AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO E PERFIL FTIR DE EXTRATOS E FOLHAS IN NATURA DE *Moringa oleifera* L.

Weslen Lima Siva[1], Rejane Pereira de Santana[2], Samuel Moura dos Santos Teodoro[3], Bernadeth Moda de Almeida[4], Valéria Melo Mendonça[5]

[1] *Instituto Federal de Sergipe, São Cristóvão, Brasil (weslen.ifs.biologia@gmail.com)*
[2]*Instituto Federal de Sergipe, São Cristóvão, Brasil*
[3]*Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Brasil*
[4]*Instituto Federal de Sergipe, São Cristóvão, Brasil*
[5]*Instituto Federal de Sergipe, São Cristóvão, Brasil*

Resumo: A *Moringa oleifera* é uma espécie vegetal amplamente reconhecida pelo elevado potencial nutricional e terapêutico, devido à presença de compostos bioativos como flavonoides, fenóis, alcaloides, terpenos e carboidratos. Nesse contexto, técnicas espectroscópicas têm sido empregadas para caracterizar qualitativamente esses compostos em extratos vegetais e materiais in natura. O presente estudo teve como objetivo avaliar o rendimento e caracterizar o perfil espectroscópico por FTIR de extratos e folhas in natura de *Moringa oleifera*, obtidos pelos métodos de decocção, infusão e ultrassom. As folhas foram coletadas, higienizadas, secas em estufa a 40 °C e trituradas manualmente. Para obtenção dos extratos, utilizaram-se 5 g do material vegetal e 100 mL de água destilada. Os extratos foram preparados pelos métodos de decocção, infusão e ultrassom, sendo posteriormente filtrados e concentrados em estufa. O rendimento foi determinado pela diferença entre o peso final da placa contendo o extrato seco e o peso inicial da placa vazia, sendo calculado em porcentagem. A caracterização química foi realizada por espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (ATR-FTIR), na faixa espectral de 650 a 4000 cm^{-1}. Os resultados demonstraram diferenças significativas entre os métodos de extração quanto ao perfil espectral e rendimento dos extratos. A decocção apresentou maior intensidade na banda de 1632 cm^{-1}, associada a compostos fenólicos e flavonoides, indicando maior eficiência na extração de compostos polares. O método por ultrassom apresentou maior evidência nas bandas de 2956 e 1293 cm^{-1}, relacionadas a compostos lipídicos e alcaloides, enquanto a infusão apresentou menor intensidade espectral. As folhas in natura exibiram bandas características de grupos hidroxila, proteínas, carboidratos, compostos aromáticos e ácidos graxos, demonstrando ampla diversidade fitoquímica. Quanto ao rendimento, os métodos de infusão, ultrassom e decocção apresentaram valores de 1,13%, 1,09% e 1,00%, respectivamente. A espectroscopia FTIR mostrou-se eficiente na identificação dos principais grupos funcionais presentes nas amostras, permitindo comparar qualitativamente os diferentes métodos de extração. Conclui-se que a escolha do método extrativo influencia diretamente o perfil químico e o rendimento dos extratos de *Moringa oleifera*, reforçando o potencial da espécie para aplicações farmacêuticas, alimentícias e cosméticas.

Palavras-chave: *Moringa oleifera*; Espectroscopia FTIR; Compostos bioativos.

INTRODUÇÃO

O uso de plantas medicinais tem crescido significativamente devido à presença de compostos bioativos com potencial terapêutico, nutricional e tecnológico, despertando interesse nas áreas da saúde, agroindústria e desenvolvimento de bioprodutos. Entre essas espécies, a *Moringa oleifera* destaca-se por apresentar elevada concentração de flavonoides, compostos fenólicos, alcaloides, terpenos, vitaminas e carotenoides, associados a atividades antioxidantes, anti-inflamatórias e cicatrizantes (KASHYAP et al., 2022; LIN; ZHANG; CHEN, 2018). Além de sua aplicação medicinal, a espécie é amplamente utilizada na alimentação humana devido ao elevado valor nutricional de suas folhas, sementes e caules (CHEN et al., 2019). A planta é considerada tolerante à seca e adaptada a regiões tropicais e subtropicais, sendo conhecida popularmente como "árvore da vida" (ILANKO et al., 2019). Dessa forma, o interesse científico pela caracterização fitoquímica da espécie tem aumentado significativamente nos últimos anos.

Nesse contexto, técnicas espectroscópicas como a espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) têm sido amplamente empregadas na identificação de grupos funcionais presentes em extratos vegetais e materiais in natura. Essa técnica permite obter informações rápidas e não destrutivas sobre a composição molecular das amostras, contribuindo para a caracterização e padronização de compostos bioativos (RODRÍGUEZ; ESCOBAR; GUZMÁN, 2021). Estudos recentes demonstram que os diferentes métodos de extração influenciam diretamente o perfil químico dos extratos de *Moringa oleifera*, favorecendo a obtenção de compostos específicos conforme a técnica utilizada, como compostos fenólicos, flavonoides, lipídios e alcaloides (ABUBAKAR; HAQUE, 2020; ÖZDEMIR et al., 2025). Assim, a utilização do FTIR torna-se importante para avaliar qualitativamente as diferenças espectrais entre extratos vegetais e folhas in natura.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o rendimento e caracterizar o perfil espectroscópico por FTIR dos extratos e das folhas in natura de *Moringa oleifera*, obtidos pelos métodos de decocção, infusão e ultrassom. Além disso, buscou-se comparar os principais grupos funcionais identificados nos espectros, verificando a influência dos diferentes métodos de extração sobre o perfil fitoquímico da planta.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida a partir da coleta das folhas de *Moringa oleifera* L. no período da primavera no Instituto Federal de Sergipe, campus São Cristóvão, em plantas adultas e saudáveis, selecionadas de forma aleatória, seguidos da obtenção dos extratos vegetais pelos métodos de decocção, infusão e ultrassom. Após a coleta, as folhas foram higienizadas, secas em estufa a 40 °C por quatro dias e trituradas manualmente. Em todos os processos de extração, utilizaram-se 5 g do material vegetal e 100 mL de água destilada, sendo os extratos posteriormente filtrados e concentrados em estufa. Para a análise de FTIR, foram recortadas 10 partes da folha in natura após a colheita e analisadas.

A caracterização química das folhas in natura e dos extratos foi realizada por espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (ATR-FTIR), utilizando espectrômetro Cary 630 FTIR, na faixa espectral de 650 a 4000 cm^{-1}, com resolução de 4 cm^{-1} e 128 varreduras. As análises foram conduzidas em triplicata para identificação dos principais grupos funcionais presentes nas amostras.

O procedimento de avaliação do rendimento dos extratos das folhas de *Moringa oleifera* foi determinado a partir da diferença entre a massa final da placa contendo o extrato seco e a massa inicial da placa vazia, utilizando-se a equação:

Extrato obtido (g) = massa final − massa inicial.

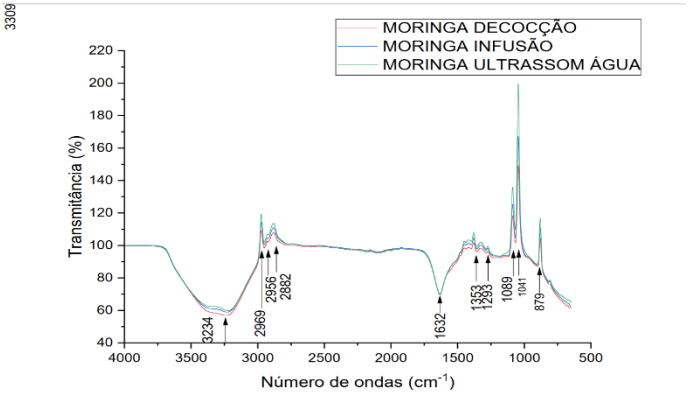
Posteriormente, o rendimento percentual foi calculado pela fórmula:

Rendimento (%) = (massa do extrato / massa inicial da amostra) × 100.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise espectroscópica no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) dos extratos de *Moringa oleifera* obtidos pelos métodos de decocção, infusão e ultrassom com água revelou diferenças no perfil espectral dos compostos extraídos, conforme apresentado na Figura 1. Os espectros evidenciaram variações na intensidade das bandas de absorção, indicando diferenças na eficiência de extração dos constituintes químicos em função da técnica empregada, o que pode estar diretamente relacionado à natureza dos compostos bioativos e à eficiência do método utilizado.

Figura 1 – Espectros do FTIR-ATR dos extratos de *Moringa oleífera*.



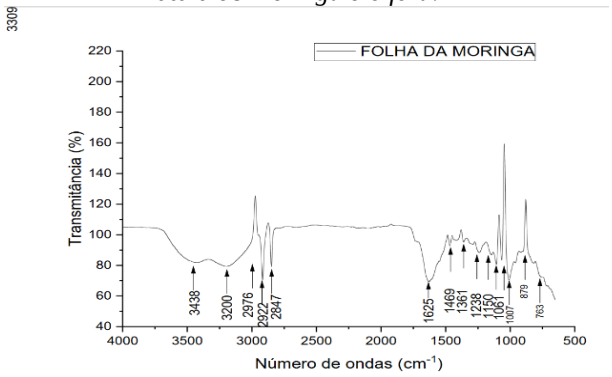
Fonte: Autoria própria, 2026.

Os espectros dos extratos apresentaram bandas características atribuídas principalmente a grupos hidroxila, cadeias alifáticas, compostos aromáticos e carboidratos. A banda observada em aproximadamente 3234 cm^{-1} foi atribuída ao estiramento O–H, característico de compostos fenólicos e água adsorvida. As bandas em 2969, 2956 e 2882 cm^{-1} estão relacionadas ao estiramento C–H de grupos alifáticos, sugerindo a presença de lipídios e outros compostos orgânicos. A banda em 1632 cm^{-1}

pode ser associada ao estiramento C=O e/ou vibrações C=C aromáticas, frequentemente relacionadas a compostos fenólicos e flavonoides. Já as bandas entre 1353 e 1009 cm^{-1} estão associadas a vibrações C–O e C–O–C, típicas de carboidratos, álcoois e polissacarídeos.

O extrato obtido por ultrassom apresentou maior intensidade em algumas bandas, especialmente na região de 2956 e 1293 cm^{-1}, sugerindo maior extração de compostos orgânicos contendo grupos alifáticos e oxigenados. A decocção apresentou absorção mais pronunciada em 1632 cm^{-1}, indicando possível maior extração de compostos fenólicos. A infusão apresentou perfil espectral semelhante aos demais extratos, porém com menor intensidade de absorção em determinadas regiões, sugerindo menor eficiência na extração de alguns constituintes químicos.

Figura 2 - Espectros do FTIR-ATR das folhas in natura de *Moringa oleífera.*



Fonte: Autoria própria, 2026.

A análise espectral da folha de *Moringa oleifera* in natura (Figura 2) evidenciou bandas bem definidas em 3438–3200 cm^{-1}, atribuídas ao estiramento O–H de compostos fenólicos e ligações de hidrogênio; em 2922 e 2847 cm^{-1}, relacionadas ao estiramento C–H de grupos alifáticos; em 1625 cm^{-1}, associada a grupos carbonila e estruturas aromáticas conjugadas; e entre 1067 e 1041 cm^{-1}, referentes ao estiramento C–O de carboidratos e polissacarídeos. Esses resultados demonstram a diversidade de grupos funcionais presentes na matriz vegetal, corroborando a complexidade fitoquímica da espécie. Os resultados obtidos estão de acordo com estudos da literatura que descrevem a presença de compostos fenólicos, carboidratos, proteínas e metabólitos secundários em folhas de *Moringa oleifera,* evidenciando o potencial bioativo da planta.

A Tabela 1 apresenta a variação de massa observada em cada repetição, evidenciando um aumento consistente entre o peso inicial e o peso final em todos os métodos. Esse incremento confirma a obtenção de extrato seco após a evaporação do solvente, demonstrando que os três processos, decocção, ultrassom e infusão, foram eficazes na extração de compostos da matriz vegetal.

Tabela 1 – Variação de massa das amostras submetidas a diferentes métodos de extração.

Método	Placa	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)
Decocção	1	31.121	31.502
	2	38.137	38.538
	3	40.035	40.342
	Total	**109.293**	**110.382**
Ultrassom	1	36.090	36.457
	2	28.442	28.827
	3	33.721	34.036
	Total	**98.253**	**99.320**
Infusão	1	38.976	39.376
	2	33.710	34.126
	3	28.443	28.772
	Total	**101.129**	**102.274**

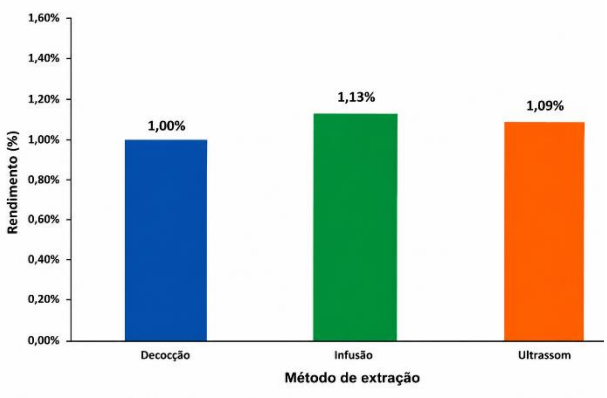
Fonte: Autoria própria, 2026.

Observa-se que, apesar das variações entre as placas individuais, os valores totais mostram um padrão relativamente uniforme entre os métodos. A decocção apresentou um aumento total de 1,089 g, o ultrassom 1,067 g e a infusão 1,145 g. Essa proximidade sugere que, em termos absolutos, não há diferenças muito expressivas na quantidade de extrato obtido. No entanto, pequenas variações podem estar associadas à eficiência de transferência de massa, à temperatura empregada e ao tempo de contato entre solvente e amostra em cada técnica.

A Figura 3 complementa essa análise ao expressar os resultados em termos de rendimento percentual, o que permite uma comparação mais adequada entre os métodos. Nesse contexto, a infusão apresentou o maior rendimento, com 1,13%, seguida do ultrassom com 1,09% e da decocção com 1,00%.

Embora as diferenças sejam sutis, indicam que a infusão pode ter favorecido a extração de compostos solúveis sem promover degradação significativa, possivelmente devido às condições mais brandas de temperatura em comparação à decocção.

Figura 3 - Rendimento dos extratos obtidos por diferentes métodos de extração



Fonte: Autoria própria, 2026.

Por outro lado, a decocção, apesar de amplamente utilizada, apresentou o menor rendimento percentual. Isso pode ser explicado pela exposição prolongada a altas temperaturas, que pode levar à degradação térmica de compostos sensíveis ou à volatilização de substâncias bioativas. Já o ultrassom apresentou rendimento intermediário, o que pode estar relacionado ao efeito de cavitação, que melhora a penetração do solvente na matriz vegetal, mas pode não ser tão eficiente quanto a infusão para determinados compostos específicos.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram que o método de extração exerce influência significativa sobre o perfil químico dos extratos vegetais, reforçando a necessidade de sua escolha cuidadosa conforme o objetivo terapêutico, nutricional ou cosmético almejado. A caracterização por FTIR provou-se uma ferramenta eficaz para identificar e validar a presença de grupos funcionais bioativos, facilitando a padronização dos extratos e a correlação com suas propriedades farmacológicas e tecnológicas. Esses achados contribuem para o desenvolvimento de extratos vegetais mais eficientes e seguros, e indicam a importância de futuras pesquisas que explorem a otimização dos processos de extração visando aplicações específicas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Samuel Moura pelo auxílio na realização das análises por FTIR, bem como às orientadoras Valéria Melo Mendonça e Bernadeth Moda de Almeida pelo suporte científico e orientação durante o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABUBAKAR, A. R.; HAQUE, M. Preparation of medicinal plants: Basic extraction and fractionation procedures for experimental purposes. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, v. 12, n. 1, p. 1–10, 2020.

CHEN, R.; WANG, X. J.; ZHANG, Y. Y. et al. Simultaneous extraction and separation of oil, proteins, and glucosinolates from *Moringa oleifera* seeds. *Food Chemistry*, v. 300, p. 125162, 2019.

ILANKO, P.; MCDONNELL, P. A.; VAN VUUREN, S. et al. Interactive antibacterial profile of *Moringa oleifera* Lam. extracts and conventional antibiotics against bacterial triggers of some autoimmune inflammatory diseases. *South African Journal of Botany*, v. 124, p. 420–435, 2019.

KASHYAP, P.; KUMAR, S.; RIAR, C. S. et al. Recent advances in drumstick (*Moringa oleifera*) leaves bioactive compounds: Composition, health benefits, bioaccessibility, and dietary applications. *Antioxidants*, v. 11, n. 2, p. 402, 2022.

LIN, M.; ZHANG, J.; CHEN, X. Bioactive flavonoids in *Moringa oleifera* and their health-promoting properties. *Journal of Functional Foods*, v. 47, p. 469–479, 2018.

ÖZDEMIR, M. et al. Extração assistida por ultrassom de compostos bioativos de plantas. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, v. 35, p. 1–12, 2025.

RODRÍGUEZ, Y. B.; ESCOBAR, G. A. C.; GUZMÁN, N. G. ATR-FTIR for characterizing and differentiating dried and ground coffee cherry pulp of different varieties (*Coffea arabica* L.). *Engenharia Agrícola*, v. 41, n. 1, p. 70–77, 2021.