

CAPÍTULO 11

Potencialidades do Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) e de seus biorresíduos

Isabela Silva de Oliveira, Tamires Barlati Vieira da Silva, Weriky Fernando dos Santos Queiroz, Beatriz Vieira Lima, Rhaira Fernanda Ayoub Casalvara, Ariana Ferrari, Rosane Marina Peralta, Rúbia Carvalho Gomes Corrêa

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-994457-7-4.c11>

Resumo

A árvore leguminosa *Hymenaea courbaril* L. é uma espécie nativa do Brasil, conhecida popularmente como Jatobá. Apresenta contribuição no desenvolvimento sustentável, fornece madeira de qualidade, resinas, frutas e cascas comestíveis ricas em fitoquímicos. Estas matrizes são exploradas para a obtenção de incensos, cosméticos, ingredientes alimentícios, tônicos naturais, fortificantes e energizantes. No entanto, poucas informações têm sido divulgadas sobre a composição fitoquímica ou bioatividades dos co-produtos oriundos da produção da farinha de Jatobá, a saber a casca do fruto e o resíduo fibroso da polpa. Assim, o objetivo deste trabalho foi compilar e discutir as descobertas da última década relacionadas com a composição nutricional, moléculas bioativas e potenciais aplicações das diferentes partes do Jatobá, com atenção às potencialidades de seus co-produtos e resíduos. A revisão de literatura constatou que os extratos obtidos das cascas e resinas de *H. courbaril* apresentam teores significativos de diterpenóides; além disso, contêm moléculas como flavonóides, aminoácidos, ácidos graxos, carboidratos, cumarinas, sesquiterpenos, esteróides, lactonas variadas e cromonas. O alto teor de compostos fenólicos encontrados se deve à presença de procianidinas, taninos condensados com atividades antimicrobianas, antifúngicas e antioxidantes, utilizados como agentes anticarcinogênicos, anti-inflamatórios, anti-reumáticos e curativos. Ainda, alguns trabalhos indicam que os biorresíduos do Jatobá são potenciais fontes de moléculas bioativas, e que podem ser aproveitados seguindo o conceito de bioeconomia circular. Tendo em vista a aplicação destes extratos vegetais em sistemas alimentares ou como nutracêuticos, estudos adicionais, como testes de toxicidade e estabilidade, ainda precisam ser concluídos.

Palavras-chave: fitoquímicos; *Hymenaea courbaril*; capacidade antioxidante, atividade antiproliferativa; potencial antibacteriano; co-produtos.

1. Introdução

Hymenaea courbaril L., conhecida como Jatobá, é uma leguminosa arbórea pertencente à família Caesalpiniaceae 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 (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 (Figura 1) (SCHWARTZ, 2018; SANTOS *et al.*, 2020).



Figura 1. Principais produtos e co-produtos da árvore do Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.).

Além da presença de constituintes fenólicos como procianidinas e catequinas (VEGGI *et al.*, 2014; FARIAS *et al.*, 2017), vários outros compostos

- principalmente 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.*, 2019; 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 (SANTOS *et al.*, 2020), anti-inflamatórias (BEZERRA *et al.*, 2013), antivirais e antiproliferativas (BONIFACE; FERREIRA; KAISER, 2017), além de efeitos antimicrobianos (ALEIXO *et al.*, 2015; DE BRITO *et al.*, 2016) e larvicidas (AGUIAR *et al.*, 2010; RIBEIRO *et al.*, 2014).

Seguindo os princípios de sustentabilidade implantados na sociedade atual, moléculas de alto valor agregado estão sendo recuperadas de subprodutos agroalimentares e aplicadas no desenvolvimento de ingredientes alimentícios com a função de conservar e/ou agregar funcionalidade, promovendo assim a eficiência no uso dos recursos e circularidade (CONCEIÇÃO *et al.*, 2020).

Neste contexto, esta revisão tem como objetivo compilar e discutir as descobertas da última década relacionadas com a composição nutricional, moléculas bioativas e potenciais aplicações das diferentes partes da *Hymenaea courbaril* L., com atenção às potencialidades de seus co-produtos e resíduos.

2. Aditivos alimentares

A inserção dos produtos industrializados no mercado alimentício, tanto em nível nacional quanto internacional, criou a necessidade de que os produtos fossem entregues em boas condições, desde o local de produção até o consumidor final, visando reduzir a alteração alimentar e sua deterioração (HONORATO *et al.*, 2013).

Atualmente, os alimentos precisam ter em sua composição que atue na sua conservação, aumentando a segurança alimentar e o tempo de prateleira para sua comercialização. A indústria de alimentos atende às exigências relativas à segurança e higiene, sendo estes aspectos considerados uma questão geral de saúde pública. Nos países industrializados, estima-se que 30% da população apresentem doenças transmitidas por alimentos (DTA),

todos os anos, e ao redor do mundo, pelo menos 2,2 milhões de pessoas morrem anualmente por doenças diarreicas. Por essa razão, novas metodologias foram adotadas durante a produção e manipulação dos alimentos, entre elas, a inserção dos aditivos alimentares, com o intuito de reduzir ou eliminar patógenos que causam alterações nos alimentos, afetando assim a saúde dos consumidores (PUCHE *et al.*, 2017).

O *Codex Alimentarius* define aditivo alimentar como qualquer substância que não seja tradicionalmente consumida como alimento e que seja incorporada à formulação do produto como um ingrediente típico, com ou sem valor nutritivo, possuindo um caráter intencional na sua utilização. O aditivo é aplicado visando acrescentar características tecnológicas (incluindo as organolépticas) seja no processamento, tratamento, bem como, nos itens finais da cadeia de produção, a saber embalagem e transporte. Os aditivos alimentares são avaliados e controlados a nível mundial pela Ingestão Diária Aceitável (IDA), desenvolvida pelo *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (JECFA). Já no Brasil, as elaborações e publicações da legislação acerca do uso de aditivos competem a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (FERREIRA, 2015). Segundo Carochio *et al.* (2014), os aditivos alimentares podem ser divididos em quatro grupos de acordo com a sua origem e fabricação: aditivos naturais (obtidos diretamente de animais ou plantas); semelhante aos aditivos naturais (produzidos sinteticamente imitando os naturais); modificado a partir do natural (aditivos naturais que são modificados quimicamente); e por fim, aditivos artificiais (compostos sintéticos). Esses são adicionados aos alimentos em uma quantidade mínima necessária para atingir o propósito tecnológico.

Embora os aditivos químicos sejam amplamente utilizados pela indústria principalmente para o aumento do *shelf life* (tempo de vida de prateleira), diversos estudos apontam que eles podem oferecer riscos à saúde do consumidor (BISSACOTTI; ANGST; SACCOL *et al.*, 2015). Dentre as reações adversas associadas à ingestão de aditivos sintéticos, seja de maneira aguda ou crônica, estão as reações tóxicas no metabolismo que desencadeiam alergias, alterações neurocomportamentais e neoplasias (FERREIRA, 2015).

Os consumidores estão cada vez mais conscientes e atentos às questões de segurança alimentar, sendo os aditivos alimentares um tema

bastante controverso (HONORATO *et al.*, 2013). Nos últimos anos, os aditivos químicos têm sido menos empregados na formulação de alimentos, o que vai em direção à tendência atual por rótulos *clean label*, ou seja, produtos alimentícios com o menor número possível de ingredientes e menor teor de substâncias artificiais (VENÂNCIO, 2020). Neste sentido, os compostos obtidos de produtos naturais, especialmente os compostos fenólicos, vêm sendo amplamente estudados para aplicação em alimentos (CORRÊA *et al.*, 2019).

A ingestão de compostos fenólicos na dieta humana exerce comprovados efeitos benéficos à saúde, entre eles, menor incidência de doenças inflamatórias metabólicas, doenças cardiovasculares e câncer (CÂMARA *et al.*, 2021). Estes efeitos positivos se devem à modulação do estresse oxidativo promovida pelas substâncias fenólicas no organismo, oriundo de sua alta capacidade antioxidante. Compostos fenólicos são definidos como metabólitos secundários amplamente encontrados na natureza, representados principalmente por flavonoides e ácidos fenólicos (CORRÊA *et al.*, 2019). Nas plantas são fundamentais para o crescimento e reprodução, sendo formados em condições de estresse como, infecções, ferimentos, radiações UV, dentre outros, sendo que a quantidade desses compostos nas matrizes vegetais sofre influências de diversos fatores, como: grau de maturação, variedade, clima, composição do solo, localização geográfica, condições de armazenamento (CAROCHO *et al.*, 2017; CÂMARA *et al.*, 2021).

Compostos bioativos são caracterizados como substâncias com atividades biológicas, capazes de modular processos metabólicos, como atividades antioxidantes, inibição ou indução de enzimas, indução e inibição de expressão gênica e melhores condições de saúde. Frutas, vegetais e grãos são boas fontes desses compostos, por isso o crescente interesse em substituir compostos antioxidantes e antimicrobianos sintéticos por naturais, a partir de fontes vegetais, especialmente de resíduos de processamento de frutas, verduras ou grãos que antes seriam descartados pela agroindústria (CORRÊA *et al.*, 2019).

Carocho *et al.* (2014) explica que os antioxidantes constituem um subgrupo dos aditivos conservantes. Antioxidantes prolongam a vida de prateleira dos produtos alimentícios, pois impedem a oxidação de moléculas ao doar um átomo de hidrogênio ou elétron, tornando-se reduzidos na forma

radical. Todavia, ao contrário de outros radicais, são estáveis e não permitem a ocorrência de novas reações. A utilização dos antioxidantes naturais, obtidos a partir da extração de matrizes vegetais aromáticas/medicinais ou por via biotecnológica, é uma alternativa para a indústria alimentícia em substituição às substâncias sintéticas. Ainda, estas moléculas antioxidantes naturais podem ser recuperadas de subprodutos agroalimentares, e então aplicadas no desenvolvimento de ingredientes alimentícios com capacidade de conservar, seguindo o conceito de bioeconomia circular e promovendo a otimização na exploração de recursos (CONCEIÇÃO *et al.*, 2020).

3. O Jatobá

3.1. Gênero *Hymenaea*

O gênero *Hymenaea* pertence à família Fabaceae, e subfamília Caesalpinioideae, é classificado como neotropical, com aproximadamente 25 espécies distribuídas da Região Central do México pela América Central, países da América do Sul, onde 12 espécies são encontradas no Brasil, com exceção do Uruguai e Chile, sendo também encontrado nas Índias Ocidentais (BONIFACE; FERREIRA; KAISER, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2019).

No Brasil são comumente encontrados nos Estados do Piauí, Bahia, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e São Paulo (DOS SANTOS *et al.*, 2019). Espécies de *Hymenaea* são conhecidas como “jatobá”, “jetaí”, “jataí-uva”, “jetaíba”, e são tradicionalmente utilizados como alimento, mas também na medicina tradicional, no tratamento de infecções, problemas respiratórios, reumatismos, antitumoral, infecções bacterianas, inflamações, distúrbios estomacais, tratamento de feridas. Os óleos e extratos de folhas, raízes e resinas dos troncos, desta espécie apresentam vários constituintes como: terpenos, alcaloides, aminoácidos, ácidos graxos, carboidratos (OLIVEIRA *et al.*, 2019; DE VERAS *et al.*, 2020).

Estudos estão sendo realizados por grupos de pesquisa de todo o mundo visando o uso de *Hymenaea* spp. como fontes de substâncias terapêuticas. Nos últimos anos, autores brasileiros descreveram o uso popular de diversas partes de plantas *Hymenaea*, seja em forma de decocção ou xarope, no tratamento de tosse, anemia, bronquite, inflamação, sinusite, espasmos abdominais, problemas na próstata, asma, resfriado comum e

problemas renais. Ainda, há relatos da aplicação da resina destas árvores para auxiliar na cicatrização de feridas. Por essas e outras razões, *Hymenaea* é um considerado um gênero com um expressivo potencial químico e farmacológico (MACÊDO *et al.*, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Dentre as atividades biológicas verificadas *in vitro* e *in vivo* para plantas *Hymenaea* nos últimos anos, podem ser destacadas: efeitos antibacterianos, antidiarréicos, antifúngicos, anti-inflamatórios, antileishmania, antioxidantes, antiplasmódicos, antiproliferativos, antiulcerativos, antivirais, hepatoprotetores, larvicidas, além de atividades miorelaxantes e propriedades repelentes de insetos (BONIFACE; FERREIRA; KAISER, 2017; MACÊDO *et al.*, 2018; SCHWARTZ, 2018; DE VERAS *et al.*, 2020).

3.2. *Hymenaea courbaril* L.

O Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) é uma espécie que floresce no final das chuvas, produzindo frutos em quatro meses. A espécie possui ampla distribuição geográfica, ocorrendo naturalmente nos biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e no Pantanal e em várias outras regiões e estados brasileiros e nas Américas do Sul, Central e no sul do México. A espécie possui potencial alimentar, madeireiro, paisagístico e medicinal. É muito utilizada principalmente na produção de madeira na Amazônia, por possuir alta densidade, resistência, sendo muito recomendada para a indústria moveleira e de construção, e na restauração de terras degradadas (McCoy *et al.*, 2017; FREIRE *et al.*, 2020). Essa é a maior espécie pertencente ao gênero *Hymenaea*, podendo atingir em média 40 metros de altura e 1 metro de diâmetro, e em alguns casos, como nas florestas tropicais primárias da Amazônia, podem atingir mais de 50 metros de altura e 2 metros de diâmetro (SCHWARTZ, 2018).

As árvores exalam uma resina chamada copal ou jutaica, usada para fazer verniz. Extratos obtidos das cascas e resinas de *H. courbaril* tipicamente apresentam teores significativos de diterpenóides; além disso, contêm moléculas como flavonóides, aminoácidos, ácidos graxos, carboidratos, cumarinas, sesquiterpenos, esteróides, lactonas variadas, cromonas e diterpenos (OLIVEIRA *et al.*, 2019; SCHWARTZ, 2018). A indústria cosmética passou a aplicar extratos da casca do caule do Jatobá devido à presença do

composto polcatecina, um agente hidratante e clareador da pele (VEGGI *et al.*, 2014).

Nos últimos anos, estudos de encapsulamento com diversos materiais poliméricos de origem vegetal vêm chamando a atenção da comunidade científica pelo fato de serem fontes naturais e mais baratas que os polímeros sintéticos. O xiloglucano é um polissacarídeo que desempenha importante função estrutural na célula vegetal e, portanto, tem papel na estrutura de folhas e galhos, enquanto também atua como um material de armazenamento em sementes de certas espécies, como a *Hymenaea courbaril* (ARRUDA *et al.*, 2015; FARIAS *et al.*, 2017). Farias *et al.* (2017), por exemplo, produziram micropartículas via atomização por secagem por pulverização de xiloglucanos extraídos das sementes de *H. courbaril*. Os autores realizaram a incorporação destas micropartículas contendo ácido ascórbico em hambúrgueres de tilápia e observaram significativa redução de mudanças organolépticas após o cozimento do alimento. Ainda, Calderón-Peralta *et al.* (2017) reportaram o potencial da goma obtidas das sementes do Jatobá como aditivo para melhorar as propriedades funcionais e tecnológicas de tortilhas de milho.

A única parte comestível dos frutos do Jatobá é a polpa que compõe 5 a 10% do fruto. A polpa faz parte da alimentação da população do Cerrado brasileiro, tem aspecto farináceo, sabor levemente adocicado, com sabor e cheiro peculiares, sendo consumida como ingredientes na formulação de vários pratos regionais. As fibras brutas, essenciais para a saúde humana, são o principal componente da polpa *H. courbaril*. A ingestão deste alimento também pode inibir as atividades das enzimas COX-1 e 2, ambas relacionadas à inflamação (SILVA *et al.*, 2019).

O estudo de Santos *et al.* (2020) investigou o perfil nutricional, compostos bioativos e capacidade antioxidante dos sub-produtos do Jatobá-da-mata (*Hymenaea courbaril*, var. *stilbocarpa*), a saber farinha de polpa, resíduo fibroso da polpa, e seiva. Neste estudo, as vagens foram despulpadas para obtenção de farinha de polpa e resíduo de polpa fibrosa, e a seiva da árvore foi obtida em local típico de extração no Cerrado. O resíduo fibroso da polpa e a farinha da polpa apresentaram altos teores de proteína (11 e 12 g/100g) e fibra alimentar (49 e 44 g/100g), respectivamente, sendo que o resíduo fibroso apresentou os maiores teores de fibras totais e insolúveis, cinzas e vitamina C.

Em relação aos polifenóis, o resíduo fibroso apresentou alta concentração (775 mg GAE/100g); a farinha de polpa apresentou um valor intermediário (462 mg GAE/100g); e a seiva o menor conteúdo (181 mg GAE/100g), porém ainda considerável. Os autores concluíram que ambos, o resíduo da polpa e a polpa do Jatobá, são ingredientes adequados para a formulação de alimentos funcionais, e que a seiva é um produto não calórico promissor com potenciais benefícios à saúde.

Apesar de todos os trabalhos supracitados sobre as diferentes partes da planta *H. courbaril*, a casca da vagem do Jatobá, um resíduo comumente descartado e com uso modesto no artesanato, permanece pouco investigada. Há mais de uma década, Aguiar *et al.* (2010) avaliaram as composições químicas dos óleos essenciais da casca de frutos maduros e verdes de *H. courbaril* L., identificando pela primeira vez uma série de sesquiterpenos no gênero. Os principais constituintes da casca do fruto maduro (vagem madura) foram os sesquiterpenos α -copaeno (11,1%), espatulenol (10,1%) e β -selineno (8,2%), enquanto na casca da vagem verde foram germacreno-D (31,9%), β -cariofileno (27,1%) e biciclogermacreno (6,5%). Ambos os óleos foram avaliados contra larvas de *Aedes aegypti* e apresentaram valores de LC₅₀ de $14,8 \pm 0,4$ μ g/mL e $28,4 \pm 0,3$ μ g/mL, para vagens maduras e verdes, respectivamente, evidenciando um importante potencial larvicida.

Mais recentemente, Sales *et al.* (2015) investigaram os potenciais antimicrobianos do óleo essencial extraído da casca de frutos da *H. courbaril*. Os autores verificaram que este óleo essencial possui uma boa atividade inibitória contra *Staphylococcus aureus*, com efeito modulador sinérgico quando associado a antibióticos de uso clínico. Entretanto, as moléculas implicadas neste efeito antimicrobiano não foram identificadas. Da mesma forma, Aleixo *et al.* (2015) verificaram que uma combinação de extratos de *H. courbaril* e *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) (bartimão) desempenha importante ação bacteriostática contra isolados clínicos de *Acinetobacter baumannii*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*.

Sabe-se que o alto teor de compostos fenólicos nos extratos de Jatobá se deve à presença de procianidinas com diferentes graus de polimerização (SASAKI *et al.*, 2009). Procianidinas são taninos condensados, uma subclasse de flavonóides. Eles são conhecidos por possuírem altas atividades

antimicrobianas, antifúngicas e antioxidantes, e são utilizados como agentes anticarcinogênicos (mama, próstata, pele e estômago), anti-inflamatórios, anti-reumáticos e curativos (CORRÊA *et al.*, 2017). Veggi *et al.* (2014) estudaram a extração de polifenóis da casca do caule do Jatobá e verificaram que a extração com fluido supercrítico usando CO₂ e água (9: 1, v/v), a 323 K e 35 MPa, apresentou os melhores resultados, com rendimento de extrato de 24%, e com alta atividade antioxidante (IC₅₀ de 0,2 mg/cm³). Entretanto, a extração de compostos antioxidantes como os compostos fenólicos geralmente é realizada com o auxílio de solventes orgânicos. Extrações com água e com etanol são as preferidas pela indústria. Desta forma, futuros trabalhos devem priorizar a obtenção de extratos ricos em fenólicos através do uso de misturas hidroalcóolicas.

4. Considerações finais e perspectivas futuras

Estudos bastante recentes sugerem que o resíduo gerado pelo processamento industrial da polpa de Jatobá apresenta potencial para ser aproveitado como fonte de moléculas e/ou extratos bioativos, seguindo o conceito de bioeconomia circular e contribuindo a exploração sustentável da espécie *H. courbaril*. Entretanto, tendo em vista a obtenção de aditivos alimentares (como conservantes e antioxidantes) ou nutracêuticos, é mandatório que a ausência de toxicidade seja confirmada nesta matriz vegetal, bem como a estabilidade dos compostos bioativos majoritários. Neste sentido, experimentos *in vivo* e estudos clínicos (como intervenção dietética) ainda são necessários para desvendar e confirmar estas potenciais atividades biológicas.

5. Agradecimentos e Financiamento

I. S. de Oliveira e R. F. A. Casalvara agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro durante os mestrados na Universidade Cesumar – UniCesumar. T. B. V. da Silva também agradece à CAPES pelo auxílio financeiro durante seu doutorado na Universidade Estadual de Maringá. R. M. Peralta é bolsista produtividade do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). A. Ferrari e R.C.G. Corrêa são pesquisadoras do Instituto Cesumar de Ciência e Tecnologia e Inovação (ICETI).

6. Referências

- AGUIAR, J.C.D. *et al.* Chemical constituents and larvicidal activity of *Hymenaea courbaril* fruit peel. **Natural Product Communications**, v. 5, n. 12, p. 1977-1980, 2010. <<https://doi.org/10.5897/AJB11.1152>>.
- ALEIXO, A. Alan *et al.* Synergistic activity from *Hymenaea courbaril* L. and *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville against multidrug-resistant bacteria strains. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 9, n. 26, p. 741-748, 2015. <<https://doi.org/10.5897/JMPR2014.5502>>.
- ARRUDA, R. S. Isabel *et al.* 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 <<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2014.11.001>> .
- BEZERRA, P. Gabrieli *et al.* Phytochemical study guided by the myorelaxant activity of the crude extract, fractions and constituent from stem bark of *Hymenaea courbaril* L. **Journal of Ethnopharmacology**. v. 149, n. 1, p. 62-69, 2013. <<https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.05.052>>.
- BISSACOTTI, Anelise; ANGST, Carmen.; SACCOL, Ana. Implicações dos aditivos químicos na saúde do consumidor. **Disciplinarum Sciential**. v. 16, p. 43-59, 2015. <<https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumS/article/view/1108>>.
- BONIFACE, Pone; FERREIRA, Sabrina; KAISER, Carlos. Current state of knowledge on the traditional uses, phytochemistry, and pharmacology of the genus *Hymenaea*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 206, p. 193-223, 2017. <<https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.05.024>>.
- CALDERÓN-PERALTA, C. Vanessa *et al.* Influence of *Hymenaea courbaril* gum as a new additive on nixtamalized flour properties and quality of tortilla. **Journal of Food Process Engineering**, v. 40, n. 5, p. e12525, 2017. <<https://doi.org/10.1111/jfpe.12525>>.
- CÂMARA, S. José *et al.* Food Bioactive Compounds and Emerging Techniques for Their Extraction: **Polyphenols as a Case Study**. **Foods**, v.10, n.1, p. 37, 2021. <<https://doi.org/10.3390/foods10010037>>.

CAROCHO, Márcio *et al.* Adding molecules to food, pros and cons: A review on synthetic and natural food additives. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, v. 13, n. 4, p. 377-399, 2014. <<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12065>>.

CAROCHO, Márcio *et al.* Plants as bioactive ingredients and natural additives in ewe cheese. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, p. 411-420, 2017. <<http://dx.doi.org/10.19084/RCA16213>>.

CONCEIÇÃO, Natália *et al.* By-Products of Camu-Camu [*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh] as Promising Sources of Bioactive High Added-Value Food Ingredients: Functionalization of Yogurts. **Molecules**, v.25, n.1, p.70, 2020. <<https://doi.org/10.3390/molecules25010070>>.

CORRÊA, C.G. Rúbia. *et al.* 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. <<https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.07.030>>.

CORRÊA, C.G. Rúbia *et al.* New phytochemicals as potential human anti-aging compounds: Reality, promise, and challenges. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 58, n. 6, p. 942-957, 2018. <<https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1233860>>.

CORRÊA, C.G. Rúbia *et al.* 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. <<https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2019.02.003>>.

DE BRITO, S. Mônica. *et al.* Partial purification of trypsin/papain inhibitors from *Hymenaea courbaril* L. seeds and antibacterial effect of protein fractions. **Hoehnea**, v.43, n.1, p.11-18, 2016. <<https://doi.org/10.1590/2236-8906-23/2015>>.

DE VERAS, O. Bruno *et al.* Chemical composition and evaluation of the antinociceptive, antioxidant and antimicrobial effects of essential oil from *Hymenaea cangaceira* (Pinto, Mansano & Azevedo) native to Brazil: A natural medicine. **Journal of Ethnopharmacology**. v. 247, 2020. <<https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.112265>>.

DOS SANTOS, L.L.R. Hanna *et al.* Phytochemical Analysis of Extracts from the Atlantic Forest Wood Species. **Floresta e Ambiente**, v.26, 2019. DOI: <<https://doi.org/10.1590/2179-8087.038118>>.

FARIAS, S. Katyuze *et al.* Adulteration and Contamination of Commercial Sap of *Hymenaea* Species. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, p.1–13, 2017. <<https://doi.org/10.1155/2017/1919474>>.

FERREIRA, Fabrícia de Souza. Aditivos alimentares e suas reações adversas no consumo infantil. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 13, n. 1, p. 397-407, 2015. <<http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v13i1.1845>>.

FREIRE, M. Juliana *et al.* Vegetative Propagations of *Hymenaea courbaril* L. and *Apuleira leiocarpa* (Vogel) JF Macbr Mini-Cutting. **Revista Árvore**, v. 44, 2020. <<https://doi.org/10.1590/1806-9088202000000005>>.

HONORATO, C. Thatyan *et al.* Aditivos alimentares: aplicações e toxicologia. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 5, p. 01-11, 2013. <<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1950>>.

MACÊDO, J.F. Márcia *et al.* Fabaceae medicinal flora with therapeutic potential in Savanna areas in the Chapada do Araripe, Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia** v. 28 n. 6. 2018. <<https://doi.org/10.1016/j.bjp.2018.06.010>>.

McCOY, E. Victoria *et al.* The chemistry of American and African amber, copal, and resin from the genus *Hymenaea*. **Organic Geochemistry**, v. 113, p. 43-54, 2017. <<https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2017.08.005>>.

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. < <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-64056-7.00012-X>>.

PUCHE, Yenis; de PAULA, Claudia; GALLO-GARCÍA, Luis. Evaluación de sustancias antimicrobianas naturales en la conservación de avena sinuana. **Ciência & Tecnologia Agropecuária**, v. 18, n. 2, p. 321-334, 2017. <http://dx.doi.org/10.21930/rcta.vol18_num2_art:634>.

RIBEIRO, G. Tatiana *et al.* Antileishmanial activity and cytotoxicity of Brazilian plants. **Experimental Parasitology**, v.143, p.60-68, 2014. <<https://doi.org/10.1016/j.exppara.2014.05.004>>.

ROCHA, F. de S. Ana *et al.* Soil parameters affect the functional diversity of the symbiotic microbiota of *Hymenaea courbaril* L., a Neotropical fruit tree. **Rhizosphere**, v.16, p. 100237, 2020. <<https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2020.100237>>.

SALES, W. P. Gleilton *et al.* Efeito antimicrobiano e modulador do óleo essencial extraído da casca de frutos da *Hymenaea courbaril* L. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 35, n. 4. 2015. <<https://rcfba.fcfar.unesp.br/index.php/ojs/article/view/103/101>>.

SANTOS, C.P. Ana *et al.* Nutritional profile, bioactive compounds and antioxidant capacity of jatobá-da-mata (*Hymenaea courbaril*, var. *stilbocarpa*) by product. **Revista Chilena de Nutrición**, v. 47, n. 3, p.366-371, 2020. <<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000300366>>.

SASAKI, Katsunori *et al.* High-performance liquid chromatographic purification of oligomeric procyanidins, trimers up to nonamers, derived from the bark of Jatoba (*Hymenaea courbaril*). **Bioscience, biotechnology, and biochemistry**, v. 73, n. 6, p. 1274-1279, 2009. <<https://doi.org/10.1271/bbb.80747>>.

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

SILVA, P. Cintia *et al.* Identification and action of phenolic compounds of Jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stignocarpa* Mart.) on α -amylase and α -glucosidase activities and flour effect on glycemic response and nutritional quality of breads. **Food research international**, v. 116, p. 1076-1083, 2019. <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.09.050>>.

VEGGI, C. Priscilla *et al.* Obtaining phenolic compounds from jatoba (*Hymenaea courbaril* L.) bark by supercritical fluid extraction. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 89, p. 68-77, 2014. <<https://doi.org/10.1016/j.supflu.2014.02.016>>.

VENÂNCIO, Daniele; PANDOLFI, Marcos. CLEAN LABEL NA COMERCIALIZAÇÃO DE PRODUTOS. **Revista Interface Tecnológica**, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 535-541, 2020. <<https://doi.org/10.31510/infa.v17i2.907>>.

VIEIRA, F. Tatiane *et al.* An Overview of Structural Aspects and Health Beneficial Effects of Antioxidant Oligosaccharides. **Current Pharmaceutical Design**, v.26, n.16, p.1759-1777, 2020. <<https://doi.org/10.2174/1381612824666180517120642>>.

Autores

Isabela Silva de Oliveira¹, Tamires Barlati Vieira da Silva², Weriky Fernando dos Santos Queiroz³, Beatriz Vieira Lima³, Rhaira Fernanda Ayoub Casalvara¹, Ariana Ferrari^{1,4}, Rosane Marina Peralta², Rúbia Carvalho Gomes Corrêa^{1,4,*}

1. Programa de Mestrado em Ciência, Tecnologia e Segurança Alimentar, Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICETI), Universidade Cesumar - UniCesumar, Avenida Guedner 1610, 87050-390, Maringá, Paraná, Brasil. Postal 533 - CEP 79804970, Dourados, Brasil.
2. Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.
3. Universidade Cesumar - UniCesumar, Avenida Guedner 1610, 87050-390, Maringá, Paraná, Brasil.
4. Programa de Mestrado em Tecnologias Limpas, Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICETI), Universidade Cesumar - UniCesumar, Avenida Guedner 1610, 87050-390, Maringá, Paraná, Brasil.

* Autor para correspondência: rubia.correa@unicesumar.edu.br