



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



**EXTRAÇÃO E ANÁLISE DO ÓLEO DE *Moringa oleifera* Lam. PROVENIENTE
DE QUATRO ESTADOS DO NORDESTE BRASILEIRO**

JOSYELEM TIBURTINO LEITE CHAVES

AREIA-PB
FEVEREIRO - 2017

JOSYELEM TIBURTINO LEITE CHAVES

**EXTRAÇÃO E ANÁLISE DO ÓLEO DE *Moringa oleifera* PROVENIENTE DE
QUATRO ESTADOS DO NORDESTE BRASILEIRO**

Sob orientação do professor

Dr. Jacob Silva Souto

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

AREIA-PB

FEVREIRO – 2017

*Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.*

C512e Chaves, Josyelem Tiburtino Leite.

Extração e análise do óleo de *Moringa oleifera* Lam. proveniente de quatro estados do Nordeste Brasileiro / Josyelem Tiburtino Leite Chaves. - Areia: UFPB/CCA, 2017.

60 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

Bibliografia.

Orientador: Jacob Silva Souto.

1. Moringaceae 2. Semente de moringa – Planta oleaginosa 3. Semiárido brasileiro – Semente oleaginosa I. Souto, Jacob Silva (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 631.53.02:582.683.4(043.3)

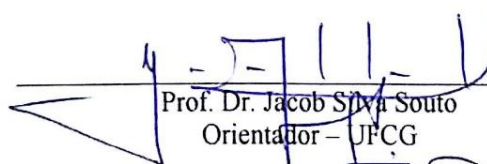
**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: EXTRAÇÃO E ANÁLISE DO ÓLEO DE *Moringa oleifera* Lam.
PROVENIENTE DE QUATRO ESTADOS DO NORDESTE BRASILEIRO**

AUTOR: JOSYELEM TIBURTINO LEITE CHAVES

Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em
AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. Jacob Silva Souto
Orientador – UFCG


Prof. Dr. Walter Esfain Pereira
Examinador interno – UFPB/CCA/PPGA


Prof. Dra Patrícia Carneiro Souto
Examinador externo – UFCG

Data da realização: 24/02/2017

Presidente da Comissão Examinadora
Dr. Jacob Silva Souto
Orientador

“Eu sei que não sou nada e que talvez
nunca tenha tudo. Aparte isso, eu tenho
em mim todos os sonhos do mundo”

Fernando Pessoa

DEDICATÓRIA

A Deus.

Aos meus pais, Estanislau Leite e Maria Chaves.

Aos meus sobrinhos, Yuri Ryan, José Renan e Maria Sofia.

Ao meu afilhado, Miguel Lourenço.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, por todos os livramentos e por todos os anjos que Ele colocou no meu caminho.

Aos meu pais, Estanislau e Beta, por todo o apoio, pelo amor, pelo carinho, por serem o meu maior exemplo de vida e sem eles eu não teria conquistado as vitórias da minha vida, AMO VOCÊS. Aos meus irmãos, Edijilson, Vanilson e Netinho, por todo o apoio, pelo amor, por todas as palavras de incentivo e por toda ajuda, AMO VOCÊS. As minhas irmãs, Andriely e Kêmilly, por todo amor, por todas as brigas que depois nos fazem rir, por todos os momentos de descontração, enfim por tudo. Amo vocês.

À minhas cunhadas, Cicinha e Natália, por todo apoio, pelos momentos de descontração que me ajudaram a relaxar e voltar mais centrada as tarefas do dia a dia. A Silvania pelo apoio, por todas as caronas para a rodoviária e pelo amor.

Aos meus sobrinhos, Yuri, Renan e Sofia, por todos os abraços, beijos, todas os eu te amo, por todas as broncas quando eu não fazia algo certo, por todo o amor e por simplesmente me deixarem bem. Amo vocês como se fossem parte de mim.

Ao meu afilhado, Miguel, que ainda antes de nascer eu já tinha um amor enorme e depois que nasceu representou um recomeço, a força, o amor de uma família de amigas, a minha família do coração. Miguel, tão pequeno, mas tão enorme em meu coração, você me tirou de um momento terrível, você trouxe a alegria e a força para continuar, você me fez chorar ao ir embora, mas Madrinha estará sempre perto de você, obrigada. Te amo imensamente. Aos meus afilhados, Thaysla, Ketily e Arthur, por toda a felicidade que me trazem.

À minhas primas, Cleidelene, Cleenny e Thaynara, por todos os momentos bons que vivemos juntas, por todo o apoio, por toda as ligações desejando força, por tudo. As minhas amigas, Iris e Rosimeire, por representarem exemplos a serem seguidos e por todo amor que sempre demonstraram com ações que vai muito além das palavras.

Aos meus parentes, Tia Lourdes, Lânio, Camila, Carol, Ayres, Nilda, Silvinha, Ivania e Neide, por terem me acolhido nas suas casas em todo período que passei em Patos-PB, pois sem eles teria se tornado muito mais difícil minha estadia em outra cidade.

Ao grupo de Pesquisa e Desenvolvimento em Agricultura Sustentável-PDAS da Universidade Federal do Cariri-UFCA, por todo o apoio no experimento e por terem me acolhido quando eu estava perdida, em especial a Rysley, Italo e João Esdras.

Ao grupo de amigos SNAKES formado por Allanne, Tainá, Jullyanna, Hernandes, Toshik e Denise por todo o apoio, todo o carinho, todas as risadas, enfim, vocês tornaram os momentos difíceis muito mais fáceis.

Ao meu amigo, Hernandes, por todo o apoio nos momentos difíceis, por todas as vezes que liguei sem expectativa de continuar e você me fez voltar a realidade e me ajudou a enxergar as possibilidades, pela ajuda no experimento, pelas caronas, pelos momentos de descontração, por tudo.

Ao meu amigo, Toshik, por ter sido essencial nesta etapa da minha vida, por toda a ajuda no experimento, por ter deixado as férias para me ajudar, por todas as vezes que saiu tarde da noite do laboratório para não me deixar sozinha, por todos os conselhos, por todo o carinho, por todo o amor, por todo o apoio, sem você não teria defesa de dissertação, não teria experimento, não teria cromatografia, enfim não teria nada. Obrigada por TUDO e saiba que estarei sempre aqui quando você precisar.

À Universidade Federal da Paraíba, UFPB, por toda a estrutura que proporciona a formação de milhares de pessoas. Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFPB, por toda contribuição para a minha formação profissional. A CAPES pela bolsa concedida, pois sem está não seria possível concluir esta etapa. Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFPB por todo conhecimento e experiência transmitidos.

Aos meus colegas do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFPB, em especial a Arliston e Flaubert, pessoas incríveis, por todas as caronas, por todo o apoio, por todo o carinho, por todas as conversas, por toda a ajuda no experimento e por tudo.

Ao meu orientador, professor Jacob Souto, por todo apoio, pelos conhecimentos transmitidos, por todas as broncas, por ter me concedido a oportunidade de aprender com ele e por tudo.

Aos professores Walter Pereira e Patrícia Souto por todas as considerações na defesa e por contribuírem para a melhoria da dissertação.

Ao professor Vicente Queiroga Neto da Universidade Federal de Campina Grande, UFCG por todo o apoio no experimento e por tudo.

Ao Laboratório de Nutrição Animal da UFCG, nas pessoas de Andreza, Otávio e André, por toda a colaboração no desenvolvimento das análises.

Aos Laboratório de Produtos Naturais da Universidade Regional do Cariri, na pessoa do professor Galberto Martins, por toda a contribuição com a extração e as análises do óleo.

Ao Senhor Batista do Instituto Novo Sol por ceder as sementes do Ceará utilizadas no experimento. Ao Senhor Jonh da Fazenda Reserva Verdes Pastos por ceder as sementes da Paraíba utilizadas no experimento.

À professora Allanna da UFCA que não me conhecia, mas mesmo assim me ajudou nas análises, por todas as vezes que entrei em contato e esta me respondeu com alegria e boa vontade em contribuir com o experimento.

À professora Cláudia da UFCA por todo o apoio de sempre, por desempenhar um papel muito além de professora, desempenhar o papel de mãe, de amiga, por todas as vezes que precisei e ela nunca me negou ajuda, que fosse uma palavra, um abraço, levarei todos os ensinamentos para a vida, enfim obrigada por tudo.

A minha família de Areia, Aline, Antonia, Bega, Denise e Vanessa por todo o carinho, por todos os almoços de domingo, por toda preocupação no período que estive doente, por toda a ajuda nesta etapa, por terem tornado tudo mais leve, obrigada por tudo, pessoal.

A minha família do coração, a TURMINHA KKKK, Denise, Edna, Geane, Karol, Jullyanna, Ricardo e Samara, obrigada pelo carinho, amor, pelos almoços e encontros que tanto me fizeram bem e pelo apoio nesta etapa.

Denise, minha amiga, irmã, parceira, companheira de casa, eu não tenho palavras para agradecer tudo que você já fez por mim, todas as vezes que você cuidou de mim quando eu estava doente, todo o apoio nos momentos mais difíceis, toda a felicidade, todo o período que você me aguentou fazendo altas investigações, todas as ligações, mensagens no whatsapp quando eu estava agoniada, esperando o resultado do exame e você me acalmando dizendo vai dar certo e deu, todas as lágrimas derramadas por eu não estar bem, por todos os conselhos, por toda a ajuda, por todas as vezes que você me acalmou, por todo o amor e por tudo. Agradeço sempre a Deus por ter você na minha vida, mesmo nos momentos de brigas. Eu sei que a nossa amizade é para a vida toda e você sabe que estarei sempre aqui. Te amo!

Geane, em primeiro lugar obrigada pelo maior presente que você poderia ter me dado, ser a madrinha de Miguel. Obrigada pela amizade, pelo apoio, pelo amor, por ter me ajudado nos momentos que mais precisei e por todas as vezes que você me tranquilizou.

A todos que não foram citados, mas que ajudaram de alguma forma.

Muiito obrigada!!!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
CAPÍTULO I.....	xiii
CARACTERIZAÇÃO E EXTRAÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS, COM ÊNFASE NA MORINGA (<i>Moringa oleifera</i> Lam.).....	xiii
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xv
1. INTRODUÇÃO.....	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1 A espécie <i>Moringa oleifera</i> Lam.....	18
2.2 Sementes Oleaginosas	19
2.3 Óleos Vegetais.....	20
2.4 Métodos de Extração de Óleos Vegetais	21
2.4.1 Extração de óleos vegetais por solvente	22
2.5 Composição Centesimal da Farinha	24
2.6 Caracterização Química do Óleo Vegetal	24
2.7 Influência dos Fatores Abióticos na Qualidade do Óleo Vegetal.....	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
CAPITULO II.....	32
CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO E DE SEMENTES DE <i>Moringa oleifera</i> LAM. ORIUNDAS DE DIFERENTES ESTADOS DO NORDESTE BRASILEIRO	32
RESUMO	33
ABSTRACT	34
1. INTRODUÇÃO.....	35
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	37
2.1 Local de Coleta	37

2.2	Características do Material Vegetal	38
2.3	Delineamento Experimental	38
2.4	Variáveis analisadas.....	38
2.4.1	Diâmetro da semente e da amêndoa.....	39
2.4.2	Massa de semente e da amêndoa.....	39
2.4.3	Caracterização centesimal da farinha.....	39
2.4.4	Caracterização do óleo vegetal.....	42
2.5	Análise Estatística	45
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
3.1	Diâmetro e Massa de 100 Semente/Amêndoa de <i>Moringa oleifera</i>	46
3.2	Composição Centesimal da Farinha de <i>Moringa oleifera</i>	47
3.3	Caracterização do Óleo Vegetal de <i>Moringa oleifera</i>	49
4.	CONCLUSÃO.....	56
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Atributos químicos do solo dos locais onde se coletou as sementes de <i>M. oleifera</i>	37
Tabela 2. Médias obtidas para as variáveis diâmetro e massa de 100 Semente/Amêndoa de <i>Moringa oleifera</i>	46
Tabela 3. Médias obtidas para as variáveis de composição centesimal da farinha de <i>Moringa oleifera</i>	47
Tabela 4. Médias obtidas para a caracterização do óleo de <i>Moringa oleifera</i>	49
Tabela 5. Classes de substâncias encontradas no óleo de <i>Moringa oleifera</i>	53
Tabela 6. Ácidos graxos encontrados no óleo de <i>M. oleifera</i>	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Folha (a), flor (b) e fruto (c) de <i>M. oleifera</i>	18
Figura 2. Sementes (a) e amêndoas (b) de <i>M. oleifera</i>	19
Figura 3. Característica estrutural dos triacilgliceróis.....	21
Figura 4. Extração de óleo por prensagem contínua.	22
Figura 5. Extrator tipo Soxhlet.	23
Figura 2.1. Medição de amêndoa, Patos-PB.....	39
Figura 2.2. Sementes de <i>M. oleifera</i> (a), quebra do tegumento da semente (b) retirada da amêndoa com auxílio de peneira (c), Crato-CE.....	40
Figura 2.3. Farinha em processo de peneiramento, Crato-CE.....	40
Figura 2.4. Processor determinador de umidade em balança, Patos-PB.	41
Figura 2.5. Esquema de extração do óleo de <i>M. oleifera</i> , Crato-CE.....	42
Figura 2.6. Cromatografia de Camada Delgada do óleo bruto e esterificado de <i>M. oleifera</i> , Juazeiro do Norte-CE.....	45
Figura 2.7. Cromatograma do óleo de <i>M. oleifera</i> de sementes oriundas da Bahia.....	51
Figura 2.8. Cromatograma do óleo de <i>M. oleifera</i> de sementes oriundas da Paraíba. ..	52
Figura 2.9. Cromatograma do óleo de <i>M. oleifera</i> de sementes oriundas do Rio Grande do Norte.	52
Figura 2.10. Cromatograma do óleo de <i>M. oleifera</i> de sementes oriundas do Ceará....	52

CAPÍTULO I

CARACTERIZAÇÃO E EXTRAÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS, COM ÊNFASE NA MORINGA (*Moringa oleifera* Lam.)

CHAVES, J.T.L. **Extração e análise do óleo de *Moringa oleifera* proveniente de quatro Estados do Nordeste Brasileiro**, 2017. 60f.. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Área de concentração: Agricultura Tropical. Universidade Federal da Paraíba.

RESUMO

Os óleos vegetais nos últimos anos vêm popularizando-se devido as diversas características e usos dos mesmos. Os lipídios são os principais componentes da dieta do ser humano pela alta produção de energia. Essa classe de compostos químicos forma os óleos provenientes de sementes oleaginosas. Várias plantas possuem sementes oleaginosas, entra elas, a *Moringa oleifera* Lam. que possui alto teor de óleo e múltiplos usos deste. Objetivou-se neste capítulo fazer uma revisão de literatura sobre o óleo vegetal de *Moringa oleifera*, os métodos de extração e as características a serem determinadas no óleo e nas sementes. O termo semente é utilizado ao se falar de óvulo maduro, material de reserva alimentar e o tegumento. As sementes se classificam quanto à sua composição química, para aquelas que possuem os lipídeos como principal substância de reserva dá-se o nome de sementes oleaginosas. Essas sementes possuem óleo vegetal, produtos constituídos de uma mistura de triglicerídeos e que podem ser utilizados na indústria. A *Moringa oleifera* (Moringaceae), planta oleaginosa, possui uma variedade imensa de usos e esse fato tem atraído muitos pesquisadores, pode frutificar em seu primeiro ano nas condições ideais de manejo e possui de 17 a 40 % de óleo. A extração deste óleo vegetal pode ocorrer por prensagem ou extração com solvente. O conhecimento das características do óleo é de extrema importância. A análise do óleo é de extrema importância para se conhecer as características do óleo. A composição química/centesimal determina características como a umidade, cinzas e proteínas. A composição química do óleo determina de quais ácidos graxos o óleo vegetal é formado, Estado de conservação do óleo, potencialidade de saponificação, sua densidade e outros. A composição do óleo pode variar devido às condições climáticas e agrônômicas, qualidade da matéria-prima e método de extração.

Palavras-chave: Moringaceae. Planta oleaginosas. Sementes oleaginosas.

CHAVES, J.T.L. **Extraction and analysis of *Moringa oleifera* oil from different Northeastern brasileiro states**, 2017. 60f. Dissertation (Master's in Agronomy). Graduate Program in Agronomy. Area of concentration: Tropical Agriculture. Federal University of Paraiba.

ABSTRACT

Lipids are the main components of human's diet for its high energy production. This class of chemical compounds form the oils originated from oil seeds. The vegetable oils, in the last years, have been gained larger proportions due to its various characteristics and uses. Many plants have oilseeds, among them, *Moringa oleifera* (Lam.) that has high content of oil and multiple uses. After the exposed, it was objected in this chapter to do a literature review about the vegetable oil of *Moringa oleifera*, the extraction methods and the characteristics to being determinate on oil and seeds. The term seed is utilized when talking about mature ovule, food reserve material and integument. Seeds are classified by their chemical composition, to that ones that have lipids as main reserve substance is given the name of oilseeds. This seeds have vegetable oil, products constituted of a mixture of triglycerides and that can be used in industry. The moringa (Moringaceae), plant oilseed, has an enormous variety of uses and this fact has attracted many researchers, it can to bear fruit in its first year in the ideal conditions of management and has 17 a 40% of oil. The extraction of this vegetable oil can occur by pressing or with a solvent. The oil analysis has an extreme importance to know the oil characteristics. The chemical/centesimal composition determines characteristics like humidity, greys and protein. The chemical composition of the oil determines which fatty acids the vegetable oil is formed, oil state of conservation, saponification potentiality, density and others. The oil composition can variate due to climatic conditions and agronomic, quality of feedstock and extraction methods.

Key-words: Moringaceae. Plant oleaginous.

1. INTRODUÇÃO

Os principais componentes da dieta do ser humano são os lipídios, estes estão presentes em grande quantidade nas sementes oleaginosas. Plantas com este tipo de sementes estão amplamente distribuídas e fornecem óleos com alta concentração de ácidos graxos (LOPEZ-MIRANDA et al., 2006).

A qualidade do óleo vegetal está diretamente interligado a qualidade das sementes oleaginosas, assim sendo percebe-se a importância de conhecer e prolongar as melhores características destas sementes.

A extração dos óleos vegetais é realizada principalmente por processos de prensagem, que apresentam baixo rendimento, e pelo uso de solventes orgânicos. As principais funções dos óleos vegetais são o consumo humano e a produção de biodiesel, com destaque para as sementes da mamona (*Ricinus communis* L.), soja (*Glycine max* (L.) Merrill), algodão (*Gossypium hirsutum* L.), canola (*Brassica napus* L.) e moringa (*Moringa oleifera* Lam.) (SÁ JUNIOR, 2015).

A *Moringa oleifera* Lam.(Moringaceae) é conhecida popularmente como moringa, acácia branca, moringueiro e quiabo-de-quina, é uma árvore indiana que pode desenvolver-se em áreas de clima subtropical e tropical, pode ser encontrada na Ásia, América do Sul, África e no Caribe (FAHEY, 2005; PALAFOX et al., 2012).

É considerada uma hortaliça arbórea, de grande valor nutricional, em que as flores, frutos, folhas e raízes são utilizados na alimentação humana. Suas sementes possuem elevado teor de proteínas e lipídeos, 37% e 40%, respectivamente, e 16% de carboidratos (BAKY e EL-BAROTY, 2013; GIDDE et al., 2012).

As sementes de *M. oleifera* são conhecidas por “noz de Ben” ou de “Behen” podem ser utilizadas no tratamento de água por floculação e sedimentação. Já o óleo extraído destas sementes possui uma alta qualidade, peculiaridade de nunca se tornar rançoso e ser agradavelmente aromático e sua utilização pode ocorrer nas indústrias alimentícia, farmacêutica e de cosméticos. O uso doméstico deste óleo ocorre em cozinhas e confecção de sabões (MAGALHÃES, 2014; RASHID et al., 2011).

O conhecimento das características do óleo vegetal bruto é de suma importância, visto que através dessas é possível determinar o uso, e as práticas de refino para corrigir variáveis e assim obter um óleo dentro dos padrões de qualidade da legislação vigente. Após o exposto objetivou-se neste capítulo elaborar uma revisão de literatura sobre o óleo

vegetal de *Moringa oleifera*, os métodos de extração e as características a serem determinadas no óleo e nas sementes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A espécie *Moringa oleifera* Lam.

Foidl et al, (2001) e Lorenzi e Matos (2008) relatam que a origem da *Moringa oleifera* Lam. é no Norte da Índia, porém, ainda é uma informação conflitante pelo largo cultivo desde a antiguidade. A moringa pertence à família Moringaceae e à ordem Papaverales, é uma hortalica arbórea que cresce rapidamente podendo atingir até 12 metros de altura. O cultivo ocorre nos trópicos, sendo que esta cultura é capaz de sobreviver em solos com baixa fertilidade, requerendo o mínimo de atenção e sobrevive a longos períodos de estiagem.

As folhas da *M. oleifera* são do tipo compostas bipinadas com sete folíolos pequenos obovais e glabros (Figura 1a). É uma planta alógama, de fecundação cruzada, as primeiras flores e frutos podem ocorrer no primeiro ano de plantio. As flores) são amarelo-pálidas, perfumadas, grandes, em racemos pendentes, muito procuradas por abelhas e pássaros (Figura 1b). Os frutos são do tipo cápsula alada e deiscente com aspecto de vagem, com seção triangular medindo até 35 cm de comprimento e marcado pelas sementes em seu interior (Figura 1c), podendo ocorrer mais de uma colheita por ano (LORENZI e MATOS, 2008; KIILL et al., 2012).



Figura 1. Folha (a), flor (b) e fruto (c) de *M. oleifera*.

A moringa possui uma variedade imensa de uso e esse fato tem atraído muitos pesquisadores, sendo também utilizada no combate à fome no mundo, pois é rica em vitaminas e minerais. As primeiras descrições das utilizações medicinais ocorreram antes de Cristo (SILVA e KERR, 1999; ANWAR et al., 2007).

Um dos usos desta planta é para extração de óleo vegetal, pois suas sementes e amêndoas (Figura 2) contêm entre 33 e 41% de óleo vegetal (SENGUPTA e GUPTA, 1970). O óleo extraído das sementes apresenta alta resistência à oxidação e contém elevados teores de ácidos graxos insaturados, especialmente o oleico (71,6%) e os ácidos graxos saturados dominantes são o palmítico e o behênico (ambos com 6,4%) (LALAS e TSAKINS, 2002).

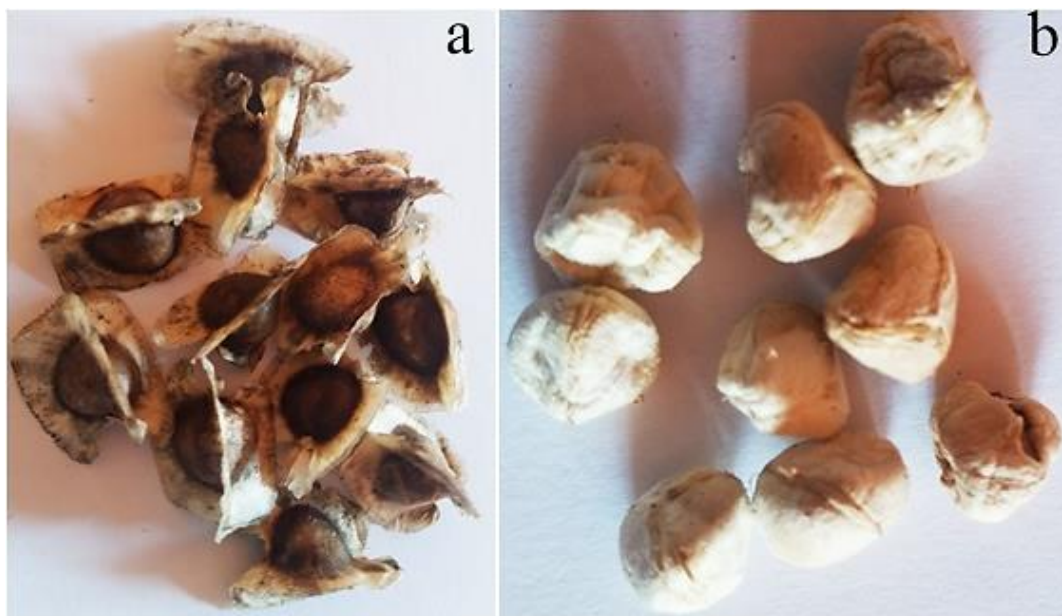


Figura 2. Sementes (a) e amêndoas (b) de *M. oleifera*.

2.2 Sementes Oleaginosas

A semente, do latim *seminilla*, (diminutivo de *sêmen*, *esperma*) surgiu nas plantas espermatófitas e substituiu eficientemente os esporos. O termo semente é utilizado para designar um óvulo maduro, possuindo um eixo embrionário em algum estágio de desenvolvimento, material de reserva alimentar (raramente ausente) e um envoltório protetor, o tegumento. As funções das sementes relacionam-se com a dispersão e a sobrevivência de plantas sob condições favoráveis e desfavoráveis, tais como extremos

de temperatura (até certos limites) e de seca. Esta é uma das principais formas de propagação das plantas superiores (DAMIÃO FILHO e MÔRO, 2001).

As sementes podem ser classificadas quanto à composição química, dentro deste está a de sementes oleaginosas que possuem os lipídeos. Estes podem ser extraídos como óleo vegetal para utilização *in natura* ou uso na indústria (BRAGA JUNIOR et al., 2010).

Os lipídeos são formados pela associação de um ácido graxo mais um álcool, é a classe de substâncias químicas que possuem características hidrofóbicas e são fontes de energia que apresentam grande importância na produção de ácidos graxos, lubrificantes, biodiesel e outros. Nas plantas, podem ocorrer em diferentes partes, no entanto, em maior abundância em sementes e polpas de alguns frutos. Nas sementes, estes lipídeos são utilizados como reserva de energia para o processo de germinação (O'BRIEN, 2009; FAHY et al., 2005; OHLROGGE et al., 2015).

Alguns exemplos de sementes oleaginosas são a mamona (*Ricinus communis* L.), o girassol (*Helianthus annuus* L.) e o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), utilizados na indústria energética. A soja (*Glycine max* (L.) Merrill), o dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) e a canola (*Brassica napus* L.) utilizados na indústria alimentícia (TRZECIAK, 2008).

A *Moringa oleifera* Lam. possui uma semente oleaginosa e potencial de investigação em várias áreas, como a nutrição humana e animal, agricultura, indústrias farmacêutica e cosmética, tratamento de água por floculação e até mesmo como lubrificante e biocombustível (LILLIEHOOK, 2005). Outro ponto de investigação é o óleo vegetal.

2.3 Óleos Vegetais

Os óleos vegetais são produzidos no interior da célula vegetal e armazenadas em organelas, chamadas de oleossomos (também chamados de esferossomos ou corpos lipídicos). A membrana desta organela, camada única de fosfolipídios é pouco usual e separa os triglicerídeos do interior do citoplasma. A estabilização dos oleossomos é realizada por oleosinas proteínas específicas que impedem a fusão de fosfolipídios de corpos lipídicos adjacentes (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Os óleos vegetais são produtos naturais extraídos de frutos e sementes oleaginosos constituídos de uma mistura de triglicerídeos (Figura 3), uma molécula de glicerol e três moléculas de ácidos graxos de cadeia longa. Esses compostos pertencem à classe dos lipídeos e são constituintes, também, das gorduras (REDÁ e CARNEIRO, 2007).

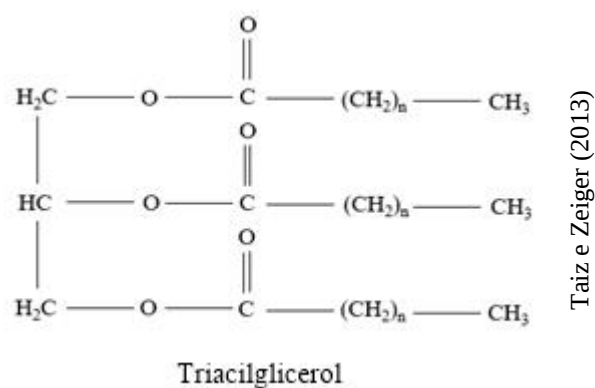


Figura 3. Característica estrutural dos triacilgliceróis.

Os óleos costumam ter mais de 10 ácidos graxos diferentes. Deste modo, nota-se que existe uma grande quantidade de derivados de ácidos graxos, tornando-os uma complexa mistura de compostos químicos, sendo as suas propriedades físico-químicas resultantes da interação de todos esses componentes (RAMALHO e SUAREZ, 2013).

Outro ponto importante a se conhecer nos óleos vegetais é a possibilidade de existir insaturações nas cadeias de ácidos graxos, pois esse tipo de ligação pode interferir nas características dos óleos. Um exemplo é a viscosidade, onde têm-se que óleos mais viscosos possuem ligações saturadas e menos viscosos possuem ligações insaturadas (VIANNI e BRAZ FILHO, 1996).

Esses produtos possuem importância no comércio mundial e a produção de óleos vegetais brutos têm crescido, visto que são utilizados na indústria de cosméticos, combustíveis alternativos, farmacêutica e alimentícia (LERMA-GARCÍA et al., 2011; O'BRIEN, 2009).

2.4 Métodos de Extração de Óleos Vegetais

A extração dos óleos vegetais é realizada por dois tipos principais, a prensagem mecânica e a extração por solvente. A extração mecânica é realizada por prensagem (Figura 4), sendo este método o mais antigo e consiste em adicionar pressão no material vegetal através de prensas até a liberação do óleo (OETTERER et al., 2006).



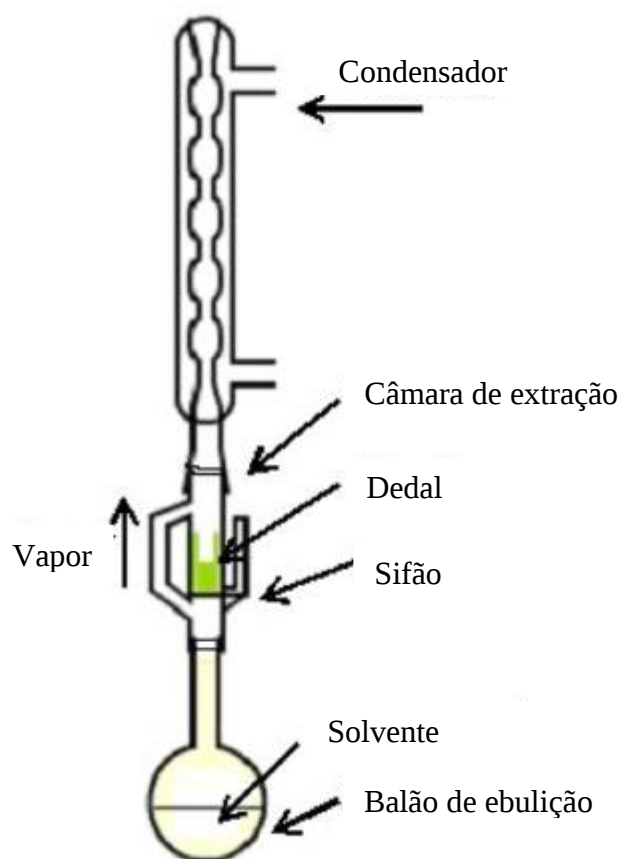
Ramalho e Suarez (2013)

Figura 4. Extração de óleo por prensagem contínua.

2.4.1 Extração de óleos vegetais por solvente

Na extração de óleo com solvente ocorre um processo físico, onde os constituintes solúveis do óleo são transferidos de um material inerte para o solvente. O hexano é o solvente mais utilizado por apresentar várias vantagens, como o baixo ponto de ebulição que diminui a decomposição do óleo. Como desvantagens temos o presente é um líquido extremamente inflamável e o alto custo (REGITANO-D'ARCE e LIMA, 1987; RAMALHO e SUAREZ, 2013; BRUM et al., 2009).

Esse tipo de extração pode ser realizada pelo aparelho de Soxhlet (Figura 5) que consiste na técnica de lixiviação, onde a amostra é colocada em contacto com as porções do solvente, proporcionando a transferência dos lipídios do material moído ou prensado para o solvente e não é necessária filtração após o passo de lixiviação, porém é necessário a recuperação do solvente. É um processo contínuo e requer uma quantidade mínima de solvente, também o equipamento básico é barato. Em desvantagem temos a tempo necessário para a extração e o risco de contaminação do ambiente pelo solvente (LUQUE DE CASTRO e GARCÍA-AYUSO, 1998; SUBRAMANIAN et al., 2016).



BHUTADA et al. (2016)

Figura 5. Extrator tipo Soxhlet.

Autores como Brum et al. (2009) e Pereira et al. (2013), relatam que o processo de extração Soxhlet com solvente do tipo hexano possui vantagem na extração de óleos fixos, considerando que a amostra está sempre em contato com o solvente. Esse também é um método simples e não requer treinamento especializado permitindo a extração de uma maior quantidade de óleo em relação a outros métodos.

A extração por solvente orgânico é muito utilizada em conjunto com a extração mecânica, pois o rejeito de óleo deixado pela prensa na torta é recuperado através da utilização do solvente. Em sementes oleaginosas com menores quantidades de óleo, como o abacate (*Persea americana* Mill.), os autores Massafera et al. (2010) utilizaram o método Soxhlet e obtiveram o maior teor (16,11 %).

Restrepo et al. (2016), ao analisarem o teor do óleo de *Bactris gasipaes* Kunth var. Chichagui obtiveram resultados superiores na extração com solvente orgânico em aparelho tipo Soxhlet; porém, para a variedade Gasipaes a extração com CO₂ crítico foi mais eficiente que a extração do tipo Soxhlet.

2.5 Composição Centesimal da Farinha

A composição química/centesimal de um alimento é conhecida através de análises que determinam algumas características como a umidade, cinzas, lipídeos e proteínas.

As cinzas determinam a quantidade de material inorgânico (sais minerais) presentes em uma amostra (ARAUJO et al., 2006). Oito diferentes cultivares de soja foram analisadas quanto à composição centesimal e foram descritos valores de 5,35 a 5,66% de umidade, 39,41 a 44,37 de proteína, 16,7 a 22,45 de lipídios e 4,44 a 6,60 de cinzas (ALVES et al., 2012).

2.6 Caracterização Química do Óleo Vegetal

A caracterização química do óleo é de extrema importância para se conhecer as propriedades deste. O Índice de acidez é definido pelo número de miligrama de hidróxido de potássio necessário para neutralizar 1 g da amostra. Esse é um método que pode ser utilizado em óleos brutos e refinados de origem vegetal e animal (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008; CORREIA, 2009; SANTOS, 2010).

Segundo os autores supracitados, este índice fornece dados importantes para a avaliação do Estado de conservação do óleo, pois em processo de degradação ocorre quase sempre a alteração na concentração dos íons hidrogênio. O aquecimento e a luz promovem a formação de ácidos graxos livres, provenientes dos processos de hidrólise dos triacilgliceróis. Estes são frequentemente expressos em termos de índice de acidez, indicando assim que o óleo está sofrendo quebras nas cadeias de trigliceróis, liberando seus constituintes principais, e por esse motivo, o cálculo desse índice é de extrema importância.

O índice de acidez do óleo das sementes de cambre (*Crambe abyssinica* Hochs) foi medido por Silva et al. (2013) e os resultados obtidos ficaram entre 0,43 e 0,61 mg KOH g⁻¹. Já para o óleo de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) este índice foi de 1,41 mg KOH g⁻¹ (BARROSO et al., 2014).

O Índice de Saponificação é um método aplicável a todos os óleos e gorduras representado pela a massa (mg) de hidróxido de potássio (KOH) necessária para saponificar 1 g de óleo ou gordura. A saponificação é também conhecida como hidrólise alcalina, pois ocorre a reação entre óleos e álcalis, sob pressão e aquecimento moderado,

que origina, além do glicerol, ácidos graxos na forma de sabões (sais alcalinos) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008; MORETTO e FETT, 1998; OLIVEIRA et al., 2006).

Este índice é inversamente proporcional ao peso molecular médio dos ácidos graxos dos triglicerídeos presentes, ou seja, quanto menor o peso molecular do ácido graxo maior será o índice de saponificação. Para fins alimentares quanto mais alto o índice de saponificação mais indicado para tal fim (MORETTO e FETT, 1998).

Lopes et al. (2014), determinaram o índice de saponificação do óleo de soja (*Glycine max* L.) novo e encontraram resultados em torno de 196 mg KOH g⁻¹. Rockembach et al. (2014), determinaram o índice de saponificação do óleo de uva (*Vitis* sp) em 184,10 mg KOH g⁻¹.

A densidade de óleos e gorduras é determinada pela razão entre sua massa e seu volume e é geralmente utilizada para se conhecer a pureza dos óleos. Os óleos de coco (*Cocos nucifera* L.), canola (*Brassica napus*), girassol (*Helianthus annuus*), milho (*Zea mays*) e soja (*Glycine max*) possuem densidade relativa de 0,921, 0,920, 0,923, 0,925 e 0,925g/cm³, respectivamente (ALMEIDA, 2015).

2.7 Influência dos Fatores Abióticos na Qualidade do Óleo Vegetal

A porção de ácidos graxos insaturados encontrados em óleos vegetais não depende somente da espécie da planta, mas também das condições edafoclimáticas (JORGE, 2009; CARDOSO, 2012; RAMALHO e SUAREZ, 2013). O teor de proteína nos grãos varia de acordo com a cultivar, ambiente em que é realizado o cultivo e a interação genótipos com ambientes (BURATTO et al., 2009).

A variação do teor de proteína e óleo é determinada principalmente por fatores genéticos, mas com forte influência ambiental, principalmente no período de enchimento de grãos (PIPOLO et al., 2015). O clima, o estresse, a fertilidade do solo e a idade da planta podem afetar a qualidade do óleo e da farinha das sementes. Em segundo lugar, devido à existência de correlação negativa entre concentração de proteína e produtividade e entre concentração de proteína e concentração de óleo, requerendo mais tempo e esforço em melhoramento genético (CHUNG et al., 2013)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, D. S. de. **Caraterização de óleos vegetais através da radiação espalhada e análise multivariada**. 2015. 91p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Nuclear) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ.
- ALVES, F. P.; OLIVEIRA, M. A.; MANDARINO, J. M. G.; BENASSI, V. T.; LEITE, R. S.; SEIBEL, N. F. **Composição centesimal de grãos de soja de oito diferentes cultivares**. Embrapa Soja. Documentos, 2012.
- ANWAR, F.; LATIF, S.; ASHRAF, M.; GILANI, A. H. *Moringa oleifera*: A food plant with multiple medicinal uses. **Phytother. Res.**, v.21, p. 17–25, 2007.
- ARAÚJO, A. A. S.; MERCURI, L. P.; SEIXAS, S. R. S.; STORPIRTIS, S.; MATOS, J. R. Determinação dos teores de umidade e cinzas de amostras comerciais de guaraná utilizando métodos convencionais e análise térmica. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. v.42, n.2, p.269-277, 2006.
- BAKY, H. H. A. E.; EL-BAROTY, G. S. Characterization of Egyptian *Moringa peregrina* seed oil and its bioactivities. **International Journal of Management Sciences and Business Research**, v.2, n.7, p.98-108, 2013.
- BARROSO, A. K. M.; TORRES, A. G.; CASTELO-BRANCO, V. C.; FERREIRA, A. FINOTELLI, P. V.; FREITAS, S. P.; ROCHA-LEÃO, M. H. M. Linhaça marrom e dourada: propriedades químicas e funcionais das sementes e dos óleos prensados a frio. **Ciência Rural**, v.44, n.1, p.181-187, 2014.
- BRAGA JÚNIOR, J. M.; SILVA, K. R. G.; LIMA, C. R.; SANTOS, S. R. N. Produção de sementes oleaginosas. *In*: Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 5., Maceió. **Anais...** Maceio: Instituto Federal de Alagoas, 2010.
- BRUM, A. A. S.; ARRUDA, L. F. de; 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.

BURATTO, J. S. CIRINO, V. M.; SCHOLZ, M. B. S.; LANGAME, D. E. M.; FONSECA JUNIOR, N. S.; PRÉTE, C. E. C. Variabilidade genética e efeito do ambiente para teor de proteína em grãos de feijão. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 4, p. 593-597, 2009.

CARDOSO, K. P. **Óleo de pinhão-manso e fluido de corte emulsionável: estabilidade oxidativa e propriedades lubrificantes**. 2012. 108p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

CHUNG, J.; BABKA, H. L.; GRAEF, G. L.; STASWICK, P. E.; LEE, D. J.; CREGAN, P. B.; SHOEMAKER, R. C.; SPECHT, J. E. The seed protein, oil, and yield QTL on soybean linkage group I. **Crop Science**, v. 43, p. 1053-1067, 2013.

CORREIA, I. M. S. **Extração e pirólise de óleo de girassol (*Helianthus annus* L.) visando a produção de biocombustíveis**. 2009. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, RN.

DAMIÃO FILHO, C. F; MÔRO, F. V. **Morfologia externa das espermatófitas**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 101p.

FAHEY, J. W. ***Moringa Oleifera*: A review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic, and prophylactic properties. Part 1.** In.: Trees for life journal: A forum on beneficial trees and plants. Maryland, 2005.

FAHY, E.; SUBRAMANIAM, S.; BROWN, H. A.; GLASS, C. K.; JUNIOR MERRILL, A. H.; MURPHY, R. C.; RAETZ, C. R.; RUSSELL, D. W.; SEYAMA, Y.; SHAW, W.; SHIMIZU, T.; SPENER, F.; VAN MEER, G.; VANNIEUWENHZE, M. S.; WHITE, S. H.; WITZTUM, J. L.; DENNIS, E. A. A comprehensive classification system for lipids. **J Lipid Res**, v. 46, n. 5, p. 839-861, 2005.

FOIDL, N.; MAKKAR, H. P.S.; BECKER, K. The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. In: Fuglie, L. J. (Ed.). **The miracle tree: The multiple attributes of Moringa**. Senegal: Church World Service, 2001. p.45-76.

GIDDE, M. R.; BHALERAO, A. R.; MALUSARE, C. N. Comparative study of different forms of *Moringa oleifera* extracts for turbidity removal. **International Journal of Engineering Research and Development**, v.2, n.1, p.14-21, 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

JORGE, N. **Química e tecnologia de óleos vegetais**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009, 160p.

LALAS, S.; TSAKINS, J. Characterization of *Moringa oleifera* seed oil variety "Periyakulam 1". **Journal of Food Composition and Analysis**, v.15, n.1, p.65-77, 2002.

LERMA-GARCÍA, M. J.; LUSARDI, R.; CHIAVARO, E.; CERRETANI, L.; BENDINI, A.; RAMIS-RAMOS, G.; SIMÓ-ALFONSO, E. F. Use of triacylglycerol profiles established by high performance liquid chromatography with ultraviolet–visible detection to predict the botanical origin of vegetable oils. **J Chromatogr A**, v. 1218, p. 7521–7527, 2011.

LILLIEHOOK, H. **Use of Sand Filtration of River Water Flocculated with *Moringa oleifera***. 2005. 27f. Dissertação (Mestrado) – Engenharia Sanitária, University of Technology, Lulea.

LÓPEZ-MIRANDA, L. BADIMON, A. BONANOME, D. LAIRON, P.M. KRIS-ETHERTON, P. MATA, F. PÉREZ-JIMÉNEZ. Monounsaturated fat and cardiovascular risk. **Nutrition Reviews**, v.64, p.S2–S12, 2006

LOPES, A. P.; CANESIN, E. A.; SUZUKI, R. M.; TONIN, L. T. D.; PALIOTO, G. F.; SEIXAS, F. L. Purificação de glicerina residual obtida na produção de biodiesel a partir de óleos residuais. **Rev. Virtual Quim.**, v.6, n.6, p.1564-1582, 2014.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. **Plantas medicinais no Brasil: Nativas e exóticas cultivadas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 544 p.

LUQUE DE CASTRO, M. D.; GARCIA-AYUSO, L. E. Soxhlet extraction of solid materials: an outdated technique with a promising innovative future. **Analytica Chimica Acta**, n.369, p. 1-10, 1998

KIILL, L. H. P.; MARTINS, C. T. V.; LIMA, P. C. F. ***Moringa oleifera*: registro dos visitantes florais e potencial apícola para a região de Petrolina, PE**. Petrolina: Embrapa Semiárido, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 2012. 19 p.

MAGALHÃES, E. R. B. **Avaliação de floculante natural à base de *Moringa oleifera* no tratamento de água produzida na indústria do petróleo:** aplicação da técnica combinada floculação/flotação. 2014. 83f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, RN.

MASSAFERA, G.; COSTA, T. M. B.; OLIVEIRA, J. E. D. Composição de ácidos graxos do óleo do mesocarpo e da semente de cultivares de abacate (*Persea americana* Mill.) da região de ribeirão preto, SP. **Alim. Nutr.**, v. 21, n. 2, p. 325-331, 2010.

MORETTO, E.; FETT, R. **Definição de óleos e Gorduras tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos.** São Paulo: Varela, 1998. 144 p.

O'BRIEN, R. D. **Fats and oils:** formulating and processing for applications, Nova Iorque: CRC Press, 2009. 574p.

OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M.A.B.; SPOTO, M. H. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos.** São Paulo: Ed. Manole, 2006. 632p.

OHLROGGE, J. B.; BROWSE, J.; JAWORSKI, J. G.; SOMERVILLE, C. Lipids. In: BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L (Ed.). **Biochemistry e molecular biology of plants.** 2 ed. Bekerley: American Society of plants biologists, 2015. 337p.

OLIVEIRA, J. A.; LUZ, J. A. M.; FERREIRA, E. E. Grau de saponificação de óleos vegetais na flotação seletiva de apatita de minério carbonatítico. **REM: R. Esc. Minas**, v.59, n.4, p.385-390, 2006.

PEREIRA, N. P.; BLANCO, I. M. R.; RAMOS, Y. J.; DRUZIAN, J. Z.; CONCEIÇÃO, E. K. S.; GUEDES, M. L.S. Extraction, determination of the fatty profile and potential application of oil from the seeds of *Bombacopsis retusa* (Mart. & Zucc.) A. Robyns. **Acta Scientiarum Technology.** v.35, n.3, p.573-579, 2013.

PÍPOLO, A. E.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; MANDARINO, J. M. G. **Teores de óleo e proteína em soja:** fatores envolvidos e na qualidade para a indústria. Comunicado Técnico, Londrina: EMBRAPA Soja, 2015, 16p.

RASHID, U.; ANWAR, F.; ASHRAF, M.; SALEEM, M.; YUSUP, S. Application of response surface methodology for optimizing transesterification of *Moringa oleifera* oil: Biodiesel production. **Energy Conversion and Management**, v.52, p.3034–3042, 2011.

RAMALHO, H. F.; SUAREZ, P. A. Z. A química dos óleos e gorduras e seus processos de extração e refino. **Rev. Virtual Quim.**, v.5, n.1, p.2-15, 2013.

REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; LIMA, U. de A. Emprego do álcool etílico na extração do óleo de sementes de girassol. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 7, n. 1, p. 1-14, 1987.

RESTREPO, J.; ESTUPIÑÁN, J. A.; COLMENARES, A. J. Estudio comparativo de las fracciones lipídicas de *Bactris gasipaes* Kunth (chontaduro) obtenidas por extracción soxhlet y por extracción con CO₂ supercrítico. **Rev. Colomb. Quim.** v.45, n.1, p.5-9, 2016.

ROCKEMBACH, C. T.; DIAS, D.; VIEIRA, B.M.; RITTER, M.; SANTOS, M. A. Z.; DE OLIVEIRA, D. M.; FONTOURA, L. A.M.; CRIZEL, M. G.; MESKO, M. F.; DOS SANTOS, V. O. B.; PEREIRA, C. M. P. Síntese do biodiesel derivado do óleo da semente de uva promovida por ultrassom. **Rev. Virtual Quim.**, v.6, n.4, p.884-897, 2014.

SÁ JUNIOR. G. P. **Extração de óleo da semente de nabo forrageiro (*Raphanus Sativus* L.) empregando CO₂ supercrítico.** 2005. 72f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, PR.

SANTOS, A. G. D. **Avaliação da estabilidade térmica e oxidativa dos biodieseis de algodão, girassol, dendê e sebo bovino.** 2010. 185 f. Dissertação (Mestrado em Físico-Química), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, RN.

SENGUPTA, A.; GUPTA, M. P. Studies on the seed fat composition of Moringaceae family. **Fette, Seifen, Anstrichm**, v.72, p.6–10, 1970.

SILVA, A. R.; KERR, W. E. **Moringa: uma nova hortaliça para o Brasil.** Uberlândia: UFU/DIRIU, 1999. 95p.

SILVA, M. A. P., 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). **Energ. Agric.**, v. 28, n.3, p.193-199, 2013.

SUBRAMANIAN, R.; SUBBRAMANIYAN, P.; AMEEN, J. N.; RAJ, V. Double bypasses soxhlet apparatus for extraction of piperine from *Piper nigrum*. **Arabian Journal of Chemistry**, v.9, s.1, p.S537–S540, 2016

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2013. 954p.

TRZECIAK, M. B.; DAS NEVES, M. B.; VINHOLES, P. S.; VILLELA, F. A. Utilização de sementes de espécies oleaginosas para produção de biodiesel. **Informativo Abrates**, v.18, n.3, p.030-038, 2008.

VIANNI, R.; BRAZ-FILHO, R. Ácidos graxos naturais: Importância e ocorrência em alimentos. **Química nova**, v.19, n.4, p.400-407, 1996.

CAPITULO II

CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO E DE SEMENTES DE *Moringa oleifera* LAM. ORIUNDAS DE DIFERENTES ESTADOS DO NORDESTE BRASILEIRO

CHAVES, J.T.L. **Extração e análise do óleo de *Moringa oleifera* proveniente de quatro Estados do Nordeste Brasileiro**, 2017. 60f.. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Área de concentração: Agricultura Tropical. Universidade Federal da Paraíba.

RESUMO

A *Moringa oleifera* é uma planta oleaginosa de alta concentração de ácidos graxos insaturados, alto teor de óleo e que pode ser utilizado tanto para a produção de biodiesel como na indústria alimentícia. Em vista disso, este trabalho teve como objetivo caracterizar o óleo de sementes de *M. oleifera* oriundas de quatro Estados do Nordeste brasileiro. As sementes de moringa foram coletadas nos Estados da Bahia, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte. O óleo foi extraído em aparelho de Soxhlet. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro locais de coleta (BA, CE, PB e RN) da semente de *M. oleifera* e cinco repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. Os dados obtidos foram analisados pelo teste de normalidade de Shapiro-wilk, quando normais os dados foram submetidos à análise variância e quando anormais foram transformados pela $\sqrt{X+1}$. As variáveis que obtiveram dados significativos pelo teste F foram comparadas pelo teste de Tukey a 1% de significância. Os dados foram analisados estatisticamente no software STATISTIX 9.0. As variáveis analisadas foram: diâmetro da semente e da amêndoa, massa de semente e da amêndoa, caracterização centesimal da farinha e caracterização do óleo vegetal. Verificou-se que o maior diâmetro e massa de 100 sementes e amêndoas e menor quantidade sais minerais foram encontrados na Bahia. Já o maior teor de água e proteínas foram encontrados nas sementes provenientes do Ceará, enquanto o maior teor de óleo foi encontrado nas sementes de *M. oleifera* provenientes do Rio Grande do Norte, quanto ao índice de saponificação, apenas os Estados da Bahia e Rio Grande do Norte se adequaram a legislação vigente. O óleo das sementes de *M. oleifera* oriundas de todos os Estados não se adequaram aos parâmetros de densidade e índice de acidez da legislação vigente.

Palavras-chave: Moringaceae. Sementes de moringa. Semiárido brasileiro.

CHAVES, J.T.L. **Extraction and analysis of *Moringa oleifera* oil from different Northeastern brasileiro states**, 2017. 60f. Dissertation (Master's in Agronomy). Graduate Program in Agronomy. Area of concentration: Tropical Agriculture. Federal University of Paraíba.

ABSTRACT

Moringa oleifera (Lam.) is an oil seed plant of high concentration of unsaturated fatty acids, high oil content and that can be used as to the biodiesel production as in the food industry. In this view, this study had as objective to characterize *M. oleifera* seed oil originated from different states of Brazilian Northeast. Moringa seeds were collected in the states of Bahia, Ceará, Paraíba and Rio Grande do Norte. The oil was extracted in Soxhlet apparatus. The experimental design used was completely randomized with four collection point (BA, CE, PB and RN) of moringa seed and five repetitions, totalizing 20 experimental plots. The obtained data were analyzed by normality test of Shapiro-wilk, when normal were submitted to variance analyze and when abnormal were transformed by $\sqrt{X+1}$. The variables that obtained significant data by test F were compared by Tukey test at 1% of significance. Data were statistically analyzed in the software STATISTIX 9.0. The variables analyzed were: seed and almond size, seed and almond mass, centesimal characterization of the flour and characterization of vegetable oil. It was verified that the largest size and weight of one hundred seeds and the smallest quantity of mineral salts were found in Bahia. Already the largest content of water and proteins were found into the moringa seeds originated in Rio Grande do Norte, for the saponification index, only states of Bahia and Rio Grande do Norte fit to the current legislation. The oil of *M. oleifera* seeds of all states didn't fit the parameters of density and acidity level of the current legislation.

Key-words: Moringa. Extraction of oil. Soxhlet.

1. INTRODUÇÃO

As investigações sobre óleos vegetais nos últimos anos vêm se difundindo devido as diversas características e usos destes. A utilização de óleos comestíveis extraído a partir de sementes oleaginosas veem ganhando uma enorme popularidade ao longo dos anos, frente as matérias gordas de origem animal, principalmente devido ao seu potencial de promoção da saúde/terapêutica (BHAT e REDDY, 2017).

Os óleos vegetais são uns dos principais produtos extraídos de plantas da atualidade e cerca de dois terços são usados em produtos alimentícios fazendo parte da dieta humana. Os lipídeos, juntamente com as proteínas e os carboidratos, são fontes de energia, apresentando grande importância para a indústria, na produção de ácidos graxos, glicerina, lubrificantes, carburantes, biodiesel, além de inúmeras outras aplicações (REDA e CARNEIRO, 2007). Várias plantas podem fornecer tais óleos, dentre estas, toma-se destaque a *Moringa oleifera* Lam. pelo seu alto teor de óleo e seus múltiplos usos.

Moringa oleifera Lam., popularmente conhecida como moringa, pertence à família Moringaceae, que é composta apenas de um gênero e 14 espécies. É uma árvore de pequeno porte, nativa do Norte da Índia, de crescimento rápido, que se adapta a uma ampla faixa de solo e é tolerante à seca (CARDOSO et al., 2008).

A idade da árvore na primeira frutificação é variável, em geral, considera-se que pode frutificar em seu primeiro ano nas condições ambientais de temperatura entre 26 e 40 °C, precipitações anuais maiores que 500 mm ou irrigação de suplementação e adubação em solos de baixa fertilidade. A produção das sementes apresenta grandes variações, fato ligado ao manejo da planta, à disponibilidade de água e ao clima, podendo chegar a produzir entre 20 a 24 mil sementes por planta com os devidos cuidados (ROSA, 1993; OLIVEIRA et al., 2012).

As sementes são bastante utilizadas na clarificação de águas turvas em diversas regiões carentes do planeta, como no Sudão, outros países da África, no Nordeste brasileiro, entre outros (ARANTES et al., 2012).

O óleo das sementes de moringa tem alto valor agregado, seja como alimento ou industrial. Seu teor pode variar entre 19 e 47 %, podendo ser extraído por prensagem ou por solventes. É claro, amarelado, doce e sua composição graxa foi relativamente investigada internacionalmente e o seu perfil de ácidos graxos apresenta teor de ácido oléico maior que 70 %. Possui resistência significativa à degradação oxidativa ou

rancificação e comercialmente é conhecido como “óleo de ben” ou "óleo behen", devido ao teor elevado ácido behenico ou docosanóico (PEREIRA et al., 2016).

Em uma mesma espécie, o conteúdo e a composição do óleo pode variar devido às condições climáticas, o estresse, a fertilidade do solo, a idade da planta, qualidade da matéria-prima, método de extração e procedimentos de refino (GALVÃO et al., 2013).

Ao considerar o pressuposto que existem diversas variáveis que podem influenciar no teor e composição química do óleo de uma mesma espécie, este trabalho teve como objetivo caracterizar o óleo de sementes de *Moringa oleifera* Lam. oriundas de quatro Estados do Nordeste brasileiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de Coleta

As sementes de *M. oleifera* foram coletadas nos municípios de Sebastião das Laranjeiras na Bahia, Juazeiro do Norte, Ceará, São Mamede, Paraíba e Parelhas, Rio Grande do Norte. Na tabela 1 está descrito os atributos químicos dos solos dos diferentes Estados. O solo foi coletado no mês de dezembro de 2016 e foram analisados no Laboratório de Solos do Departamento de Solos da Universidade Federal da Paraíba, Campus Areia, PB, com exceção do solo da Bahia que foi analisado na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG).

Tabela 1: Atributos químicos do solo dos locais onde se coletou as sementes de *M. oleifera*.

Est	pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	MO
	H ₂ O	g dm ⁻³	-----cmol _C dm ⁻³ -----				-----			
BA ¹	6,4	4,3	0,54	-	0	8,6	2,3	11,4	11,4	22,0
CE ²	7,1	41,9	0,57	0,06	0	1,05	0,36	2,04	2,04	7,86
PB ²	6,9	50,2	0,49	0,07	1,07	1,29	0,40	2,25	3,32	11,3
RN ²	7,7	238,4	0,50	0,26	0	1,72	0,70	3,18	3,18	12,2

¹ Análise realizada na EPAMIG; ² Análise realizada no Laboratório de Solos da UFPB, Areia, PB.

No município de Sebastião das Laranjeiras (BA) as sementes foram coletadas na Fazenda Barra. Com a classificação climática do tipo Aw, segundo Köppen. A precipitação do ano de 2015 o município de Carinhanha, que possui estação meteorológica, foi de 421 mm e a temperatura média deste ano foi de 32° C, os dados de umidade relativa não foram apresentados pelo Instituto de Meteorologia (INMET, 2017).

Em Juazeiro do Norte (CE) as sementes foram coletadas na propriedade do Instituto Novo Sol, a classificação climática tropical do tipo Aw, segundo Köppen, onde a maior taxa de precipitação ocorre no verão. Para Barbalha, município vizinho de Juazeiro do Norte e que possui estação meteorológica no ano de 2015 a temperatura média foi de 33,68 °C, a umidade relativa do ar de 61,85 % e a precipitação média anual é de 587 mm (FUNCME, 2017; INMET, 2017).

Em São Mamede (PB), as sementes foram coletadas na Fazenda Verdes Pastos, de clima BSh classificado por Köppen como. Para a cidade de Patos, município vizinho de São Mamede e que possui estação meteorológica no ano de 2015 a temperatura média foi de 35 °C, a umidade relativa do ar de 54,22 % e a precipitação média anual é de 500,87 mm (INMET, 2017)

No Rio Grande do Norte (RN), as sementes foram coletadas no município de Parelhas com clima classificado por Köppen como BSh. Para o município de Cruzeta que possui estação meteorológica no ano de 2015 a temperatura média foi de 34,84 °C, a umidade relativa do ar de 56,59 % e a precipitação média anual é de 350,1 mm (INMET, 2017).

2.2 Características do Material Vegetal

As plantas de *M. oleífera* provenientes da Bahia têm idade média de 18 meses, na área foi realizada irrigação de suplementação no período seco e adubação de fundação para corrigir as deficiências do solo.

No Estado do Ceará, as sementes foram coletadas de plantas com idade média de cinco anos, sendo que as mesmas foram adubadas (com esterco) apenas na fase de muda. São realizadas duas colheitas ao ano e poda após cada colheita.

As plantas as quais as sementes foram coletadas na Paraíba têm idade média de dez anos, onde a adubação foi realizada apenas na fase de muda e atualmente não existe poda, mas anteriormente era realizada uma vez ao ano, ocorrendo a frutificação duas vezes ao ano.

No Estado do Rio Grande do Norte, as plantas têm idade média de seis anos, a adubação ocorreu apenas na fase de muda, ocorrem duas frutificações no ano e podas irregulares.

2.3 Delineamento Experimental

Para fins de análise dos dados considerou-se quatro locais de coleta da semente de *M. oleífera* (BA, CE, PB e RN) e cinco repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. Foi utilizado 1,0 kg da farinha das sementes para cada local de coleta.

2.4 Variáveis analisadas

2.4.1 Diâmetro da semente e da amêndoa

As sementes e amêndoas foram medidas no Laboratório de Nutrição Mineral da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) localizado no município de Patos-PB. O instrumento utilizado para medir foi o paquímetro digital eletrônico modelo Western Ws8 Dc-6® (Figura 2.1). A unidade experimental contou com 10 sementes/amêndoas.



Figura 2.1. Medição de amêndoa, Patos-PB.

2.4.2 Massa de semente e da amêndoa

Foram separadas 500 sementes e divididas em cinco repetições de 100 para cada tratamento. Os grupos de 100 sementes foram pesadas em balança analítica (0,0001 g) no Laboratório de Tecnologia de Produtos (LTP) da Universidade Federal do Cariri (UFCA) no município de Crato-CE. O mesmo processo se repetiu para as amêndoas.

2.4.3 Caracterização centesimal da farinha

As amêndoas foram retiradas das sementes com o auxílio de marreta e peneira (Figura 2.2) no LTP/UFCA. Depois de retiradas, as amêndoas foram trituradas com o auxílio de um multiprocessador de alimentos da marca Philco®. Utilizou-se velocidade baixa para evitar que o material aquecesse e, assim, evitando que alguns componentes químicos fossem alterados. Após a trituração, a farinha foi peneirada (Figura 2.3) com

auxílio de peneiras doméstica. A farinha foi acondicionada em potes de vidro com tampa e protegidos da luz com papel alumínio.



Figura 2.2. Sementes de *M. oleífera* (a), quebra do tegumento da semente (b) retirada da amêndoa com auxílio de peneira (c), Crato-CE.



Figura 2.3. Farinha em processo de peneiramento, Crato-CE.

No Laboratório de Nutrição Mineral da UFCG, a farinha foi submetida à análise de proteína, umidade e cinzas.

A proteína foi analisada pelo método de Kjeldahl modificado. Foi pesado 0,5 g da amostra adicionado 6 mL de ácido sulfúrico P.A. e a mistura digestora em um tubo. O tubo foi transferido para a câmara digestora aquecido a uma temperatura de 300 °C até a decomposição total da matéria orgânica. Na amostra decomposta foi adicionado ácido bórico, vermelho de metila e verde de bromocresol, como indicador foi utilizada a fenolftaleína e esta foi submetida à destilação de nitrogênio com hidróxido de sódio em aparelho da marca Tecnal®. O destilado foi titulado com ácido clorídrico até aparecer a coloração rosa (INSTITUTO ADOLF LUTZ, 2008). Para quantificação da proteína foi utilizada as seguintes fórmulas.

$$\%N = \frac{v.n.f.0,014.100}{m}$$

$$\%PB = \%N.6,25$$

Sendo,

%N= Percentual de nitrogênio (N)

%PB= Percentual de proteína bruta

v= Volume do ácido gasto na titulação

n= concentração do ácido

f= fator de correção do ácido

m= massa da amostra (g)

Para medir o teor de umidade foi pesado 2 g da farinha em papel filtro e submetidos ao aquecimento com luz infravermelha em balança determinadora de umidade da marca Shimadzu® (Figura 2.4). Os dados foram obtidos em percentual.



Figura 2.4. Processor determinador de umidade em balança, Patos-PB.

Para a determinação das cinzas foi pesado 3 g da farinha, colocadas em cadinho seco e pesado, a amostra foi incinerada em um fogão de uma boca até cessar completamente a fumaça. Após este procedimento o material foi transferido para uma mufla e permaneceu nesta por um período de seis horas a uma temperatura de 550 °C. A amostra foi resfriada em dessecador por um período de 12 horas e depois pesadas em balança analítica (0,0001 g) (INSTITUTO ADOLF LUTZ, 2008). Para determinar a quantidade de cinzas utiliza-se a seguinte fórmula.

$$C = \frac{100. N}{p}$$

Sendo,

C= cinzas

N=Quantidade em g da cinza

P= amostra (g)

2.4.4 Caracterização do óleo vegetal

O óleo da farinha de *M. oleifera* foi extraído no Laboratório de Produtos Naturais da Universidade Regional do Cariri (URCA), no município de Crato-CE, em aparelho tipo Soxhlet com solvente apolar hexano. A farinha foi dividida em cartuchos de 100 g e colocados no aparelho sobre refluxo por um período de duas horas. A ebulição foi controlada através de pedras de cerâmica para evitar a queima do óleo. Após o período de refluxo, o óleo misturado com o hexano foi retirado do aparelho de Soxhlet e submetido a concentração em aparelho rotavapor (Figura 2.5), onde o solvente foi retirado a uma temperatura menor que 70° C para evitar a ebulição do óleo junto com o mesmo e assim a perda daquele. Após ser retirado do rotavapor o óleo ficou 48 h em banho-maria de oito bocas da marca Quimis® para a evaporação total do solvente e no final deste processo foi pesado em balança semianalítica.



Figura 2.5. Esquema de extração do óleo de *M. oleifera*, Crato-CE.

Para determinar o teor do óleo utilizou-se a seguinte fórmula.

$$\%T = \frac{OV.100}{MV}$$

Sendo,

%T = Teor do óleo vegetal, em %

OV = Óleo vegetal, em g

MV = Material vegetal, em g

Índice de acidez: Pesou-se em erlenmeyer 2 g do óleo adicionou 25 mL da solução de álcool etílico e éter etílico (1:2) e duas gotas de fenolftaleína e depois foi titulado com hidróxido de potássio 0,1 N até atingir coloração róseo (INSTITUTO ADOLF LUTZ, 2008). Para determinar o índice de acidez utilizou-se a seguinte fórmula.

$$\%Ac = \frac{V.f.2,82}{P}$$

Onde,

%Ac = Índice de acidez

V = volume de hidróxido gasto na titulação

f = fator de hidróxido

P = Massa da amostra

Índice de saponificação: Pesou-se 4,0 g da amostra em um balão de fundo chato, adicionou 50 mL de solução alcoólica de hidróxido de potássio 4 %. A mistura foi colocada sobre refluxo por um período de 30 minutos até total saponificação da amostra, após a retirada do refluxo foi adicionado 1,0 mL de fenolftaleína e titulado com ácido clorídrico 0,5 N até desaparecimento da coloração rósea. Foi realizado o mesmo procedimento com uma amostra em branco (INSTITUTO ADOLF LUTZ, 2008). Para determinação do índice de saponificação utilizou-se a seguinte fórmula.

$$IS = \frac{28,05.f.(Va - Vb)}{P}$$

Sendo,

IS= índice de saponificação

F=fator de correção do ácido

Va=Valor do ácido gasto na titulação da amostra

Vb=Valor do ácido gasto na titulação do branco

Identificação de ácidos graxos: Para identificação dos ácidos graxos foi necessária a esterificação do óleo vegetal que é a transformação dos ácidos graxos em ésteres metílicos.

Esterificação do óleo vegetal: Foi realizada no LTP/UFCA, onde 1,1 g da amostra foi pesado em balão volumétrico, foi adicionado 10 mL de metanol e 1 g de hidróxido de sódio. A mistura foi mantida sob refluxo durante três horas, após este período foi adicionado 30 mL de água destilada e transferido para funil de separação. A mistura foi lavada três vezes com 20 mL de éter etílico e extraída assim a fase etérea. A fase hidroalcoólica alcalina foi acidulada com ácido clorídrico até pH 2-3 e em seguida lavada três vezes com 20 mL de éter etílico, extraindo a segunda fase etérea. As fases etéreas foram misturadas e colocadas para evaporação a temperatura ambiente.

No segundo passo da esterificação a mistura etérea foi colocada em um balão com 2,5 mL de metanol e duas gotas de ácido clorídrico sendo submetidas a refluxo por 10 minutos. Após este período a mistura foi resfriada à temperatura ambiente e adicionado 10 mL de água destilada e 10 mL de éter etílico, a mistura foi refluxada por 5 minutos e depois foi separada a fração etérea e esta filtrada com sulfato de sódio anidro com o auxílio de papel filtro e funil de vidro.

A fração etérea obtida na fase anterior foi submetida ao fracionamento em coluna cromatográfica contendo gel de sílica no Laboratório de Química da UFCA no município de Juazeiro do Norte-CE. Foi utilizado hexano e clorofórmio como eluentes. Inicialmente colocou-se 50 mL de hexano, depois 120 mL da mistura dos dois (1:1) e por último 50 mL de clorofórmio.

Os ésteres foram analisados em CCD (Cromatografia de Camada Delgada) (Figura 2.6) e apresentaram comportamento normal de substância pura. Após este procedimento os ésteres foram submetidos à cromatografia gasosa no LPPN/URCA. O tempo de análise do óleo foi de 47 minutos.



Figura 2.6. Cromatografia de Camada Delgada do óleo bruto e esterificado de *M. oleifera*, Juazeiro do Norte-CE

2.5 Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos a teste de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. A distribuição dos resultados foi considerada não normal, assim estes foram submetidos ao teste não paramétrico Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) no software R 3.32[®] R Core Team (2016). As médias obtidas foram submetidas ao teste de Holm.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Diâmetro e Massa de 100 Semente/Amêndoa de *Moringa oleifera*

A maior massa de 100 amêndoas (Tabela 3) foram das sementes provenientes do Estado da Bahia e este não diferiu estatisticamente das sementes do Estado da Paraíba e do Ceará. Na variável massa de 100 sementes o maior valor foi encontrado nas sementes da Bahia, que diferiu de todos os demais Estados. O maior diâmetro de sementes e amêndoas foi encontrada em sementes provenientes do Estado da Bahia, sem diferir significativamente das sementes do Estado do Ceará no diâmetro de sementes, já para diâmetro de amêndoas diferiu estatisticamente de todos os outros locais de coleta.

Tabela 2. Médias obtidas para as variáveis diâmetro e massa de 100 Semente/Amêndoa de *Moringa oleifera*

Estado	Variáveis			
	Massa de 100 Amêndoas	Massa de 100 Sementes	Diâmetro semente (cm)	Diâmetro amêndoa (cm)
BA	16,88 a	23,89 a	0,75 a	0,66 a
CE	14,56 ab	21,76 b	0,72 a	0,61 b
PB	15,96 a	20,99 c	0,67 b	0,56 c
RN	14,25 b	20,13 d	0,58 c	0,43 d
χ^2	9,63	16,71	16,23	17,45
α	0,022	0,0008	0,001	0,0005

*médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Holm a 5%.

Shen et al. (1981) afirmaram que o ambiente em que a planta-mãe está inserida exerce influência considerável no diâmetro das sementes produzidas.

Os resultados obtidos demonstram que a amêndoa acompanha o crescimento da semente, assim à medida que a semente cresce a amêndoa acompanha. Fato também descrito por Cavalcanti et al (2011) para as sementes e amêndoas de duas variedades de faveleira (*Cnidosculus phyllacanthus* (Mart.) Pax. et K. Hoffm), planta oleaginosa de cultivo tropical.

As sementes e amêndoas de moringa com menor diâmetro foram as coletadas no Rio Grande do Norte, esse fato pode ser explicado pela baixa precipitação (350,1 mm) em 2015, principalmente no segundo semestre, que foi o período de frutificação das sementes coletadas. O possível estresse hídrico influenciou diretamente no enchimento

da amêndoa e consequentemente no diâmetro da semente, pois Rosa (1993) descreveu que precipitações menores que 500 mm poderia ser prejudicial à moringa. Fisiologicamente para existir crescimento das células é necessário existir pressão de turgescência, fator reduzido em um estresse hídrico (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Os dados descritos acima também corroboram com afirmações de Crosby (2007) que ressaltou que a *M. oleifera* pode sobreviver à secas, embora os rendimentos diminuam sob estresse hídrico. Para as sementes da Bahia houve relação contrária ao ocorrido para as sementes do Rio grande do Norte já que esta possui irrigação de suplementação.

Ramos et al. (2010), avaliaram o diâmetro das sementes de moringa coletadas no Estado de São Paulo, com de média de 1 cm, fato que demonstra que neste estudo as sementes foram menores. Dado este que pode ser explicado pela maior precipitação da Região Sudeste em relação a Região Nordeste.

3.2 Composição Centesimal da Farinha de *Moringa oleifera*

O local de coleta não afetou significativamente o teor de umidade, no entanto, as outras variáveis descritas na tabela 3 foram afetadas significativamente. A farinha proveniente das sementes do Ceará apresentou o maior teor de proteína (37,31%) quando comparadas aos outros tratamentos. A maior quantidade de sais minerais (cinza) foi encontrada na farinha das sementes do Rio Grande do Norte (17,88%) e esta diferiu significativamente de todos os outros locais de coleta.

Tabela 3. Médias obtidas para as variáveis de composição centesimal da farinha de *Moringa oleifera*

Estado	Variáveis		
	Proteína (%)	Umidade (%)	Cinza (%)
BA	35,06 b	6,17 a	4,47 d
CE	37,31 a	6,20 a	17,06 b
PB	31,56 d	5,20 b	13,87 c
RN	33,37 c	6,12 a	17,88 a
χ^2	17,85	10,95	17,85
α	0,0005	0,012	0,0005

*médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Holm a 5%.

Sementes de *M. oleifera* coletadas no Ceará foram analisadas quanto ao seu conteúdo de proteína e o resultado encontrado foi de 39 %, fato que demonstra o alto teor de proteína nas sementes deste Estado (GALLÃO, 2006).

A menor concentração de proteína nas sementes proveniente da Paraíba pode ser explicada pela presença de $H^+ + Al^{3+}$ no solo, já que este elemento químico pode reduzir a fixação de nitrogênio, influenciando assim diretamente na quantidade de proteínas. A redução pode não ter sido tão severa pelo fato de o nível de toxidez do Al^{3+} ocorrer em maior grau em pH em H_2O menores que 5,5 (MAGISTAD, 1925; HUNGRIA e VARGAS, 2000).

Outro ponto a ser considerado é a umidade da farinha, pois com após a secagem das sementes de moringa provenientes de Sergipe, houve um acréscimo no percentual de sais minerais (cinzas), de proteína e acidez (PASSOS et al., 2012).

Algumas sementes oleaginosas foram avaliadas quanto ao percentual de proteína, entre elas o amendoim, canola, mamona e soja. Os resultados encontrados variam entre 32 E 45 %. Os percentuais descritos neste estudo ficaram dentro desta faixa de amplitude (ABDALLA et al., 2008).

A farinha das sementes oleaginosas da faveleira (*Cnidoscylus phyllacanthus*) cultivadas na Paraíba apresentaram umidade com amplitude entre 4,2-7,6 %, proteína com valores entre 26,2 e 35,6% e cinzas com valores entre 4,4 e 6%. Na amostra de sementes de faveleira com umidade na faixa de 5%, mesma faixa de umidade da farinha das sementes de moringa provenientes da Paraíba, também demonstrou percentual de proteína de aproximadamente 31 %. No entanto, os resultados para cinzas descritos neste trabalho foram maiores em aproximadamente três vezes (CAVALCANTE et al., 2011).

A farinha de todos os Estados apresentou percentuais acima de 2%, fato que pode ser explicado pelo excesso de fósforo presente no solo, pois segundo Paiva (1991) excesso de Ca, Mg, P e Fe ou contaminação por algum material, como folha, em determinada fase do processamento pode aumentar o percentual de sais minerais na amostra.

O solo de Sebastião das Laranjeiras (BA) apresentou a menor quantidade de fósforo, bem como a farinha das sementes coletadas neste município apresentou o menor teor de cinzas entre todos os Estados de coleta. Para a farinha das sementes coletadas no Rio Grande do Norte ocorreu o inverso.

Valverde et al. (2014) estudaram a composição centesimal da farinha das sementes de moringa quanto o teor de umidade, cinzas e proteína. A umidade e o teor de proteínas

reforçam com o descrito nesta pesquisa. A quantidade de sais minerais foi similar ao descrito para a farinha das sementes provenientes da Bahia.

3.3 Caracterização do Óleo Vegetal de *Moringa oleifera*

O local de coleta não afetou significativamente a densidade do óleo vegetal de *M. oleifera* (Tabela 4), porém os outros tratamentos foram afetados significativamente. O índice de acidez do óleo foi menor no óleo das sementes colhidas no Estado da Paraíba e diferiu estatisticamente de todos os Estados. O óleo com maior índice de saponificação foi o de sementes provenientes do Rio Grande do Norte e da Bahia. O maior teor de óleo foi obtido das sementes do Rio Grande do Norte (51,06%). Sementes deste Estado foram estudadas quanto o teor do óleo vegetal por Oliveira et al. (2012) e foi descrito um percentual de 40% de óleo vegetal em condições semelhantes de extração.

Tabela 4. Médias obtidas para a caracterização do óleo de *Moringa oleifera*

Estado	Variáveis			
	Índice acidez (mg KOH/g)	Índice Saponificação (mg KOH/g)	Dens.	Teor de óleo vegetal (%)
BA	5,132 c	180,06 a	0,46 a	36,40 d
CE	6,970 b	161,39 b	0,46 a	46,98 b
PB	0,730 d	153,26 b	0,46 a	42,65 c
RN	9,918 a	181,06 a	0,47 a	51,80 a
χ^2	17,85	15	3,82	17,86
A	0,0005	0,0018	0,2812	0,0005

*médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Holm a 5%.

Em estresse a planta tende a florar e frutificar, mas esta é marcada pelo menor tamanho do fruto e consequentemente um menor número de sementes por fruto, assim as reservas são mobilizadas para as poucas sementes aumentando assim o teor de lipídios, no caso das oleaginosas, e por consequência o teor de óleo das sementes. Na coleta do material vegetal realizada no Rio Grande do Norte o fato descrito acima foi observado e proporcionado pela baixa precipitação no ano de frutificação da *Moringa*, explicando assim o teor de óleo vegetal de 51,06 % que é acima da literatura descrita para esta espécie.

O teor do óleo de moringa foi de 35% com extração por solvente hexano em extrator tipo Soxhlet, fato que não diferiu dos resultados descritos aqui para o óleo proveniente do Estado da Bahia (AZEVEDO, 2013).

O MAPA (2006) determina como óleo refinado em níveis adequados aquele que possui índice de acidez de 0,20-0,60 mg KOH/g, índice de saponificação de 189-198 mg KOH/g e densidade de 0,918-0,926. O óleo de moringa que foi analisado neste estudo foi o bruto, assim apenas a variável índice de saponificação do óleo das sementes da Bahia e do Rio Grande do Norte estariam dentro da norma. Os parâmetros não considerados normais precisam ser ajustados no refino do óleo, mas o índice de saponificação pressupõe a utilização do óleo de Moringa na indústria alimentícia.

O índice de acidez do óleo das sementes do Rio Grande do Norte demonstrou um alto grau de deterioração, ou seja, uma quebra de ácidos graxos com liberação de H^+ aumentando assim a acidez do óleo. Todos os índices estudados demonstram o grau de refino necessário para os óleos brutos.

Bhutada et al. (2016) analisaram as características do óleo de *M. oleifera* e os resultados encontrados para índice de acidez, saponificação e para a densidade foi de 26,22 mg KOH/g, 172.16 mg KOH/g e 0.24 g cm^{-3} , respectivamente. No índice de acidez, o resultado encontrado pelos autores foi bem maior do que o descrito nesta pesquisa. No índice de saponificação o valor encontrado pelos autores esteve dentro da amplitude dos valores descritos nesta pesquisa. A densidade do óleo que os autores descreveram foi menor do que o relatado neste estudo.

O óleo das sementes do Rio Grande do Norte apresentou índice de acidez de 9,918 mg KOH/g, demonstrando um alto grau de deterioração dos constituintes, seguidos pelas sementes do Ceará e Bahia. Este índice pode ter sido influenciado pelo teor de umidade das sementes, pois segundo Puzzi (2000), quanto maior o teor de umidade maior será a taxa de deterioração.

O índice de acidez e de saponificação do óleo das sementes de *Moringa oleifera* provenientes do Estado de Sergipe foram analisados por Santana et al. (2010) e os resultados encontrados foram 6,22 mg KOH/g e 181,59 mg KOH/g, respectivamente. Esses dados estão dentro da amplitude dos valores encontrados neste estudo.

Sementes provenientes do Estado do Rio Grande do Norte foram analisadas e o resultado do índice de acidez foi de 0,047 mg KOH/g, fato que diferiu do descrito neste trabalho. Para o índice de saponificação o resultado descrito foi 181,58 mg KOH/g, fato que corrobora com o descrito neste estudo (FONSECA et al., 2011).

Os óleos comerciais de soja, canola, milho e girassol foram analisados por Fuentes (2011) quando o índice de acidez, saponificação e densidade, pelos mesmos métodos descritos no presente estudo. Nos valores descritos a seguir o índice de saponificação foi acima dos encontrados no óleo das sementes de moringa proveniente de todos os Estados, o índice de acidez da soja e do girassol foi semelhante ao valor encontrado no óleo das sementes provenientes da Paraíba. A densidade dos óleos comerciais foi superior aos do óleo da moringa.

Cromatografia

O cromatograma do óleo das sementes de moringa provenientes da Bahia (Figura 2.7) revela a presença de cinco classes de substâncias químicas. No óleo das sementes oriundas da Paraíba (Figura 2.8), do Rio Grande do Norte (Figura 2.9) e do Ceará (Figura 2.10) foram encontradas três classes de compostos químicos.

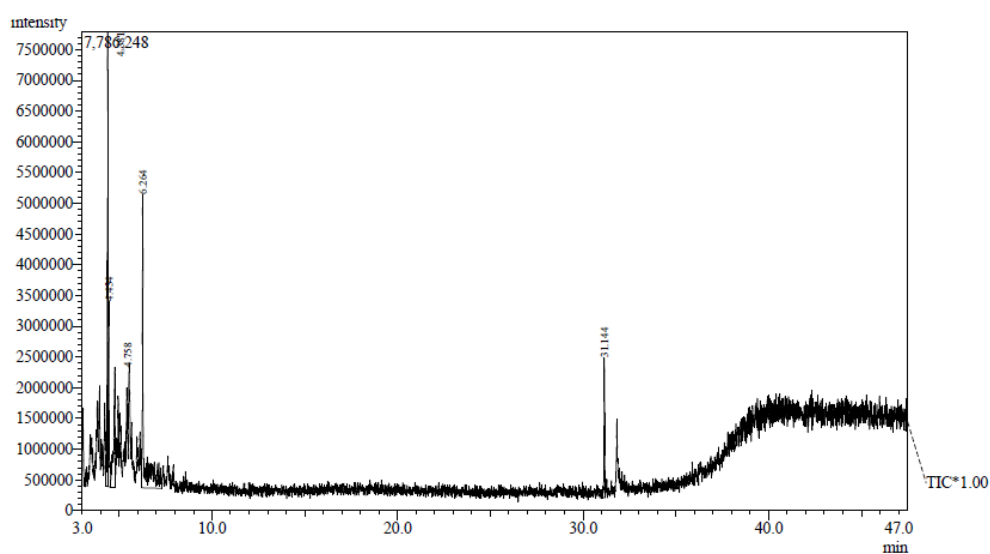


Figura 2.7. Cromatograma do óleo de *M. oleifera* de sementes oriundas da Bahia.

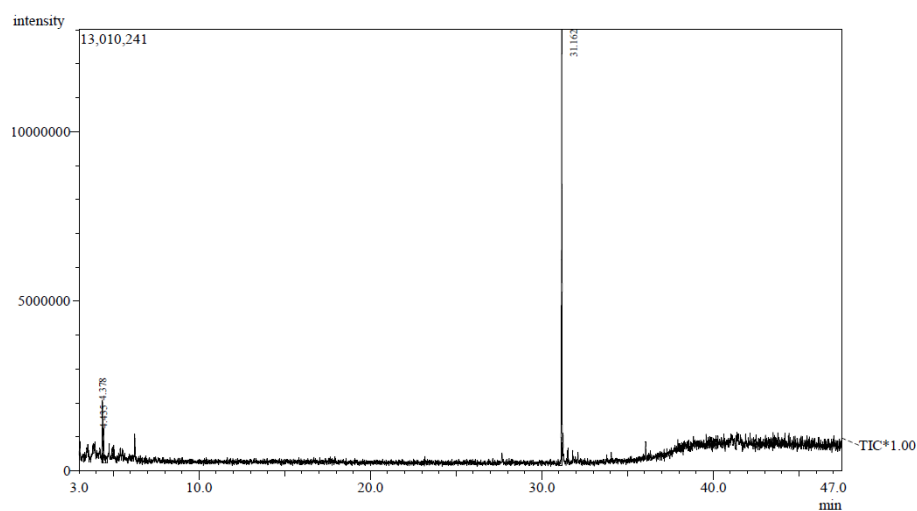


Figura 2.8. Cromatograma do óleo de *M. oleifera* de sementes oriundas da Paraíba.

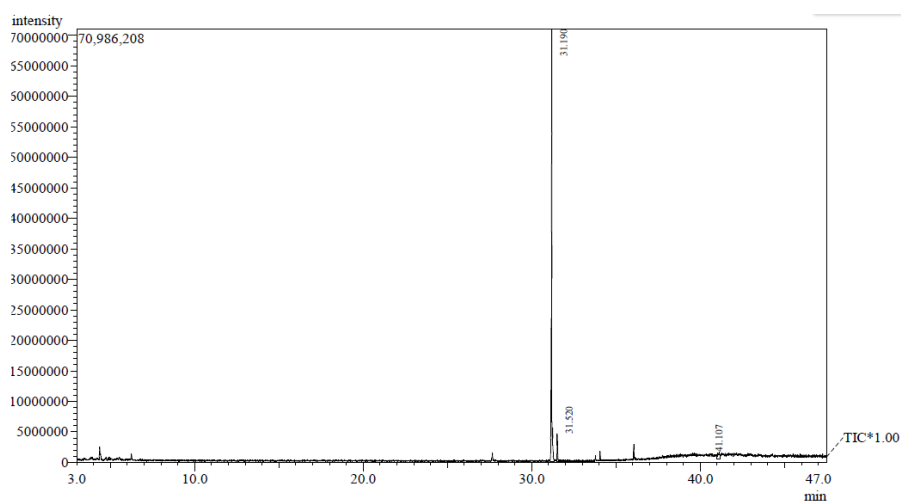


Figura 2.9. Cromatograma do óleo de *M. oleifera* de sementes oriundas do Rio Grande do Norte.

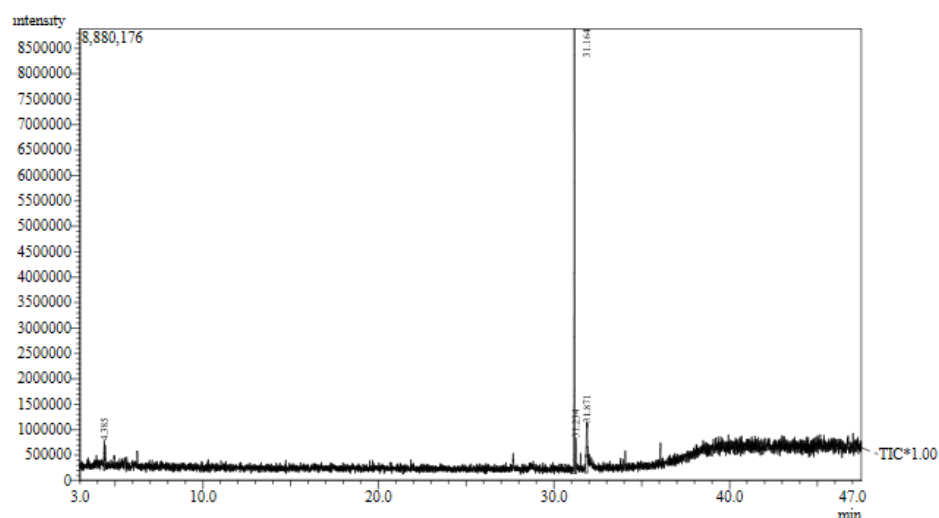


Figura 2.10. Cromatograma do óleo de *M. oleifera* de sementes oriundas do Ceará.

A maior quantidade de ácidos graxos insaturados do óleo vegetal de *M. oleifera* (Tabela 9) foi encontrada nas sementes do Rio Grande do Norte (88,53%), seguido do óleo das sementes do Ceará (70,90 %), da Paraíba (75,33 %) e do óleo das sementes da Bahia (9,36 %). O óleo da semente de moringa é rico em ácido graxo insaturado com teor em torno de 70%, tendo como componente principal o ácido oléico. O ácido linolênico também pode estar presente, mas níveis baixos (ROBIANSYAH et al., 2014). Esta afirmação demonstra que o óleo da Bahia tem níveis de ácidos graxos insaturados abaixo dos dados encontrados na literatura, mas o óleo do Rio Grande do Norte e da Paraíba estão acima dos resultados citados. Todos os óleos apresentaram classe de compostos não identificadas na amostra.

Tabela 5. Classes de substâncias encontradas no óleo de *Moringa oleifera*.

Substâncias	Tempo de retenção	Percentual
Bahia		
Hidrocarboneto	4,38	33,67
Não identificada	4,34	10,94
Hidrocarboneto	4,75	17,54
Hidrocarboneto	6,36	28,48
Ácidos insaturados	31,14	9,36
Rio Grande do Norte		
Ácidos insaturados	31,19	88,53
Ácidos saturados	31,52	6,57
Não identificada	41,1	4,9
Paraíba		
Hidrocarboneto	4,37	15,36
Não identificada	4,43	8,81
Ácidos insaturados	31,6	75,83
Ceará		
Não identificada	4,385	4,29
Ácidos insaturados	31,164	70,90
Não identificada	31,234	5,90
Não identificada	31,871	18,21

Melo (2010) avaliou o percentual de ácidos graxos em vários óleos vegetais obtidos por prensagem, entres estes o óleo da moringa. Os resultados encontrados por este autor foram de 65,2 % de ácidos insaturados e 26,8 % de ácidos saturados, primeiro

valor obtido pelo autor citado acima foi inferior aos dados deste estudo para o óleo do Rio Grande do Norte, Ceará e da Paraíba, mas foi superior aos dados obtidos para o óleo da Bahia. Em relação aos ácidos graxos saturados somente o óleo do Rio Grande do Norte apresentou este tipo de ácido graxo (6,57 %), mas o valor foi bem abaixo do obtido pelo autor acima.

Os ácidos graxos insaturados dos óleos vegetais de café e soja foram analisados e os resultados encontrados foram de 77,5 e 77,15 %, respectivamente; assim o óleo de moringa apresentou resultados superiores a estes valores (SCAMILHE et al., 2016).

Os ácidos graxos insaturados presentes no óleo de moringa (Tabela 10) foram em sua maioria da categoria C18:1, que se diferenciam entre si pela localização da dupla ligação. No caso dos ácidos graxos saturados houve uma grande variação destes compostos, o qual a menor cadeia estrutural foi de C14:0 e a maior foi C22:0.

Tabela 6. Ácidos graxos encontrados no óleo de *M. oleifera*.

AG insaturados	Fórmula estrutural	AG nome comum
Bahia		
Ácido 7-hexadecenóico	C ₁₇ H ₃₂ O ₂	Ácido palmitoléico
Ácido 6-octadecenóico	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	Ácido petroselinico
Ácido 9-octadecenóico	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	Ácido oleico
Ácido 1,7-octadecadienóico	C ₁₉ H ₃₄ O ₂	Ácido linolênico
Paraíba		
Ácido 11-octadecenóico	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	Ácido cis-vacênico
Ácido 7-hexadecenóico	C ₁₇ H ₃₂ O ₂	Ácido palmitoléico
Ácido 9-octadecenóico	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	Ácido oleico
Ácido 6-octadecenóico	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	Ácido petroselinico
Ácido ciclopropanepentanoico	C ₂₀ H ₃₈ O ₂	-
Ceará		
Ácido Ciclopropanepentanoico	C ₂₀ H ₃₈ O ₂	-
Ácido 11-octadecenóico	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	Ácido cis-vacênico
Ácido 3-docenóico	C ₂₄ H ₄₆ O ₂	-
Ácido ciclopropanepentanoico	C ₂₃ H ₄₄ O ₂	-
Ácido 9-octadecenóico	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	Ácido oleico
Rio Grande do Norte		
Ácido 9-octadecenóico	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	Ácido oleico
Ácido 7-hexadecenóico	C ₁₇ H ₃₂ O ₂	Ácido palmitoléico

Ácido 11-octadecenóico	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	Ácido cis-vacênico
Ácido 6-octadecenóico	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	Ácido petroselinico
Ácido 10-octadecenóico	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	-
AG saturados	Fórmula estrutural	AG nome comum
Ácido heneicosanóico	C ₂₂ H ₄₄ O ₂	Ácido n-heneicosóico
Ácido tridecanóico	C ₁₅ H ₃₀ O ₂	Ácido n-tridecílico
Ácido tetradenóico	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	Ácido mirístico
Ácido docosanóico	C ₂₃ H ₄₆ O ₂	Ácido behênico

AG: ácidos graxos

O óleo sementes da Bahia apresenta ácido oxálico, composto que em altas doses pode causar intoxicação alimentar e reduzir a disponibilidade de cálcio. Esse ácido está presente em outros alimentos como couve folha (*Brassica oleracea* var. *Acephala*), espinafre (*Spinacia oleracea* L.) e acelga (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*) (ANDERSON, 2005).

O óleo vegetal de *Moringa oleifera* contém elevados teores de ácidos graxos insaturados, especialmente o oléico, sendo o behênico o ácido graxo saturado dominante, esta afirmação condiz com os resultados encontrados neste estudo (LALAS e TSAKINS, 2002).

Ayerza (2011) relatou que o óleo vegetal de moringa apresenta ácidos graxos polinsaturados em valores menores que 1 %, afirmação que assemelha-se com este estudo, pois somente o óleo da Paraíba apresentou um ácido graxo deste tipo.

O óleo de soja refinado apresenta uma maior quantidade de ácidos graxos polinsaturados do que de monoinsaturados, fato que não corrobora com os valores descritos para o óleo de moringa deste estudo (PEREIRA et al., 2015).

4. CONCLUSÃO

1. As sementes e amêndoas provenientes da Bahia são superiores em diâmetro e massa;
2. O alto teor de óleo de *M. oleifera* sugere o uso desta cultura para fins industriais;
3. O óleo das sementes de *M. oleifera* provenientes da Bahia e Rio Grande do Norte se adequaram a legislação vigente para o parâmetro índice de saponificação;
4. O óleo das sementes de *M. oleifera* de todos os Estados não se adequaram aos parâmetros de densidade e índice de acidez da legislação vigente;
5. Para utilização do óleo de *M. oleifera* na indústria alimentícia é necessário um refino para corrigir as propriedades em desacordo com a legislação vigente;
6. As maiores quantidades de ácidos graxos insaturados são encontradas no óleo das sementes do Rio Grande do Norte;
7. Houve uma maior taxa de ácidos graxos monoinsaturados (C18:1) no óleo de *M. oleifera*.
8. As sementes do Rio Grande do Norte são as mais indicadas para extração de óleo para fins comestíveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLA, A. L.; SILVA FILHO, J. C.; GODOI, A. R.; CARMO, C. A.; EDUARDO, J. L. P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n. spe, p.260-268, 2008.
- ARANTES, C. C.; RIBEIRO, T. A. P.; PATERNIANI, J. E. S. Processamento de sementes de *Moringa oleifera* utilizando-se diferentes equipamentos para obtenção de solução coagulante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 6, p. 661-666, 2012.
- AYERZA, R. Seed yield components, oil content, and fatty acid composition of two cultivars of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) growing in the Arid Chaco of Argentina. **Ind. Crop. Prod.**, v.33, p.389-394, 2011.
- AZEVEDO, S. H. G. **Extração enzimática de óleo e produção *in situ* de biodiesel a partir da moringa oleífera Lam.** 2012. 87f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, RN.
- BHAT, R.; REDDY, K. R. N. Challenges and issues concerning mycotoxins contamination in oil seeds and their edible oils: Updates from last decade. **Food Chemistry**, v. 215, p. 425–437, 2017.
- BHUTADAA, P. R.; JADHAVB, A. J.; PINJARIB, D. V.; NEMADEB, P. R.; JAIN, R. D. Solvent assisted extraction of oil from *Moringa oleifera* Lam. seeds. **Industrial Crops and Products**. v.82, p.74–80, 2016.
- CARDOSO, K. C.; BERGAMASCO, R.; COSSICH, E. S.; MORAES, L. C. K. Otimização dos tempos de mistura e decantação no processo de coagulação/floculação da água bruta por meio da *Moringa oleifera* Lam. **Acta Scientiarum Technology**, v. 30, n. 2, p. 193-198, 2008.
- CAVALCANTI, M. T.; SILVERA, D. C.; FLORENTINO, E. R.; SILVA, F. L. H.; MARACAJÁ, P. B. Caracterização biométrica e físico-química das sementes e amêndoas da faveleira (*Cnidoscylus phyllacanthus* (Mart.)Pax. et K. Hoffm.) com e sem espinhos. **Revista Verde**, v.6, n.1, p. 41 – 45, 2011.

CROSBY, G.W. **Soilless culture of Moringa (*Moringa Oleifera* Lam.) for the production of fresh biomass**. 2007. 121f. Tese (Doutorado em Filosofia) - University of Massachusetts, MA.

FONSECA, D. S. X.; SOUZA, L. di. PINTO, C. H. C. Caracterização físico-química do óleo e biodiesel de *Moringa oleifera* (Lam). In: SEABRA, G.; MENDONÇA, I. (Org.). **Educação ambiental: Responsabilidade para a conservação da sociobiodiversidade**. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2011. 1633p.

FUENTES, P. H. A. **Avaliação da qualidade de óleos de soja, canola, milho e girassol durante o armazenamento**. 2011. 98f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina, SC.

FUNCEME - FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Calendário das chuvas no Estado do Ceará**. 2017. Disponível em: <http://www.funceme.br/index.php/areas/23-monitoramento/meteorol%C3%B3gico/406-chuvas-di%C3%A1rias#site>. Acesso em: 5 de janeiro de 2017.

GALLÃO, M. I.; DAMASCENO, L. F. BRITO, E. S. Avaliação química e estrutural da semente de moringa. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.1, p.106-109, 2006.

GALVÃO, A. C.; BOSCHI, R.; COELHO, K. A.; MACHADO, D. C.; ZUQUI, V.; ROBAZZA, W. da S. Solubilidade do metanol, etanol e isopropanol em óleos vegetais a diferentes temperaturas e pressão atmosférica. **Ciência e Natura**, v. 35, n. 2, p. 311-317, 2013.

HUNGRIA, M.; VARGAS, M. A. T.; ARAUJO, R. S. Fixação biológica do nitrogênio em feijoeiro. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Biologia dos solos dos Cerrados**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1997. p. 189-295.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Base de dados históricos para ensino e pesquisa**. 2017. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/form_mapas_mensal.php. Acesso em 21 de fevereiro de 2017.

LALAS, S.; TSAKINS, J. Characterization of *Moringa oleifera* seed oil variety "Periyakulam 1". **Journal of Food Composition and Analysis**, v.15, n.1, p.65-77, 2002.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

MAGISTAD, D.C. The aluminium content of the soil solution and its relation to soil reaction and plant growth. **Soil Sci.**, v.20, p.181-212, 1925.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa 49**. 2006. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=643062246>. Acesso em 15 de fevereiro de 2017.

MELO, M. A. M. F. **Avaliação das Propriedades de Óleos Vegetais visando a Produção de Biodiesel**. 2010. 104f. DISSERTAÇÃO (Mestrado em Química) - Universidade Federal da Paraíba, PB.

OLIVEIRA, D. S.; FONSECA, X. D. S.; FARIAS, P. N.; BEZERRA, V. S.; PINTO, C. H. C.; SOUZA, L. D.; SANTOS, A. G. D.; MATIAS, L. G. O. Obtenção do biodiesel através da transesterificação do óleo de *Moringa oleifera* Lam. **Holos**, ano 28, v. 1 p. 49-61, 2012.

OLIVEIRA, D. S.; FONSECA, X. D. S.; FARIAS, P. N.; BEZERRA, V. S.; PINTO, C. H. C.; SOUZA, L. D.; SANTOS, A. G. D.; MATIAS, L. G. O. Obtenção do biodiesel através da transesterificação do óleo de *Moringa oleifera* Lam. **Holos**, ano 28, v. 1 p. 49-61, 2012.

PAIVA, F. F. A. Controle de qualidade da farinha de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) produzida na região metropolitana de Fortaleza. 1991. 216 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, CE.

PASSOS, R. M.; SANTOS, D. M. C.; SANTOS, B. S.; SOUZA, D. C. L.; SANTOS, J. A. B.; SILVA, G. F. Qualidade pós-colheita da moringa (*Moringa oleifera* Lam) utilizada na forma in natura e seca. **Revista GEINTEC**, v.3, n.1, p.113-120, 2012.

PEREIRA, F. S. G.; BRITO NETO, E. X.; WEI, S.; GALVÃO, C. C.; LIMA, V. F.; SILVA, V. L.; LIMA FILHO, N. M. Produção de biodiesel metílico com óleo purificado de *Moringa oleifera* Lamarck. **Revista Virtual de Química**, v. 8, n.3, p. 873-888, 2016.

PEREIRA, A. F.; PINHEIRO, C. A.; PINHEIRO, P. F.; COSTA, A. V. Caracterização da mistura óleo de soja e gordura suína 1:1 (mm^{-1}) e seu potencial na produção de biodiesel. **Nucleus**, v.12, n.2, p.135-140, 2015.

PIMENTEL, F. G. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Nobel, 1985. 467 p

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenamento de grãos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 2000.

R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RAMOS, L. M.; COSTA, R. S.; MÔRO, F. V.; SILVA, R. C. Morfologia de frutos e sementes e morfofunção de plântulas de Moringa (*Moringa oleifera* Lam.). **Comunicata Scientiae**, v.1, n.2, p.156-160, 2010.

REDÁ, S. Y.; CARNEIRO, P. I. B. Óleos e gorduras: aplicações e implicações. **Analytica**, v. 27, n. 60, p. 60-67, 2007.

ROSA, D. K. R. **Moringa oleifera**: a perfect tree for home gardens. Hawaii: NFTA, 1993. 2p.

SANTANA, C. R.; PEREIRA, D. F.; ARAÚJO, N. A.; CAVALCANTI, E. B.; SILVA, G. F. Caracterização físico-química da moringa (*Moringa oleifera* Lam). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.12, n.1, p.55-60, 2010.

SCAMILHE, E. P.; PIMENTA, L. S.; PEREIRA, E. B. Potencial dos óleos de café verde e de soja na produção de biodiesel via rota etílica. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v.14, n.1, p.64-473, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2013. 954p.

VALVERDE, K. C.; COLDEBELLA, P. F.; NISHI, L.; MADRONA, G. S.; CAMACHO, F. P.; SANTOS, T. R. T.; SANTOS, O. A. A.; BERGAMASCO, R. Avaliação do tempo de degradação do coagulante natural *Moringa oleifera* Lam em pó no tratamento de água superficial. **e-xacta**, v.7, n.1, p. 75-82, 2014.