

Tintura de jatobá (*Hymenaea* sp.): aspectos físico-químicos de qualidade e avaliação da atividade antimicrobiana

Jatoba tincture (*Hymenaea* sp.): physico-chemical aspects of quality and assessment of antimicrobial activity

Tinte de jatobá (*Hymenaea* sp.): aspectos físico-químicos de la calidad y evaluación de la actividad antimicrobiana

Recebido: 05/04/2022 | Revisado: 13/04/2022 | Aceito: 18/04/2022 | Publicado: 22/04/2022

Iraneide Pereira da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8542-3050>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: iraneidyibitipoca@hotmail.com

Felipe Alves Lins

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1137-9565>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: felipe.alves@estudante.ufcg.edu.br

Leonardo dos Santos Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5935-7838>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: leonardoscosta@gmail.com

Ana Laura de Cabral Sobreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2091-0437>
Universidade Federal de Paraíba, Brasil
E-mail: lauracabralas@gmail.com

Júlia Beatriz Pereira de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3850-3650>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: julia.beatriz@professor.ufcg.edu.br

Resumo

A tintura de Jatobá é utilizada popularmente no tratamento de infecção urinária. Todavia, faz-se necessário determinar segurança e eficácia destes produtos a fim de assegurar a qualidade e evitar riscos à saúde do consumidor. O presente estudo objetivou determinar os parâmetros físico-químicos e investigar os grupos fitoquímicos da tintura de Jatobá (*Hymenaea* spp.), bem como avaliar sua atividade antimicrobiana frente à *Escherichia coli*, em amostras produzidas na Oficina de Remédios Caseiros do CENEP – Nova Palmeira – PB. Para a avaliação físico-química foram realizados ensaios de pH, densidade e sólidos totais. Os grupos fitoquímicos foram identificados por reações químicas específicas e o teor de fenólicos expresso em ácido tânico, por espectroscopia UV-VIS. Para a comprovação da eficácia antimicrobiana, foi utilizado o método de difusão em ágar. Os resultados obtidos da análise da tintura de jatobá revelaram uma mistura homogênea de coloração castanho avermelhada, pH médio de $5,11 \pm 0,01$, densidade $0,9237 \pm 0,01$ sólidos totais $3,37 \pm 0,02$ e teor de polifenóis entre 3,46% e 3,77%. A tintura apresentou eficácia antimicrobiana frente a *E. coli*, com halos de inibição em média de $11,6 \pm 0,06$ mm, apresentando assim, uma boa capacidade de inibição. As características avaliadas são importantes na determinação da qualidade do produto e para a realização de estudos posteriores de estabilidade, além de evidenciar o potencial antimicrobiano contra a *E. coli*, principal bactéria relacionada a infecção urinária, servindo de incentivo para a realização de novos estudos com abordagens químicas e farmacológicas sobre o jatobá.

Palavras-chave: Plantas medicinais; Triagem fitoquímica; Quantificação; Fenólicos totais; *Escherichia coli*.

Abstract

Jatobá tincture is popularly used in the treatment of urinary infection. However, it is necessary to determine the safety and efficacy of these products in order to ensure quality and avoid risks to consumer health. The present study aimed to determine the physical-chemical parameters and to investigate the phytochemical groups of the tincture of Jatobá (*Hymenaea* spp.), as well as to evaluate its antimicrobial activity against *Escherichia coli*, in samples produced at the Home Remedies Workshop of CENEP – Nova Palmeira – PB. For the physicochemical evaluation, pH, density and total solids tests were carried out. The phytochemical groups were identified by specific chemical reactions and the phenolic content expressed in tannic acid by UV-VIS spectroscopy. To prove the antimicrobial efficacy, the agar diffusion method was used. The results obtained from the analysis of jatobá tincture revealed a homogeneous mixture

of reddish brown color, average pH of 5.11 ± 0.01 , density 0.9237 ± 0.01 total solids 3.37 ± 0.02 and polyphenol content between 3.46% and 3.77%. The tincture showed antimicrobial efficacy against *E. coli*, with inhibition halos on average of 11.6 ± 0.06 mm, thus presenting a good inhibition capacity. The characteristics evaluated are important in determining the quality of the product and for carrying out further stability studies, in addition to evidencing the antimicrobial potential against *E. coli*, the main bacterium related to urinary tract infection, serving as an incentive to carry out new studies with chemical and pharmacological approaches to jatobá.

Keywords: Medicinal plants; Phytochemical screening; Quantification; Total phenolics; *Escherichia coli*.

Resumen

La tintura de jatobá se usa popularmente en el tratamiento de la infección urinaria. Sin embargo, es necesario determinar la seguridad y eficacia de estos productos para garantizar la calidad y evitar riesgos para la salud del consumidor. El presente estudio tuvo como objetivo determinar los parámetros fisicoquímicos e investigar los grupos fitoquímicos de la tintura de Jatobá (*Hymenaea* spp.), así como evaluar su actividad antimicrobiana contra *Escherichia coli*, en muestras producidas en el Taller de Remedios Caseros del CENEP – Nova Palmeira – PB. Para la evaluación fisicoquímica se realizaron pruebas de pH, densidad y sólidos totales. Los grupos fitoquímicos fueron identificados por reacciones químicas específicas y el contenido fenólico expresado en ácido tánico por espectroscopía UV-VIS. Para probar la eficacia antimicrobiana se utilizó el método de difusión en agar. Los resultados obtenidos del análisis de la tintura de jatobá revelaron una mezcla homogénea de color marrón rojizo, pH promedio de $5,11 \pm 0,01$, densidad de $0,9237 \pm 0,01$, sólidos totales de $3,37 \pm 0,02$ y contenido de polifenoles entre 3,46% y 3,77%. La tintura mostró eficacia antimicrobiana contra *E. coli*, con halos de inhibición en promedio de $11,6 \pm 0,06$ mm, presentando así una buena capacidad de inhibición. Las características evaluadas son importantes para determinar la calidad del producto y realizar más estudios de estabilidad, además de evidenciar el potencial antimicrobiano contra *E. coli*, principal bacteria relacionada con la infección del tracto urinario, sirviendo de incentivo para realizar nuevos estudios con enfoques químicos y farmacológicos de la jatobá.

Palabras clave: Plantas medicinales; Cribado fitoquímico; Cuantificación; Fenoles totales; *Escherichia coli*.

1. Introdução

A utilização de plantas na terapêutica é uma prática antiga proveniente de um conhecimento cultural e popular, transmitidos ao longo das gerações, que teve sua eficácia e segurança reconhecida através de estudos científicos (Silva et al., 2018). No Brasil, a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC), foi a responsável por implementar alternativas terapêuticas no Sistema Único de Saúde (SUS), dentre elas, a fitoterapia (Stuchi et al., 2020).

A biodiversidade brasileira, as heranças culturais, bem como a diversidade de atores envolvidos resultam em uma grande quantidade de plantas e saberes envolvidos em seu uso medicinal. Tais fatos contribuem para a disseminação e ganho de importância na utilização de plantas medicinais e fitoterápicos no âmbito da política nacional de saúde, com crescimento de investimento e valorização pelo Sistema Único de Saúde (SUS) (Ribeiro, 2019).

As plantas do gênero *Hymenaea* (Fabaceae) apresentam distribuição Neotropical, com espécies distribuídas na África Oriental e nas Américas Central e do Sul. No Brasil, as plantas deste gênero são usadas na medicina tradicional para tratamento de feridas, inflamações, infecções bacterianas, reumatismo, anemia, distúrbios respiratórios, pulmonares e estomacais, bronquite e doenças da próstata. Diversos compostos já foram identificados, dentre eles, o e ácido isocátrico, ácido isopimarico, ácido oleico, ácido protocatecuico, terpenos, cumarinas, flavonoides, taninos e compostos fenólicos, comprovando atividade antibacteriana, antifúngica, anti-inflamatório e antidiarreico, confirmando que espécies de *Hymenaea* spp. apresentam eficácia potencial na medicina tradicional (Oliveira, et al., 2018).

O jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), espécie relatada no nordeste brasileiro, pertencente à família Fabaceae, é uma planta arbórea que possui potencial madeireiro, alimentar e medicinal. Apresenta potencial econômico, devido a sua madeira resistente e de boa qualidade empregada na indústria moveleira e construção civil. Possuem compostos terpenicos e fenólicos que agem como antifúngicos, antibacterianos e moluscicida, e na medicina popular é empregada no tratamento da bronquite, asma, deficiência pulmonar e laringite (Tiago et al., 2019; Tiago et al., 2020).

Nessa perspectiva, o jatobá encontra-se como alternativa no tratamento de infecções bacterianas, visto que apresenta atividades descritas contra as seguintes bactérias: *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Escherichia coli*. Uma das

formulações comumente utilizadas no preparo de produtos vegetais são as tinturas, que são resultantes de preparações alcoólicas ou hidroalcoólicas extraídas por maceração ou percolação de drogas vegetais ou da diluição dos respectivos extratos (Camilo, et al., 2020; Brasil, 2021).

Os produtos vegetais podem ser expostos a diversas situações que comprometem sua qualidade. Assim, para realizar o controle de qualidade de drogas vegetais devem ser empregadas técnicas de avaliação de qualidade física e química que permitam assegurar uma qualidade mínima, garantindo que o produto utilizado tenha segurança e efeito terapêutico após sua colheita e processamento (Meotti, et al., 2021).

Nessa perspectiva, o presente trabalho se propôs a determinar a qualidade da tintura de jatobá (*Hymenaea* sp.), através de metodologias físico-química e fitoquímica, além de avaliar sua atividade antibacteriana, como forma de assegurar a confiabilidade, estabilidade, segurança e eficácia deste produto.

2. Metodologia

A pesquisa foi realizada nos laboratórios de ensino do Curso de Bacharelado em Farmácia da UFCG-CES.

Foram analisadas três amostras de tintura de jatobá (A, B e C) elaboradas na Oficina de Remédios Caseiros do Centro de Educação Popular (CENEP) na cidade de Nova Palmeira, Seridó Paraibano.

2.1 Caracterização organoléptica e físico-química da tintura

As características organolépticas das tinturas foram analisadas observando-se a cor, odor e aspecto de viscosidade/fluidez. Para tanto as amostras foram transferidas para tubos de ensaio, e observadas em luz natural (Alvarenga et al., 2009).

A densidade foi determinada pelo método do picnômetro; e o pH foi determinado diretamente em potenciômetro. O resíduo seco foi determinado a partir de 2 mL de cada amostra transferidos para cápsulas de porcelana, após evaporação à secura em banho de água seguido de secagem e estufa entre 100 °C e 105 °C durante 3 horas (Brasil, 2019).

Foram realizados testes para identificação química através de reações de caracterização de grupos de metabólitos secundários característicos da espécie, por meio de reações químicas com cloreto férrico, gelatina, reagentes de Draggendorf e Shinoda, para detecção de compostos fenólicos, taninos, alcaloides e flavonoides, respectivamente (Cardoso, 2009).

Todos os procedimentos foram realizados em triplicata.

2.2 Teor de Polifenóis

O doseamento de fenóis totais expresso em ácido tânico, por espectroscopia UV-VIS, baseou-se na metodologia de Hargerman e Butler, descrita por Waterman e Mole (1994) e Prado et al., (2005).

A curva de calibração foi obtida a partir de uma solução padrão estoque de ácido tânico de concentração 10 mg/ml em etanol 70%, adicionada de 50 µL de solução de cloreto férrico, homogeneizada e filtrada, seguida de diluição para a obtenção de soluções de 200, 300, 400, 500 e 600 µg/ml em etanol 70%, para leitura em 510 nm, sendo a solução hidroetanólica a 70% utilizada como branco. Esse procedimento foi realizado em triplicata.

Para a leitura das amostras, a uma alíquota de 10 ml da tintura adicionou-se 50 µL de solução de cloreto férrico, seguido homogeneização e filtração. Transferiu-se 100 µL e 200 µL do filtrado para balão de 10 ml e o volume foi aferido com etanol 70%. Em seguida realizou-se a leitura em 510 nm em espectrofotômetro. O procedimento foi realizado em triplicada.

O cálculo da concentração de polifenóis nas tinturas foi realizado após obtenção dos dados de regressão linear obtidos com a curva de calibração, que forneceu o coeficiente de linearidade e a equação da reta. A partir desta, foi calculada a concentração da amostra e a porcentagem (%) de polifenóis na tintura.

2.3 Eficácia antimicrobiana da tintura

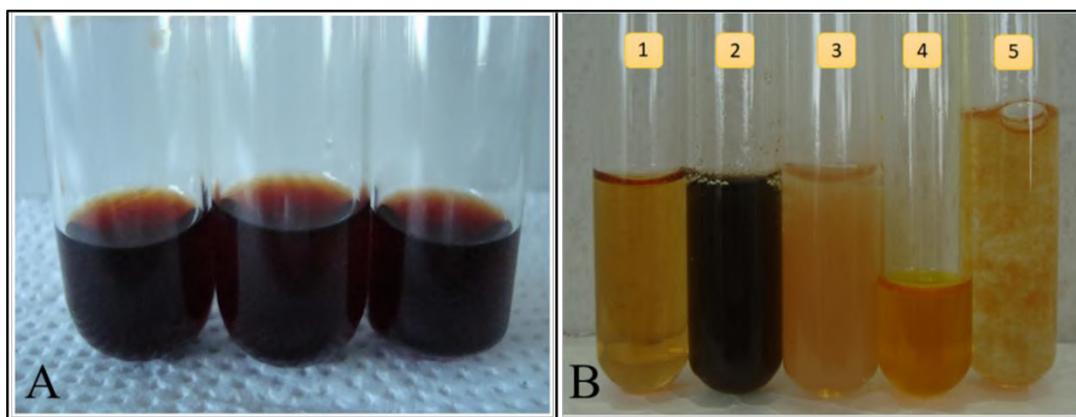
Para avaliação da eficácia antimicrobiana da tintura frente *Escherichia coli*, foi utilizado o método de difusão em ágar, utilizando-se placas de Petri (20 mm x 100 mm) e cilindros de aço inoxidável (8 mm x 6 mm x 10 mm).

Foi preparada uma suspensão padronizada do microrganismo teste, a 25% de transmitância a 580 nm, para a obtenção de uma concentração final de aproximadamente 10^8 UFC/ml, e os halos de inibição foram medidos com auxílio de um paquímetro.

3. Resultados e Discussão

A tintura do jatobá apresentou-se como uma solução turva, castanha avermelhada escura, homogênea, com odor e sabor característicos da planta (Figura 1).

Figura 1. Aspecto visual (A) das amostras de tintura de jatobá analisadas e testes para a caracterização de grupos fitoquímicos característicos (B).



B: 1 – Controle; 2 – Compostos Fenólicos; 3 – Taninos; 4 – Alcaloides; 5 – flavonoides. Fonte: Dados da pesquisa.

A análise visual é um ensaio de qualidade, quando se aplica a produtos acabados, embora a análise dos aspectos organolépticos seja, em geral, empregada como parâmetro auxiliar de identificação ou pureza (Gil, 2010).

Assim, permite avaliar, de imediato, o estado da amostra, verificando alterações, como turvação, precipitação, separação de fases, possibilitando o reconhecimento primário do produto (Brasil, 2008).

Pereira; Medeiros e Souza (2018), também relataram a tintura de jatobá como uma solução turva, de cor castanho avermelhada, confirmando as características do produto em análise.

Os testes fitoquímicos evidenciaram reação fortemente positiva para a presença de taninos, levemente positivo para alcaloides e positivo para compostos fenólicos, não foi detectada presença de flavonoides, como pode ser observado na figura 1B e resumido no Quadro 1. Os resultados foram considerados positivos pela formação de precipitados e surgimento de coloração e espuma, sendo classificado em levemente positivo (+), positivo (++) e fortemente positivo (+++), pela intensificação destes e negativo (-) pela ausência de coloração ou precipitado.

Quadro 1. Identificação dos metabólitos secundários presentes na tintura de jatobá.

Testes fitoquímicos	Amostras		
	A	B	C
Compostos fenólicos (FeCl ₃)	++	++	++
Tanino (Gelatina)	+++	+++	+++
Alcaloides (Dragendorff)	+	+	+
Flavonoides (Shinoda)	-	-	-

Fonte: Dados da pesquisa.

A prospecção fitoquímica é um método simples e de baixo custo, capaz de identificar a presença de metabólitos secundários o qual estão diretamente relacionados a atividade terapêutica das plantas, entretanto o conhecimento da composição química nos traz a possibilidade de traçar modelos experimentais através de bioensaios para o isolamento de princípios ativos, na elaboração de medicamentos e fitoterápicos (Luz et al., 2014; Silva et al., 2016).

O estudo de Barbosa et al. (2013), utilizando a metodologia de prospecção preliminar com o extrato hidroalcoólico da casca do jatobá não obteve resultados positivos para alcaloide, o que difere do presente estudo. No entanto Silva, Miranda, Conceição (2010) mostraram resultados positivos para alcaloides, em análises tanto do extrato hidroalcoólico da casca, como do extrato obtido da folha do jatobá.

Diversos estudos apresentam reações positivas para taninos e compostos fenólicos nos extratos hidroalcoólicos da casca da *Hymenaea* sp. (Silva et al., 2010; Barbosa et al., 2013; Bezerra et al., 2013; Tiago et al., 2020; Sousa et al., 2020), estando de acordo com os resultados encontrados neste estudo. Estes mesmos estudos apresentaram reação positiva para a presença de flavonoides na casca do jatobá, diferente dos resultados encontrados nas amostras de tintura utilizadas neste estudo, que não apresentou reação positiva para flavonoides.

Um importante fator a ser considerado quando se realiza qualquer pesquisa envolvendo plantas medicinais, principalmente no tocante a constituintes químicos, é quanto a fatores ambientais envolvidos no momento da coleta da planta, como sazonalidade, clima, tipo de solo, temperatura do ar (Anselmo & Lima, 2014).

A produção de metabólitos secundários pela planta ocorre em função da interação planta versus ambiente em resposta a fatores químicos e biológicos. Portanto, extratos da mesma espécie, mas coletados em locais e períodos diferentes podem apresentar resultados divergentes (Costa, 2017).

A Tabela 1 apresenta os valores médios de pH, densidade e resíduo seco apresentando boa reprodutibilidade entre as amostras, avaliada pelos baixos valores de desvio padrão e coeficiente de variação.

Tabela 1. Valores dos parâmetros físico-químicos da tintura de jatobá.

Amostras	pH	Densidade (mg/mL)	Resíduo Seco
A	5,10	0,9111	3,37%
B	5,10	0,9259	3,35%
C	5,12	0,9342	3,39%
Média ±DP	5,11 ± 0,01	0,9237 ± 0,01	3,67 ± 0,02
CV (%)	0,23	1,27	0,59

Fonte: Dados da pesquisa.

Os ensaios físico-químicos são importantes para pesquisar alterações na estrutura da formulação que nem sempre podem ser perceptíveis visualmente. Estas análises podem indicar problemas de estabilidade ou decorrentes do processo de fabricação (Brasil, 2008).

Os parâmetros serem avaliados dependerão das características do insumo a ser analisado. pH, densidade e resíduo seco figuram entre as características úteis na análise de tinturas.

A tintura de jatobá apresentou pH $5,11 \pm 0,01$ denotando um caráter ácido, justificado pela presença de compostos resultantes da extração que conferem essas características, ou pela combinação das características ácidas e básicas fornecidas pelos diferentes grupos químicos presentes no meio, conforme identificados na triagem fitoquímica. Entre os compostos identificados que conferem características ácidas estão, os compostos fenólicos e taninos, em contraponto os alcaloides, com características básicas (Padró-Rodríguez et al., 2017).

Resultados semelhantes foram obtidos por Pereira; Medeiros e Souza (2018), cujas amostras de tintura de jatobá analisadas apresentaram pH =5,04.

A Farmacopeia Brasileira não define especificações de valores de pH para tinturas, mas em estudos realizados por Borella (2011) e Ueta, Santana e Oliveira (2015), com tinturas vegetais, preparadas de forma semelhante, foram encontrados valores de pH variando entre 5,19 e 5,76, tais valores são próximos ao encontrado no presente estudo.

Do ponto de vista da qualidade o pH é um parâmetro importante em produtos acabados, uma vez que se relaciona à eficácia e segurança, em atributos como estabilidade, biodisponibilidade e biocompatibilidade (Gil, 2010).

A densidade da amostra analisada apresentou valor médio de $0,9237 \pm 0,01$. Segundo Borella (2011) a densidade de tinturas é considerada padrão no intervalo de 0,87 a 0,98 g/mL, se esses valores forem adotados, todas as amostras analisadas estão dentro da normalidade.

Com relação ao resíduo seco, as tinturas preparadas segundo padrões farmacopeicos, devem apresentar teor de resíduos seco superior a 1% (m/m) (Cardoso, 2009). Logo, as amostras analisadas atenderam as recomendações, apresentando resíduo seco médio de $3,37\% \pm 0,02$.

Segundo Soares e Farias (2017), o resíduo da evaporação representa a quantidade de substâncias extraídas (teor de extrativos), com um determinado solvente em condições de extração preestabelecidas. A determinação do resíduo seco faz parte dos testes de avaliação da qualidade de tinturas e são essenciais para garantir a autenticidade, a estabilidade e a segurança dos preparados de plantas medicinais (Brasil, 2019).

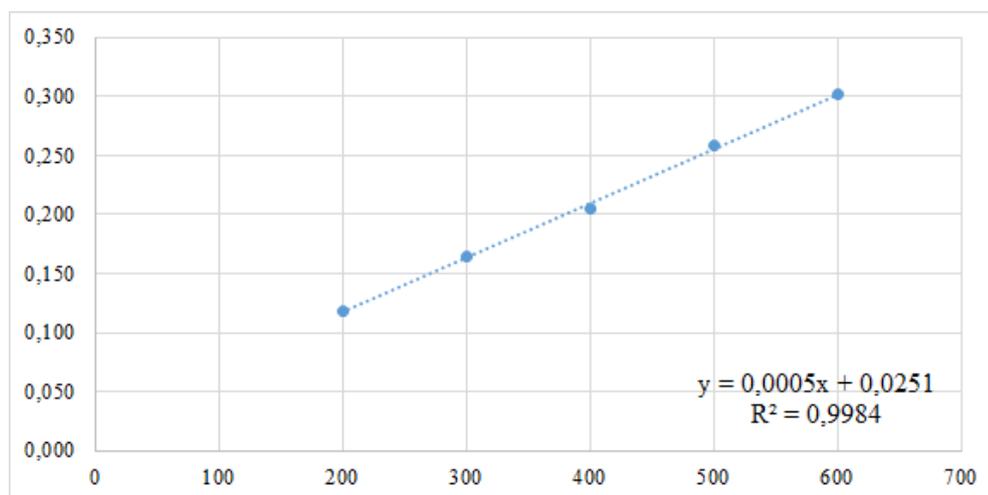
Dados da literatura revelam valores diversos para resíduo seco para tinturas preparadas com matérias primas vegetais e/ou métodos extrativos diferentes, a exemplo da arnica, 1,7% (Cardoso, 2009), chá verde, entre 0,904 a 0,944% com variação da concentração etanólica (Santos et al., 2014), pega-pinto, 2,86% (Lima et al., 2018), e mulungu 2,36% (Ferreira et al., 2021). Para a tinturas de cascas de angico e aroeira, a Farmacopeia Brasileira 6ª edição (2019), estabelece um teor mínimo de 2,0%.

Do ponto de vista da estabilidade, os parâmetros físico-químicos são indicativos de manutenção ou alteração da tintura no decorrer do tempo de armazenamento e durante o uso do produto pelo consumidor, e que podem ser avaliados em estudos de estabilidade. As características físico-químicas (Densidade, pH e resíduo seco), são parâmetros importantes para se determinar a qualidade da tintura, bem como para se detectar possíveis fraudes, nas preparações destes produtos.

3.1 Teor de Polifenóis

A curva de calibração utilizada para determinação do teor de compostos fenólicos totais nas amostras analisadas está representada na Figura 2 e foi obtida empregando-se soluções de padrão de ácido tânico nas concentrações de 200 a 600 µg/ml, tendo apresentado coeficiente de correlação (R²) superior a 0,99 demonstrando linearidade aceitável na faixa estudada, conforme especificado pela Resolução 166/2017 da ANVISA (Brasil, 2017).

Figura 2. Curva padrão do ácido tânico a 510 nm (n=3).



Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com os resultados obtidos na curva de calibração obteve-se a equação da reta: $y = 0,0005x + 0,0251$, a partir da qual foi determinada a porcentagem de polifenóis em cada tintura. O coeficiente de correlação foi $R^2=0,9984$.

A determinação do teor é um importante dado para a padronização das condições de extração dos princípios ativos extraídos de plantas. O teor de polifenóis totais na tintura de jatobá foi calculado a partir da aplicação dos valores de absorbância obtidos na equação da reta oriunda da curva de calibração de ácido tânico. Os resultados ilustrados na tabela 2, demonstram os valores médios de polifenóis totais na tintura de jatobá.

Tabela 2. Teor de Polifenóis % (p/v) expresso em ácido tânico nas amostras de tintura de jatobá (n=3).

Amostra	ABS	C (µg/mL)	Teor % p/v	Média % p/v	Desvio Padrão	CV (%)
Procedimento I - Aliquota de 100 µL						
A	I	0,223	39,58	3,96	4,05	0,22
	II	0,220	38,98	3,90		
	III	0,240	42,98	4,30		
B	I	0,222	39,38	3,94	3,59	0,31
	II	0,192	33,38	3,34		
	III	0,200	34,98	3,50		
C	I	0,196	34,18	3,42	3,60	0,51
	II	0,185	31,98	3,20		
	III	0,234	41,78	4,18		
Média Geral				3,75	0,39	10,47
Procedimento II - Aliquota de 200 µL						
A	I	0,415	38,99	3,90	3,97	0,09
	II	0,432	40,69	4,07		
	III	0,420	39,49	3,95		
B	I	0,298	27,29	2,73	2,74	0,13
	II	0,313	28,79	2,88		
	III	0,287	26,19	2,62		
C	I	0,389	36,39	3,64	3,54	0,14
	II	0,363	33,79	3,38		
	III	0,384	35,89	3,59		
Média Geral				3,42	0,55	16,09

Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados ilustrados na Tabela 2, demonstram os valores médios de polifenóis totais na tintura de jatobá utilizando duas diferentes tomadas de volume (100 e 200 µL), no procedimento para o doseamento.

Pode-se observar que quando a alíquota para diluição foi de 100 µL (procedimento I), os valores médios de teor variaram de 3,59% na amostra B a 4,05% na amostra A, enquanto para a tomada de 200 µL (procedimento II), o teor médio ficou entre 2,74% na amostra B e 3,97% na amostra A. No entanto a média geral dos teores foi de 3,75% quando se partiu da 100 µL e 3,42% quando se utilizou 200 µL.

Quando submetidos ao teste t, os valores não demonstraram diferença significativa entre os resultados com relação a tomada da alíquota (procedimento I e II), apresentando $t = 0,085$, considerando um nível de significância de 95%.

Ao se analisar os dados de coeficiente de variação, percebeu-se melhores resultados para o procedimento II (200 µL), pois apresentou valores mais baixos, entre 2,20 e 4,76%, refletindo melhor precisão nos resultados, para a mesma amostra, quando comparados com o procedimento I (100 µL) que apresentou valores entre 5,32 e 14,29%. Contudo, deve-se considerar a necessidade de realização de outros ensaios para melhorar a confiabilidade do método.

De acordo com a 166/2017 da ANVISA, a precisão é a avaliação da proximidade entre os resultados obtidos em uma série de medidas de uma amostragem múltipla de uma mesma amostra e pode ser expressa como coeficiente de variação (CV%). O valor máximo aceitável deve ser definido de acordo com a metodologia empregada, a concentração do analito na amostra, o tipo de matriz e a finalidade do método (Brasil, 2017).

Vigo, Narita e Marques (2003), avaliaram a precisão de metodologia de quantificação espectrofotométrica das saponinas de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) e obtiveram coeficientes de variação entre 7 e 12%, sendo considerado de boa reprodutibilidade. No presente estudo, o procedimento II apresentou coeficientes de variação entre 2,20 e 4,76%.

Considerando que os produtos de origem vegetal apresentam alta complexidade em sua composição, refletindo na variabilidade dos resultados de qualidade e eficácia, o desenvolvimento de métodos químicos assume importante papel tanto na análise qualitativa quanto na quantificação de marcadores químicos que definam a reprodutibilidade e a qualidade do produto.

Percebe-se, que o coeficiente de variação do cálculo para as repetições de uma mesma amostra encontra-se dentro dos limites aceitáveis. Tal situação pode ser atribuída tanto as condições experimentais quanto a variações de oriundas da forma de preparo, origem da droga vegetal ou época de coleta do material vegetal, devendo ser melhor investigado.

Os métodos empregados para o controle de qualidade devem apresentar um mínimo de complexidade e custos, de forma a não elevar demais o custo do fitoterápico (Kaiser et al., 2007).

O método utilizado para determinação de fenólicos totais por UV, permitiu a quantificação rápida e simples com uso de um padrão analítico de baixo custo, despertando para a possibilidade de monitoramento da qualidade da tintura de jatobá e agregando conhecimento auxiliar na oferta de um produto de uso tradicional com a qualidade, segurança e eficácia necessárias a fitoterapia racional.

3.2 Eficácia antimicrobiana da tintura

De acordo com ensaios realizados, todas as amostras foram capazes de inibir o crescimento microbiano de *E. coli*. Os resultados estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Diâmetro dos halos de inibição (mm) da tintura de jatobá frente a *Escherichia coli* (n=5).

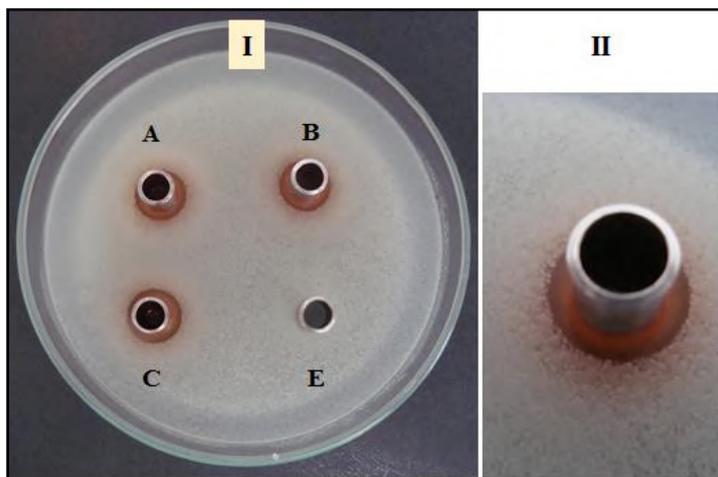
Amostras	Diâmetro dos halos (mm)	
	Média	Desvio Padrão
Etanol 70%	-	-
A	11,7	0,7
B	11,7	0,4
C	11,6	0,9
Média	11,7	0,06

Fonte: Dados da pesquisa.

Observou-se halos de inibição variando de 11,6 a 11,7 mm. Segundo Silva et al. (2007) são considerados ativos os extratos que mostram halos de inibição igual ou superior a 10 mm.

Na Figura 3 observa-se a capacidade de inibição das amostras analisadas, representadas como A, B e C. O cilindro E, contendo etanol 70 %, não apresentou formação de halo, confirmando que a atividade antimicrobiana é devida aos componentes do jatobá na tintura, e não do solvente utilizado na preparação. O detalhe II, da figura revela a formação de halo nítido e bem delimitado.

Figura 3. Atividade antimicrobiana das amostras de tintura de jatobá contra *E. coli* pelo método de fusão em ágar.



Fonte: Autores (2022).

De acordo com a literatura o jatobá é rico em taninos (Bessa et al., 2013; Sousa et al., 2020; Panotin et al., 2020; Tiago et al., 2020), que segundo Mello e Santos (2017), apresentam, entre outras, atividade bactericida e fungicida, antiviral, citotóxica, cicatrizante podendo estar associada a três características gerais comuns aos taninos: complexação com íons metálicos; atividades antioxidante e sequestradora de radicais livres; habilidade de complexar com outras moléculas como proteínas e polissacarídeos.

Os resultados aqui apresentados também corroboram o estudo de Fernandes; Santos e Pimenta (2005), em que o extrato hidroalcoólico da entrecasca do caule da *Hymenaea courbaril* apresentou halos de inibição de até 12 mm frente à *Escherichia coli*. O óleo essencial extraído da resina do jatobá apresentou atividade frente às bactérias: *Salmonella thiphimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa*, pelo método de difusão de disco em ágar (Pereira et al., 2007).

Resultados contrários foram encontrados por Gomes et al. (2010), em que o extrato etanólico bruto da casca do jatobá não foi capaz de inibir a *Escherichia coli* e outros patógenos testados, pela técnica de difusão em ágar, porém, o mesmo extrato apresentou atividade antibacteriana com Concentração Inibitória Mínima (CIM) na concentração de 350 µg/ml, utilizando a técnica de microdiluição em caldo. Esses resultados talvez possam ser explicados pela dificuldade de difusão do extrato em meio de cultura. Estudo realizado por Alves et al. (2016), o extrato vegetal da espécie *H. stigonocarpa*, foi considerado inativo frente às bactérias testadas, entre elas a *E. coli*.

4. Conclusão

A pesquisa de caráter preliminar desenvolvida com a tintura de jatobá proporcionou a avaliação de importantes características relacionadas a qualidade do produto, fornecendo parâmetros válidos para a detecção de possíveis falhas ou fraudes nas preparações da tintura, bem como para a realização de estudos posteriores de estabilidade. Servindo, portanto, como base

para padronização de parâmetros fundamentais e determinantes da produção do produto estudado, no que se refere à qualidade, segurança e eficácia.

Considerando-se a riqueza de constituintes presentes nesta planta, os resultados obtidos neste, e em outros estudos, são de grande importância por servir de incentivo para a realização de novos estudos com abordagens químicas e farmacológicas sobre o jatobá, já que extratos dessa planta demonstraram possuir potencial antimicrobiano contra a *E. coli*, principal bactéria causadora de infecção urinária.

Levando em consideração a importância acerca do tema, futuramente novos estudos sob as condições de preparação das amostras, ajustes no procedimento para a quantificação de polifenóis nas tinturas de jatobá, podem ser realizados buscando sempre melhorar a robustez e confiabilidade dos resultados.

Referências

- Alvarenga, F. C., Garcia, E. D. F., Bastos, E. M., Grandi, T. S., & Duarte, M. G. R. (2009). Avaliação da qualidade de amostras comerciais de folhas e tinturas de guaco. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 19(2a), 442-448.
- Alves, J. E.; Souza, T. A.; Lacerda, G. A.; Prince, P. M. A. (2016). Atividade antibacteriana do extrato hidroalcoólico de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne) e barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville). *Revista Bionorte*, 5 (1).
- Anselmo, J. S.; Lima, R. A. (2014). Identificação de metabólitos secundários no extrato etanólico das folhas de *Solanum jamaicense* (Solanaceae) e seu potencial fungicida sobre *Candida albicans in vitro*. *Revista Eletrônica de Farmácia*, 11(1), 10. <https://doi.org/10.5216/ref.v11i1.27632>
- Barbosa, A. P., Palmeira, R. C. F., Nascimento, C. S., & Feitoza, D. S. (2006). Leguminosas Florestais da Amazônia Central. I. Prospecção das classes de compostos presentes na casca de espécies arbóreas. *Revista Fitos*, 1(03), 47-57.
- Bessa, N. G. F., Borges, J. C. M., Beserra, F. P., Carvalho, R. H. A., Pereira, M. A. B., Fagundes, R., & Alves, A. (2013). Prospecção fitoquímica preliminar de plantas nativas do cerrado de uso popular medicinal pela comunidade rural do assentamento vale verde-Tocantins. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 15(4), 692-707.
- Bezerra, G. P., da Silva Góis, R. W., de Brito, T. S., de Lima, F. J. B., Bandeira, M. A. M., Romero, N. R., & Santiago, G. M. P. (2013). Phytochemical study guided by the myorelaxant activity of the crude extract, fractions and constituent from stem bark of *Hymenaea courbaril* L. *Journal of ethnopharmacology*, 149(1), 62-69. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.05.052>
- Borella, J. C.; Carvalho, D. M. A. (2011). Avaliação comparativa da qualidade de extratos de *Calendula officinalis* L. (Asteraceae) comercializados em farmácias de manipulação em Ribeirão Preto - SP. *Revista Brasileira de Farmácia*, 92(1), 13-18.
- Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Guia de Controle de Qualidade de Produtos Cosméticos - Uma Abordagem Sobre os Ensaio Físicos e Químicos. 2ª ed., Brasília: Anvisa. p. 20- 26, 2008.
- Brasil. RDC nº 166, de 24 de julho de 2017. (2017). Validação de métodos analíticos. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada.
- Brasil, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2019). Farmacopeia Brasileira, v. 1. Anvisa.
- Brasil. (2021). Formulário de fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2a ed.), Brasília.
- Camilo, C. J., Nonato, C. D. F. A., da Silva, J. T. P., Rodrigues, F. F. G., Salazar, G. J. T., & da Costa, J. G. M. (2020). Interferência do extrato de *Hymenaea courbaril* L (jatobá) na atividade antibacteriana de aminoglicosídeos. *Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia*, 8(1), 372-379. <https://doi.org/10.16891/605>
- Cardoso, C. M. Z. (2009). *Manual de controle de qualidade de matérias-primas vegetais para farmácia magistral*. Pharmabooks.
- Costa, F. V. (2017). Influência de fatores ambientais na produção de metabólitos secundários de *Calea pinnatifida* (R. Br.) Less. (Asteraceae). Dissertação (Mestrado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Criciúma, SC.
- Fernandes, T. T.; Santos, A. T. F.; Pimenta, F. C. (2005). Atividade antimicrobiana das plantas: *Plathymenia reticulata*, *Hymenaea courbaril* e *Guazuma ulmifolia*. *Revista de Patologia Tropical*, 34 (2), 113-122.
- Ferreira, G.D.; et al. (2021). Tintura de mulungu (*Erythrina velutina*): preparo e caracterização de parâmetros de qualidade. *Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management*, 17(1).
- Gil, E. S. et al. (2010). *Controle físico-químico de qualidade de medicamentos*. Pharmabooks, 3 ed.
- Lima, B. T. M., Carmo, E. S., Medeiros, F. D., Souza, J. B. P. (2019). Caracterização microbiológica, eficácia antimicrobiana e determinação de parâmetros físico-químicos de tintura de pega-pinto (*Boerhavia diffusa* L.). *Periódico Tchê Química*, 16(32).
- Luz, H. S.; Santos, A. C. G.; Lima, F. C., Machado, K. R. G. (2014). Prospecção fitoquímica de *Himatanthus drasticus* Plumel (Apocynaceae), da mesorregião leste maranhense. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 16(3), 657-662. https://doi.org/10.1590/1983-084x/12_114

- Gomes, C. H. M., Souza, F. R., Fonseca, C., Casemiro, L. A., Furtado, N. A. J. C., Ambrosio, S. R., & Cunha, W. R. (2010). Determinação in vitro da Atividade Antibacteriana dos Extratos Brutos da Casca e Polpa Farinácea de *Hymenaea courbaril* L. *Investigação*, 10(2-3).
- Mello, J. C. P.; & Santos, S. C. (2017). *Taninos*. In: Simões, C. M. O. et al. (Orgs.). *Farmacognosia: do produto natural ao medicamento*. 1 ed. Porto Alegre: Artmed.
- Meotti, F. L., da Silva, A. C. P., Gumy, M. P., Duarte, A. F., Carneiro, V. P. P., Benedetti, V. P., & Velasquez, L. G. (2021). Avaliação físico-química e microbiológica de fitoterápicos utilizados em uma farmácia municipal de manipulação. *Research, Society and Development*, 10(8), e45710817557-45710817557. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17557>
- Silva Oliveira, F. G., de Souza Araújo, C., Rolim, L. A., Barbosa-Filho, J. M., & da Silva Almeida, J. R. (2018). The genus *Hymenaea* (Fabaceae): A chemical and pharmacological review. *Studies in Natural Products Chemistry*, 58, 339-388. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64056-7.00012-X>
- Padró, L. R.; González, T. L.; Nuviola, D. F. (2017). Caracterización preliminar de tinturas al 10% de *Bixa orellana* L. *Revista Cubana de Química*, 29(1), 103-114.
- Panontin, J. F., Cantuário, P. L. B., de Castro, I. P. M., de Oliveira Junior, R. A. C., da Silva, P. F., Santos, W. C. C., & Lucian, S. C. (2020). Avaliação da atividade despigmentante do extrato hidroetanólico da casca do fruto do jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*). *Brazilian Journal of Development*, 6(12), 98742-8748. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n12-384>
- Pereira, C. K., Rodrigues, F. F. G., Mota, M. L., Sousa, E. O., Leite, G. O., Barros, A. R. C., & Costa, J. G. M. (2007). Composição química, atividade antimicrobiana e toxicidade do óleo essencial de *Hymenaea courbaril* (Jatobá). *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*, 30.
- Pereira, I. S.; Medeiros, F. D.; Souza, J. B. P. (2018). Avaliação de parâmetros físico-químicos de qualidade para tintura de jatobá (*Hymenaea* sp). In: XXV simpósio de plantas medicinais do Brasil, São Paulo SP.
- Prado, C.C.; Alencar, R. G.; Paula, J. R.; Bara, M. T. F. (2005). Avaliação do teor de polifenóis da *Camellia sinensis* (Chá Verde). *Revista Eletrônica de Farmácia*, 2(2), 164-7.
- Ribeiro, L. H. L. (2019). Análise dos programas de plantas medicinais e fitoterápicos no Sistema Único de Saúde (SUS) sob a perspectiva territorial. *Ciência & Saúde Coletiva*, 24, 1733-1742. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018245.15842017>
- Santos, C. B., Bernardino, G. Z., Soares, F. J., Espindola, J. D., Arruda, P. M. R., Paula, J. R., & Bara, M. T. F. (2014). Preparo e caracterização de tinturas das folhas de chá verde [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] Theaceae. *Revista brasileira de plantas medicinais*, 16, 826-831. https://doi.org/10.1590/1983-084X/10_063
- Silva, J. G. D., Souza, I. A., Higino, J. S., Siqueira-Junior, J. P., Pereira, J. V., & Pereira, M. D. S. V. (2007). Atividade antimicrobiana do extrato de *Anacardium occidentale* Linn. em amostras multiresistentes de *Staphylococcus aureus*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 17(4), 572-577.
- Silva, N. L. A.; Miranda, F. A. A.; Conceição, G. M. (2010). Triagem Fitoquímica de Plantas de Cerrado, da Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum, Caxias, Maranhão. *Scientia Plena*, 6(2), 025402.
- Silva, A. L. L., Araújo, M. G. S., Bastos, M. L. A., Bernardo, T. H. L., Oliveira, J. F. S., Silva-Junior, E. F., & Verissimo, R. C. S. S. (2016). Avaliação da atividade antibacteriana, citotóxica e antioxidante da espécie vegetal *Opuntia cochenillifera* (L.) Mill. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 18, 307-315. https://doi.org/10.1590/1983-084X/15_145
- Silva, A. L. A., Canguero, B. L., Araújo, C. B. S., Santos, G. S. P., Peniche, G. G., Oliveira, C. R. & Souza Antunes, V. M. (2018). Avaliação de produto fitoterápico de uso tópico na dor musculoesquelética em ginastas. *Brazilian Journal of Natural Sciences*, 1(1), 8-17.
- Soares, L. A. L.; Farias, M. R. Qualidade de insumos farmacêuticos ativos de origem natural. In: SIMÕES, C. M. O. et al. (Orgs.). *Farmacognosia: do produto natural ao medicamento*. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- Sousa, S. F., Kasper, A. A. M., de Sousa Júnior, J. J. V., Costa, I. C. G., Sartoratto, A., Moutinho, V. H. P., & Barata, L. E. S. (2020). Análise fitoquímica e atividade antimicrobiana do extrato etanólico do resíduo madeireiro de *Hymenaea courbaril* L. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 11(4), 72-80. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.004.0006>
- Stuchi, A. C., Freire, V. A. F., & Calábria, L. K. (2020). Práticas integrativas e complementares. *Life Style*, 7(2), 57-64. doi.org/10.19141/2237-3756.lifestyle.v7.n2.p57-64
- Tiago, P. V., Rossi, A. A. B., de Pedri, E. C. M., Fernandes, J. M., Tiago, A. V., & Lima, J. A. (2019). Levantamento etnobotânico do jatobá (*Hymenaea courbaril* L., Fabaceae) no norte do estado de Mato Grosso, Brasil. *Gaia Scientia*, 13(1).
- Tiago, P. V., Larocca, D., Silva, I. V. D., Carpejani, A. A., Tiago, A. V., Dardengo, J. D. F. E., & Rossi, A. A. B. (2020). Caracterização morfoanatômica, fitoquímica e histoquímica de *Hymenaea courbaril* (Leguminosae), ocorrente na Amazônia Meridional. *Rodriguésia*, 71. <https://doi.org/10.1590/2175-7860202071063>
- Ueta, B. M., Santana, L. O., & Oliveira, A. C. (2015). Análise comparativa entre métodos de extração da tintura-mãe de camomila 10% (*Matricaria chamomilla*). *III Simpósio de Assistência Farmacêutica*. São Paulo-SP.
- Vigo, C. L. S., Narita, E., & Marques, L. C. (2003). Validação da metodologia de quantificação espectrofotométrica das saponinas de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen-Amaranthaceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 13, 46-49.
- Waterman, P.G.; Mole, S. (1994). *Analysis of phenolic plant metabolites*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 238.