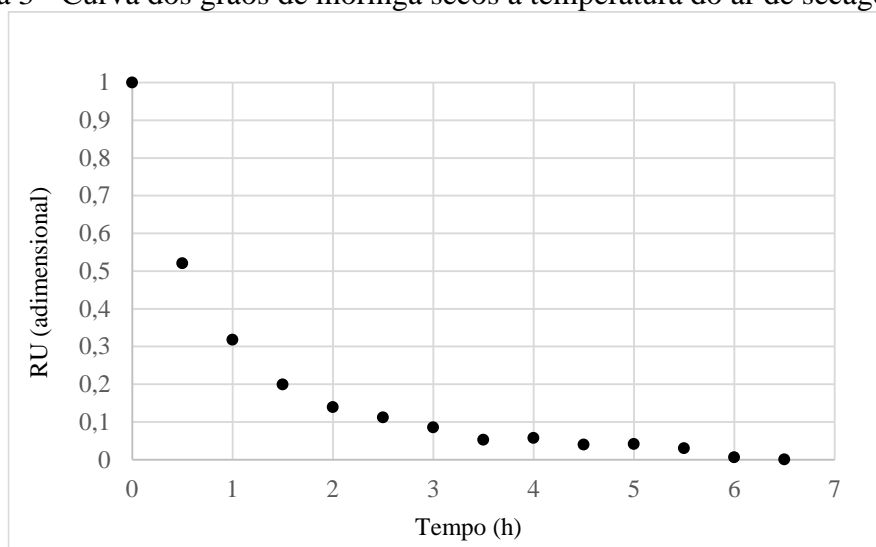
Nas Figuras 2 e 3 estão representadas as curvas de secagem para os grãos secos à 40°C e 55°C, verificando que os tempos necessários para atingirem o teor de água de equilíbrio foi de 13h e 6,5h, respectivamente, evidenciando que o incremento da temperatura do ar de secagem é inversamente proporcional ao tempo de secagem (RADÜNZ et al., 2010; FARIA et al., 2012).

Figura 2 - Curva dos grãos de moringa secos a temperatura do ar de secagem de 40°C.



Fonte: Do autor (2022).

Figura 3 - Curva dos grãos de moringa secos a temperatura do ar de secagem de 55°C.



Fonte: Do autor (2022).

Pode-se observar que a taxa de remoção de água nas primeiras horas da secagem é maior, devido ao fato de haver maior gradiente de umidade entre os grãos e o ar de secagem, sendo potencializada com o incremento da temperatura. A utilização de altas temperaturas leva a diminuição do tempo de secagem, que tem como benefício menor custo operacional relacionado ao gasto energético, pelo fato dos equipamentos ficarem em funcionamento por um menor período de tempo, entretanto, pode causar modificações não desejáveis nas estruturas física dos grãos, afetando assim, no rendimento de extração de óleo (RESENDE et al. 2009; ULMANN et al. 2010, FARIA et al., 2012; ARAÚJO et al., 2020).

Na Tabela 1, estão apresentados os valores do teor de água antes da secagem (grãos úmidos) e depois das secagens com as temperaturas do ar de 40°C e 55°C, bem como, a área projetada e a contração volumétrica dos grãos, rendimento e eficiência de extração mecânica.

Tabela 1 – Análises físicas dos grãos, rendimento e eficiência de extração mecânica do óleo

	Teor de água (b.s)	Área projetada (mm <sup>2</sup> )	Contração volumétrica (adimensional)	Rendimento (%)	Eficiência (%)
<b>Amostra úmida</b>	0,1107	96,89 ± 3,19 a	1,0 ± 0,02 a	16,5 ± 0,31 a	67,26 ± 1,27 a
<b>40°C</b>	0,0286	95,49 ± 3,19 a	0,9553 ± 0,02 a	16,29 ± 0,31 a	67,48 ± 1,27 a
<b>55°C</b>	0,0240	94,90 ± 3,19 a	0,8634 ± 0,02 b	5,91 ± 0,31 b	27,55 ± 1,27 b
CV (%)		14,89	4,80	4,07	3,99

Os valores com as mesmas letras na coluna, não diferem entre si em nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey. Fonte: Do autor (2022).

De acordo com os resultados apresentados, observou-se que a área projetada teve indícios de redução, quando a temperatura do ar de secagem foi de 55°C, entretanto não houve diferença estatística significativa entre as amostras. Oliveira et al. (2014), verificaram que a área projetada de grãos de milho, secos em temperaturas do ar de secagem de 40°C a 100°C, obtiveram redução significativa somente para secagens acima de 60°C.

O incremento da temperatura do ar de secagem, resultou na contração volumétrica dos grãos, apresentando o valor de 0,8634 para os secos à 55°C, e de 0,9553 para 40°C, sendo que esta última, apesar de ter sido menor que 1,00, não diferiu significativamente da amostra úmida, corroborando com os resultados encontrados por outros pesquisadores (ROSSETO et al., 2012; DA SILVA et al., 2018; ARAÚJO, 2019). Segundo Botelho et al. (2018), ao avaliarem a secagem de grãos de sorgo à 60, 80 e 100°C, observaram relação direta da contração volumétrica com o aumento da temperatura do ar de secagem.

O rendimento e a eficiência da extração por prensagem mecânica, dos grãos secos sob diferentes temperaturas, diferiram significativamente de acordo com os testes estatísticos aplicados, sendo de respectivamente, 16,29% e 67,48% para a de 40°C; 6,08% e 26,32% para a de 55°C. Conforme Andrade et al. (2015) a eficiência de extração de óleo têm relação direta com tipo de prensa e pressão desta, por determinar a efetividade das rupturas nas células dos grãos oleaginosos, e assim no seu rendimento.

Outros fatores que podem influenciar são as características físicas destes, uma vez que quanto maior a contração volumétrica, mais difícil se torna a fricção do eixo da prensa com os grãos, podendo reduzir a extração de óleo (WIHELM et al., 2014). Santos (2016) observou que grãos de cártamo secos em altas temperaturas, apresentaram maior resistência quanto a ruptura durante a compressão da prensa, levando a diminuição da eficiência de extração de óleo.

Tendo em vista que o óleo de moringa possui alto valor agregado, o método de extração também se faz importante no que tange a qualidade deste. Na tabela 2 estão apresentados os índices de acidez dos óleos extraídos por prensa e solvente, provenientes dos grãos úmidos e secos nas temperaturas do ar de secagem de 40°C e 55°C.

Tabela 2 – Índice de acidez do óleo obtidos por extração química (E.Q) e mecânica (E.M),

		T °C	IA (mg NaOH.-1)
<b>E.M</b>	<b>Amostra úmida</b>	62,80	1,19 a
	<b>40°C</b>	70,57	1,17 a
	<b>55°C</b>	74,03	2,18 b
<b>E.Q</b>	<b>Amostra úmida</b>	ND	5,92 B
	<b>40°C</b>	70,00	2,08 A
	<b>55°C</b>		2,44 A

Os valores com as mesmas letras na coluna, não diferem entre si em nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey. Fonte: Do autor (2022).

Conforme Silva et al. (2013) o índice de acidez demonstra o estado de conservação do óleo, sendo definido como o número de miligramas de hidróxido de potássio para neutralizar os ácidos graxos presentes em um grama de óleo, sendo um dos principais parâmetros de qualidade. Por meio dos resultados, a temperatura do ar de secagem, bem como, o método de extração, afetaram significativamente o índice de acidez do óleo extraído dos grãos de moringa.

O índice de acidez do óleo extraído por prensa foi maior em grãos secos na temperatura do ar de 55°C, em comparação com os à 40°C, sendo de respectivamente, 1,17 para 2,18 mg NaOH.g<sup>-1</sup>, observando que a temperatura do ar de secagem, pode ocasionar diminuição da qualidade do óleo. Oliveira (2008), verificou que secagem de soja com temperaturas acima de 80°C, afeta negativamente a qualidade do óleo bruto, apresentando aumento do índice de acidez.

Em contrapartida, na extração química do óleo, houve um aumento significativo deste em ambas temperaturas do ar de secagem, sendo de 2,08 mg NaOH.g<sup>-1</sup> e 2,44 mg NaOH.g<sup>-1</sup>, para grãos secos à 40°C e 55°C, respectivamente, não apresentando diferenças significativas entre si. O método de extração utilizando o solvente orgânico hexano, apesar de mais eficiente, é um processo que necessita de no mínimo 69°C de temperatura, para que o solvente arraste o óleo, o que pode acarretar em prejuízos na qualidade final do produto (BRUM et al., 2009; SILVA, 2017; TAVARES et al., 2019; SILVA, 2021).

De acordo com a ANP (2011) a resolução de nº 7 estabelece que o limite máximo para o índice de acidez deve ser de no máximo 0,5 mg KOH g<sup>-1</sup>, no entanto, há estudos

que afirmam que é desejável que seja igual ou inferior a  $1,0 \text{ mg NaOH.g}^{-1}$ , sendo estes limites referentes ao destino do óleo (KUSDIANA et al., 2004; GALVÃO, 2007).

## **5 CONCLUSÃO**

A partir dos resultados obtidos verificou-se que a secagem com temperatura do ar de  $55^{\circ}\text{C}$  foi mais rápida do que à  $40^{\circ}\text{C}$ . No entanto, isso acarretou em maior contração volumétrica dos grãos, diminuindo o rendimento e a eficiência de extração do óleo pela prensa mecânica, além de ocasionar degradação deste, pelo incremento do índice de acidez. Em relação ao método de extração, notou-se que apesar do rendimento de óleo ser maior quando extraído com solvente orgânico, este acarretou maiores prejuízos à qualidade final do produto.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL e BIOCOMBUSTÍVEIS. Resolução n. 7. 2011. 9.2.2011. DOU 10.02.2011

AGUSTINI, Marcia Antonia Bartolomeu *et al.* Maturidade fisiológica de sementes de *Moringa oleifera* Lam. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 8, n. 3, p. 267-278, 2015.

ALMEIDA, Fernanda Naiara Campos de *et al.* Cinética da secagem da semente de *Moringa oleifera* LAM. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS PARTICULADOS-ENEMP, 2015, São Carlos. **Anais [...]**. São Carlos: Editora da UFSCAR, 2015. p. 1638-1647.

ANDRADE, BKSA; SOLETTI, J. I.; DE CARVALHO, S. H. V. Curvas de rendimento da extração mecânica e caracterização do óleo de pinhão manso. In: XI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. Unicamp-Campinas-SP. 2015.

AOCS - American Oil Chemists Society. Official methods and recommended practices of the AOCS. Champaign: A.O.C.S., 1998.

ARAÚJO, B. L. O., DE ANDRADE, E. T., PORTELA, J. D., CASTRO, R. P., NETO, P. C. Chemical prospection of moringa oil and bromatological quality of the pie from different types of grain processing. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. e82291110599-e82291110599, 2020.

ARAÚJO, Bárbara Lemes Outeiro *et al.* Eficiência da extração mecânica de *Moringa oleifera* de acordo com diferentes condições de secagem de grãos. **Research, Society and Development**, London, v. 9, n. 7, p. 93-97, 2020.

ARAUJO, Marcos Eduardo Viana de. **Propriedades físicas e aerodinâmicas de frutos e grãos de café (Coffea arabica) durante o processo de secagem**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

BARBOSA, Maria Luiza de Oliveira. **Modelagem matemática da higroscopicidade dos grãos de *Moringa oleifera* Lam**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2021.

BERY, Crislayne de Souza. **Potencial do uso do óleo de semente de moringa (*Moringa oleifera*) como suplemento para peixes**. 2019. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, 2019.

BITU, Samuel Guedes *et al.* **Biodiesel de *Moringa oleifera* Lam e seus ecodieseis: análise da eficiência no processo de armazenagem**. 2018. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018.

BOTELHO, F. M., GRANELLA, S. J., CAMPOS, S. D. C., & GARCIA, T. R. B. Influência da temperatura de secagem sobre as propriedades físicas dos grãos de soja. **Embrapa Agrossilvipastoril-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2015.

BOTELHO, F. M., HAUTH, M. R., HOSCHER, R. H., BOTELHO, S. Nota técnica: modelagem matemática da contração volumétrica de grãos de soja durante o processo de secagem. **Embrapa Agrossilvipastoril-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2018.

BOTELHO, Fernando Mendes *et al.* Cinética de secagem de grãos de soja: influência varietal. Embrapa Agrossilvipastoril. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 26, n. 1, p.13-25, 2018.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Brasília, DF: SNDA/DNDV/CLAV, [1992]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/laboratorios/arquivos-publicacoes-laboratorio/regras-para-analise-de-sementes.pdf/view>. Acesso em: 12 fev. 2022.

BRUM, A. A. S.; ARRUDA, L. F.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B. **Métodos de extração e qualidade da fração lipídica de matérias-primas de origem vegetal e animal**. Química Nova, v. 32, n. 4, p. 849-854, 2009.

CASTILHO, G. K., DA SILVA FELISBINO, S., RODRIGUES, N. M. Estudo para os tipos de extração de óleos essenciais e óleos vegetais. **Revista Científica Multidisciplinar O Saber- ISSN 2675-9128**, v. 1, n. 10, 2021.

CASTRO, R. P. **Desenvolvimento de bioprodutos inovadores derivados da moringa (Moringa Oleífera Lam.)**. Dissertação de Mestrado em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Escola de Ciências e Tecnologia, programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação, Natal, RN. 2017.

DA SILVA, F. P., SIQUEIRA, V. C., QUEQUETO, W. D., JUNQUEIRA, M. H., GONELI, A. L. D. Propriedades físicas dos grãos de niger. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 26, n. 6, p. 507, 2018.

DA SILVA, J. D. L., DURIGAN, M. F. B., CARVALHO, G. F. Métodos para extração de óleo das sementes da *Theobroma grandiflorum* como oportunidade a agroindústria familiar. **Ambiente: Gestão e Desenvolvimento**, v. 11, n. 01, p. 266-277, 2018.

DA SILVA, M. V. S., PADILHA, R. T., PADILHA, D. D. M. M. Benefícios da Moringa oleifera para saúde humana e animal: Revisão de Literatura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e50010817495-e50010817495, 2021.

DE OLIVEIRA, P. V. C., DE OLIVEIRA, P. V. C., RODRIGUES, S. C., DE MELO, A. M. P., DA SILVA LIMA, R. N., DE AZEVEDO NETO, C. O., & NOGUEIRA, H. C. Utilização de moringa oleífera na alimentação animal. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 53881-53893, 2020.

DOS SANTOS, G. M., DE BRITO, M. M., DE LIMA SOUSA, P. V., DOS ANJOS BARROS, N. V. Determinação do índice de acidez em óleos de soja comercializados em supermercados varejistas. **Revista Ciência e Saúde On-line**, v. 2, n. 2, 2017.

FARIA, R. Q. D., TEIXEIRA, I. R., DEVILLA, I. A., ASCHERI, D. P., RESENDE, O. Cinética de secagem de sementes de crambe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 5, p. 573-583, 2012.

FERREIRA, B. D. C., PAIVA, P. M. H., MARQUES, A. Semente de moringa oleífera como coagulante natural no tratamento da água. Centro Universitário do Sul de Minas, 2020.

FERREIRA, D. F. Programa Sisvar. exe. Sistema de Análise de Variância. Versão 5.1, 2003.

FREIXO, A. M. D. S. **Normalização de um processo de extração de óleos vegetais. Análise de variáveis críticas do processo.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Química, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Departamento de Química, 2018.

GALVÃO, L.P.F.C. **Avaliação termoanalítica da eficiência de antioxidantes na estabilidade oxidativa do biodiesel de mamona.** Dissertação (Mestrado em Química) Programa de PósGraduação em Química, UFRN, Natal, 159p, 2007.

HÖHN, D. O., DA FONSECA, C., AVILA, S. R., GUEDES, A. F., DE OLIVEIRA FERNANDES, L. A. Moringa Oleifera Lam, Características e Potenciais Usos. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 10-10, 2018.

KUSDIANA, D.; SAKA, S. Effects of water on biodiesel fuel production by supercritical methanol treatment. **Bioresource Technology**, Kyoto, v. 91, n. 3, p. 289-295, 2004.

LOPES, M. A., RESENDE, O., BESSA, J., LIMA, R., QUEQUETO, W. D. Propriedades físicas dos grãos de soja, cotilédones e impurezas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 4, p. 962-970, 2019.

MOHSENIN, Nuri. **Physical properties of plant and animal materials.** New York: Gordon and Breach Publishers, 1986. 841p.

NASCIMENTO, V. R. G. Secagem convectiva e com radiação infravermelha de grãos de Moringa oleifera Lam. 2014.

NETO, S. R. C., RESENDE, O., COSTA, L. M., DE OLIVEIRA, D. E. C., RODRIGUES, G. B., QUEQUETO, W. D. Velocidade terminal dos frutos e sementes de crambe em função do teor de água. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, p. e152932592-e152932592, 2020.

NORONHA, B. G. D., MEDEIROS, A. D. D., & PEREIRA, M. D. (2018). Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de Moringa oleifera Lam. **Ciência Florestal**, v. 28, p. 393-402, 2018.

OLIVEIRA, Daniel Emanuel Cabral; DOS SANTOS, Maria Nalbaline Sampaio; RUFFATO, Solenir. Forma e tamanho dos grãos de milho da cultivar P3646 submetidos a diferentes condições de ar de secagem. **Nativa**, Cuiabá, v. 2, n. 3, p. 162-165, 2014.

OLIVEIRA, M. **Temperatura na secagem e condições de armazenamento sobre propriedades da soja para consumo e produção de biodiesel.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) Universidade Federal de Pelotas 70 f. 2008.

OLIVEIRA, Natalia Terezinha *et al.* Tratamento de água com *Moringa oleifera* como coagulante/floculante natural. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, Ariquemes, v. 9, n. 1, p. 373-382, 2018.

PIGHINELL, A. Extração mecânica de óleos de amendoim e de girassol para produção de biodiesel via catálise básica. **Embrapa Agroenergia-Tese/dissertação (ALICE)**, 2007.

PIGHINELL, Ana Leticia Montenegro T. **Estudo da extração mecânica e da transesterificação etílica de óleos vegetais.** 2010. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

RADÜNZ, L. L., MOSSI, A. J., ZAKRZEWSKI, C. A., AMARAL, A. S. D., & GRASSMANN, L. Análise da cinética de secagem de folhas de sálvia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 9, p. 979-986, 2010.



RESENDE, O., ARCANJO, R. V., SIQUEIRA, V. C., RODRIGUES, S. Modelagem matemática para a secagem de clones de café (*Coffea canephora* Pierre) em terreiro de concreto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, n. 2, p. 189-196, 2009.

RODRIGUES, G. B., RESENDE, O., DE OLIVEIRA, D. E. C., & DE SOUSA, K. A. Propriedades físicas das sementes de sorgo granífero em função do teor de água. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 27, n. 6, p. 490-497, 2019.

RODRIGUES, L., SANTOS, N. C., FERREIRA, J. S., SILVA, S., & GOMES, J. Influência do tempo de secagem nas propriedades físicas de grãos de girassol. In: **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, Maceió**. 2018.

ROSSETO, R. E., SANTOS, R. F., BASSEGIO, D., SECCO, D., DE SOUZA, S. N. M., CHAVES, L. I., FORNASARI, C. H. Efeito da secagem na extração de óleos em plantas com potencial energético. **Acta Iguazu**, v. 1, n. 1, p. 69-77, 2012.

SANTOS, C. C. **Propriedades mecânicas de grãos de cártamo submetidos à secagem**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2016.

SCHMIDT, L., LORENCENA, M. C., TEIXEIRA, M. Controle de operações em secadores de grãos com redução do consumo de recursos naturais. **Revista de Informática Aplicada**, v. 14, n. 1, 2018.

SILVA, A. D. R. D. **Extração e caracterização do óleo das sementes do fruto da graviola (*Annona muricata* L.)**. 75 f. Dissertação (Mestrado em Energia da Biomassa) - Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Energia da Biomassa, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2017.

SILVA, G. T. A. D. **Estudo de processos convencionais de extração de óleos essenciais via revisão bibliográfica: uma base para um projeto industrial**. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2021

SILVA, G. V., SOUTO, J. S., DOS SANTOS, J. B. Cultivo de moringa: importância nutricional, uso e aplicações. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 1, n. 3, 2020.

SILVA, M. A. P. D., BIAGGIONI, M. A. M., SPEROTTO, F. C. S., BEZERRA, P. H. S., & BRANDÃO, F. J. B. Qualidade do óleo bruto de grãos de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) sob diferentes métodos de secagem. **Energia na Agricultura**, p. 193-199, 2013.

SILVA, M. O., BAPTISTA, A. T. A., PINTO, L. A., SENNA, E., BERGAMASCO, R., & VIEIRA, A. M. S. Avaliação do potencial da semente de moringa oleífera para obtenção de coagulante e óleo utilizando ultra-som. In: **Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados. Universidade de Sao Carlos**. 2015.

SILVA, Magnun Antônio Penariol da *et al.* Qualidade do óleo bruto de grãos de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) sob diferentes métodos de secagem. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 9, n.4, p. 193-199, 2013.

SILVEIRA, D. C., LEITE, A. C. N., SANTOS, N. C., GOMES, J. P. Características físicas de grãos de feijão-fava rajada (*Phaseolus Lunatus* L.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n.4, out.-dez, p.518-523, 2019.

TAVARES FILHO, G. S., DA SILVA, D. F., LINS, R. C., DE SOUSA ARAÚJO, C. A., DE OLIVEIRA, F. F., MATIAS, S. S. R. Desenvolvimento de mudas de Moringa oleífera (LAM) submetida a diferentes níveis de água salina. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 48671-48683, 2020.

TAVARES, F. P., SILVÉRIO, B. C., NETO, J. L. V., DOS SANTOS, K. G. Extração sustentável de óleo de pinhão manso com solvente aquecido por radiação solar. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 12, p. 28909-28925, 2019.

ULLMANN, R., RESENDE, O., SALES, J. D. F., CHAVES, T. H. Qualidade das sementes de pinhão manso submetidas à secagem artificial. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 442-447, 2010.

VALE, Ellen Carolyne da Costa; MONTEIRO, Núbia da Silva. **Influência da secagem sobre as propriedades físicas dos grãos de feijão-caupi**. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, PA, 2021.

WILHELM, Allan Eduardo *et al.* Diferentes taxas de alimentação de prensa do tipo expeller na eficiência de extração e na qualidade do óleo de semente de maracujá. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 7, p. 1312-1318.

ZANOL, R.; DIAS, J. Tecnologia de secagem. **Desarrollo Local Sostenible**, n. febrero, 2018.