



RECUPERAÇÃO DE COMPOSTOS ANTIOXIDANTES DA CASCA DO FRUTO DO JATOBÁ POR EXTRAÇÃO ASSISTIDA POR MICROONDAS

Kauany Mastelini Risso¹, Camila Calistro Miculis Foster², Bianca Oliboni Buffon³,
Giovanna Gutierrez⁴, Rúbia Carvalho Gomes Corrêa⁵

¹Acadêmica do Curso de Nutrição, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista PIBIC/ICETI-UniCesumar. kauanymrisso@gmail.com

²Acadêmica do Curso de Nutrição, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. camilamiculis@gmail.com

³Acadêmica do Curso de Nutrição, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. olibonibiancabuffon@gmail.com

⁴Acadêmica do Curso de Nutrição, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. ra-21170179-2@alunos.unicesumar.edu.br

⁵Orientadora, Doutora, Docente no Curso de Nutrição, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. rubia.correa@unicesumar.edu.br

RESUMO

É de grande interesse expandir os conhecimentos científicos acerca do potencial de matrizes vegetais tipicamente brasileiras, ainda melhor, dos biorresíduos destas plantas, como fontes alternativas para obtenção de moléculas de alto valor agregado para a indústria. *Hymenaea courbaril* L., popularmente conhecida como jatobá, é uma leguminosa arbórea pertencente à família Fabaceae que ocorre abundantemente nas florestas brasileiras. A espécie tem valor econômico por fornecer madeira de alta qualidade, mas também pelo fato de suas folhas, cascas, seiva, resina e frutos apresentarem teores significativos de fitoquímicos bioativos, o que justifica seu uso na medicina tradicional como matéria-prima para a obtenção de incensos, cosméticos e ingredientes alimentícios, além de tônicos naturais, fortificantes e energizantes. Entretanto, informações acerca da composição nutricional, química e potencialidades dos co-produtos do jatobá, como a casca de seu fruto (casca da vagem), ainda são escassas. O objetivo geral deste projeto é avaliar o potencial antioxidante da casca do fruto do jatobá. As amostras serão coletadas na região de Maringá-PR, secas e trituradas em moinho de facas. Para a obtenção dos extratos, será utilizada uma abordagem mais limpa: a extração assistida por microondas (EAM) com os solventes verdes etanol, água, e suas misturas. Os extratos liofilizados obtidos terão seus potenciais antioxidantes *in vitro* estimados por dois ensaios químicos: a redução do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH) e o poder de redução do ferro (FRAP). Espera-se que os extratos do biorresíduo do jatobá apresentem relevante potencial antioxidante *in vitro*, tendo em vista algumas informações de composição química já reportadas na literatura.

PALAVRAS-CHAVE: Conservante natural; Extração verde; *Hymenaea courbaril* L.; Resíduo alimentar; Upcycling.

1 INTRODUÇÃO

Em uma época em que o público está mais consciente e interessado no que come, os aditivos naturais vêm ganhando interesse tanto das indústrias de alimentos quanto dos consumidores. Alguns estudos mostram que os consumidores preferem alimentos preparados com aditivos naturais ao invés de químicos, por motivos de saúde (CAROCHO, MORALES e FERREIRA, 2015). Moléculas antioxidantes são de grande interesse para as indústrias de alimentos e nutracêuticos, uma vez que desempenham um papel vital por sua capacidade de reduzir processos oxidativos. Na última década, observou-se um enorme interesse da comunidade científica por estes compostos, e os extensos esforços de pesquisa nessa área levaram a uma melhor compreensão dos mecanismos envolvidos e das áreas de aplicação em produtos alimentícios e não alimentares, bem como em sistemas biológicos e como suplementos alimentares (CORRÊA et al., 2019; CORRÊA et al., 2020).

Embora antioxidantes sintéticos como BHA, BHT, PG e TBHQ ainda sejam os mais amplamente utilizados pela indústria de alimentos, alguns relatos indicaram que certos



antioxidantes sintéticos, como o BHA e o BHT, podem possuir efeitos cancerígenos fracos em alguns animais quando consumidos em níveis elevados. Ingredientes naturais com atividade antioxidante podem ser utilizados como substitutos de aditivos artificiais, desempenhando um papel importante na prevenção de várias doenças relacionados ao estresse oxidativo/nitrosativo, como câncer, doenças cardiovasculares e diabetes Mellitus (CAROCHO e FERREIRA, 2013). Um extrato bioativo pode acumular as funções de ingrediente conservante e fortificante/funcionalizante, melhorando não apenas a estabilidade durante a vida útil do produto alimentício, mas também o seu valor nutricional (CORRÊA et al. 2017).

A extração de moléculas bioativas vegetais tem sido amplamente explorada e bem estabelecida por muitos autores como uma rota eficiente para a reutilização de resíduos de processamento de alimentos, principalmente quando se considera os recentes avanços tecnológicos em separações e identificações moleculares (GALANAKIS, 2012). Moléculas de alto valor agregado estão sendo recuperadas de subprodutos agroalimentares e aplicadas no desenvolvimento de ingredientes para as indústrias alimentar, farmacêutica e cosmética com a função de conservar e/ou agregar funcionalidade, promovendo assim a eficiência no uso dos recursos e circularidade. Neste sentido, as tecnologias emergentes ou Tecnologias Limpas estão atraindo cada vez mais o interesse da indústria devido ao seu potencial para recuperar de forma eficaz e sustentável compostos de alto valor agregado com menos energia consumida (CORRÊA et al., 2019).

Hymenaea courbaril L., espécie conhecida como jatobá, é uma leguminosa arbórea pertencente à família Fabaceae que ocorre abundantemente nas florestas brasileiras. Devido à sua tolerância a uma ampla gama de condições ambientais, o Jatobá é encontrado em biomas diversos como o Cerrado e o Pantanal (DE SOUZA ROCHA et al., 2020), e tem sido cada vez mais empregado na recuperação de áreas desmatadas e arborização (ARRUDA et al., 2015). A espécie tem valor econômico por fornecer madeira de alta qualidade, mas também pelo fato de suas folhas, cascas, seiva, resina e frutos apresentarem teores significativos de fitoquímicos bioativos, o que justifica seu uso na medicina tradicional como matéria-prima para a obtenção de incensos, cosméticos e ingredientes alimentícios, além de tônicos naturais, fortificantes e energizantes (SCHWARTZ, 2018; PEREIRA SANTOS et al., 2020).

Além da presença de constituintes fenólicos como procianidinas e catequinas (VEGGI et al., 2014; FARIAS et al., 2017), vários outros compostos como diterpenos e sesquiterpenos do tipo enantio-labdanóico e enantio-halimano já foram isolados das sementes, cascas e resinas do tronco, além da casca da vagem de *H. courbaril* (OLIVEIRA et al., 2018; DOS SANTOS et al., 2019; DE VERAS et al., 2020). À tão diversa composição química são atribuídas as bioatividades reportadas para extratos, frações ou compostos isolados de produtos e subprodutos de *H. courbaril*, tais como propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antivirais e antiproliferativas (BEZERRA et al., 2013, BONIFACE et al.; 2017), além de efeitos antimicrobianos (ALEIXO et al., 2015) e larvicidas (AGUIAR et al., 2010; RIBEIRO et al., 2014).

O fruto do jatobá é uma vagem de casca dura, em cujo interior existe uma polpa farinácea com sabor doce utilizada na culinária regional e como ingrediente alimentar. No entanto, informações sobre a composição fitoquímica, atividades biológicas e potencialidades do resíduo do fruto de *H. courbaril* ainda são muito escassas. Atualmente, este material é descartado pelas empresas que beneficiam e comercializam a farinha do jatobá (polpa). Considerando todo o exposto, o objetivo deste trabalho é avaliar o potencial antioxidante *in vitro* da casca da vagem do jatobá.

2 MATERIAIS E MÉTODOS



A princípio, o trabalho experimental será executado em duas instituições e envolverá dois grupos de pesquisa: (1) Laboratório Interdisciplinar de Análises Biológicas e Químicas (LIABQ) da UniCesumar *Campus* Maringá; (2) Laboratório de Gestão, Controle e Preservação Ambiental (LGCPA) da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Etapa 1 - Obtenção e processamento das amostras

Serão coletadas as vagens inteiras e maduras do Jatobá na Fazenda São Jorge, na estrada Bela Vista, no município de Cambira (23°36'24.3"S 51°34'28.7"W), Paraná, Brasil. Os frutos de *Hymenaea courbaril* L. serão encaminhados ao LIABQ, onde inicialmente serão higienizadas para remoção de possíveis contaminantes e sedimentos e em seguida secos a temperatura ambiente, a separação da polpa farinácea que contém as sementes será separada manualmente das cascas duras de cada vagem. A casca será quebrada em pedaços menores com auxílio de um martelo primeiramente, e posteriormente o material será novamente triturado em moinho de facas. O pó fino e seco obtido irá ser armazenado sob abrigo de luz, umidade e refrigeração até a execução dos ensaios, conforme demonstra o esquema na Figura 1.

Figura 1. Processo de obtenção da amostra da casca da vagem do jatobá.



Fonte: Autor, 2023.

Etapa 2 – Extração Assistida por Microondas (EAM)

A etapa de obtenção dos extratos será executada no LGCPA/UEM, em um equipamento Digestor por Microondas modelo DGT 100 Plus da Provecto Analítica (Figura 2). Neste sistema as microondas são orientadas para dentro de uma cavidade, que as isola do meio exterior. As paredes metálicas refletem as microondas dentro da cavidade e estas interagem com os frascos contendo as amostras. Os frascos são selados para que os vapores gerados durante o processo de irradiação elevem a pressão e a temperatura e assim aumentem a eficiência da digestão. Um prato giratório recebe os frascos durante o processo de irradiação, rodando em movimentos contínuos no sentido horário e anti-horário em ângulos de 180°, para compensar a distribuição heterogênea das microondas no interior da cavidade.

Figura 2. Digestor por microondas, modelo DGT 100 Plus da Provecto Analítica.





Fonte: Autor, 2023.

Serão testados os seguintes solventes: (1) etanol 99%; (2) etanol 70%; (3) etanol 50%, e (4) água deionizada. Para cada solvente, serão adicionados no sistema fechado quatro frascos contendo em cada um deles: 20ml de solvente e 2g de amostra (farinha da casca do fruto do jatobá). A extração terá a duração de 12 minutos, com controle de tempo e potência na seguinte programação: 1' => 200 W; 5' => 400 W; 1' => 600 W; 5' => 0 W. Após a extração, os frascos serão cuidadosamente abertos para a retirada da pressão. O extrato será então filtrado para remoção do sobrenadante, e os extratos hidroetanólicos serão rotoevaporados para a retirada do etanol. Posteriormente, todos os extratos serão congelados, liofilizados e armazenado em freezer a -20 ° C até o momento de análise (CARBONE et al., 2020).

Etapa 3 – Estudo in-vitro do potencial antioxidante dos extratos

Para avaliar o potencial antioxidante dos extratos bioativos, serão utilizados dois ensaios químicos tradicionais: a redução do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH) e o poder de redução do ferro (FRAP) (CORRÊA et al., 2017; KUNGEL et al., 2018). Os ensaios serão realizados no LIABQ-UniCesumar.

A atividade antioxidante pela redução do ferro é conhecida como método FRAP. O reagente FRAP será obtido a partir da combinação de 25 mL de tampão acetato de sódio - ácido acético 0,3 M, (pH 3,6), 2,5 mL de uma solução de TPTZ (2,4,6-*tris* (2-piridil)-triazina) 10 mmol/L em HCl 40mmol/L e 2,5 mL de uma solução aquosa de cloreto férrico 20 mmol/L em água, que será usado imediatamente. Sulfato ferroso será usado como padrão e a curva de calibração será feita para as concentrações de 250, 500, 1000, 1500 e 2000 μM . Para avaliação da capacidade antioxidante, serão testadas diferentes concentrações do extrato, solubilizadas em etanol (50 a 1000 μM). Trolox será testado nas concentrações de 50, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800 e 900 μM . A realização do ensaio será realizada através da adição em tubos de ensaio de uma alíquota de 30 μL da amostra, 90 μL de água destilada e 900 μL do reagente FRAP, preparado no dia. A mistura será homogeneizada, mantida em banho-maria a 37 °C durante 30 min, e a leitura da absorbância medida a 595 nm. A amostra em branco usando água destilada irá ser preparada nas mesmas condições, com 120 μL de água destilada e 900 μL de reagente FRAP. O poder antioxidante em reduzir o ferro será expresso em μM sulfato ferroso/g de amostra (Z), obtido a partir das equações das retas das curvas concentração de sulfato ferroso *versus* absorbância e concentração da amostra *versus* absorbância (PULIDO et al., 2000).

Para a realização do ensaio do DPPH será utilizado um leitor de microplacas ELX800 (Biotek, Instruments Inc) e microplacas de 96 poços. A mistura de reação em cada um dos poços irá consistir em: soluções da amostra com diferentes concentrações (30 μL), compreendidas entre 50 mg/mL a 0,78 mg/mL, e solução metanólica contendo radicais DPPH (6×10^{-5} mol/L, 270 μL). A mistura será mantida em repouso e ao abrigo da luz durante 60 min, para a estabilização dos valores de absorbância, sendo avaliada posteriormente a redução do radical DPPH pela medição da absorbância a 515 nm. A atividade captadora de radicais livres (ACR) será calculada como porcentagem de descoloração de DPPH usando a equação: $\%ACR = [(A_{DPPH} - A_s) / A_{DPPH}] \times 100$, onde A_s corresponde à absorbância da solução que contém a amostra e A_{DPPH} a absorbância da solução de DPPH (CORRÊA et al., 2015).

Etapa 4 - Análise estatística



Todos os resultados serão expressos em valores médios e desvios-padrão (SD), como resultado das três repetições das amostras e concentrações utilizadas em todos os ensaios. Os dados serão analisados por ANOVA. Para determinar diferenças significativas com $\alpha = 0,05$ entre menos de três amostras, um teste t de *Student* será aplicado. As análises serão realizadas usando o IBM SPSS *Statistics* para *Windows*, versão 23.0. (IBM Corp., Armonk, Nova York, EUA).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Espera-se que os extratos do biorresíduo do jatobá apresentem relevante potencial antioxidante *in vitro*, considerando alguns dados já reportados de composição química e atividade antioxidante. Ainda, espera-se determinar as condições ótimas de recuperação de antioxidantes do biomaterial via extração assistida por ultrassom. Não menos importante, espera-se que a realização deste projeto acarrete no crescimento e amadurecimento acadêmico dos alunos envolvidos, através da aquisição de uma base de conhecimentos em procedimentos experimentais e redação científica. O que certamente contribuiria para a formação de um bom profissional de Nutrição. Finalmente, através da consolidação da proposta, pretende-se produzir um artigo científico e resumos para apresentação em eventos científicos das áreas de Ciência de Alimentos e Nutrição.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É de grande interesse expandir os conhecimentos científicos acerca do potencial de matrizes vegetais tipicamente brasileiras, ainda melhor, dos biorresíduos destas plantas, como fontes alternativas para obtenção de moléculas de alto valor agregado para a indústria. Os co-produtos do jatobá são potenciais fontes de polifenóis, terpenos e polissacarídeos, os quais têm reconhecidas propriedades promotoras de saúde e atividades biológicas que poderiam ser aproveitadas em aplicações em alimentos e cosméticos (como agentes conservantes e antioxidantes, por exemplo). Assim, através da consolidação da hipótese apresentada neste projeto, seria possível divulgar formas sustentáveis de aproveitamento e valorização da casca do fruto de *H. courbaril*, biorresíduo usualmente descartado em nosso país. O que também poderia contribuir com a preservação da espécie, geração de empregos através de novas atividades industriais e comerciais. Neste contexto, a presente proposta alinha-se à pelo menos dois Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela ONU: assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades (ODS 3) e consumo e produção responsáveis (ODS 12).

REFERÊNCIAS

AGUIAR, J. C. D; SANTIAGO, G. M. P.; LAVOR, P. L.; VERAS, H. N. H.; FERREIRA, Y. S.; LIMA, M. A. A.; ARRIAGA, Â. M. C.; LEMOS, T. L. G.; LIMA, J. Q.; DE JESUS, H. C. R.; ALVES, P. B.; BRAZ-FILHO, R. Chemical constituents and larvicidal activity of *Hymenaea courbaril* fruit peel. **Natural Product Communications**, v. 5, n. 12, p. 1977-1980, 2010. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJB11.1152>

ALEIXO, Á. A., CAMARGOS, VN, HERRERA, KMS, ANDRADE, ACDSP, DOS SANTOS, M., MIRANDA, VC, & FERREIRA, JMS. Atividade sinérgica de *Hymenaea courbaril* L. e *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville contra cepas de bactérias multirresistentes.



Journal of Medicinal Plants Research, v. 9, n. 26, pág. 741-748, 2015. DOI:
<https://doi.org/10.5897/JMPR2014.5502>

ARRUDA, I. R., ALBUQUERQUE, P. B., SANTOS, G. R., SILVA, A. G., MOURÃO, P. A., CORREIA, M. T., & CARNEIRO-DA-CUNHA, M. G. Structure and rheological properties of a xyloglucan extracted from *Hymenaea courbaril* var. *courbaril* seeds. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 73, p. 31-38, 2015. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2014.11.001>

BONIFACE, P. K.; FERREIRA, S. B.; KAISER, C. R. Current state of knowledge on the traditional uses, phytochemistry, and pharmacology of the genus *Hymenaea*. **Journal of ethnopharmacology**, v. 206, p. 193-223, 2017. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.05.024>

CÂMARA, J. S.; ALBUQUERQUE, B. R.; AGUIAR, J.; CORRÊA, R. C.; GONÇALVES, J. L.; GRANATO, D.; PEREIRA, J. A. M.; BARROS, L.; FERREIRA, I. Food Bioactive Compounds and Emerging Techniques for Their Extraction: Polyphenols as a Case Study. **Foods**, v.10, n.1, p. 37, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10010037>

CARBONE, K., MACCHIONI, V., PETRELLA, G., & CICERO, D. Exploring the potential of microwaves and ultrasounds in the green extraction of bioactive compounds from *Humulus lupulus* for the food and pharmaceutical industry. **Industrial Crops and Products**, v. 156, p. 112888, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112888>

CAROCHO, Márcio; FERREIRA, Isabel CFR. A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. **Food and Chemical Toxicology**, v. 51, p. 15-25, 2013.

CAROCHO, Marcio; MORALES, Patricia; FERREIRA, Isabel CFR. Natural food additives: Quo vadis?. **Trends in Food Science & Technology**, v. 45, n. 2, p. 284-295, 2015.

CORRÊA, R. C. G.; de SOUZA, A. H. P.; CALHELHA, R. C.; BARROZ, L.; GLAMOCLIJ, J.; SAROKIV, M.; PERALTA, R. M.; BROCHAT, A.; FERREIRA, I.C. F. R. Bioactive formulations prepared from fruiting bodies and submerged culture mycelia of the Brazilian edible mushroom *Pleurotus ostreatoroseus* Singer. **Food & function**, v. 6, n. 7, p. 2155-2164, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1039/C5FO00465A>

CORRÊA, R. C. G.; GARCIA, J. A. A.; CORREA, V. G.; VIEIRA, T. F.; BRACHT, A.; PERALTA, R. M. Pigments and vitamins from plants as functional ingredients: Current trends and perspectives. In **Advances in food and nutrition research**, v.90, p. 259-303, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2019.02.003>

CORRÊA, R. C. G.; HAMINIUK, C. W. I.; BARROZ, L.; DIAS, M. I.; CALHELHA, R. C.; KATO, C. G.; CORREA, V.G.; PERALTA, R. M.; FERREIRA, I. C. F. R. Stability and biological activity of Merlot (*Vitis vinifera*) grape pomace phytochemicals after simulated in vitro gastrointestinal digestion and colonic fermentation. **Journal of Functional Foods**, v. 36, p. 410-417, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.07.030>

CORRÊA, R. C. G.; GARCIA, J. A. A.; CORREA, V. G.; VIEIRA, T. F.; BRACHT, A.; PERALTA, R. M. **Pigments and vitamins from plants as functional ingredients:**



Current trends and perspectives. In *Advances in food and nutrition research*, v.90, p. 259-303, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2019.02.003>

DE SOUZA ROCHA, AF, VITORINO, LC, BESSA, LA, COSTA, RRGF, DA SILVA BRASIL, M., & SOUCHIE, EL. Parâmetros do solo afetam a diversidade funcional da microbiota simbiótica de *Hymenaea courbaril* L., uma frutífera neotropical. *Rizosfera*, v. 16, p. 100237, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2020.100237>

DE VERAS, BO, DE OLIVEIRA, MBM, DA SILVA OLIVEIRA, FG, DOS SANTOS, YQ, DE OLIVEIRA, JRS, DE MENEZES LIMA, VL, & DE SOUZA LOPES, AC. Chemical composition and evaluation of antinociceptive and antioxidant properties and antimicrobials from the essential oil of *Hymenaea cangaceira* (Pinto, Mansano & Azevedo) native to Brazil: A natural medicine. *Journal of ethnopharmacology*, v. 247, p. 112265, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.112265>

GALANAKIS, C. M. Recovery of high added-value components from food wastes: Conventional emerging technologies and commercialized applications. *Trends in Food Science & Technology*. v. 26 p. 68-87. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.03.003>

KUNDEL, P. T. A. N.; CORREA, V. G.; CORRÊA, R. C. G.; PERALTA, R. A.; SAKOVIĆ, M.; CALHELHA, R. C.; BRACHT, A.; FERREIRA, I. C. F. R.; PERALTA, R. M. Antioxidant and antimicrobial activities of a purified polysaccharide from yerba mate (*Ilex paraguariensis*). *International journal of biological macromolecules*, v. 114, p. 1161-1167, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.04.020>

OLIVEIRA, G.S. Fernanda et al. The Genus *Hymenaea* (Fabaceae): A Chemical and Pharmacological Review. *Studies in natural products chemistry*. Elsevier, p. 339-388, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-64056-7.00012-X>

PEREIRA SANTOS, A. C., MARTINS ALVES, A., VELOSO NAVES, M. M., & REIS SILVA, M. Nutritional profile, bioactive compounds and antioxidant capacity of jatobá-da-mata (*Hymenaea courbaril*, var. *stilbocarpa*) by product. *Revista chilena de nutrición*, p. 366-371, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000300366>

PULIDO, R., BRAVO, L., & SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. *Journal of agricultural and food chemistry*, v. 48, n. 8, p. 3396-3402, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601685>

RIBEIRO, T. G., CHÁVEZ-FUMAGALLI, M. A., VALADARES, D. G., FRANCA, J. R., LAGE, P. S., DUARTE, M. C., & CASTILHO, R. O. Antileishmanial activity and cytotoxicity of Brazilian plants. *Experimental parasitology*, v. 143, p. 60-68, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2014.05.004>

SANTOS, H. L. L. R. D.; SOUZA, N.; MACEDO, N. R.; RAMOS, J. P. D. S.; DIAS JÚNIOR, A. F.; NASCIMENTO, A; Phytochemical Analysis of Extracts from the Atlantic Forest Wood Species. *Floresta e Ambiente*, v.26 (SPE1), p. 1-8, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.038118>



SCHWARTZ, G. **Jatoba—Hymenaea courbaril**. In: Exotic Fruits. Academic Press, p. 257- 261, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00033-2>

VEGGI, P. C.; PRADO, J. M.; BATAGLION, G. A; EBERLIM, M. N.; MEIRELIS, A. A. Obtaining phenolic compounds from jatoba (*Hymenaea courbaril* L.) bark by supercritical fluid extraction. **The Journal of supercritical fluids**, v. 89, p. 68-77, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2014.02.016>