

Caracterização físico-química, toxicológica e nutricional das folhas da *Moringa oleifera*

Lam secas e in natura

Physico-chemical, toxicological and nutritional characterization of dry and in natura

Moringa oleifera Lam leaves

Caracterización fisicoquímica, toxicológica y nutricional de hojas de la *Moringa oleifera*

Lam secas y in natura

Recebido: 26/07/2019 | Revisado: 02/08/2019 | Aceito: 08/08/2019 | Publicado: 24/08/2019

Gabriel Barbosa Câmara

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4964-0837>

Centro Universitário Unifacisa, Brasil

E-mail: gabrielbarbosacamara@hotmail.com

Tharcia Kiara Beserra de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6352-7254>

Centro Universitário Unifacisa, Brasil

E-mail: tharcia_kiara@hotmail.com

Celenia de Souto Macedo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9944-2284>

Centro Universitário Unifacisa, Brasil

E-mail: celenia.macedo@maisunifacisa.com.br

Daniela Dantas de Farias Leite

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3053-6167>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: danieladantasfl@gmail.com

Tamires da Cunha Soares

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0466-5021>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: tamiressoares22@outlook.com

Amélia Ruth Nascimento Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3565-5125>

Centro Universitário Unifacisa, Brasil

E-mail: ameliaruth.lima@gmail.com

Silvana Henriques Vasconcelos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4689-6645>

Centro Universitário Unifacisa, Brasil

E-mail: silvanavcats@gmail.com

Ticianne da Cunha Soares

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3016-7763>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: ticiannesoes@outlook.com

Marina Lacerda Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3941-0130>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: marina866@hotmail.com

Laiys Sobral de Lima Trigueiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1114-5980>

Centro Universitário Unifacisa, Brasil

E-mail: laisysobral@gmail.com

Resumo

O presente estudo teve como objetivo elaborar extratos, seco e *in natura*, provenientes das folhas da *M. oleifera*, bem como realizar as caracterizações físico-químicas e toxicológicas. Inicialmente, os extratos foram confeccionados a partir das técnicas de secagem e homogeneização das folhas da *M. oleifera*, estando estas nos estados seco ou *in natura*. Logo em seguida, as amostras foram caracterizadas quanto aos seguintes parâmetros: teor de água (Umidade), atividade de água, cinzas, lipídios, teor de sólidos solúveis totais, acidez titulável total, pH, e vitamina C. Foi realizado o teste de toxicologia por *Artemia salina* Leach, que têm como objetivo avaliar os efeitos tóxicos em sistemas biológicos e prever a possibilidade da toxicidade de substâncias frente a outros sistemas. Os resultados das análises físico-químicas encontrados para as folhas *in natura* e seca da *M. oleifera* foram, respectivamente: Teor de água (Umidade) de 73,38 e 5,49 g/100 g, AW foi de 0,89 e 0,43 g/100g, cinzas de 2,53 e 8,14 g/100 g, lipídios de 1,27% e 6,87%, o SST foi de 3,03 e 4,9° Brix, ATT de 0,55 e 1,95 g/100 g, pH de 5,7 e 5,68 e vitamina C de 1036,323 e 365,26mg/100 g. Para a toxicidade frente *Artemia sp.* observou uma DL50 de 12,734 mg/kg para as folhas da *M. oleifera in natura* e 5,925 mg/kg para as folhas secas, onde ambas são consideradas atóxicas. Diante disto, conclui-se que as folhas *in natura* e secas da *M. oleifera* são uma alternativa interessante, viável e de baixo custo para a alimentação e suplementação humana, podendo ser aplicada em

diversos seguimentos, visto que apresentaram parâmetros físico-químicos e toxicológicos bastante satisfatórios, atendendo aos valores determinados pelas legislações vigentes, bem como, resultados semelhantes a diversos estudos na área.

Palavras-chave: *Moringa oleifera*; Nutrientes; Toxicidade.

Abstract

The aim of this study was to elaborate dry and fresh extracts from *M. oleifera* leaves, as well as to perform the physicochemical and toxicological characterizations. Initially, the extracts were made by drying and homogenizing techniques of the leaves of *M. oleifera*, in dry or fresh state. Soon after, the samples were characterized according to the following parameters: water content (Moisture), water activity, ash, lipids, total soluble solids content, total titratable acidity, pH, and vitamin C. The toxicology test was performed. by *Artemia salina* Leach, which aims to evaluate the toxic effects on biological systems and to predict the possibility of substance toxicity in relation to other systems. The results of the physicochemical analyzes found for the fresh and dry leaves of *M. oleifera* were, respectively: Water content (Humidity) of 73.38 and 5.49 g / 100 g, AW was 0.89 and 0,43 g / 100g, ashes of 2.53 and 8.14 g / 100 g, lipids of 1.27% and 6.87%, the SST was 3.03 and 4.9° Brix, ATT 0.55 and 1.95 g / 100 g, pH 5.7 and 5.68 and vitamin C 1036.323 and 365.26 mg / 100 g. For toxicity against *Artemia* sp. observed an LD50 of 12,734 mg / kg for *M. oleifera* in natura leaves and 5,925 mg / kg for dry leaves, where both are considered nontoxic. Given this, it is concluded that the fresh and dried leaves of *M. oleifera* are an interesting, viable and inexpensive alternative for human food and supplementation, and can be applied in several segments, since they presented physicochemical and toxicological parameters. satisfactory, given the values determined by current legislation, as well as results similar to several studies in the area.

Keywords: *Moringa oleifera*; Nutrients; Toxicity.

Resumén

El objetivo de este estudio fue elaborar extractos secos y frescos de hojas de *M. oleifera*, así como realizar las caracterizaciones fisicoquímicas y toxicológicas. Inicialmente, los extractos se realizaron mediante técnicas de secado y homogeneización de las hojas de *M. oleifera*, en estado seco o fresco. Poco después, las muestras se caracterizaron de acuerdo con los siguientes parámetros: contenido de agua (humedad), actividad del agua, cenizas, lípidos, contenido total de sólidos solubles, acidez titulable total, pH y vitamina C. Se realizó la prueba de toxicología. por *Artemia salina* Leach, cuyo objetivo es evaluar los efectos tóxicos

en los sistemas biológicos y predecir la posibilidad de toxicidad de sustancias en relación con otros sistemas. Los resultados de los análisis fisicoquímicos encontrados para las hojas frescas y secas de *M. oleifera* fueron, respectivamente: Contenido de agua (humedad) de 73.38 y 5.49 g / 100 g, AW fue de 0.89 y 0,43 g / 100 g, cenizas de 2.53 y 8.14 g / 100 g, lípidos de 1.27% y 6.87%, el SST fue de 3.03 y 4.9° Brix, ATT 0.55 y 1.95 g / 100 g, pH 5.7 y 5.68 y vitamina C 1036.323 y 365.26 mg / 100 g. Por toxicidad contra *Artemia* sp. se observó una DL50 de 12.734 mg / kg para *M. oleifera* en hojas naturales y 5.925 mg / kg para hojas secas, donde ambas se consideran no tóxicas. Dado esto, se concluye que las hojas frescas y secas de *M. oleifera* son una alternativa interesante, viable y económica para la alimentación humana y la suplementación, y se pueden aplicar en varios segmentos, ya que presentan parámetros fisicoquímicos y toxicológicos satisfactorios, dados los valores determinados por la legislación vigente, así como resultados similares a varios estudios en el área.

Palavras clave: *Moringa oleifera*; Nutrientes; Toxicidad.

1. Introdução

A *Moringa oleifera* Lam é uma espécie de origem da família *Moringaceae*, nativa do Noroeste Indiano, reconhecida também por outros nomes populares, como quiabo-de-quina e lírio, conforme os seus diversos usos (Rangel, 2014; Sharma, Paliwal & Pracheta, 2011). Seu porte arbóreo pode chegar até 10 metros de altura, sendo altamente resistente a temperaturas elevadas e precipitação anual entre 200 a 3000 mm. Esta espécie possui uma alta adaptação edafoclimática, halófito, pois é tolerante a seca, e consegue adaptar-se em solos menos férteis, o que promove a sua sobrevivência em regiões áridas e semiáridas. O cultivo desta planta pode ocorrer em até 1,400 metros de altitude e em praticamente todos os tipos de solos, exceto aqueles que estejam encharcados. Sua propagação se dá por via de suas sementes e estacas (Agustine et al., 2013; Jesus et al., 2013; Muhammad, Asmawi & Khan, 2016; Wakil et al., 2014).

No Brasil, a *M. oleifera* vem sendo propagada desde 1950, observa-se que seu cultivo ocorre de maneira mais proeminente em estados do Nordeste, como, Maranhão, Piauí e Ceará. Uma das vantagens do seu cultivo em regiões de clima seco é que suas folhas podem ser colhidas em momentos que nenhum tipo de vegetal verde estiver disponível, representando uma alternativa de cultivo promissora para esta região (Pasa et al., 2010; Souza et al., 2009).

Ademais, devido as suas diversas utilidades, todas as porções da planta, como: caule, folhas, semente e vagem, são consideradas de extrema importância para a área econômica da

região onde as mesmas são cultivadas, sendo utilizadas por diferentes seguimentos industriais, uma vez que estas porções podem ser empregadas para consumo alimentar por humanos ou animais e aplicação em medicamentos, como por exemplo, em forma de chá, temperos e encapsulados.

Neste sentido, análises físico-químicas são ferramentas utilizadas nas indústrias e laboratórios, com a finalidade de garantir o controle da qualidade dos alimentos, através da avaliação das matérias-primas, monitorando os processos, padronizando os compostos físico-químicos dos produtos, além de estar adequando-se às normas de legislação, promovendo melhorias para os produtos e garantindo a segurança (Caldeiro et al., 2015; Castanheira, 2010; Mesquita, Reis & Demeu, 2016).

De maneira geral, observa-se grande diversidade das ervas utilizadas para fins medicinais, porém, pouco se sabe sobre o potencial toxicológico presente nestas plantas. A toxidez de alimentos é vista como um fator primordial para estabelecer o limite consumível, sem que haja a intoxicação, apesar disso, este fator ainda é pouco observado diante de sua importância. Os ensaios de toxicidade são frequentemente utilizados para verificar a segurança do uso de plantas na medicina popular, assim como extratos e outros insumos obtidos por meio de plantas medicinais e naturais (Merino et al., 2015; Pereira et al., 2012).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo analisar as características físico-químicas e toxicológicas das folhas *in natura* e seca da *M. oleifera*.

3 Metodologia

O trabalho foi realizado nos Laboratório de Técnica Dietética, Microbiologia e Farmacologia pertencentes à Faculdade de Ciências Médicas de Campina Grande-PB. Trata-se de um estudo exploratório, experimental e comparativo.

O estudo do tipo experimental refere-se a pesquisa em que o analista é um agente ativo, e não apenas um observador passivo. Ele gera os dados por meio de análises. Definindo o objeto de estudo, seleção de variáveis que podem influenciar e definir as formas de controle e de observação dos resultados que as variáveis produzem (Gil, 2002).

Já o estudo do tipo comparativo é utilizado tanto para comparações de grupos no presente, no passado, ou entre os atuais e os do passado, quanto entre sociedades de iguais ou de diferentes estágios de desenvolvimento (Pereira et al, 2018).

Como matéria-prima utilizou-se as às folhas da *M. oleifera*, coletadas aleatoriamente na cidade de Campina Grande (PB). As hastes da planta foram retiradas, a fim de evitar

interferências nos resultados. Logo em seguida foram elaborados os extratos *in natura* e seco. Para obtenção do extrato *in natura*, as folhas passaram pelo procedimento de homogeneização, já para obtenção do extrato seco, as folhas foram colocadas em cestas, com 5 g e submetidas ao processo de secagem em estufa de circulação forçada de ar nas temperaturas de 45 e 50 °C. Durante o desenvolvimento do experimento, foram utilizados secadores experimentais com quatro bandejas, dotado de um sistema de fluxo de ar forçado e controle preciso de fluxo de ar e a temperatura do ar de secagem (IAL, 2008). Todas as medidas foram realizadas em balança analítica com peso preciso de 0,01 g.

Caracterização físico-química das folhas seca e in natura da M. oleifera

Os extratos foram caracterizados quanto aos parâmetros: Teor de Água (Umidade), Atividade de água (A_w), Cinzas (%), Lipídios (%), Teor de sólidos solúveis totais (SST), Acidez Titulável Total (ATT), pH e Vitamina C. Todas as análises foram determinadas, em triplicata, conforme os procedimentos analíticos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Assim sendo, o teor de água (Umidade) foi obtido pelo método de secagem das amostras em estufa a 105°C até peso constante, segundo metodologia descrita por Instituto Adolfo Lutz (IAL). A atividade de água, por sua vez, foi determinada através de leitura direta das amostras em temperatura de aproximadamente 25 °C, em higrômetro Aqualab, modelo 3TE, fabricado pela Decagon. A determinação do valor total de cinzas presente nas amostras ocorreu através da incineração das amostras em mufla aquecida a 550 °C, até observar a obtenção de um resíduo isento de carvão, com coloração branca acinzentada, segundo metodologia descrita por IAL (2008).

O teor dos lipídios foi realizado segundo o método proposto por Folch, Lees & Stanley (1957) que usa como solvente extrator a mistura de clorofórmio : metanol (2:1, v/v). Onde, 2g da amostra foram homogeneizados em agitador com 30 ml de solução clorofórmio/metanol (2:1). Em seguida, fez-se a filtragem com papel de filtro, adicionando 20% do volume filtrado de solução de Sulfato de Sódio 1,5 %, sendo agitado com cuidado para que não ocorresse a saponificação. Na separação das fases polar e apolar a porção polar foi descartada, foi retirado 5 ml do volume presente na parte apolar e colocado em cada béquer. Em seguida, os béqueres foram levados para evaporação em estufa a 105°C, até perda do cheiro dos reagentes.

O Teor de Sólidos Solúveis (SS) foi determinado através de leitura direta da amostra em refratômetro portátil, modelo RT-32 (escala de 0 a 32 °Brix), adicionou-se uma gota da solução de cada amostra no prisma, em seguida realizou-se a leitura direta com correção da

temperatura feita através de tabela proposta por IAL (2008). A acidez Titulável Total (ATT) foi obtida pelo método titulométrico, na qual se baseia na neutralização dos íons H⁺ com a solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N, padronizada com biftalato de potássio, como titulante (IAL, 2008). O pH foi verificado pelo método potenciométrico, com medidor digital modelo TEC-2, do fabricante Tecnal, calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0, de acordo com metodologia descrita por IAL (2008). Os resultados foram expressos em unidades de pH.

Para obtenção da quantidade de vitamina C presente nas amostras, seguiu-se os processamentos da Association of Official Agricultural Chemists - AOAC (2009), determinado através da titulação com o 2,6 diclorofenolindofenol sódio (DCFI) até obtenção da coloração rosa claro permanente, usando-se, como solução extratora, o ácido oxálico.

Potencial tóxico das folhas secas e in natura da M. oleifera por Artemia salina leach

A determinação da toxicidade aguda ocorreu através do método adaptado da *Artemia salina* Leach (*A. salina*) (Meyer et al., 1982). Foi inserido uma quantidade de 0,3 g de cistos de *A. salina* em água marinha sintética (26,3 g/l NaCl; 0,75 g/l KCl; 1,47 g/l CaCl₂ 2H₂O; 5,10 g/l MgCl₂ 6H₂O; 0,21 g/l NaHCO₃ e 6,20 g/l MgSO₄ 7H₂O; pH 8,0) e incubados por 24-36 horas sob iluminação artificial em temperatura de 22°C. Após a eclosão, 10 náuplios foram coletados e tratados em tubos de ensaio contendo a solução dos extratos seco e *in natura* das Folhas da *M. oleifera*, sendo testados nas seguintes concentrações: 1000,750,500,125 e 65 mg mL⁻¹. As culturas de *A. salina* foram incubadas a 22°C, feito isto, realizou-se a leitura do número de sobreviventes e mortos após 24 horas. Em seguida, foi calculado o percentual de mortalidade para cada uma das concentrações testadas e controles da amostra analisada. Foram consideradas larvas mortas todas aquelas que não apresentarem qualquer movimento ativo em cerca de vinte segundos de observação.

Procedimento de análise dos dados

Para as análises físico-químicas, a média e o desvio padrão foram determinados através dos softwares Excel e Assistat. Já a análise do ensaio da toxicidade com *A. salina*, a DL₅₀± (Dose Letal Mediana) desvio padrão foi definido pelo método Probit, utilizando software STATPLUS® 2009, com 95% de intervalo de confiança.

4 Resultados e discussão

O presente estudo avaliou as características físico-químicas e toxicológicas das Folhas da *M. oleifera* seca e *in natura*, aonde a mesma vem sendo utilizada para diversos fins há décadas. Porém, por ser considerada uma PANC, boa parte da população mundial desconhece o seu potencial ou não tem segurança no seu consumo. Na literatura atual, há se uma escassez de estudos sobre o seu controle de qualidade nutricional e potencial toxicológico. Logo, este estudo, teve como objetivo, avaliar, incrementar e atualizar essas informações. As amostras estudadas foram coletas no Bairro Itararé, na cidade de Campina Grande-PB.

No presente estudo, a umidade esteve mais alta nas folhas da *M. oleifera in natura* 73,38 g/100g do que nas folhas secas 5,48g/100g. É possível observar que nas folhas secas, o processo de secagem promoveu uma alta diminuição da taxa de umidade, logo a secagem atuou aumentando a sua qualidade e estabilidade química e diminuindo os riscos de deterioração microbiológica, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Características físico-químicas das Folhas da *M. oleifera In natura* e Seca¹

Característica	Folhas das <i>M. oleifera In Natura</i>	Folhas das <i>M. oleifera Seca</i>
Teor de água/ Umidade(g/100 g)	73,38667 ± 3,16 a	5,49333 ± 0,73 b
Cinzas(g/100 g)	2,53333 ± 0,23 b	8,14000 ± 0,09 a
pH	5,70000 ± 0,05 a	5,68667 ± 0,01 a
Acidez Titulável Total (ATT) (g/100 g)	0,57100 ± 0,04 b	1,95600 ± 0,04 a
SST (°Brix)	3,03333 ± 0,06 b	4,90000 ± 0,00 a
Atividade de Água (g/100 g)	0,89000 ± 0,00 a	0,43000 ± 0,01 b
Vitamina C (mg/100 g)	1036,323 ± 11,85 a	365,26 ± 9,14 b
Lipídios (%)	0,27333 ± 0,17 b	1,13667 ± 0,18 a

Fonte: Elaboração do Autor, 2018.

¹ a-b Média ± desvio-padrão com letras minúsculas diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey (p<0,05) entre os tratamentos.

Considerada uma das análises laboratoriais de extrema importância, a umidade está associada à estabilidade e qualidade da matéria prima. A umidade fora das recomendações técnicas pode causar grandes perdas na estabilidade química, deterioração microbiológica ou alterações na qualidade geral do alimento (IAL, 2008). O alto teor de umidade nos alimentos provoca a deterioração de forma mais rápida do que nos alimentos com baixo teor de umidade, o que leva a redução do tempo de prateleira do produto (Spanemberg, 2010). Passos et al. (2013) verificaram um valor de umidade de 76,00g/100g para as folhas *in natura* e de 10,00g/100g para as folhas secas da *M. oleifera*. Já Siguemoto (2013) constatou na farinha das folhas da *M. oleifera* um valor de 11,3g/100g para umidade.

O teor de substâncias inorgânicas (cinzas), resultantes da completa incineração de material de origem vegetal submetido à análise química, mostra a riqueza da amostra em elementos minerais (Almeida et al., 2003). Os valores de cinzas encontrados foram de 8,14 g/100g nas folhas da *M. oleifera* seca e de 2,52 g/100g para as folhas *in natura*, valores estes próximos ao encontrado por Moyo et al. (2011), sendo constatado um valor de cinzas de 7,65 g/100g para as folhas secas da *M. Oleifera* e por Siguemoto (2013) que observou um valor de 10,7 g/100g, para farinha das folhas da *M. oleifera*. O teor de cinzas 2,52 – 8,14 g/100g, evidenciou a abundância de elementos minerais presente nas folhas *in natura* e seca.

Considerado uma das condições para o crescimento e desenvolvimento de micro-organismos em alimentos, o pH pode provocar alterações também na palatabilidade (Chitarra & Chitarra, 2005; Gava, Silva & Frias, 2007). Conforme os autores referidos anteriormente e Ribeiro & Seravalli (2007), os alimentos podem ser classificados pela sua acidez através do pH, onde os mesmos, classificam-se da seguinte forma: alimento pouco ácido (pH >4,5), ácidos (pH entre 4,5 e 4,0) e altamente ácidos (pH < 4,0). Com base nesta classificação, a folhas secas da *M. oleifera* apresentaram uma média de pH de 5,68 valor semelhante ao encontrado nas folhas *in natura* 5,7, estando ambos classificados como pouco ácidos. Passos et al. (2013) constataram nas folhas *in natura* da *M. oleifera* o pH de 5,80 e nas folhas seca o valor encontrado pelo mesmo foi de 5,50, valores próximos ao que foi verificado no presente estudo. Logo, os resultados para pH enquadram-se como satisfatórios para boa qualidade da matéria prima, uma vez que, estes valores indicam que a planta possui característica ácida, impedindo o crescimento de microrganismos patógenos.

Conforme Fontes (2005), existem dois métodos mais comumente usados para medir a acidez dos alimentos, são a ATT e o pH. O primeiro representa todos os grupamentos ácidos encontrados (ácidos orgânicos livres, na forma de sais e compostos fenólicos), enquanto que o

segundo determina a concentração hidrogeniônica da solução. Passos et al. (2013) avaliaram a acidez presente nas folhas *in natura* 8,68g/100g e secas 20,66g/100g da *M. oleifera*. Quando comparado com os resultados obtidos no presente estudo, que foi de 0,571g/100g para as folhas *in natura* e 1,956g/100g para as folhas secas, é possível perceber um valor inferior ao encontrado pelo referido autor.

A escala Brix é calibrada pelo número de gramas de açúcar presente em 100g de solução. Na medição do índice de refração de uma solução de açúcar, a leitura em porcentagem de Brix deve combinar com a concentração real de açúcar na solução. A escala em porcentagem de Brix possui as concentrações percentuais dos sólidos solúveis contidos em uma amostra. Os sólidos solúveis contidos é o total de todos os sólidos dissolvidos na água, começando por açúcar, sais, proteínas, ácidos, etc. A leitura do valor medido é a soma total desses (Moraes, 2006). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o seu teor pode variar de acordo com a espécie, a forma de cultivo, o estágio de maturação e o clima, com valores médios entre 8 e 14%. Os valores de sólidos solúveis encontrado no presente estudo foram de 3,033% para as folhas *in natura* e de 4,9% para as folhas secas da *M. oleifera*, estando ambos abaixo dos valores médios para Sólidos solúveis, apresentando assim, baixo teor de açúcar.

A atividade de água (A_w) tem sido considerada como essencial no controle de qualidade de alimentos, uma vez que demonstra o teor de água presente no estado livre (Alzamora, 1984). A maioria dos microrganismos desenvolve-se em meio com atividade de água no intervalo 0,90–0,99. Diversos microrganismos, às vezes, permanecem vivos, por muito tempo em baixa atividade de água, porém não se multiplicam nesse meio. Boa parte das leveduras e fungos miceliais cresce em meio com atividade de água entre 0,86–0,88. Alguns fungos filamentosos podem crescer em meio com atividade de água de até 0,80 (Ferreira Neto & Queiroz, 2007).

O tempo de vida do produto, assim como sua textura, consistência e viscosidade estão associados ao teor de água presente. Normalmente os produtos com alto teor de açúcar possui uma baixa A_w , sendo estes microbiologicamente estáveis, porém tendem a ser higroscópicos, ou seja, tendem a absorver umidade. Quando não existe água disponível a medida da A_w será igual a zero sendo o máximo de A_w igual a 1,000 (teor encontrado em amostras com 100% de água) (BRASEQ, 2007).

As folhas da *M. oleifera in natura* apresentaram a A_w de 0,891 e a seca de 0,429. Por ter passado pelo processo de secagem, as folhas secas, reduziram significativamente sua A_w , aumentando assim o controle da sua qualidade. Já as folhas *in natura* apresentaram uma alta

Aw, logo, a sua utilização deve ser de forma rápida, para evitar o risco de ataques microbianos e perda de sua qualidade nutricional. Siguemoto (2013) avaliou a AW na farinha das folhas da *M. oleifera*, constatou um valor de 0,6, semelhante ao encontrado no presente estudo.

A vitamina C, segundo Carr et al. (2013), possui centenas de funções no organismo, e, uma delas é atuar como antioxidante e como cofator para a biossíntese do colágeno, cartinina, hormônios peptídicos e neurotransmissores. Os maiores teores de Vitamina C encontram-se nas frutas e vegetais como nas laranja, limão, acerola, goiaba e limão. Boa parte dos vegetais contém uma quantidade significativa. A *M. oleifera* tem ganhado destaque devido ser um vegetal com alto teor de vitamina C. A tabela de composição de alimento mostra que a mesma contém 164 mg AA por 100 g de folha fresca (Kunyanga et al., 2012). Mensah et al. (2012) verificaram no pó da folha da *M. oleifera* a quantidade de Vitamina C, na qual constataram a presença de 19,3 mg/100 g. Siguemoto (2013) analisou a quantidade de Vitamina C presente nas folhas secas coletadas em Marília/SP, e observou uma concentração de 181 mg/100 g⁻¹.

No presente estudo foi possível observar que as folhas da *M. oleifera in natura* possui um valor superior ao encontrado nas folhas secas, sendo na *in natura* 1036,32 e nas secas 365,26 mg/ 100 g, ambos os valores são superiores ao encontrado por Mensah et al. (2012) e Siguemoto (2013). Conforme Gabas, Telis-Romero e Menegalli (2003), a técnica de desidratação da matéria prima, promove a perda parcial ou total de vitamina C, sendo afetada principalmente pela aplicação de altas temperaturas, isto justifica o fato da quantidade de vitamina C nas folhas secas da *M. oleifera* ter sido inferior as das folhas *in natura*. A RDC N°269 de setembro de 2005, estabelece no Brasil, a ingestão diária recomendada (IDR) para os nutrientes. Em relação à Vitamina C, é recomendado para crianças na faixa de 4 a 10 anos uma dose diária de 45 mg e para adultos 60 mg. Esta quantidade pode ser adquirida por via da ingestão de 4,34 e 5,78 gramas das folhas *in natura* da *M. oleifera*, respectivamente para criança/adulto. As folhas da *M. oleifera* pode ser incrementada de diversas formas na alimentação humana, como: chás, sucos, saladas, temperos, cápsulas e etc.

O método de Folch, Lees e Stanley (1957) é considerado por Silveira et al. (2006), como o melhor para a extração de lipídios, devido ser feito a frio, sendo um procedimento bastante simples no ponto de vista operacional. Com base nos resultados obtidos é possível observar que ambas as amostras possuíam um baixo teor de lipídios, sendo respectivamente de 0,27333 % e 1,13667%. Passos et al. (2013) encontraram nas folhas *in natura* e seca da *M. oleifera* a porcentagem de 1,27% e 6,87%, valor este, superior ao que foi verificado no presente estudo.

Nas análises toxicológicas, a dose letal mediana (DL50 ou LD50, do inglês Lethal Dose) é considerada a dose necessária de uma determinada substância ou tipo de radiação para matar 50 % de uma população em um teste, onde geralmente é medida em miligramas de substância por quilograma de massa corporal dos indivíduos a serem testados (mg/kg =ppm). Onde as folhas *in natura* e seca da *M. oleifera* foram testadas nas seguintes concentrações: 1000,750,500,125 e 65 mg mL⁻¹. Meyer et al. (1982) explica que, de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), são classificadas como substâncias tóxicas aquelas que apresentam DL50 abaixo de 1000 ppm em *A.salina*. Este estudo observou uma DL50 de 12,734 mg/kg para as folhas *in natura* e 5,925 mg/kg para as folhas secas da *M. oleifera*, ambas são consideradas atóxica segunda a Organização Mundial de Saúde.

5 Considerações finais

Foi observado que as folhas *in natura* e seca da *M. oleifera* apresentaram parâmetros físico-químicos satisfatórios, atendendo aos valores determinados pelas legislações vigentes, bem como, os resultados foram semelhantes a diversos estudos na área. Ambos os extratos analisados apresentaram baixa acidez e pH, indicando boa resistência ao desenvolvimento de microrganismos e boa capacidade de armazenamento, além de possuírem alto teor de cinzas, que indica abundância de minerais ali presentes. Além disso, comprovou-se que o processo de secagem atenuou o risco de proliferação microbiana e melhorou a capacidade de conservação do extrato seco. Além disto, foi possível constatar uma alta quantidade de vitamina C em ambas as amostras estudadas, porém é perceptível que o processo de secagem promoveu uma diminuição considerável. Fora isto, foi observado uma baixa quantidade de sólidos solúveis e lipídios. Com base nos resultados obtidos para toxicidade, é possível classificar as mesmas como atóxica, estando ambas seguras para o consumo humano.

Assim, as folhas *in natura* e seca da *M. oleifera* são uma alternativa interessante, viável e de baixo custo para a alimentação e suplementação humana, podendo ser aplicada em diversos seguimentos. Acredita-se que acontece a investigação desses alimentos abundantes na região nordestina, porém é pouco aproveitado no ponto de vista comercial e tecnológico, logo, espera-se, que o presente estudo venha a agregar valor e colaborar para o melhor aproveitamento dessa matéria-prima local.

Além disto, diversas outras análises podem ser realizadas a fim de obter maiores informações sobre a *M. oleifera*, em suas diversas partes. Análises como: Proteína, fibras,

vitaminas e minerais, assim como também, outros tipos de teste toxicológicos podem vim a ser realizados.

REFERÊNCIAS

Almeida, M. M. B., Lopes, M. D. F. G., De Sousa, P. H. M., Nogueira, C. M. D., & Magalhães, C. E. D. C. (2003). Determinação de umidade, fibras, lipídios, cinzas e sílica em plantas medicinais. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 21(2).

Alzamora, S. M. (1984). Preconservacion de frutas por métodos combinados. In: CONGRESSO MUNDIAL DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Anais...** Buenos Aires: [s.n.].

BRASEQ. (2007). **Boletim técnico informativo BrasEq**: entendendo a atividade de água (aa) e sua importância para a qualidade de alimentos e outros produtos em geral.

Caldereiro, G. M. B. et al. (2015). Caracterização e proposta de adequação do sistema de tratamento de efluentes de indústria de laticínios. **Revista SODEBRAS**, Fortaleza, v. 10, n. 114, p. 79-84.

Carr, A. C., Bozonet, S. M., Pullar, J. M., Simcock, J. W., & Vissers, M. C. (2013). Human skeletal muscle ascorbate is highly responsive to changes in vitamin C intake and plasma concentrations. *The American journal of clinical nutrition*, 97(4), 800-807.

Castanheira, A. C. G. (2010). **Manual básico de controle de qualidade de leite e derivados comentado**: baseado em metodologias de análises físico-químicas e microbiológicas, contidas nas instruções normativas 68/2006 e 62/2003.

Chitarra, M. I. F.; Chitarra, A. B. (2005). **Pós-colheita de frutos e hortaliças**: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE.

Do Nascimento, V. T., De Lucena, R. F. P., Maciel, M. I. S., & De Albuquerque, U. P. (2013). Knowledge and use of wild food plants in areas of dry seasonal forests in Brazil. *Ecology of food and nutrition*, 52(4), 317-343.

Dos Passos, M., Da Conceição Santos, D. M., Dos Santos, B. S., Souza, D. C. L., Dos Santos, J. A. B., & Da Silva, G. F. (2013). Qualidade pós-colheita da moringa (*Moringa oleifera* lam) utilizada na forma in natura e seca. *Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias*, 3(1), 113-120.

FAO. (2011). **The state of food and agriculture**. 1. ed. Roma: FAO.

Folch, J., Lees, M., & Stanley, G. S. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of biological chemistry*, 226(1), 497-509.

Fontes, L. C. B. (2005). *Uso de solução conservadora e de películas comestíveis em maçãs da cultivar Royal Gala minimamente processadas: efeito na fisiologia e na conservação* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

Gabas, A. L., Telis-Romero, J., & Menegalli, F. C. (2003). Cinética de degradação do ácido ascórbico em ameixas liofilizadas. *Food Science and Technology (Campinas)*, 66-70.

Gil, A. C. (2002). Como elaborar projetos de pesquisa. *São Paulo*, 5(61), 16-17.

IBGE. (2010). **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: segurança alimentar 2004/2009**. Rio de Janeiro: IBGE.

Jesus, A. R. D., Marques, N. D. S., Salvi, E., Tuyuty, P. L. M., & Pereira, S. A. (2013). Cultivo da Moringa oleifera. *Instituto Euvaldo Lodi–IEL/BA*.

Lutz – Oal, O. A. (2008). Métodos físico-químicos para análise de alimentos.

Medeiros, M. L. S., Demartelaere, A. C. F., Pereira, M. D., & De Pádua, G. V. G. (2019). Adequação do teste de lixiviação de potássio em sementes de Moringa oleifera. *Ciência Florestal*, 29(2), 941-949.

Meneghel, A. P., Gonçalves Jr, A. C., Strey, L., Rubio, F., Schwantes, D., & Casarin, J. (2013). Biosorption and removal of chromium from water by using moringa seed cake (*Moringa oleifera* Lam.). *Química Nova*, 36(8), 1104-1110.

Mensah, J. K. et al. (2012). Phytochemical, nutritional and antibacterial properties of dried leaf powder of *Moringa oleifera* (Lam.) from Edo Central Province, Nigeria. **Journal of Natural Products and Plants Resources**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 107-112,.

Merino, F. J. Z., Oliveira, V. B., Paula, C. S., Cansian, F. C., Souza, A. M., Zuchetto, M., ... & Miguel, O. (2015). Análise fitoquímica, potencial antioxidante e toxicidade do extrato bruto etanólico e das frações da espécie *Senecio westermanii* Dusén frente à *Artemia salina*. *Rev Bras Plan Medic*, 17(4), 1031-1040.

Mesquita, A. A.; Reis, E. M. B.; Demeu, F. A. A. (2016). Aplicação de ocitocina na melhoria da produção de leite de vacas da raça holandesa. **SODEBRAS**, Fortaleza, v. 11, n. 126, p. 104-106.

Meyer, B. N., Ferrigni, N. R., Putnam, J. E., Jacobsen, L. B., Nichols, D. J., & McLaughlin, J. L. (1982). Brine shrimp: a convenient general bioassay for active plant constituents. *Planta medica*, 45(05), 31-34.

Muhammad, H. I., Asmawi, M. Z., & Khan, N. A. K. (2016). A review on promising phytochemical, nutritional and glycemic control studies on *Moringa oleifera* Lam. in tropical and sub-tropical regions. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6(10), 896-902.

Neto, C. J. F., De Figueirêdo, R. M. F., & DE Meloqueiroz, A. J. (2005). Avaliação sensorial e da atividade de água em farinhas de mandioca temperadas. *Ciênc. agrotec.*, 29(4).

Pasa, M. C., Silva, G. G., Souza, S. S., & Gonçalves, K. G. (2010). Abordagem Etnobotânica de *Moringa oleifera* Lam.: do cultivo ao uso da espécie em Rondonópolis, Mato Grosso. *FLOVET-Boletim do Grupo de Pesquisa da Flora, Vegetação e Etnobotânica*, 1(1).

Pereira, A.S., Shitsuka, D.M., Parreira, F.J. & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Ed. UAB/NTE/UFSM, Santa Maria/RS. Disponível em:

https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1. Acesso em: 27 julho 2019.

Pereira, E. M. et al. (2012). Avaliação microbiológica e toxicológica de broto de palma inteiro e minimamente processado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 52., 2012, Salvador. **Anais...** Salvador: ABH, p. 117-118.

Rangel, M. S. (2011). Moringa Oleifera: um purificador natural de água e complemento alimentar para o nordeste do Brasil.

Ribeiro, E. P.; Seravalli, E. A. G. (2007). **Química de alimentos**: água. 2. ed. São Paulo: Blucher.

Sharma, V., Paliwal, R., Sharma, P., & Sharma, S. (2011). Phytochemical analysis and evaluation of antioxidant activities of hydro-ethanolic extracts of Moringa oleifera Lam. pods. *J Pharm Res*, 4(2), 554-7.

Siguemoto, É. S. (2013). *Composição nutricional e propriedades funcionais do murici (Byrsomina crassifolia) e moringa (Moringa Oleifera)* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

Silva, L. D. S. V. D. et al. Micronutrients in pregnancy and lactation. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, São Paulo, v. 7, n. 3, p. 237-244, 2007.

Souza, A. A. et al. (2009). Atividade antimicrobiana da resina e do extrato do mesocarpo dos frutos de Moringa oleífera Lam. In: ENCONTRO NACIONAL DE MORINGA, 1., Aracaju. **Proceedings...** . Aracaju: ENM.

Spanemberg, F. *Planejamento de Experimentos com Mistura no Estudo da Vida Útil de Balas Duras*. 2010. 120 f (Doctoral dissertation, Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara D'oeste.

Stohs, S. J., & Hartman, M. J. (2015). Review of the safety and efficacy of *Moringa oleifera*. *Phytotherapy Research*, 29(6), 796-804.

Teixeira, C. M. L. L., Kirsten, F. V., & Teixeira, P. C. N. (2012). Evaluation of *Moringa oleifera* seed flour as a flocculating agent for potential biodiesel producer microalgae. *Journal of applied Phycology*, 24(3), 557-563.

Wakil, M. A., Kalam, M. A., Masjuki, H. H., Fattah, I. R., & Masum, B. M. (2014). Evaluation of rice bran, sesame and moringa oils as feasible sources of biodiesel and the effect of blending on their physicochemical properties. *RSC Advances*, 4(100), 56984-56991.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Gabriel Barbosa Câmara – 30 %
Tharcia Kiara Beserra de Oliveira – 6,25%
Celenia de Souto Macedo – 6,25%
Daniela Dantas de Farias Leite – 6,25%
Tamires da Cunha Soares – 6,25%
Amélia Ruth Nascimento Lima – 6,25%
Silvana Henriques Vasconcelos – 6,25%
Ticianne da Cunha Soares – 6,25%
Marina Lacerda Barbosa – 6,25%
Laiys Sobral de Lima Trigueiro – 20 %