

Mariana Buranelo Egea
Josemar Gonçalves de Oliveira Filho
(Organizadores)



PLANTAS
ALIMENTÍCIAS
NÃO CONVENCIONAIS

Aplicação na tecnologia de alimentos
e potencial benéfico na saúde humana



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS

**Aplicação na tecnologia
de alimentos e potencial
benéfico na saúde humana**

Plantas alimentícias não convencionais. Aplicação na tecnologia de alimentos e potencial benéfico na saúde humana © 2023 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – IF Goiano

ISBN: 978-65-87469-44-7

Elias de Pádua Monteiro

Reitor do IF Goiano

Alan Carlos da Costa

Pró-reitor de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação

Iraci Balbina Gonçalves Silva

Assessora Especial do Núcleo Estruturante da Política de Inovação (NEPI)

Conselho Editorial

Portaria nº 1160/REI/IFGOIANO, de 17 de março de 2022

Ana Paula Silva Siqueira

Matias Noll

Antônio Evami Cavalcante Sousa

Júlio César Ferreira

Ítalo José Bastos Guimarães

Flávia Gouveia de Oliveira

Rosenilde Nogueira Paniago

Natália Carvalhães de Oliveira

Luíza Ferreira Rezende de Medeiros

Maria Luíza Batista Bretas

Paulo Alberto da Silva Sales

Elis Dener Lima Alves

Diego Pinheiro Alencar

Mariana Buranelo Egea

Raiane Ferreira Miranda

Édio Damásio da Silva Júnior

Bruno de Oliveira Costa Couto

Priscila Jane Romano Gonçalves Selari

Gustavo Lopes Ferreira

Tatianne Silva Santos

Lídia Maria dos Santos Morais

Johnathan Pereira Alves Diniz

Equipe do Núcleo da Editora IF Goiano

Sarah Suzane Bertolli

Coordenadora do Núcleo da Editora

Lídia Maria dos Santos Morais

Assessora Editorial

Johnathan Pereira Alves Diniz

Assessor Técnico

Tatianne Silva Santos

Assessora Gráfica

Revisão textual:

Bárbara Cardoso (Coelum Editorial)

Projeto gráfico e diagramação:

Varnei Rodrigues (Propagare Comercial Ltda.)

Bibliotecário responsável:

Johnathan Pereira Alves Diniz

Foto da capa: Cúrcuma longa de [H. Zell](#)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Mariana Buranelo Egea
Josemar Gonçalves de Oliveira Filho
(Organizadores)

PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS

**Aplicação na tecnologia
de alimentos e potencial
benéfico na saúde humana**



1ª Edição

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas (SIBI) – Instituto Federal Goiano

P713

Plantas alimentícias não convencionais: Aplicação na tecnologia de alimentos e potencial benéfico na saúde humana/ Mariana Buranelo Egea; Josemar Gonçalves de Oliveira Filho. – 1. ed. Goiânia, GO: IF Goiano, 2023..

97 p., il.: color.

ISBN (e-book): 978-65-87469-44-7

1. Ciências Agrárias. 2. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 3. Nutrição.
I. Egea, Mariana Buranelo. II. Oliveira Filho, Josemar Gonçalves de. III. Instituto Federal Goiano. IV. Título.

CDU: 635.3:612.395.6

SUMÁRIO

Apresentação 7

Capítulo 1

Histórico e importância das PANCs na alimentação brasileira..... 10

Ailton Cesar Lemes

Jamile Castelo de Araújo

Débora Silva Rodrigues

Gabrielly Silva de Freitas

Mariana Buranelo Egea

Capítulo 2

Potencial de aplicação da Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) no preparo de filmes poliméricos para alimentos..... 24

Mirella Romanelli Vicente Bertolo

Josemar Gonçalves de Oliveira Filho

Stanislau Bogusz Junior

Capítulo 3

Camu-camu [*Myrciaria dubia* (Kunth) Mcvaugh] e suas potencialidades 50

Andréia do Rosário Batista

Ladyslène Christhyns de Paula

Gabrieli Oliveira-Folador

Luís Fernando Polesi

Gisele Teixeira de Souza Sora

Capítulo 4

Cúrcuma: a planta alimentícia não convencional cor da terra..... 72

Najla de Oliveira Cardozo

Maria Rita Marques de Oliveira

Sobre os organizadores 96

APRESENTAÇÃO

As plantas alimentícias não convencionais, conhecidas pela sigla PANCs, são hortaliças, frutas, flores ou ervas que crescem espontaneamente na natureza, mas, por desconhecimento da maioria das pessoas, acabam sendo confundidas com ervas daninhas. Os estudos científicos sobre as PANCs têm revelado que essas espécies, até então não conhecidas por parte da população, são ricas em muitos nutrientes importantes para a saúde humana e apresentam um grande potencial para o desenvolvimento de novos alimentos e ingredientes para a indústria alimentícia. Em virtude disso, muitos pesquisadores têm se dedicado ao estudo das propriedades nutricionais, tecnológicas e potencial bioativo dessas espécies. Assim, o objetivo desta obra é fornecer conhecimento teórico sobre o potencial das PANCs para uso na tecnologia de alimentos e seu impacto na saúde humana. Todo esse conhecimento e experiência é demonstrado nos quatro capítulos desta obra, a partir de revisão bibliográfica e discussões por parte do grupo de pesquisadores que compõem a autoria dos capítulos.

A presente obra *Plantas alimentícias não convencionais: aplicação na tecnologia de alimentos e potencial benéfico na saúde humana* traz quatro capítulos de revisão bibliográfica sobre PANCs. O primeiro capítulo estabelece o histórico das PANCs no Brasil e a sua importância na alimentação humana, estabelecendo uma visão geral de todas as plantas que são utilizadas com finalidade alimentícia no país independente da espécie. O segundo capítulo fornece uma visão geral da composição química das folhas e da goma de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*), de suas principais aplicações na área de alimentos e de seu potencial uso como matéria-prima para a formação de filmes poliméricos, visando à substituição de embalagens plásticas derivadas de fontes não-renováveis, como o petróleo. O terceiro capítulo apresenta o potencial nutracêutico do camu-camu (*Myrciaria dubia*) como fonte de vitamina C e de compostos bioativos – compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas. Além do potencial nutricional, este trabalho também abordou o processamento do fruto na forma de polpa congelada, geleia, picolés, bem como seu potencial farmacológico. Por fim, o quarto capítulo desta obra sumariza

os potenciais efeitos metabólicos do açafrão-da-terra (*Curcuma longa*) por evidências científicas e o seu modo de uso na fitoterapia para a promoção da saúde e prevenção de doenças como diabetes, depressão, artrite reumatóide e outras.

Nesse sentido, esperamos que este e-book possa intensificar as pesquisas voltadas a essas temáticas, trazendo mais estudantes, pesquisadores e entusiastas para essa área, e possa ser um estímulo para a busca de novas tecnologias relacionadas às áreas de Nutrição e Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Boa leitura!

Dra. Mariana Buranelo Egea

Dr. Josemar Gonçalves de Oliveira Filho

CAPÍTULO 1



HISTÓRICO E IMPORTÂNCIA DAS PANCs NA ALIMENTAÇÃO BRASILEIRA

HISTÓRICO E IMPORTÂNCIA DAS PANCs NA ALIMENTAÇÃO BRASILEIRA

Ailton Cesar Lemes¹
Jamile Castelo de Araújo²
Débora Silva Rodrigues²
Gabrielly Silva de Freitas²
Mariana Buranelo Egea²

Resumo

As Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) são um grupo heterogêneo de espécies de plantas nativas ou exóticas, espontâneas ou cultivadas, que possuem partes comestíveis, tais como folhas, raízes, flores ou caules, as quais não são comumente utilizadas na alimentação humana. São plantas de fácil cultivo, resistentes a pragas, com elevada eficiência na absorção de nutrientes, baixa necessidade hídrica e baixa exigência de solo, além de elevadas propriedades nutricionais e diversidade de compostos bioativos com impactos positivos à saúde.

No entanto, no decorrer do tempo, parte do conhecimento sobre a utilização e as propriedades das PANCs foi sendo perdido por conta da modernização da agricultura, o que facilitou o acesso a itens alimentícios mais tradicionais e, também, por conta da praticidade dos alimentos industrializados, que promoveu o afastamento da população de suas culturas. Além disso, as PANCs faziam parte da alimentação de diversas comunidades, incluindo população em assentamentos, comunidades rurais, quilombolas e indígenas, mas foram sendo substituídas durante a processo de convívio com outras comunidades ou, ainda, pela degradação de áreas cultiváveis. Nesse sentido, é extremamente importante estabelecer o histórico das PANCs no país e estimular a adoção de estratégias de promoção e valorização das espécies, visando à segurança e soberania alimentar e nutricional no Brasil.

Palavras-chave: Agricultura Familiar. Soberania Alimentar. Propriedades Nutricionais. Compostos Bioativos.

- 1 Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola de Química (Departamento de Engenharia Bioquímica) – Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: ailtonlemes@eq.ufrj.br.
- 2 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO. E-mails: jami.araujo@hotmail.com, deborarodrigues2459@gmail.com, gaby231740@gmail.com, mariana.egea@ifgoiano.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta uma das maiores diversidades biológicas do mundo, que, no entanto, ainda é pouco conhecida e explorada, quando poderia estar sendo utilizada no combate e redução de problemas sociais como a fome e a desnutrição (EGEA; MARCIONILIO, 2022), o que inclui principalmente a produção e o uso das PANCs. O estímulo da produção de PANCs e sua reintrodução na alimentação poderia contribuir com o incremento e a diversificação de fontes nutricionais da dieta, além de representar alternativa de renda para diferentes comunidades (BARREIRA; PAULA; RODRIGUES; ANDRADE *et al.*, 2015; CASEMIRO; VENDRAMIN, 2020).

O termo Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) é atribuído a espécies de plantas nativas ou exóticas, espontâneas ou cultivadas, que não constituem um grupo homogêneo e possuem partes comestíveis, tais como folhas, raízes, flores ou caules, as quais não são comumente utilizadas na alimentação humana (CASEMIRO; VENDRAMIN, 2020). A falta de informação da população e a perda dos saberes tradicionais associados ao consumo de plantas de ocorrência local ou regional fazem com que elas sejam menos consumidas. Entretanto, o incentivo à pesquisa desse material vegetal, a descoberta de novas espécies e, principalmente, o resgate de conteúdo com povos mais antigos, fazem com que as PANCs sejam cada vez mais introduzidas na alimentação, fornecendo diversidade alimentar, incremento nutricional e, sobretudo, que elas sejam apresentadas à população, criando uma valorização cultural e histórica do país (JUNQUEIRA; PERLINE, 2019; BRASIL, 2020).

O conhecimento sobre quais plantas enquadram-se na classificação de PANCs é essencial para o cultivo e consumo, uma vez que podem ser confundidas com outras plantas prejudiciais à saúde (JUNQUEIRA; PERLINE, 2019). O baixo conhecimento sobre as espécies incluídas como PANCs faz com que muitas vezes elas sejam consideradas e identificadas como mato, praga ou erva daninha, sendo eliminadas ou não utilizadas para o consumo (POLETTI; RODRIGUES; DOURADO; VIUDES, 2020). Além disso, muitas vezes o termo PANCs confunde-se com as plantas medicinais, embora algumas PANCs também sejam utilizadas para essa finalidade (POLETTI; RODRIGUES; DOURADO; VIUDES, 2020).

Existe uma preocupação frequente sobre a perda dos conhecimentos relativos à utilização e às propriedades das PANCs, por conta da modernização da agricultura, o que facilita o acesso da população a itens alimentícios mais tradicionais e industrializados mais práticos – nem sempre mais nutritivos – e, assim, afasta a população de suas culturas (BEZERRA; STANKIEVICZ; KAUFMANN; MACHADO *et al.*, 2017). Embora não sejam produzidas atualmente nos sistemas tradicionais, as PANCs faziam parte da alimentação de diversas comunidades, incluindo população em assentamentos, comunidades rurais, quilombolas e indígenas, mas foram sendo substituídas durante o processo de convívio com outras comunidades ou, com o passar do tempo, pela degradação de áreas cultiváveis, entre outros fatores (MACEDO, 2017; SOUZA; JÚNIOR; BENEVIDES, 2019).

Entre as vantagens relacionadas à produção e ao consumo de PANCs está o fato de serem plantas de fácil cultivo, resistentes a pragas, podendo, em razão disso, ser inseridas em dietas, na alimentação diária e, em alguns casos, substituir as hortaliças convencionais (LIBERATO; LIMA; SILVA, 2019). Além disso, elas têm elevada eficiência na absorção de nutrientes, baixa necessidade hídrica e exigência de solo – o que diminui o custo de produção –, apresentando, inclusive, segurança do uso, elevadas propriedades nutricionais e diversidade de compostos bioativos (Figura 1). Por esses motivos, tais plantas podem se tornar importantes aliadas no combate a fome em comunidades pobres e diversificar a renda dos agricultores familiares (EPABRI, 2020).

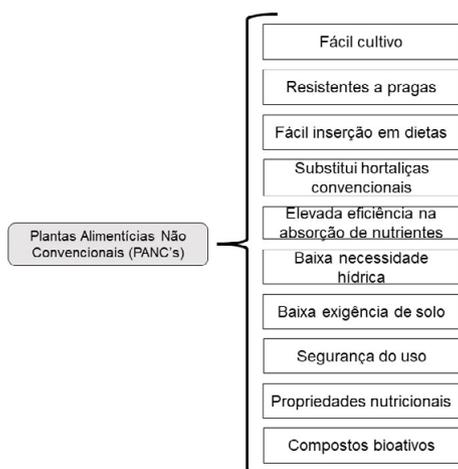
A forma de consumo das PANCs varia de acordo com o seu modo de cozimento, industrialização ou o consumo *in natura*, permitindo a ingestão de todas as frações comestíveis, o que inclui suas folhas, sementes, flores e frutos – contanto que seja observada a maneira correta de consumi-las e prepará-las, já que algumas só podem ser consumidas após o cozimento, que é fundamental para eliminar substâncias antinutricionais ou tóxicas, e para o organismo (LIBERATO; LIMA; SILVA, 2019).

Entre as PANCs mais consumidas e comumente encontradas no Brasil, destacam-se o muricato (*Solanum muricatum*), maracujá-do-mato (*Passiflora actinia*), espinafre malabar (*Basella rubra*), ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*), peixinho (*Stachys byzantina*), capuchinha (*Tropaeolum majus*), azedinha (*Rumex acetosella*), beldroegão (*Talinum paniculatum*),

capiçoba (*Erechtites valerianifolius*), caruru (*Amaranthus* spp.), taioba (*Xanthosoma taioba*), entre diversos outros exemplos (WWE, 2020).

Devido às vantagens apresentadas para cultivo e consumo, principalmente de forma a preservar a cultura e saberes relacionados às PANCs, é extremamente importante o estabelecimento do histórico-cultural sobre o surgimento, migração da cultura de PANCs pelo país e sua importância na alimentação brasileira, de modo a estimular sua preservação, cultivo e consumo adequado.

Figura 1 — Vantagens relacionadas à produção e ao consumo de PANCs



Fonte: elaboração própria.

2. HISTÓRICO DAS PANCs NO BRASIL

Estima-se que existam aproximadamente 390 mil espécies de plantas no mundo (TULER; PEIXOTO; SILVA, 2019), sendo que o Brasil abriga uma das suas maiores biodiversidades, correspondendo a mais de 20% do número total de espécies da Terra e englobando variadas plantas, animais e ecossistemas (CASEMIRO; VENDRAMIN, 2020; PEISINO; ZOUAIN; SCHERER; SCHMITT *et al.*, 2020). Nesse contexto, no país, existem cerca de 3.000 espécies de PANCs, entretanto essa biodiversidade é pouco conhecida, e sua utilização negligenciada (CASEMIRO; VENDRAMIN, 2020; TULER; PEIXOTO; SILVA, 2019).

O baixo consumo dessas plantas é decorrente de inúmeros fatores, como alteração dos hábitos alimentares, competitividade no mercado com as plantas convencionais, reduzida disponibilidade no mercado e não comercialização e limitação de informações sobre as propriedades nutricionais (BIONDO; FLECK; KOLCHINSKI; VOLTAIRE *et al.*, 2018).

As PANCs serviram para o sustento do homem desde a idade da pedra, no entanto a evolução e mudança de hábitos contribuiu para o seu esquecimento, a diminuição e até mesmo a inexistência de consumo para algumas espécies (JESUS; SANTANA; OLIVEIRA; CARVALHO *et al.*, 2020). O cultivo e a migração das PANCs no Brasil são confundidos com sua própria história, uma vez que diversos relatos, conhecimentos e inclusive diferentes espécies foram sendo perdidos no decorrer do tempo pela modificação dos hábitos alimentares e culturais da população (EGEA; MARCIONILIO, 2022; MACEDO, 2017).

Boa parte das espécies presentes no país são naturais do bioma brasileiro e estão espalhadas por todo o território nacional. Parte das espécies já foram, também, amplamente disseminadas em diversas regiões do mundo, sendo muitas vezes classificadas como infestantes, invasoras ou daninhas. Por outro lado, muitas PANCs foram trazidas pelos colonizadores ou pelos escravizados durante a história de formação do país (EMBRAPA, 2021); e, atualmente, ganham destaque para a produção e o consumo devido as suas características e propriedades de composição (BEZERRA; BRITO, 2020).

Entre as primeiras PANCs encontradas na América do Sul, destacam-se a pupunha, noz de pindoba, bocaiúva, buriti, açai, bacaba e batuá. Os povos tradicionais utilizavam as plantas não somente como alimento, mas também como abrigo, sal, cestaria, unguentos, venenos, remédios e outros produtos úteis na época (LÉVI-STRAUSS, 1950). Nos dias atuais, entre as PANCs mais consumidas e comumente encontradas no Brasil, evidencia-se o muricato (*Solanum muricatum*), maracujá-do-mato (*Passiflora actinia*), espinafre malabar (*Basella rubra*), ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*), peixinho (*Stachys byzantina*), capuchinha (*Tropaeolum majus*), azedinha (*Rumex acetosella*), beldroegão (*Talinum paniculatum*), capiçoba (*Erechtites valerianifolius*), caruru (*Amaranthus* spp.), taioba (*Xanthosoma taioba*), entre diversos outros exemplos (WWF, 2020).

No decorrer do tempo, o formato de cultivo e até mesmo os espaços utilizados para a produção foram sendo transformados. Por serem espécies de fácil cultivo, são encontradas em diversos ambientes, como quintais, terrenos baldios, culturas agrícolas, pastos, fragmentos de florestas, beira de estradas, entre outros (BARREIRA; PAULA; RODRIGUES; ANDRADE *et al.*, 2015; CASEMIRO; VENDRAMIN, 2020).

O termo “PANC” foi introduzido somente em 2008 e passou a representar uma diversidade de espécies que não possuem padrão de consumo, pois são produzidas e consumidas de formas e quantidades diferentes em cada região do país, além de também servir para denominar diferentes espécies vegetais que não são exploradas no contexto nacional e comercial. Habitualmente, as PANCs são cultivadas por meio do sistema de agricultura familiar entre os povos mais tradicionais, sobretudo para o consumo próprio e, na maioria das vezes, sem finalidade comercial (JESUS; SANTANA; OLIVEIRA; CARVALHO *et al.*, 2020). No entanto, esse cenário tem apresentado mudanças, principalmente pela introdução das espécies de PANCs na alta gastronomia e pelo maior consumo, em decorrência da comprovação de efeitos benéficos associados a diversos componentes das matrizes de tais plantas (MATOS FILHO; CALLEGARI, 2018; SILVA; DAMIANI, 2022).

Em diversas regiões brasileiras, algumas espécies são preservadas por fazerem parte da alimentação de diferentes grupos durante muitas gerações, mas é uma tarefa árdua pela velocidade de transformação do cotidiano, por isso precisa constantemente ser estimulada para não ser perdida ou esquecida (SILVA; FRANCELINO; BARBOSA, 2020). Como o perfil de consumo e a cultura transformam-se de região para região, é ainda mais difícil alcançar um nível pleno de conhecimento e domínio das diferentes espécies, o que dificulta a divulgação, promoção e valorização delas, assim como a manutenção do histórico de cada PANCs.

Além disso, é uma tarefa muito difícil conseguir estabelecer uma cronologia sobre a migração das espécies ao longo do mapa e durante os anos, assim como é complexo estabelecer um perfil da ampliação do consumo, uma vez que os dados disponíveis são raros ou muito regionalizados. Uma questão clara é que as PANCs evoluíram com o passar do tempo: embora tenham servido de alimento na antiguidade, foram perdendo espaço por causa da restrição de consumos regionais e perda

de costumes, até chegarem em um ponto atual no qual são utilizadas em diversos produtos alimentícios e cosméticos, entre outros (Figura 2) (PAGOTTO; TESSMANN; KUHN, 2021; SILVA; DAMIANI, 2022).

Figura 2 — Histórico das PANCs no Brasil: do início à aplicação em diferentes produtos



Fonte: elaboração própria.

3. IMPORTÂNCIA DAS PANCs: ALIMENTAÇÃO, SAÚDE, RENDA E CULTURA

As PANCs são importantes espécies vegetais, principalmente do ponto de vista nutricional, uma vez que possuem alto teor de proteínas; vitaminas do complexo B, C, E; minerais; fibras; ácidos graxos insaturados e diversos compostos bioativos, os quais incluem ampla gama de atuação como antioxidantes, antimicrobianos, anti-hipertensivos, entre outros. Além disso, sua composição bioativa tem sido associada aos benefícios à saúde, incluindo a redução de deficiências nutricionais, bom funcionamento do intestino, manutenção da saciedade, prevenção de doenças e adequado funcionamento do organismo, inclusive sendo utilizadas como complementos da dieta da população. As PANCs também podem ser potencialmente utilizadas para fins terapêuticos, incluindo o tratamento de doenças do sistema digestivo e respiratório, infecções, problemas dermatológicos e doenças crônicas, entre outros (AZAM; BISWAS; MANNAN; AFSANA *et al.*, 2014; BIONDO; FLECK; KOLCHINSKI; VOLTAIRE *et al.*, 2018; BORGES, 2017; BOTREL; FREITAS; FONSECA; MELO *et al.*, 2020; BVENURA; SIVAKUMAR, 2017; CASEMIRO; VENDRAMIN, 2020; PINELA; CARVALHO; FERREIRA, 2017).

Com base nas características nutricionais e bioativas, o estímulo da produção e o consumo podem ser uma ferramenta importante no combate à fome e desnutrição em populações de baixa renda, bem como em populações específicas, incluindo a população em assentamentos e as comunidades rurais, quilombolas e indígenas, que historicamente utilizavam essas espécies, porém perderam o hábito com o passar do tempo em razão das questões apresentadas anteriormente (MACEDO, 2017; SOUZA; JÚNIOR; BENEVIDES, 2019). Além disso, também são úteis por corresponderem a um alimento de baixo custo capaz de substituir as hortaliças comumente utilizadas, que prevalecem na alimentação da população (BARREIRA; PAULA; RODRIGUES; ANDRADE *et al.*, 2015; CASEMIRO; VENDRAMIN, 2020). As PANCs vêm ganhando importante destaque, pois são consideradas um meio de subsistência para diferentes comunidades, especialmente as da zona rural, beneficiando a economia local e regional.

Ainda em relação ao cenário da fome, é evidente que diz respeito a um fator preocupante, haja vista que afeta mais de 1,2 bilhão de pessoas ao redor do mundo, as quais não têm acesso a alimentos e também não sabem se o que comem é seguro ou se sua alimentação é nutricionalmente correta ou confiável (FAO, 2013). A pandemia de COVID-19 agravou a situação ao aumentar o número de pessoas em insegurança alimentar (RIBEIRO-SILVA; PEREIRA; CAMPELLO; ARAGÃO *et al.*, 2020), tornando necessário estabelecer medidas mais eficazes de combate à fome. Nesse sentido, o estímulo à produção de consumo de PANCs pode ser uma alternativa viável e com bons efeitos nutricionais, principalmente no Brasil, que possui uma ampla gama de espécies vegetais enquadradas nesse grupo (CASEMIRO; VENDRAMIN, 2020).

As PANCs podem ser consumidas *in natura* em saladas, temperos e sucos, sendo refogadas, torradas, moídas ou empanadas, na preparação de doces, cocadas, molhos e conservas, entre outros. Sua utilização está diretamente relacionada a questões familiares, nas quais a pessoa mais velha, que detém o conhecimento sobre as espécies, transmite a forma de preparo para uma pessoa mais jovem, dessa maneira o conhecimento é mantido por gerações (BARREIRA; PAULA; RODRIGUES; ANDRADE *et al.*, 2015; BORGES, 2017; TULER; PEIXOTO; SILVA, 2019). No entanto,

isso tem sido um problema atual referente à questão de manutenção da cultura, uma vez que existem poucos registros de um número ilimitado de espécies. Dentre as partes utilizadas das plantas, destacam-se as folhas, frutos, sementes, caule, raízes, inclusive o palmito e o pólen, o que confere diferentes possibilidades de aplicação e melhor aproveitamento das espécies (BIONDO; FLECK; KOLCHINSKI; VOLTAIRE *et al.*, 2018; TULER; PEIXOTO; SILVA, 2019).

Por outro lado, com a crescente demanda por alimentos de origem vegetal, que ocasionem menor impacto ao meio ambiente e apresentem propriedades funcionais, as PANCs são destaque como espécies promissoras na área de alimentos, pois abastecem o mercado como uma alternativa na busca por alimentos *plant-based* com propriedades nutracêuticas e/ou funcionais, agregando valor nutritivo ao produto em que forem adicionadas (KINUPP; LORENZI, 2014).

Embora sejam promissoras na área de alimentos, já que podem ser utilizadas para elaboração de novos produtos, auxiliando na demanda exigida pelo mercado por alimentos nutracêuticos e funcionais, as PANCs ainda carecem de mais estudos e divulgação, sendo necessária a realização de pesquisas mais detalhadas a respeito da utilização dessas plantas, a fim de incentivar sua produção e consumo (BIONDO; FLECK; KOLCHINSKI; VOLTAIRE *et al.*, 2018; CASEMIRO; VENDRAMIN, 2020).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As PANCs englobam diversas espécies vegetais negligenciadas, mas com características nutricionais interessantes para serem estimuladas dentro da alimentação da população, uma vez que possuem alto teor de proteínas; vitaminas do complexo B, C, E; minerais; fibras; ácidos graxos insaturados e diversos compostos bioativos, podendo atuar na mitigação da fome e do desequilíbrio nutricional da população.

Dentro desse cenário, a adoção de estratégias de promoção e valorização dessas espécies visando à segurança e soberania alimentar e nutricional no Brasil é extremamente importante. Apesar de serem utilizadas durante toda a história da humanidade, há poucos registros físicos sobre sua utilização e comprovação dos seus benefícios, permanecendo intimamente ligadas à transmissão de conhecimento entre diferentes gerações, o que pode implicar em perda da história cultural

e das espécies no decorrer do tempo. Além disso, as PANCs podem ser consideradas um meio de subsistência para diferentes comunidades, principalmente da zona rural, beneficiando a economia local e regional e, por isso, devem ter sua produção e manutenção estimuladas.

REFERÊNCIAS

AZAM, F.; BISWAS, A.; MANNAN, A.; AFSANA, N. *et al.* Are famine food plants also ethnomedicinal plants? An ethnomedicinal appraisal of famine food plants of two districts of Bangladesh. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, Londres, 2014, p. 741712, 2014.

BARREIRA, T.; PAULA, G.; RODRIGUES, V.; ANDRADE, F. *et al.* Diversidade e equitabilidade de plantas alimentícias não convencionais na zona rural de Viçosa. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Minas Gerais, v. 17, p. 964-974, 2015.

BEZERRA, A.; STANKIEVICZ, S.; KAUFMANN, A.; MACHADO, A. *et al.* Composição nutricional e atividade antioxidante de plantas alimentícias não convencionais da região Sul do Brasil. **Arquivos Brasileiros de Alimentação**, Recife, PE, v. 2, n. 3, p. 182-188, 2017.

BEZERRA, J. A.; BRITO, M. M. de. Nutricional and antioxidant potencial of unconventional food plants and their use in food: Review. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, SP, v. 9, n. 9, p. e369997159, 08/22 2020.

BIONDO, E.; FLECK, M.; KOLCHINSKI, E.; VOLTAIRE, S. *et al.* Diversidade e potencial de utilização de plantas alimentícias não convencionais no Vale do Taquari, RS. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, Rio Grande do Sul, RS, v. 4, n. 1, p. 61-90, 2018.

BORGES, C. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC)-a divulgação científica das espécies na cidade de Manaus**. 2017. 138 f. (Mestrado em Ensino de Ciências na Amazônia) — Pós-Graduação em Educação em Ensino de Ciências na Amazônia, Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2017.

BOTREL, N.; FREITAS, S.; FONSECA, M. de O.; MELO, R. d. C. *et al.* Nutritional value of unconventional leafy vegetables grown in the

Cerrado Biome/Brazil. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, SP, v. 23, 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Hortaliças PANCs atraem agricultores que querem diversificar produção de alimentos**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2020. Disponível em: <http://www.gov.br>. Acesso em: 25 fev. 2022.

BVENURA, C.; SIVAKUMAR, D. The role of wild fruits and vegetables in delivering a balanced and healthy diet. **Food Research International**, [s. l.], v. 99, p. 15-30, 2017.

CASEMIRO, Í. de P.; VENDRAMIN, A. L. do. A. Plantas alimentícias não convencionais no Brasil: o que a Nutrição sabe sobre este tema? **Demetra**, Rio de Janeiro, RJ, v. 1, n. 15, p. e42725-e42725, 2020.

EGEA, M. B.; MARCIONILIO, S. M. L. de O. **A biodiversidade como fonte de compostos bioativos: moléculas e aplicações**. Rio Verde, GO: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano IF Goiano, 2022. 112 p.

EMBRAPA. **Hortaliças PANC - Segurança Alimentar e Nicho de Mercado**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/>.

EPABRI. **Cultivo de Panc aumenta a diversidade alimentar e a renda dos agricultores**. Florianópolis, SC, 2020. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2020/02/26/cultivo-de-panc-aumenta-a-diversidade-alimentar-e-a-renda-dos-agricultores/>. Acesso em: 25/02/2022.

FAO. **Food waste harms climate, water, land and biodiversity – new FAO report**. [s. l.], 2013. Disponível em: <http://www.fao.org>.

JESUS, B.; SANTANA, K.; OLIVEIRA, V.; CARVALHO, M. *et al.* PANCs - Plantas alimentícias não convencionais, benefícios nutricionais, potencial econômico e resgate da cultura: uma revisão sistemática. **Enciclopédia Biosfera**, Jandaiaa, GO, v. 17, n. 33, p. 309-322, 2020.

JUNQUEIRA, A.; PERLINE, E. Gosto, ideologia e consumo alimentar: práticas e mudanças discursivas sobre plantas alimentícias não convencionais-PANC. **Cadernos de Linguagem e Sociedade**, Brasília, v. 20, p. 2, 2019.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. J. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. Instituto Plantarum de estudos da Flora, São Paulo, 2014.

LÉVI-STRAUSS, C. The use of wild plants in tropical South America. **Reprinted from Smithsonian Ins t., Bur. Amer. Eth. Handb. S. Amer. Ind., [s. l.], v. 6, p. 465-486, 1950.**

MACEDO, A. Ações de resgate e de multiplicação das hortaliças não convencionais promovem sua volta ao campo e à mesa. **Hortaliças em Revista**, Brasília, v. 22, p. 6-8, 2017.

MATOS FILHO, A. M.; CALLEGARI, C. R. Plantas Alimentícias Não Convencionais - PANCs. **Boletim Didático**, Florianópolis, SC, p. 53, 2018.

PAGOTTO, C. K.; TESSMANN, J. R.; KUHN, G. de O. **ORA-PRO-NÓBIS: PROPRIEDADES E APLICAÇÕES**. 2021. 14 f. (Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos com Ênfase em Alimentos Funcionais) — Instituto Federal de Santa Catarina, Xanxerê, 2021.

PEISINO, M.; ZOUAIN, M.; CHRISTO SCHERER, M. de; SCHMITT, E. *et al.* Health-promoting properties of Brazilian unconventional food plants. **Waste and Biomass Valorization**, [s. l.], v. 11, n. 9, p. 4691-4700, 2020.

PINELA, J.; CARVALHO, A.; FERREIRA, I. Wild edible plants: Nutritional and toxicological characteristics, retrieval strategies and importance for today's society. **Food and Chemical Toxicology**, [s. l.], v. 110, p. 165-188, 2017.

POLETTI, I. C.; SILVA, R. A. P. F. da; DOURADO, B. S.; VIUDES, D. R. Análise quantitativa de planta alimentícia não-convencional e plantas medicinais, comercialização e utilização de agrotóxicos em canteiros pertencentes ao projeto “Hortas Comunitárias” de Birigui (São Paulo). **Segurança Alimentar e Nutricional**, Brasília, DF, v. 27, p. e020009-e020009, 2020.

RIBEIRO-SILVA, R. C.; PEREIRA, M.; CAMPELLO, T.; ARAGÃO, É. *et al.* Covid-19 pandemic implications for food and nutrition security in Brazil. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, RJ, v. 25, n. 9, p. 3421-3430, 2020.

SILVA, C.; FRANCELINO, D.; BARBOSA, R. A importância da popularização das plantas alimentícias não convencionais (panc): informação, saúde

e qualidade de vida. **Enciclopédia Biosfera**, Jandaiaa, GO, v. 17, p. 13-28, 2020.

SILVA, L. P. da; LIMA, D. V. T. de; SILVA, G. M. B. da. PANCs-Plantas alimentícias não convencionais e seus benefícios nutricionais. **Environmental Smoke**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 102-111, 2019.

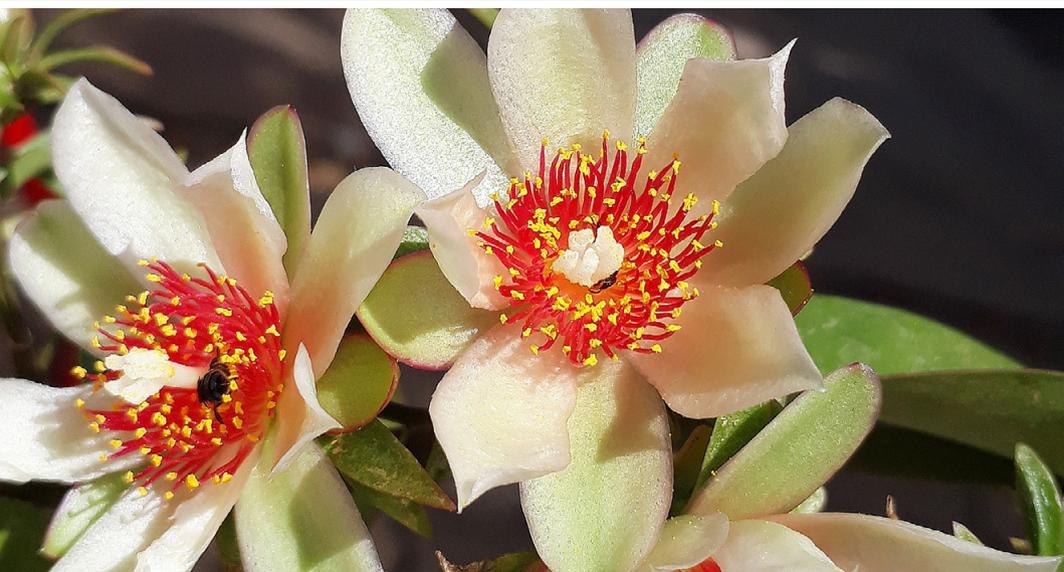
SILVA, M. A.; DAMIANI, A. P. Uso de planta alimentícia não convencional (PANC) na gastronomia e suas propriedades nutricionais: Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.). **Inova Saúde**, São Paulo, SP, v. 12, n. 2, p. 135-147, 2022.

SOUZA, V. de M.; JÚNIOR, A. d. F. S.; BENEVIDES, C. M. d. J. Agrobiodiversidade e Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs): inter-relações com povos tradicionais e comunidades locais. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**, Vitória da Conquista, BA, v. 16, n. 28, p. 163-178, 12/04 2019.

TULER, A.; PEIXOTO, A.; SILVA, N. da. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) na comunidade rural de São José da Figueira, Durandé, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, RJ, v. 70, e01142018. 2019, 2019.

WWF – **Have you heard of PANC: Non-Conventional Food Plants?** 2020. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?74882/Have-you-heard-of-PANC-Non-Conventional-Food-Plants>. Acesso em: 22 fev. 2022.

CAPÍTULO 2



POTENCIAL DE APLICAÇÃO DA
ORA-PRO-NÓBIS (*Pereskia aculeata*
Miller) NO PREPARO DE FILMES
POLIMÉRICOS PARA ALIMENTOS

POTENCIAL DE APLICAÇÃO DA ORA-PRO-NÓBIS (*Pereskia aculeata* MILLER) NO PREPARO DE FILMES POLIMÉRICOS PARA ALIMENTOS

Mirella Romanelli Vicente Bertolo¹
Josemar Gonçalves de Oliveira Filho²
Stanislaw Bogusz Junior³

Resumo

A *Pereskia aculeata* Miller é uma planta nativa brasileira popularmente conhecida como ora-pro-nóbis (OPN), cujo uso mais tradicional está concentrado em algumas localidades de Minas Gerais e Goiás. Devido ao alto conteúdo de fibras e à ausência de toxicidade, a OPN é considerada uma planta alimentícia não convencional (PANC). Sua aplicação na indústria de alimentos vai além do seu consumo como uma PANC, uma vez que as folhas e sua goma podem ser aplicadas em suplementos alimentares, na alimentação animal e na estabilização de produtos fermentados, como os laticínios. A goma da OPN é composta, em sua maioria, por polissacarídeos complexos denominados arabinogalactanas (AG), os quais podem ser utilizados como matriz polimérica para o desenvolvimento de produtos alimentícios, especialmente filmes ou embalagens para alimentos. Este capítulo fornece uma visão geral da composição química das folhas e da goma da OPN, de suas principais aplicações na área de alimentos e de seu potencial uso como matéria-prima para a formação de filmes poliméricos, visando à substituição de embalagens plásticas derivadas de fontes não-renováveis como o petróleo.

Palavras-chave: *Pereskia Aculeata* Miller. Arabinogalactanas. Filmes Poliméricos. Embalagens para alimentos.

1 Universidade de São Paulo (USP), Instituto de Química de São Carlos (IQSC), São Carlos, SP.
E-mail: mirella.bertolo@usp.br, stanislaw@iqsc.usp.br.

2 Universidade Estadual Paulista (UNESP), Escola de Ciências Farmacêuticas, Araraquara, SP.
E-mail: josemar.gooliver@gmail.com.

3

1. INTRODUÇÃO

1.1 Características regionais

A *Pereskia aculeata* Miller (Figura 1) é uma planta nativa do continente americano que pertence à família *Cactaceae* e ao gênero *Pereskioideae* (LIMA JUNIOR; CONCEIÇÃO; RESENDE; JUNQUEIRA *et al.*, 2013). Por ser uma cactácea trepadeira, possui espinhos, folhas resistentes e seus ramos podem atingir até 10 m, quando na presença de uma planta de suporte. Ela desenvolve-se com alta produtividade nos mais diversos tipos de solos, até mesmo nos pouco férteis ou úmidos, apresentando baixa demanda de água e/ou de fertilização (SOUZA; SARTOR; FELIPE, 2013).

Figura 1 — Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller)



Fonte: Pixabay, 2022.

Popularmente conhecida como ora-pro-nóbis (OPN), essa planta perene é típica em regiões de clima tropical e subtropical, podendo ser encontrada desde o Sul dos Estados Unidos até a Argentina. No Brasil,

a OPN pode ser encontrada ao longo das diferentes regiões do país, indo desde o estado da Bahia até o Rio Grande do Sul. Seu uso mais tradicional, entretanto, está concentrado em algumas localidades de Minas Gerais e Goiás (ALMEIDA FILHO; CAMBRAIA, 1974; CALLEGARI; MATOS FILHO). Em razão dessa diversidade de localizações nas quais pode ser encontrada, a OPN também é conhecida popularmente por outros nomes, como jumbeba, rosa-madeira, groselha de barbados ou das Américas, trepadeira limão, guaiapá e carne vegetal ou “carne de pobre” (CALLEGARI; MATOS FILHO, 2017).

Essa última denominação dada à OPN revela que é uma planta comestível, uma vez que suas folhas não apresentam toxicidade e são ricas em fibras dietéticas (GARCIA; CORRÊA; BARROS; PEREIRA *et al.*, 2019), o que faz com que seja muito utilizada tanto na culinária quanto na medicina tradicional (ALMEIDA FILHO; CAMBRAIA, 1974; BIESKI; LEONTI; ARNASON; FERRIER *et al.*, 2015; SILVA; AMARAL; JUNQUEIRA; LEITE *et al.*, 2017). As folhas – secas, *in natura* ou moídas – podem ser usadas no preparo de diferentes tipos de pratos regionais, tais como tortas, saladas e sopas. Além disso, a OPN pode ser uma boa fonte de proteínas para praticantes do veganismo e do vegetarianismo. Ademais, a farinha da OPN pode ser usada para enriquecer a massa de bolos e pães; e sua goma pode ser aplicada na formulação de chás, sucos e até mesmo como substituto de ovos (ALMEIDA; JUNQUEIRA; SIMÃO; CORRÊA, 2014).

Devido a toda essa diversidade de usos, a OPN é considerada uma planta alimentícia não convencional (PANC). As PANCs são plantas regionais, específicas ou restritas a algumas regiões, que fazem parte da culinária local. Nos últimos anos, as PANCs vêm ganhando o interesse da comunidade científica por serem consideradas uma excelente fonte de nutrientes, uma vez que correspondem a plantas de fácil cultivo em hortas e são geralmente comercializadas a baixo custo, o que contribui para que a maioria da população, especialmente de baixa renda, tenha acesso fácil a elas (KINUPP; BARROS, 2004). É importante ressaltar que o termo “PANC” depende da localidade na qual é utilizado: por exemplo, para moradores do estado de Minas Gerais, a OPN pode não ser considerada uma PANC, uma vez que eles estão acostumados com seu uso e seu consumo; em contrapartida, para moradores do Sul do

país, a OPN pode ser considerada uma PANC, até que seu consumo seja popularizado e a planta se torne mais acessível e convencional aos moradores dessa localidade (RANIERI; BORGES; NASCIMENTO; GONÇALVES, 2017).

1.2 Composição química das folhas da OPN

Em relação à composição química das folhas da OPN, são muitos os estudos que avaliaram seus teores de carboidratos, lipídeos, vitaminas, proteínas, fibras dietéticas e cinzas. Esses valores são diretamente influenciados por fatores como as diferentes regiões de cultivo, as diferentes condições climáticas, de luminosidade e de fertilidade dos solos nos quais as plantas da OPN foram cultivadas. A sazonalidade, ou seja, a estação do ano na qual a planta foi colhida, também influencia de forma direta na sua composição química, sendo que os teores de açúcares, proteínas e fibras costumam ser maiores no verão ou em períodos mais quentes (QUEIROZ; FERREIRA; GOMES; MELO *et al.*, 2015; VARGAS; ROCHA; TEIXEIRA, 2017). A Tabela 1 apresenta a composição química média para folhas da OPN, formulada a partir de diferentes trabalhos da literatura e representada como g/100 g de peso seco.

Tabela 1 — Composição centesimal média das folhas de ora-pro-nóbis baseada em estudos da literatura

Componentes	Composição média (g/100 g peso seco) *
Proteínas	20,50 ± 4,87
Lipídeos	3,50 ± 0,94
Carboidratos	40,50 ± 12,82
Fibras	17,50 ± 7,12
Cinzas	18,00 ± 3,90

Fonte: Referências consultadas para obtenção dos valores médios ± desvio padrão apresentados na tabela: ALMEIDA FILHO; CAMBRAIA (1974), CREMASCO; GODINHO; BOSO; BOAS *et al.* (2016), GIRÃO; SILVA-FILHO; PINTO; BERTOLUCCI (2003), GONÇALVES; SERAGLIO; SILVA; FERNANDES *et al.* (2015), MARTINEVSKI; OLIVEIRA; RIOS; FLORES *et al.* (2013), ROCHA; PEREIRA JUNIOR; VIEIRA; PANTOJA *et al.* (2008), RODRIGUES; MARINELLI; OTOBONI; TANAKA *et al.* (2015), TAKEITI; ANTONIO; MOTTA; COLLARES-QUEIROZ *et al.*

(2009), VARGAS; ROCHA; TEIXEIRA (2017), ZEM; HELM; HENRIQUES; CABRINI *et al.* (2017).

De acordo com os valores reportados na literatura, as folhas da OPN apresentam uma quantidade média de $20,50 \pm 4,87$ g de proteínas em cada 100g de folhas em base seca – isto é, com zero % de umidade. Apesar de ser um valor considerável de proteínas em peso seco, é importante ressaltar que as folhas frescas da OPN apresentam em média 91,10 % de umidade, assim, em função disso, o teor médio de proteínas que pode ser encontrado em 100g de folhas frescas é de apenas 1,82g (BARREIRA; PAULA FILHO; PRIORE; SANTOS *et al.*, 2020). Desta forma, apesar de muitos estudos da literatura enfatizarem que a OPN possui um “alto conteúdo proteico”, é preciso levar em conta que em 90g de folhas frescas, isto é, em uma porção de vegetais equivalente à 30 kcal, serão encontrados apenas 1,64g de proteínas (BRASIL, 2008).

As folhas da OPN também apresentam alta digestibilidade (de 75 a 85 % *in vitro*) (CAMBRAIA, 1980; TAKEITI; ANTONIO; MOTTA; COLLARES-QUEIROZ *et al.*, 2009). Em relação ao perfil de aminoácidos da OPN, o triptofano é destaque como o mais abundante (cerca de 20% do total de aminoácidos encontrados nas folhas da OPN), seguido, em menores quantidades, por aminoácidos como a arginina, histidina, fenilalanina, isoleucina e leucina, dentre outros (entre 1% e 2% do total) (TAKEITI; ANTONIO; MOTTA; COLLARES-QUEIROZ *et al.*, 2009).

O conteúdo nutricional das folhas da OPN apresenta baixa composição lipídica (cerca de $3,5 \pm 0,94$ g em 100g de folhas em base seca), o que faz com que elas possam ser utilizadas em dietas restritivas ou hipocalóricas com facilidade (RODRIGUES; MARINELLI; OTOBONI; TANAKA *et al.*, 2015). Os carboidratos, por sua vez, apresentam-se como a fração majoritária das folhas da OPN, porém com grande discrepância de valores reportados na literatura – representada pelo alto valor de desvio padrão na composição média, isto é, $40,50 \pm 12,82$ g/100 g de peso seco. Essa variação pode estar associada às mudanças de sazonalidade e aos diferentes métodos empregados para a determinação de carboidratos totais. De qualquer forma, o seu teor de carboidratos significativo contribui de forma positiva para o sabor das folhas quando empregadas na alimentação ou na suplementação alimentar (SANTANA; KWIATKOWSKI; QUEIROS; SOUZA *et al.*, 2018).

Em relação às fibras, as folhas da OPN apresentam uma composição média de cerca de $17,50 \pm 7,12$ g em 100g de folhas em base seca, sendo consideradas ricas em fibras dietéticas – mínimo de 6% para que tal denominação seja empregada em um alimento (BRASIL, 1998). De forma geral, cactáceas são excelentes fontes de fibras dietéticas, as quais desempenham um papel biológico importante no controle e na redução do peso e sobrepeso corporais, bem como da obesidade (DAS; LIM; TANTENCO; CARAG *et al.*, 2021).

Por fim, dentre os principais minerais encontrados nas folhas da OPN, ressaltam-se o cálcio (de 2,2 a 3,6 g/100 g) e o magnésio (de 0,6 a 2,6 g/100 g) (ALMEIDA FILHO; CAMBRAIA, 1974; CREMASCO; GODINHO; BOSO; BOAS *et al.*, 2016; OLIVEIRA; WOBETO; ZANUZO; SEVERGNINI, 2013; SATO; CILLI; OLIVEIRA; MACIEL *et al.*, 2019; TAKEITI; ANTONIO; MOTTA; COLLARES-QUEIROZ *et al.*, 2009). Em relação às vitaminas, a que mais se destaca na OPN é a vitamina C, com uma composição média de $182,57 \pm 12,28$ g/100 g (OLIVEIRA; WOBETO; ZANUZO; SEVERGNINI, 2013; SANTANA; KWIATKOWSKI; QUEIROS; SOUZA *et al.*, 2018; TAKEITI; ANTONIO; MOTTA; COLLARES-QUEIROZ *et al.*, 2009).

1.3 Potencial antioxidante das folhas da OPN

Outro atributo interessante das folhas da OPN que pode ser aproveitado nas indústrias farmacêutica e de alimentos diz respeito ao seu potencial de compostos bioativos: a presença de compostos fenólicos nos extratos das folhas da OPN está diretamente relacionada a sua atividade biológica, e estudos na literatura já avaliaram diversas propriedades *in vitro* para esses extratos, como a anti-inflamatória, antiobesidade, antioxidante, cicatrizante, antiproliferativa e antimicrobiana (PINTO; CASSINI-VIEIRA; SOUZA-FAGUNDES; BARCELOS *et al.*, 2016; PINTO; MACHADO; SILVA; CONEGUNDES *et al.*, 2015; SILVA; AMARAL; JUNQUEIRA; LEITE *et al.*, 2017).

Em relação à atividade antioxidante, Garcia, Angelo, Corrêa e Vieira *et al.* (2020) obtiveram extratos de folhas da OPN por três diferentes meios extrativos (etanol 70% em água, e água à 25°C e à 50 °C), e compararam o rendimento de extração, o conteúdo de compostos fenólicos totais e a capacidade antioxidante dos extratos por quatro

diferentes ensaios in vitro: ensaio do radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH), do radical ácido 2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico (ABTS), ensaio antioxidante do poder redutor do ferro (do inglês *Ferric Reducing Antioxidant Power*, FRAP) e ensaio da capacidade de absorvância do radical de oxigênio (do inglês *Oxygen radical absorbance capacity*, ORAC). Esses autores perceberam que o extrato hidroetanólico foi o que apresentou o maior rendimento de extração (~32%), o maior conteúdo total de fenólicos (84 µg equivalentes de ácido gálico por mg de extrato) e a maior atividade antioxidante nos quatro ensaios in vitro desenvolvidos (IC50 de 73,3 µg/mL por DPPH; IC50 de 32,6 µg/mL por ABTS; 476,15 µg equivalentes de Trolox por mg de extrato para o FRAP, e 8183 µg equivalentes de Trolox por mg de extrato para o ORAC). Desse modo, Garcia, Angelo, Corrêa e Vieira *et al.* (2020) concluíram que os extratos obtidos a partir das folhas da OPN, por meio de procedimentos de extração simples, podem ser uma rica fonte de compostos fenólicos, com diversas aplicações como antioxidantes naturais.

Torres, Mazzutti, Castiani, Siddique *et al.* (2022) recuperaram os principais compostos fenólicos das folhas da OPN por meio de extração assistida por micro-ondas e, após isso, os separaram e identificaram por cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas com ionização por *electrospray* (LC/MS/ESI). No total, foram identificados 24 compostos fenólicos, dentre eles ácidos fenólicos (16), flavonoides (5), aldeídos fenólicos (2) e cumarinas (1). Os compostos majoritários encontrados na extração por micro-ondas em água a 110 °C por 5 min foram: ácido cafeico (~210 µg/g), ácido elágico (~1700 µg/g), ácido p-anísico (~190 µg/g), ácido p-cumárico (~850 µg/g), kaempferol (~90 µg/g) e quercetina (~4100 µg/g).

Assim, uma vez apresentadas a origem e a composição química, bem como os usos da OPN como uma PANC, em seguida foi apresentada uma visão geral e atualizada das aplicações da OPN e de sua goma na indústria de alimentos, com foco no seu potencial para o desenvolvimento e a aplicação em filmes poliméricos para alimentos.

2. ORA-PRO-NÓBIS COMO FONTE DE HIDROCOLOIDES

2.1 Composição química dos hidrocoloides da OPN

As folhas da OPN, além do que foi anteriormente apresentado, também podem ser utilizadas para a obtenção de hidrocoloides (WOEHL *et al.*, 2016). Os hidrocoloides são definidos como polissacarídeos e proteínas de importância comercial que podem ser adicionados a produtos alimentícios para controlar a estabilidade, bem como propriedades reológicas e organolépticas. Os hidrocoloides podem conferir importantes propriedades tecnológicas, tais como: espessamento e geleificação de soluções aquosas, estabilização de espumas, emulsões e dispersões, inibição da formação de cristais de gelo, inibição da formação de cristais de açúcares e, ainda, liberação controlada de aromas (WILLIAMS; PHILLIPS, 2009). Alguns exemplos de hidrocoloides são: pectina, inulina, goma arábica, goma ghatti, goma tragacanta, goma guar, goma xantana, goma gelana, amidos em geral, amilose, quitosana, gelatina, carragenina, alginato de sódio, dextrana, pululana, acetato de amido, fosfatos de amido, celulose microcristalina, metiletilcelulose, carboximetilcelulose, hidroxietilcelulose, hidroxipropilcelulose e hidroxipropilmetilcelulose (MANZOOR; SINGH; BANDRAL; GANI *et al.*, 2020; MILANI; MALEKI, 2012).

A composição química dos hidrocoloides pode variar de acordo com a matéria-prima da qual foram obtidos – isto é, origem vegetal, animal, microbiana ou sintética – e com o tipo de extração empregada para obtê-los das matérias-primas, o que faz com que eles apresentem propriedades físico-químicas variadas para as mais distintas aplicações, como descrito anteriormente (CONCEIÇÃO; JUNQUEIRA; SILVA; PRADO *et al.*, 2014).

A Tabela 2 apresenta a composição química média dos hidrocoloides da OPN expressos em g/100g de peso seco.

Tabela 2 — Composição química média dos hidrocoloides de ora-pro-nóbis baseada em estudos da literatura

Componentes	Composição média (g/100 g peso seco)
Proteínas	12,77 ± 4,16
Carboidratos	52,34 ± 15,12
Ácido urônico	19,00 ± 9,90

Fontes: CONCEIÇÃO; JUNQUEIRA; SILVA; PRADO *et al.* (2014), JUNQUEIRA; PERLINE (2019), LIMA JUNIOR; CONCEIÇÃO; RESENDE; JUNQUEIRA *et al.* (2013), MARTIN; FREITAS; SASSAKI; EVANGELISTA *et al.* (2017); SIERAKOWSKI; GORIN; REICHER; CORRES (1987), OLIVEIRA; RODRIGUES; NEVES; LAGO *et al.* (2019).

Os hidrocoloides da OPN apresentam os carboidratos como constituintes majoritários, com uma composição média de 52,3%, enquanto as proteínas aparecem em concentrações um pouco mais baixas, com cerca de 12,8%. O ácido urônico, apesar de nem sempre ser reportado na literatura e, portanto, apresentar um grande desvio em sua composição, aparece com concentração média de 19%. Tal fato pode estar relacionado tanto às condições edafoclimáticas e de cultivo da planta como aos diferentes métodos de obtenção e extração dessa fração hidrocoloide, como discutido anteriormente para a composição centesimal das folhas (MARTIN; FREITAS; SASSAKI; EVANGELISTA *et al.*, 2017).

2.2 Processo de extração dos hidrocoloides da OPN

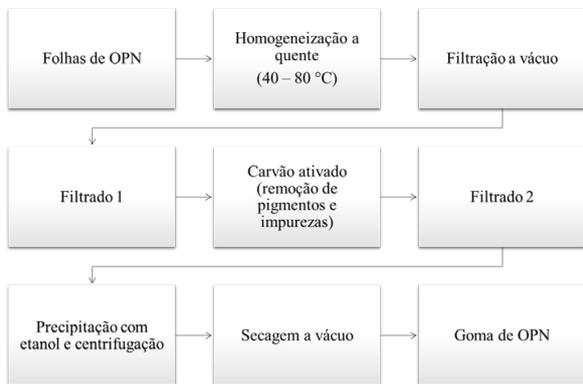
O processo de extração dos hidrocoloides da OPN pode ser resumido como um simples processo de extração dos polissacarídeos de uma planta. Apesar de possuir diversas variações e diferentes condições operacionais, de forma geral o processo concentra-se em três grandes etapas: extração, filtração e secagem. Como todo processo extrativo, ele vai ser influenciado por fatores como tempo, temperatura, homogeneização, pressão, solvente, dentre outros (CONCEIÇÃO; JUNQUEIRA; SILVA; PRADO *et al.*, 2014). Diferentes procedimentos já foram descritos para a extração de hidrocoloides da OPN na literatura, começando pela extração por Soxhlet (SIERAKOWSKI; GORIN; REICHER; CORRES,

1987), primeiro método testado, passando por métodos mais simples de extração sólido-líquido, usando os mais diferentes solventes (água, etanol, benzeno, dentre outros) (CONCEIÇÃO; JUNQUEIRA; SILVA; PRADO *et al.*, 2014).

Um dos métodos mais recentes de extração dos hidrocoloides da OPN reportado na literatura é o de Lima Junior, Conceição, Resende e Junqueira *et al.* (2013), que otimizaram o processo em relação à temperatura de extração e à proporção utilizada entre a água e a matéria-prima (folhas da OPN), visando à maximização do conteúdo proteico, bem como à obtenção de um produto de cor clara, com alta viscosidade. De forma resumida, o processo (apresentado no fluxograma da Figura 1) envolveu as seguintes etapas: trituração da matéria-prima e homogeneização a quente em água; filtração a vácuo da mistura obtida (filtrado 1); remoção de pigmentos e de sólidos insolúveis com carvão ativado (filtrado 2); precipitação com etanol e centrifugação; e secagem na estufa a vácuo (40 °C, 18 h) – o rendimento médio do processo otimizado foi de 5 g/L. Após a secagem, o extrato obtido das folhas da OPN pode ser reconstituído em água para a formação de um gel.

Conceição, Junqueira, Silva e Prado *et al.* (2014) investigaram a composição química, a microestrutura e as propriedades térmicas dos hidrocoloides/mucilagens da OPN. Esses autores realizaram a extração de acordo com o procedimento resumido apresentado na Figura 1, após isso, inferiram que, uma vez obtido o hidrocoloide, este não só pode ser facilmente utilizado em sua forma hidratada como também pode ser liofilizado e triturado para a obtenção de um pó. Os autores reportaram que, independentemente das formas hidratada ou seca, os hidrocoloides obtidos demonstraram elevados valores residuais nas análises termogravimétricas, os quais eles atribuíram ao seu conteúdo carbonáceo e mineral. Mais ainda, análises estruturais dos hidrocoloides revelaram uma estrutura altamente porosa com partículas de diferentes tamanhos, estando as partículas menores aderidas às maiores. Os hidrocoloides liofilizados e triturados apresentaram-se como um material esponjoso e altamente higroscópico.

Figura 1 — Fluxograma do processo de extração de hidrocoloides da OPN

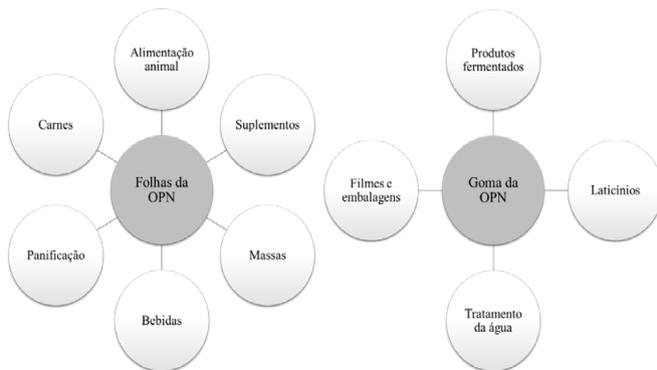


Fonte: adaptado de Lima Junior; Conceição; Resende; Junqueira *et al.* (2013).

2.3 Aplicações dos hidrocoloides da OPN na indústria de alimentos

Na indústria de alimentos, a utilização das folhas e dos hidrocoloides da OPN vem sendo popularizada em diversos setores, em parte pelo seu alto conteúdo de fibras e carboidratos totais. A Figura 2 apresenta as principais aplicações das folhas e dos hidrocoloides da OPN em tecnologia de alimentos.

Figura 2 — Aplicações das folhas e da goma da OPN na indústria de alimentos



Fonte: autoria própria

As folhas da OPN, secas ou *in natura*, podem ser usadas na formulação de suplementos, ou ser adicionadas a produtos como massas, produtos lácteos, bebidas, pães e carnes. Outro uso potencial das folhas da OPN diz respeito à alimentação animal, já que produtos alternativos estão sendo buscados nesse setor na tentativa de diminuir o valor dos ingredientes utilizados nele. A farinha das folhas da OPN pode ser usada como um substituto, um ingrediente alternativo ou mesmo como um suplemento na dieta animal.

No caso dos hidrocoloides da OPN, suas aplicações em tecnologia de alimentos visam à formação de um gel em contato com a água e seu uso como estabilizante de produtos fermentados. Os hidrocoloides da OPN também podem ser aplicados como estabilizantes de laticínios para evitar a separação de fases e aumentar o tempo de vida de prateleira desses produtos. Outra vantagem de sua aplicação é a de substituição da gordura, levando a um alimento com menor conteúdo lipídico e menor valor calórico (AMARAL; JUNQUEIRA; PRADO; CIRILLO *et al.*, 2018).

Além de atuarem como estabilizantes, os hidrocoloides da OPN também apresentam uma forte característica higroscópica, podendo atuar como coagulantes. Assim, podem ser aplicados na extração de impurezas da água de consumo, visando ao processo de coagulação e floculação, e à obtenção de uma água mais límpida (LUCCA, 2017).

Por fim, um dos usos dos hidrocoloides da OPN que vem recebendo destaque recentemente – e que é o alvo principal de discussão deste capítulo – é o de desenvolvimento de filmes e embalagens para alimentos. Por apresentarem uma estrutura polimérica altamente ramificada, podem ser utilizados como biopolímero base para o desenvolvimento de filmes ativos, bioativos, inteligentes, bem como para a produção de embalagens biodegradáveis (OLIVEIRA; RODRIGUES; NEVES; LAGO *et al.*, 2019). Ao longo da próxima seção, será discutida a definição de filmes poliméricos, suas propriedades e aplicações, bem como o uso da OPN para essa finalidade, com exemplos recentes da literatura.

3. FILMES POLIMÉRICOS À BASE DA OPN

3.1 Aplicações dos hidrocoloides da OPN na indústria de alimentos

Dentro da ciência de alimentos, as embalagens sempre estiveram em um papel de destaque: suas funções são muitas, como a de proteger os alimentos das condições externas a fim de permitir seu transporte (OLIVEIRA; RODRIGUES; NEVES; LAGO *et al.*, 2019). O uso de plásticos derivados do petróleo é o mais recorrente no setor de embalagens, devido às excelentes propriedades mecânicas desses materiais, bem como ao seu custo relativamente baixo. Entretanto, essas embalagens plásticas são formadas em sua maior parte por polímeros sintéticos, os quais dificilmente são degradados por enzimas ou microrganismos (ou biodegradados), de modo que os materiais plásticos derivados do petróleo acumulam-se com facilidade na natureza, levando a sérios problemas ambientais (OLIVEIRA; RODRIGUES; NEVES; LAGO *et al.*, 2019).

Nesse sentido, na última década vem crescendo o número de pesquisas voltadas ao desenvolvimento de embalagens biodegradáveis, formadas principalmente por biopolímeros, os quais são provenientes de fontes naturais renováveis (diferentemente dos polímeros vindos do petróleo) e podem, em sua grande maioria, ser biodegradados com facilidade, por meio da ação enzimática de alguns microrganismos. Além dos biopolímeros que podemos encontrar na natureza (como é o caso do amido, da celulose, da quitina etc.), outras possibilidades de obtenção desses polímeros são: processos biotecnológicos (como o que obtém o ácido polilático), procedimentos químicos (como a conversão de quitina em quitosana por desacetilação parcial em meio alcalino), e extrações de microrganismos (como os que produzem a xantana e o pululano).

Esses polímeros biodegradáveis apresentam propriedades únicas quando utilizados como materiais de embalagem, tais como baixo custo, não toxicidade, propriedades de barreira, propriedades mecânicas, incorporação de componentes ativos (como compostos antioxidantes e antimicrobianos, que permitem formar embalagens ativas), e melhores características sensoriais (no caso de embalagens que também podem ser ingeridas, os chamados filmes comestíveis) (MELLINAS; VALDÉS; RAMOS; BURGOS *et al.*, 2016). Essas propriedades únicas estão

relacionadas ao tipo de polímero que servirá como base da embalagem, sendo os mais comuns de aplicação para uso na formação de filmes poliméricos os polissacarídeos, as proteínas e os lipídeos (Figura 3).

Figura 3 — Principais componentes de filmes poliméricos e exemplos dos mais utilizados



Fonte: adaptado de Salgado; Ortiz; Musso; Giorgio *et al.* (2015).

3.2 Arabinogalactanas

Uma das principais classes de biopolímeros utilizadas no desenvolvimento de filmes poliméricos são os polissacarídeos, dos quais as gomas fazem parte. Ao serem dissolvidas em água, as gomas formam micelas, estruturas ordenadas estabilizadas por ligações de hidrogênio entre o polímero e o solvente, capazes de aprisionar água em seu interior (WOEHL *et al.*, 2016). Dependendo da extensão das ligações de hidrogênio, do polímero e do solvente, as micelas podem levar à formação de géis ou de soluções poliméricas concentradas, com propriedades viscoelásticas. Durante a secagem desses materiais, a estrutura micelar é preservada, assim são formados os filmes (EMBUSCADO; HUBER, 2009).

A complexa rede polimérica dos hidrocolóides da OPN é altamente ramificada e composta por diferentes unidades, tais como as arabinofuranoses, arabinopiranoses, galactopiranoses, galactopiranosil e ramnopiranoses. As arabinogalactanas (AG) são polissacarídeos estruturais, com estruturas moleculares complexas e, muitas vezes, difíceis de caracterizar. Elas são encontradas nas mais diferentes

partes dos vegetais, como folhas, caules, flores, sementes e raízes. Além disso, elas também estão presentes em grandes quantidades em gomas e exsudatos vegetais, como é o caso dos hidrocoloides da OPN (CONCEIÇÃO; JUNQUEIRA; SILVA; PRADO *et al.*, 2014).

Existem dois tipos principais de arabinogalactanas, de acordo com a rede polimérica que formam: o tipo I apresenta esqueletos de β -D-galactopiranoses ligados por ligações (1 \rightarrow 4) e substituídos por unidades de arabinose e galactose. No tipo II, os esqueletos de β -D-galactopiranoses estão unidos por ligações (1 \rightarrow 3), mas também podem ser observadas ligações (1 \rightarrow 6) ou misturas de ambas (MARTIN; FREITAS; SASSAKI; EVANGELISTA *et al.*, 2017). No caso da OPN, as AG encontradas são do tipo I, e estão ligadas de forma covalente a proteínas; sua composição principal é de arabinose: galactose: ramnose: ácido galacturônico, na proporção de 5,4: 8,3: 1,8: 1,0, respectivamente (MARTIN; FREITAS; SASSAKI; EVANGELISTA *et al.*, 2017; OLIVEIRA; RODRIGUES; NEVES; LAGO *et al.*, 2019).

3.3 Formação dos filmes à base de hidrocoloides da OPN

Uma vez que o potencial dos hidrocoloides da OPN na produção de filmes poliméricos foi apresentado, a seguir vamos discorrer sobre a formação desses filmes a partir da matéria-prima e de sua goma. O uso das AG na produção de filmes ainda é muito recente, mas alguns trabalhos, listados a seguir, já reportaram a sua aplicação no desenvolvimento de filmes para embalagens, bem como já exploraram as características físico-químicas dos materiais produzidos.

O processo de formação dos filmes à base de hidrocoloides da OPN pode ser resumido em algumas etapas: uma vez que os hidrocoloides da OPN foram extraídos, independentemente do método de extração adotado, eles devem ser solubilizados de forma adequada para a formação de uma solução filmogênica. Para o preparo dessa solução, diferentes concentrações de hidrocoloides podem ser testadas e misturadas a algum agente plastificante, a exemplo do glicerol, permitindo, assim, a formação de filmes com mais facilidade. Uma vez pronta, a solução filmogênica deve ser depositada em uma superfície inerte, como placas de acrílico, de Petri ou de Teflon®, para a secagem e formação do filme. Um dos métodos mais comuns de secagem é o chamado *casting*, que

envolve a evaporação lenta do solvente, podendo ou não ser assistida por condições específicas de temperatura e umidade relativa do ar.

Gobetti, Bergamasco e Scapim (2017) adotaram um método de secagem em estufa com ventilação forçada (60 °C por 24 h), testando 4 diferentes concentrações de goma da OPN (2,5, 5, 10 e 15%) e 3 diferentes concentrações de glicerol (2, 3 e 5%). Em nenhuma das concentrações testadas foi observada a formação de filmes, provavelmente por causa das pequenas concentrações de glicerol empregadas. Oliveira, Rodrigues, Neves e Lago *et al.* (2019), por sua vez, utilizaram concentrações menores da goma da OPN (1,5, 1,8 e 2%) em água e maiores concentrações de glicerol (20, 22,5 e 25%) e observaram a formação de filmes após secagem a 30 °C por 36 h. Em outro estudo, Lucyszyn, Ono, Lubambo e Woehl *et al.* (2016) utilizaram as AG extraídas das folhas da OPN para a produção de filmes combinados com celulose bacteriana reconstituída. Os filmes foram produzidos com 10-50% de AG em substituição à celulose e uma mistura 1:1 de AG com xiloglucana, um tipo de hemicelulose; a combinação da AG com a xiloglucana permitiu a formação dos filmes após secagem a 37 °C por 48 h, mesmo sem a adição de plastificantes.

3. 4 Propriedades dos filmes à base de hidrocoloides da OPN

Uma vez que os filmes poliméricos são produzidos, uma série de caracterizações podem ser conduzidas para avaliação de sua estrutura, de sua estabilidade térmica e mecânica, de suas propriedades de barreira a água e a gases, dentre outros. Um teste de estabilidade simples de ser feito e que vai ditar o comportamento dos filmes quando em contato com a água ou com outros solventes é o de solubilidade. Lucyszyn, Ono, Lubambo e Woehl *et al.* (2016) avaliaram a estabilidade de seus filmes de celulose bacteriana reconstituída contendo diferentes proporções de AG da OPN tanto em água quanto em solução salina. Eles observaram que a estabilidade dos filmes contendo a goma da OPN aumentou em mais de 30 dias quando em solução salina, em comparação com a água. Tal efeito foi atribuído à estabilização dos íons carboxila da estrutura das AG no meio salino, uma vez que esses hidrocoloides são polissacarídeos carregados negativamente.

Ainda relacionado à solubilidade, Oliveira, Rodrigues, Neves e Lago *et al.* (2019) observaram que seus filmes produzidos a partir de goma

da OPN contendo diferentes concentrações de glicerol intumesceram quando em contato com a água, porém apresentaram baixos valores de solubilidade (de 0,08 a 0,14%). Com o aumento na concentração das AG, entretanto, a solubilidade apresentou uma tendência de aumento, devido ao maior número de grupos -OH presentes na estrutura dos polissacarídeos. Tal aumento na hidroflicidade dos filmes também foi refletido nos valores de permeabilidade ao vapor d'água, importante parâmetro para se estimar as propriedades de barreira dos filmes produzidos: com o aumento no caráter hidrofílico dos filmes, mais moléculas de água são atraídas, levando a uma estrutura polimérica menos densa que permite uma melhor passagem do vapor d'água (NAWAB; ALAM; HAQ; LUTFI *et al.*, 2017). Essa propriedade pode ser indesejada quanto a sua aplicação em alimentos, uma vez que um dos intuitos da embalagem consiste em conter e proteger o produto em seu interior, evitando excessivas perdas de massa ou transferências de umidade.

Análises estruturais como a microscopia eletrônica de varredura (MEV) permitem a elucidação da morfologia dos filmes formados e indicam se eles são homogêneos, se apresentam precipitados em sua estrutura, dentre outras características. A substituição da celulose bacteriana pelas AG foi confirmada no trabalho de Lucyszyn, Ono, Lubambo e Woehl *et al.* (2016) por meio das micrografias superficiais dos filmes. Esses autores concluíram que maiores concentrações de hidrocoloides levaram a uma diminuição do número de espaços vazios e da homogeneidade da matriz polimérica. Oliveira, Rodrigues, Neves e Lago *et al.* (2019) foram capazes de afirmar, por meio das imagens de MEV das superfícies de seus filmes, que a homogeneidade foi afetada diretamente e de forma positiva pela concentração de glicerol usada, sendo que, quanto maior a concentração do plastificante na formulação do filme, mais homogêneo foi o filme formado.

Propriedades mecânicas também são de suma importância para a elucidação da aplicabilidade dos filmes poliméricos, haja vista que eles devem apresentar certo grau de resistência, assim como uma certa flexibilidade, para o uso como embalagens. Os filmes de goma da OPN desenvolvidos por Oliveira, Rodrigues, Neves e Lago *et al.* (2019) apresentaram-se menos rígidos com o aumento do conteúdo de goma,

além disso o conteúdo de glicerol mostrou-se determinante para o perfil mecânico dos filmes. Os filmes com 20% de glicerol foram mais flexíveis e homogêneos, enquanto os que tinham 25% do plastificante apresentaram-se rígidos e quebradiços. Tal resultado foi atribuído ao efeito “antiplastificante” do glicerol, acima de uma certa concentração de estudo (22,5%).

Inclusive, é possível que os filmes poliméricos à base de goma da OPN sejam avaliados quanto a sua estabilidade térmica, por meio de análises termogravimétricas. Oliveira, Rodrigues, Neves e Lago *et al.* (2019) reportaram resultados positivos de aumento da estabilidade dos filmes com o aumento da concentração da goma da OPN e o decréscimo na concentração de glicerol. Tal melhoria na estabilidade térmica foi representada por um aumento nos valores de temperatura no início da degradação das AG e da % de resíduos à 500 °C. As análises de calorimetria exploratória diferencial, por sua vez, permitiram a determinação da temperatura de transição vítrea (ou Tg), a qual indica a transição das cadeias poliméricas de um estado mais ordenado (vítreo) para um estado mais flexível. A Tg da goma da OPN, de 151 °C, diminuiu de acordo com a incorporação de água e glicerol para a formação dos filmes, o que está relacionado à redução das forças intermoleculares entre as cadeias poliméricas.

Por fim, uma das técnicas de caracterização de materiais que vem recebendo destaque recente na área de filmes e embalagens é a reologia. Essa técnica permite investigar o comportamento reológico das soluções formadoras dos filmes, prevendo propriedades como o espalhamento, a viscosidade, as propriedades mecânicas e a própria uniformidade/homogeneidade do material (MA; DU; YANG; WANG, 2017; BERTOLO; LEME; MARTINS; PLEPIS *et al.*, 2021). Nos ensaios de fluxo, a solução filmogênica pode ser submetida a uma faixa de cisalhamento semelhante à aplicada em extrusoras ou em equipamentos de moldagem por sopro, ambos utilizados para a formação de filmes em larga escala (WYPYCH, 2004). Assim, a viscosidade aparente da solução pode ser determinada do mesmo modo que o seu comportamento ao longo do aumento no cisalhamento. Os filmes à base de goma da OPN desenvolvidos por Oliveira, Rodrigues, Neves e Lago *et al.* (2019) apresentaram um comportamento pseudoplástico, ou seja, de diminuição da viscosidade

aparente com o aumento do cisalhamento; tal comportamento é explicado pela ordenação das moléculas na matriz polimérica, levando a uma diminuição da viscosidade. Os autores observaram que, de forma geral, o aumento no conteúdo da goma nos filmes levou a soluções mais viscosas, o que está relacionado às propriedades de retenção de água dos hidrocoloides, com um maior número de interações intermoleculares, que aumentam a viscosidade aparente.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Este capítulo teve por objetivo ilustrar os mais diferentes usos da OPN em ciência e tecnologia de alimentos, os quais vão desde seu valor nutricional, a partir do seu consumo como uma PANC, à presença das arabinogalactanas e ao seu alto conteúdo de fibras. Os hidrocoloides/mucilagens extraídos da OPN podem ser considerados um rico substrato para a formação de filmes poliméricos, sejam eles comestíveis ou utilizados como embalagens ativas. Apesar de existirem, na literatura, resultados promissores relacionados à formação dos filmes à base da OPN e as suas propriedades físico-químicas, térmicas, e estruturais, ainda há um enorme potencial de exploração dos hidrocoloides da OPN nesse sentido.

Dentre os principais pontos a serem pesquisados e aprimorados, encontram-se: a otimização da composição dos componentes – polissacarídeo, solvente e plastificante – de forma a se obter filmes mais homogêneos, com melhores propriedades de barreira referentes à passagem de água e de gases; o desenvolvimento de ensaios reológicos prévios à formação do filme, para a investigação das interações existentes entre os componentes e sobre como a estabilidade da rede polimérica formada pode ser afetada; o desenvolvimento de ensaios antimicrobianos e de citotoxicidade, para avaliação do potencial dos filmes como barreiras relativas ao ataque de microrganismos e de seu grau de toxicidade para o alimento em contato com eles (ou para os indivíduos que os consumirem, no caso de filmes comestíveis); e testes sensoriais, para avaliação da influência dos filmes sobre a qualidade sensorial dos alimentos e sobre a intenção de compra deles por parte dos consumidores.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO, J.; CAMBRAIA, J. Estudo do valor nutritivo do “ora-pro-nobis” (*Pereskia aculeata* Mill.). **Revista Ceres**, Minas Gerais, v. 21, n. 114, p. 105-111, 1974.

ALMEIDA, M. E. F. de; JUNQUEIRA, A. M. B.; SIMÃO, A. A.; CORRÊA, A. D. Chemical characterization of the non-conventional vegetable known as ora-pro-nobis. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 30, n. 3, 2014.

AMARAL, T. N.; JUNQUEIRA, L. A.; PRADO, M. E. T.; CIRILLO, M. A. *et al.* Blends of *Pereskia aculeata* Miller mucilage, guar gum, and gum Arabic added to fermented milk beverages. **Food Hydrocolloids**, [s. l.], v. 79, p. 331-342, 2018.

BARREIRA, T. E.; PAULA FILHO, G. X. de; PRIORE, S. E.; SANTOS, R. H. S. *et al.* Nutrient content in ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Mill.): unconventional vegetable of the Brazilian Atlantic Forest. **Food Science and Technology**, Campinas, SP, n. AHEAD, 2020.

BERTOLO, M. R. V.; LEME, R.; CONCEIÇÃO, V. A. M. da; GUZZI, A. M. P. *et al.* Rheological Characterization of the Influence of Pomegranate Peel Extract Addition and Concentration in Chitosan and Gelatin Coatings. **Polysaccharides**, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 648-660, 2021.

BIESKI, I. G. C.; LEONTI, M.; ARNASON, J. T.; FERRIER, J. *et al.* Ethnobotanical study of medicinal plants by population of Valley of Juruena Region, Legal Amazon, Mato Grosso, Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 173, p. 383-423, 2015/09/15/ 2015.

BRASIL. Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Especializada à Saúde. **Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998**. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes), constantes do anexo desta Portaria. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 1998.

CALLEGARI, C. R.; MATOS FILHO, A. M. PANC, soberania e segurança alimentar e nutricional. **CDD 630.275**. Florianópolis: Epagri, p. 258, 2017.

CAMBRAIA, J. **Valor nutritivo do “Ora-pro-nobis”**. Viçosa: UFV, 1980.

CONCEIÇÃO, M.; JUNQUEIRA, L.; SILVA, K.; PRADO, M. *et al.* Thermal and microstructural stability of a powdered gum derived from *Pereskia aculeata* Miller leaves. **Food Hydrocolloids**, [s. l.], v. 40, p. 104-114, 2014.

CREMASCO, C.; GODINHO, A.; BOSO, A.; BOAS, A. V. *et al.* Bromatological and sensorial evaluation of *Pereskia aculeata* use in pasta dough. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Tupã, SP, v. 10, n. 3, p. 234-240, 2016.

DAS, G.; LIM, K. J.; TANTENGO, O. A. G.; CARAG, H. M. *et al.* Cactus: Chemical, nutraceutical composition and potential bio-pharmacological properties. **Phytotherapy Research**, [s. l.], v. 35, n. 3, p. 1248-1283, 2021.

EMBUSCADO, M. E.; HUBER, K. C. **Edible films and coatings for food applications**. Springer, [s. l.], 2009.

GARCIA, J. A. A.; ANGELO, I. C.; CORRÊA, R. C. G.; VIEIRA, T. F. *et al.* Total phenolic content and antioxidant potential of 'ora-pro-nobis' leaves: an in vitro comparative study between *Pereskia Aculeata* Miller and *Pereskia Grandifolia* Haw. **International Journal of Development Research**, [s. l.], v. 10, n. 4, p. 35310-35314, 2020.

GARCIA, J. A.; CORRÊA, R. C.; BARROS, L.; PEREIRA, C. *et al.* Phytochemical profile and biological activities of 'Ora-pro-nobis' leaves (*Pereskia aculeata* Miller), an underexploited superfood from the Brazilian Atlantic Forest. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 294, p. 302-308, 2019.

GIRÃO, L. V. C.; SILVA-FILHO, J.; PINTO, J.; BERTOLUCCI, S. Avaliação da composição bromatológica de ora-pronobis. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 2, p. 411-403, 2003.

GOBETTI, N. D.; BERGAMASCO, R. C.; SCAPIM, M. R. S. **Avaliação da extração de hidrocolóides de Ora-Pro-nobis (*Pereskia Aculeata* Miller) para utilização como polímero biodegradável**, In: 26° Encontro Anual de Iniciação Científica e 6° Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior. Maringá, 2017.

GONÇALVES, J.; SERAGLIO, J.; SILVA, L.; FERNANDES, S. *et al.* **Quantificação de proteínas e análise de cinzas encontradas nas folhas e caule da ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller)**, In: XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, v. 1, n. 2, Blucher Chemical Engineering Proceedings: Florianópolis, SC, 2015.

JUNQUEIRA, A.; PERLINE, E. Gosto, ideologia e consumo alimentar: práticas e mudanças discursivas sobre plantas alimentícias não convencionais-PANC. **Cadernos de Linguagem e Sociedade**, Brasília, v. 20, p. 2, 2019.

KINUPP, V. F.; BARROS, I. d. Levantamento de dados e divulgação do potencial das plantas alimentícias alternativas do Brasil. **Horticultura brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 2, p. 17-25, 2004.

LIMA JUNIOR, F.; CONCEIÇÃO, M.; RESENDE, J. de; JUNQUEIRA, L. *et al.* Response surface methodology for optimization of the mucilage extraction process from *Pereskia aculeata* Miller. **Food Hydrocolloids**, [s. l.], v. 33, n. 1, p. 38-47, 2013.

LUCCA, A. **Extração, caracterização e aplicação do biopolímero da planta *Pereskia aculeata* miller como auxiliar coagulante/floculante no processo de tratamento de água.** 2017. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017.

LUCYSZYN, N.; ONO, L.; LUBAMBO, A. F.; WOEHL, M. A. *et al.* Physicochemical and in vitro biocompatibility of films combining reconstituted bacterial cellulose with arabinogalactan and xyloglucan. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 151, p. 889-898, 2016.

MA, Q.; DU, L.; YANG, Y.; WANG, L. Rheology of film-forming solutions and physical properties of tara gum film reinforced with polyvinyl alcohol (PVA). **Food Hydrocolloids**, [s. l.], v. 63, p. 677-684, 2017.

MANZOOR, M.; SINGH, J.; BANDRAL, J. D.; GANI, A. *et al.* Food hydrocolloids: Functional, nutraceutical and novel applications for delivery of bioactive compounds. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 165, p. 554-567, 2020.

MARTIN, A. A.; FREITAS, R. A. de; SASSAKI, G. L.; EVANGELISTA, P. H. L. *et al.* Chemical structure and physical-chemical properties of mucilage from the leaves of *Pereskia aculeata*. **Food Hydrocolloids**, [s. l.], v. 70, p. 20-28, 2017.

MARTINEVSKI, C.; OLIVEIRA, V.; RIOS, A. d. O.; FLORES, S. *et al.* Utilization of bertalha (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) and ora-pro-

nobis (*Pereskia aculeata* Mill.) in preparing breads. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, SP, v. 24, n. 3, p. 272, 2013.

MELLINAS, C.; VALDÉS, A.; RAMOS, M.; BURGOS, N. *et al.* Active edible films: Current state and future trends. **Journal of Applied Polymer Science**, [s. l.], v. 133, n. 2, 2016.

MILANI, J.; MALEKI, G. Hydrocolloids in Food Industry. *In*: B. Valdez. **Food Industrial Processes-Methods and Equipment**: IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/32358>, 2012. p. 17-38.

NAWAB, A.; ALAM, F.; HAQ, M. A.; LUTFI, Z. *et al.* Mango kernel starch-gum composite films: Physical, mechanical and barrier properties. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 98, p. 869-876, 2017.

OLIVEIRA, D. da C. d. S.; WOBETO, C.; ZANUZO, M. R.; SEVERGNINI, C. Composição mineral e teor de ácido ascórbico nas folhas de quatro espécies olerícolas não-convencionais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, p. 472-475, 2013.

OLIVEIRA, N. L.; RODRIGUES, A. A.; NEVES, I. C. O.; LAGO, A. M. T. *et al.* Development and characterization of biodegradable films based on *Pereskia aculeata* Miller mucilage. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 130, p. 499-510, 2019.

PINTO, N. de C. C.; CASSINI-VIEIRA, P.; SOUZA-FAGUNDES, E. M. d.; BARCELOS, L. S. *et al.* *Pereskia aculeata* Miller leaves accelerate excisional wound healing in mice. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 194, p. 131-136, 2016.

PINTO, N. de C. C.; MACHADO, D. C.; DA SILVA, J. M.; CONEGUNDES, J. L. M. *et al.* *Pereskia aculeata* Miller leaves present in vivo topical anti-inflammatory activity in models of acute and chronic dermatitis. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 173, p. 330-337, 2015.

QUEIROZ, C. R. A.; FERREIRA, L.; GOMES, L. B. de P.; MELO, C. M. T. *et al.* Ora-pro-nóbis em uso alimentar humano: percepção sensorial. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, PB, v. 10, n. 3, p. 16, 2015.

RANIERI, G. R.; BORGES, F.; NASCIMENTO, V.; GONÇALVES, J. R. **Guia prático sobre PANCs**: plantas alimentícias não convencionais. São Paulo: Instituto Kairós, 2017.

ROCHA, D. R. da C.; PEREIRA JUNIOR, G. A.; VIEIRA, G.; PANTOJA, L. *et al.* Noodles added of ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller) dehydrated. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, SP, v. 19, n. 4, p. 459-465, 2008.

RODRIGUES, S.; MARINELLI, P. S.; OTOBONI, A.; TANAKA, A. Y. *et al.* Caracterização química e nutricional da farinha de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.). **Revista Científica Eletrônica de Ciência Aplicadas da FAEF**, São Paulo, SP, 2015.

SALGADO, P. R.; ORTIZ, C. M.; MUSSO, Y. S.; DI GIORGIO, L. *et al.* Edible films and coatings containing bioactives. **Current Opinion in Food Science**, [s. l.], v. 5, p. 86-92, 2015.

SANTANA, C. S.; KWIATKOWSKI, A.; QUEIROS, A. M.; SOUZA, A. M. da S. *et al.* Desenvolvimento de Suplemento Alimentar Utilizando Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*). **Cadernos de Agroecologia**, Rio de Janeiro, RJ, v. 13, n. 2, p. 10-10, 2018.

SATO, R.; CILLI, L. P. de L.; OLIVEIRA, B. E. d.; MACIEL, V. B. V. *et al.* Nutritional improvement of pasta with *Pereskia aculeata* Miller: a non-conventional edible vegetable. **Food Science and Technology**, Campinas, SP, v. 39, p. 28-34, 2019.

SIERAKOWSKI, M. R.; GORIN, P. A.; REICHER, F.; CORRES, J. B. C. Some structural features of a heteropolysaccharide from the leaves of the cactus *Pereskia aculeata*. **Phytochemistry**, [s. l.], v. 26, n. 6, p. 1709-1713, 1987.

SILVA, K. C. G.; AMARAL, T. N.; JUNQUEIRA, L. A.; LEITE, N. de O. *et al.* Adsorption of protein on activated carbon used in the filtration of mucilage derived from *Pereskia aculeata* Miller. **South African Journal of Chemical Engineering**, [s. l.], v. 23, p. 42-49, 2017.

SOUZA, M. C.; SARTOR, C. F. P.; FELIPE, D. F. Comparação da ação antioxidante de uma formulação contendo extrato de *Pereskia aculeata* com cosméticos anti-idade presentes no mercado. **Saúde e Pesquisa**, Maringá, PR, v. 6, n. 3, 2013.

TAKEITI, C. Y.; ANTONIO, G. C.; MOTTA, E. M.; COLLARES-QUEIROZ, F. P. *et al.* Nutritive evaluation of a non-conventional leafy vegetable (*Pereskia aculeata* Miller). **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, [s. l.], v. 60, n. sup1, p. 148-160, 2009.

TORRES, T. M. S.; MAZZUTTI, S.; CASTIANI, M. A.; SIDDIQUE, I. *et al.* Phenolic compounds recovered from ora-pro-nobis leaves by microwave assisted extraction. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, [s. l.], v. 39, p. 102238, 2022/01/01/ 2022.

VARGAS, A. G. da; ROCHA, R. D. C. d.; TEIXEIRA, S. D. Influência da sazonalidade na composição centesimal da *Pereskia aculeata* Miller. **Synergismus scyentifica UTFPR**, Pato Branco, PR, v. 12, n. 1, p. 1-7, 2017.

WYPYCH, G. Effect of plasticizers on properties of plasticized materials. **Handbook of plasticizers**, [s. l.], p. 193-272, 2004.

ZEM, L. M.; HELM, C. V.; HENRIQUES, G. S.; CABRINI, D. *et al.* *Pereskia aculeata*: biological analysis on wistar rats. **Food Science and Technology**, Campinas, SP, v. 37, p. 42-47, 2017.

CAPÍTULO 3



CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh) E SUAS POTENCIALIDADES

CAMU-CAMU [MYRCIARIA DUBIA (KUNTH) MCVAUGH] E SUAS POTENCIALIDADES

Andréia do Rosário Batista¹
Ladyslène Christhyns de Paula²
Gabrieli Oliveira-Folador²
Luís Fernando Polesi²
Gisele Teixeira de Souza Sora²

5. RESUMO

O camu-camu é um fruto nativo da região amazônica que apresenta, em sua composição, alto teor de compostos que demonstram capacidades antioxidantes. O teor de vitamina C do camu-camu é superior aos teores encontrados em frutas convencionais, contudo esse fruto ainda é pouco consumido em razão da sua elevada acidez, que impacta na sua aceitabilidade sensorial. Assim, o objetivo desta revisão foi apresentar o potencial nutracêutico do camu-camu como fonte de vitamina C e de compostos bioativos – compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas. Além do potencial nutricional, este trabalho também abordou o processamento do fruto na forma de polpa congelada, geleia, picolés, bem como seu potencial farmacológico.

Palavras-Chave: Amazônico. Bioativos. Processamento.

-
- 1 Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas Amazônicos, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, Rondônia, Brasil. E-mail: andreamge14@gmail.com.
 - 2 Departamento de Engenharia de Alimentos, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Ariquemes, Rondônia, Brasil. E-mails: ladyslène.paula@unir.br, gabrieli.oliveira@unir.br, luis.polesi@unir.br, giselesora@unir.br.

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia é uma das regiões mais exuberantes do planeta, possuindo uma rica biodiversidade onde são encontradas várias espécies com potencial econômico como o camu-camu, que brota naturalmente das margens de rios e lagos da bacia amazônica desde os solos férteis da várzea do Peru, com influência direta dos Andes, até os solos pobres da praia de areia branca do Rio Negro (YUYAMA; MENDES; VALENTE, 2011).

O fruto do camu-camu (Figura 2) é uma baga esférica de superfície lisa e brilhante de coloração vermelho-arroxeadada, tendo de dois a quatro centímetros de diâmetro e apresenta de uma a quatro sementes (MAUÉS; COUTURIER, 2002). A polpa do fruto é utilizada na forma de refresco, sorvete, vinho, licor, geleia, doces e coquetel, e como um fixador de sabor em tortas e sobremesas.

Figura 1 — Fruto do camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh)



Fonte: Adobe Stock, 2022.

Esse fruto nativo da região amazônica desperta o interesse de indústrias alimentícias –beneficiamentos de polpas, conservante natural, dentre outros – de fármacos e cosméticos, por ser um fruto encontrado em grande quantidade e possuir um potencial agrônomo, tecnológico,

nutricional, nutracêutico e econômico, apresentando, em sua composição, um alto teor antioxidante presente na casca dos frutos com coloração vermelha (antocianinas), que combate os radicais livres evitando reações de oxidação (TAVARES; MIRA, 2019).

Em pesquisa realizada por Rufino, Alves, Brito e Pérez-Jiménez *et al.* (2010) com 18 frutas tropicais não tradicionais brasileiras, o camu-camu foi a fruta com maior potencial nutricional, fato esse relacionado ao seu alto teor de vitamina C. No decorrer da última década, o camu-camu tem sido muito estudado em função do seu elevado teor de ácido ascórbico, superando outras frutas popularmente conhecidas como ricas em vitamina C, a exemplo da acerola, da manga, do limão e do caju (RIBEIRO; STRINGHETA; OLIVEIRA; MENDONÇA *et al.*, 2016).

Segundo Nascimento (2018), o fruto do camu-camuzeiro tem muita importância na Amazônia Peruana, haja vista que o Peru é o maior produtor e exportador da fruta. Os Estados Unidos importam camu-camu da América do Sul para produção de vitamina C natural com nome comercial de Camu Plus (Raw Revelations, Murrieta, CA, U.S.).

A espécie possui grande potencial para exploração comercial, porém ainda é pouco cultivada, uma vez que não são muitas as variedades que se adaptam para o cultivo em terras firmes. Embora o fruto seja reconhecido cientificamente como potencial fonte de vitamina C, o camu-camu ainda é pouco consumido no Brasil – principalmente *in natura*, por causa da alta acidez da fruta.

Com efeito, o objetivo deste estudo foi realizar um levantamento bibliográfico sobre a espécie, suas características botânicas, potencial econômico, características físico-químicas e propriedades antioxidantes.

2. CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS E GEOGRÁFICAS

O camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh), também conhecido como caçari, araçá d'água, araçá-de-igapó e crista-de-galo (SUGUINO; ARAÚJO; SIMÃO, 2001), é uma planta frutífera natural da região amazônica, pertencente à família Myrtaceae (NASCIMENTO; CARVALHO, 2012). Geograficamente, o camu-camu é encontrado desde a região central do estado do Pará, passando pelo médio e alto rio Amazonas, até a parte ocidental do Peru e extremo setentrional brasileiro, no estado de Roraima, no rio Casiquiare e em grande parte da alta e

média Bacia do Ourinoco. Ao Sul, no estado de Rondônia, nasce nas margens dos rios Ji-Paraná e Candeias (RIBEIRO; MOTA; CORRÊA; MONTEIRO, 2002).

O camu-camu é um fruto típico de bosque úmido tropical, caracterizado por temperaturas médias de 26°C e umidade relativa do ar (UR) entre 70 e 95 %, com precipitação de chuvas de 1600 a 4000 mm anuais bem distribuídas no período seco. A espécie ocorre nas margens dos rios e lagos, ao longo de cursos d'água, podendo atingir entre 1,5 a 4 metros de altura, a planta desenvolve-se em solos drenados e em solos com inundação periódica, adaptando-se desde os solos férteis – como os da várzea do Peru, onde há influência direta dos Andes – até os solos pobres das areias brancas no Rio Negro (OLIVEIRA, 2014).

A espécie possui flores hermafroditas e poliândricas – recebe o pólen de plantas diferentes – sendo que o período de frutificação ocorre entre os meses de dezembro e março (YUYAMA; MENDES; VALENTE, 2011). Os frutos são do tipo baga globosa, apresentam a sua superfície lisa e brilhante, medindo entre 10 e 30 mm de diâmetro, peso de aproximadamente 10g por fruto, coloração rósea a vermelho-escuro; e até purpura-negro quando maduras (SOUZA, 2011). Durante o amadurecimento, o fruto leva aproximadamente 26 dias para tornar-se vermelho intenso, o período de colheita inicia-se assim que os frutos estejam semimaduros (verde-vermelhos), momento correspondente aos 12 últimos dias de desenvolvimento deles (OLIVEIRA, 2013).

A polpa é suculenta e extremamente ácida, além disso, com o seu amadurecimento, sua cor passa do amarelo esverdeado para o rosa, provavelmente devido à migração das antocianinas da casca para a polpa (COSTA; GARCIA-DIAZ; JIMENEZ; SILVA, 2013). As sementes do fruto variam de 8 a 15 mm, são achatadas ou reniformes, e cobertas por uma pequena camada de fibra (GRIGIO; DURIGAN; CHAGAS; CHAGAS *et al.*, 2015).

Classificado como fruto não climatérico, Pinto *et al.* (2013), em seus estudos sobre ponto de colheita e maturação do camu-camu em diferentes estágios de maturação, descobriram que o fruto apresenta comportamento parecido com o dos frutos climatéricos – além do aumento na atividade respiratória e na produção de etileno, os frutos evoluíram tanto na qualidade como em atributos físicos e químicos.

Apesar de ainda ser pouco difundido em algumas regiões do Brasil, o fruto é bastante apreciado no mercado internacional, em especial, em países da Ásia, Europa e América do Norte (CONCEIÇÃO; ALBUQUERQUE; PEREIRA; CORRÊA *et al.*, 2020; PROMPERÚ, 2017) despertando o interesse industrial cada vez mais.

3. POTENCIAL ECONÔMICO E NUTRICIONAL

O perfil fitoquímico do camu-camu tem despertado interesse de pesquisadores e indústrias de diferentes ramos, em virtude da presença de diversos compostos bioativos como: compostos fenólicos, antocianinas, flavonoides e carotenoides, além do alto teor de vitamina C, sendo essas substâncias associadas à neutralização de espécies reativas, podendo atuar na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (ANHÊ; NACHBAR; VARIN; TROTTIER *et al.*, 2019; GRIGIO; CHAGAS; RATHINASABAPATHI; CHAGAS *et al.*, 2017).

O fruto contém uma série de aminoácidos (como serina, valina e leucina); ácidos orgânicos (como cítrico, isocítrico e málico) e ácidos graxos (predominantemente ácido esteárico [CH₃(CH₂)₁₆COOH]; linoleico ou ômega 6 [CH₃-(CH₂)₄-CH=CH-CH₂-CH=CH-(CH₂)₇COOH] e oléico ou ômega 9 [CH₃-(CH₂)₇-CH=CH (CH₂)₇-COOH], além de ser uma boa fonte de potássio, ferro, cálcio e fósforo (AKTER; OH; EUN; AHMED, 2011; SILVA, 2018).

O potencial econômico do camu-camu é atribuído, principalmente, ao seu valor nutricional, porém nutracêutico, sendo rico em vitamina C – com valores superiores a 2.400 mg/100g em frutos maduros (YUNIS-AGUINAGA; FERNANDES; ETO; CLAUDIANO *et al.*, 2016) e em compostos fenólicos como os flavonoides e antocianinas (CORREIA; BRAVO ZAMUDIO; SOLÍS *et al.*, 2011; MYODA; FUJIMURA; PARK; NAGASHIMA *et al.*, 2010). Esses compostos possuem propriedades anti-inflamatórias, com potencial para combater doenças crônicas induzidas pelo estresse quando os frutos são consumidos como parte da dieta (FUJITA; BORGES; CORREIA; FRANCO *et al.*, 2013).

Segundo Ribeiro, Stringheta, Oliveira e Mendonça *et al.* (2016), as propriedades do fruto despertam o interesse econômico e científico das indústrias farmacêuticas, apresentando um grande potencial econômico

capaz de colocá-lo no mesmo nível de importância de outras frutas tradicionais da região amazônica, como o açaí e o cupuaçu.

3.1 Vitamina C

A vitamina C é um dos antioxidantes hidrofílicos mais importantes presentes nos alimentos, tanto na sua forma ácido ascórbico (L-AA) quanto como um produto de oxidação: o ácido desidroascórbico (DHAA), sendo de grande relevância para os organismos vivos por participar de diferentes processos metabólicos, como absorção de minerais, redução da oxidação celular e síntese proteica (CUNHA-SANTOS; VIGANÓ; NEVES; MARTÍNEZ *et al.*, 2019).

A concentração e a estabilidade da vitamina C variam conforme a espécie, estágio de maturação, tempo e temperatura de processamento, pH, presença de oxigênio e enzimas (MAEDA; PANTOJA; YUYAMA; CHAAR, 2007). No fruto do camu-camu, os teores de vitamina C variam de 0,845 a 6,112 g/100 g de polpa (OLIVEIRA, 2013), sendo superiores a frutos convencionais como laranja (0,056 g/100 g) e acerola (2,786 g/100 g) (CHIRINOS; GALARZA; BETALLELUZ-PALLARDEL; PEDRESCHI *et al.*, 2010).

O teor de vitamina C oscila entre as diferentes populações de *Myrciaria dubia* e isso decorre da diferença genética. Teixeira, Chaves e Yuyama (2004) observaram esse fato por meio da utilização de isoenzimas de esterase e esterase-D entre as populações de camu-camu de origens de Iquitos (Peru), Uatumã (Amazonas) e de Boa Vista (Roraima).

Ribeiro, Stringheta, Oliveira e Mendonça *et al.* (2016), em estudos de frutos maduros cultivados em ambiente de solo seco (Amazonas) e de solo inundado (Roraima), identificaram teores de 1.071,65 e 970,53 mg/100g b.u. (base úmida) de vitamina C, respectivamente. Em estudos de frutos de camu-camu de origens de quatro locais diferentes, duas amostras de municípios de São Paulo, uma amostra do município de Tarapoto no Peru e uma polpa comercial de Castanhal (PA), Cunha-Santos, Viganó, Neves e Martínez *et al.* (2019) encontraram valores de 1.297,07 a 1.914,66 mg/100g b.u. para vitamina C dosados por cromatografia UHPLC-DAD.

Mattietto, Carvalho e Ribeiro (2019) caracterizaram diferentes genótipos de camu-camu e observaram que os teores de vitamina C

variam entre os genótipos estudados. Segundo Maeda *et al.* (2006), o maior teor de ácido ascórbico nos frutos de camu-camu encontra-se na casca, sendo que o valor encontrado do teor de ácido ascórbico no epicarpo (casca) foi 88% superior em relação ao encontrado na polpa (mesocarpo).

Villanueva-Tiburcio, Condezo-Hoyos e Asquieri (2010) trabalharam com frutos de camu-camu frescos e secos em três estádios de maturação (verde, semimaduro e maduro), desse modo verificaram que, para os frutos frescos, a maior quantidade de ácido ascórbico foi encontrada na casca do camu-camu maduro (21,95 mg/g); para os frutos secos, a maior quantidade estava concentrada nos frutos semimaduros (53,49 mg/g).

3.2 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são substâncias biologicamente ativas, reconhecidas como componentes secundários do metabolismo dos vegetais. Segundo Ghasemzadeh e Ghasemzadeh (2011), além de suas funções nos vegetais, os compostos fenólicos possuem grande importância na dieta humana, promovendo benefícios à saúde associados principalmente à redução do risco de doenças crônicas, atuando como antioxidantes naturais. Não só isso, os compostos fenólicos podem ocorrer em combinação com outros compostos presentes nos alimentos, tornando-se capaz de afetar a sua bioatividade de forma significativa (AGUIAR; SOUZA, 2017).

As principais classes de compostos fenólicos são: ácidos fenólicos, flavonoides, taninos e etilbenos, sendo encontrados em diferentes matrizes alimentares e resíduos agroindustriais (ALARA; ABDURAHMAN; UKAEGBU, 2021). Embora os compostos fenólicos existam em vários materiais vegetais, sua quantificação e identificação dependerá dos métodos de extração utilizados, de sua natureza química, do tamanho da partícula, da presença de compostos interferentes e da condição de armazenamento (SUWAL; MARCINIAK, 2018).

São encontrados diferentes tipos de compostos fenólicos no camu-camu, destacando-se os flavonoides, flavonóis, flavanonas e antocianinas, estando os seus teores diretamente relacionados ao estágio de maturação, sendo que os frutos maduros apresentam as maiores médias. Fatores externos como condições climáticas, tipo de solo, solventes utilizados

nos processos de extração, tempo de extração e temperatura influenciam o conteúdo fenólico, o perfil das seções de fruto e o processamento de forma qualitativa e quantitativamente (GRIGIO; MOURA; CARVALHO; ZANCHETTA *et al.*, 2021).

Azevedo, Ribeiro; Oliveira e Correia *et al.* (2019), ao investigarem a caracterização fitoquímica e a capacidade antioxidante de um camu-camu maduro de cultivo comercial e nativo, encontraram valores superiores para os frutos comerciais (14 749,93 EqAG/100 g) em relação aos frutos nativos (12216,84 EqAG/100 g).

Fidelis, Carmo, Cruz e Azevedo *et al.* (2020) avaliaram diferentes solventes para a extração de compostos fenólicos em frutos de camu-camu, quantificando dezesseis diferentes compostos que apresentaram teores de 657 a 5619 mg EqAG/100 g na semente, sendo que a maior concentração média foi obtida a partir da utilização da mistura composta por partes iguais de propanona, água e álcool etílico. Os principais compostos fenólicos identificados na maioria dos extratos foram: ácidos gálico e elágico, quercetina-3-rutinosídeo, malvidin-3,5-diglucosídeo e cianidina-3-O-glicosídeo. Esses compostos já foram identificados e quantificados em diferentes partes (polpa e casca) do fruto (FUJITA; BORGES; CORREIA; FRANCO *et al.*, 2013).

De acordo com Azevedo, Ribeiro, Oliveira e Correia *et al.* (2019), o extrato bruto de camu-camu representa uma mistura complexa de polifenóis, que apresentou efeitos sinérgicos *in vivo* na antimutagênese. O extrato foi capaz de diminuir o estresse oxidativo e proteger os sistemas testados (fígado, medula óssea e intestino) contra os efeitos mutagênicos de drogas na medula óssea e nos micronúcleos intestinais.

Resultados obtidos por Fidelis, Santos, Escher e Carmo *et al.* (2018) revelaram a relação estrutura-atividade entre compostos fenólicos e a atividade inibitória da enzima conversora de angiotensina (ECA) em torno de 28-40%. À vista disso, neste estudo a atividade está correlacionada ao conteúdo de ácidos p-cumárico, rosmarínico, ferúlico, caféico, elágico, quercetina-3-rutinosídeo e quercetina.

Grigio, Chagas, Rathinasabapathi e Chagas *et al.* (2017), em avaliação qualitativa de biocompostos presentes em diferentes partes do camu-camu, encontraram resultados positivos para os atributos qualitativos. A polpa apresentou maior quantidade de compostos fenólicos e atividade

antioxidante, na casca foram encontrados os maiores valores para o ácido ascórbico.

3.3 Flavonoides

Flavonoides são compostos fenólicos encontrados em maior quantidade na dieta alimentar, encontrados em frutas, vegetais, sementes, casca de árvores, talos e raízes. Estudos revelam que a propriedade anti-inflamatória dos flavonoides é responsável por atenuar respostas inflamatórias, servindo como agentes cardioprotetores, neuroprotetores e quimiopreventivos (PAN; LAI; HO, 2010).

Azevêdo, Borges, Genovese e Correia *et al.* (2015), em estudo sobre os principais flavonoides encontrados em resíduo industrial de camu-camu fresco e desidratado, identificaram ácido elágico, ácido siríngico, quercetina, mircitina e catequina. Segundo os autores, a concentração de compostos fenólicos individuais em resíduos de camu-camu desidratado é menor quando comparada ao resíduo de camu-camu fresco. Outra descoberta ressaltada no estudo foi a presença de ácido siríngico no resíduo de camu-camu, fato inédito não relatado na literatura. Esse ácido tem propriedades antioxidantes em alimentos e no organismo, seu efeito hipoglicemiante sugere um potencial terapêutico para o tratamento de diabetes (MUTHUKUMARAN; SRINIVASAN; VENKATESAN; RAMACHANDRAN *et al.*, 2013).

Rodrigues, Romanini, Silva e Pilau *et al.* (2020) realizaram a extração de compostos bioativos de camu-camu e observaram que a osmose reversa favorece a concentração de flavonoides em quase quatro vezes mais (28,374mg equivalente em quercetina/g), quando comparada a técnicas convencionais. Esse fato é importante porque, segundo a literatura, tais compostos são de extrema importância e benéficos à saúde humana, contribuindo para a redução de doenças cardiovasculares e do câncer (AZEVEDO; RIBEIRO; OLIVEIRA; CORREIA *et al.*, 2019).

Souza, Oliveira, Mattietto e Nascimento *et al.* (2017) avaliaram os compostos bioativos da casca de diferentes genótipos de camu-camu, encontrando teores distintos a depender do estágio de maturação de frutos, com médias entre 138,21 e 343,63mg equivalente em quercetina /100g, para os frutos verdes e maduros, respectivamente.

3.4 Antocianinas

O camu-camu possui alto teor de antocianinas, substâncias responsáveis por sua coloração vermelha arroxeada, elas promovem diversos benefícios à saúde, pois possuem potencial antioxidante – inibindo ações de oxidação, ação anticarcinogênica e antiviral, além de serem capazes de atuar no controle do diabetes (YAO; SANG; ZHOU; REN, 2010).

Grigio, Chagas, Rathinasabapathi e Chagas *et al.* (2017) avaliaram os compostos presentes em diferentes partes do camu-camu e observaram a presença de antocianinas em diferentes partes do fruto, a partir disso analisaram que os maiores teores estavam presentes na casca dos frutos do camu-camu em decorrência dos pigmentos de cor roxa presentes nela, com valores de 107,2 µg/g, seguido de casca com polpa (50,7 µg/g) e fruta inteira (29,9 µg/g).

4. PROCESSAMENTO DOS FRUTOS

O consumo de frutos nativos ou exóticos aumentou significativamente nos últimos anos, dessa forma a indústria de alimentos buscou novas tecnologias para melhorar o processamento e armazenamento e aprimorar a conservação. Muitos frutos não convencionais da Amazônia são utilizados para o consumo humano, alguns apenas na localidade de produção de forma regional, porém outros frutos – a exemplo do açaí, do guaraná e, nos últimos anos, do camu-camu – conquistaram o mercado nacional e internacional difundindo essas culturas da região Amazônia pelo mundo (GRIGIO, 2017).

O processamento (despolpa) do camu-camu ainda é realizado de forma artesanal pelos ribeirinhos; no entanto, com o crescente interesse em torno do fruto, ele vem sendo processado em agroindústrias, sendo sua comercialização realizada essencialmente na forma de polpa congelada (YUYAMA; MENDES; VALENTE, 2011).

Para Grigio (2017), o desenvolvimento de tecnologias para o processamento do camu-camu pode aumentar a vida útil do fruto e reduzir os custos referentes ao transporte e armazenamento. Segundo Barreto (2008), durante o processamento convencional na pasteurização

térmica e na concentração por evaporação, ocorrem perdas elevadas de vitamina C.

Por ser uma fonte natural de ácido ascórbico, o camu-camu tem a polpa muito utilizada em sucos e néctar. As antocianinas também são muito exploradas no fruto, principalmente por estarem presentes em condições ácidas e demonstrarem maior estabilidade. Contudo, durante o processamento do fruto no armazenamento ou mesmo na despolpa, pode haver a degradação das antocianinas, uma vez que estão presentes na casca em maiores quantidades.

Conforme Maeda, Pantoja, Yuyama e Chaar (2006), após a despolpa, os pigmentos migram para a polpa, todavia a literatura aponta outras variações que podem ser atribuídas ao fato de o pigmento estar em maior concentração na casca, de forma que o método de despolpa pode influenciar a extração desse composto em maior ou em menor quantidade.

O camu-camu tem a vida pós-colheita relativamente curta (PINTO; JACOMINO; SILVA; ANDRADE, 2013), dessa forma é necessário aplicar métodos de conservação para retardar a senescência do fruto e, consecutivamente, aperfeiçoar seu aproveitamento. A polpa congelada do camu-camu é a principal forma de comercialização, mas vários produtos estão sendo desenvolvidos, a exemplo das bebidas gaseificadas, como o camu-cola, bebidas energizantes, doces, iogurtes, vinagres e licores, além das barras de cereal (PINEDO; DELGADO; VEGA; SOTERO *et al.*, 2012). A própria polpa processada tem sido utilizada na produção de sucos, néctares, bebida fermentada, geleia e picolés, entres outros (SANTOS; MIRANDA; RODRIGUES; SILVA *et al.*, 2022).

A polpa do camu-camu pode ser desidratada para obtenção do produto em pó, sendo a liofilização o melhor método de desidratação para preservar os compostos bioativos e a atividade antioxidante do fruto. O camu-camu em pó é um produto comercializado principalmente no mercado internacional e pode ser utilizado na produção de alimentos, cosméticos, fármacos e extratos (SANTOS; MIRANDA; RODRIGUES; SILVA *et al.*, 2022).

Os resíduos do fruto também podem ser utilizados – cascas e sementes – quando liofilizados ou atomizados, inclusive sendo consumidos na forma de cápsulas como fonte de vitamina C. Acerca disso, Vela Cárdenas (2012) afirma que, após a secagem, é possível o aproveitamento da casca

como chá filtrante, já as sementes estão sendo utilizadas na formulação de café. Maeda e Andrade (2003) adicionaram casca na elaboração de bebidas alcóolicas e observaram que a inserção da casca na polpa apresentou rendimento elevado, de modo que, conseqüentemente, agregaria mais valor econômico e nutricional ao produto.

Pesquisas realizadas pela Embrapa Roraima testaram várias formulações de picolés de camu-camu, as quais demonstraram um elevado teor de vitamina C em todos eles. Nesse sentido, Durigan, Chagas e Grigio (2017) ressaltaram o cuidado relativo à despolpa durante o preparo do produto, de modo que ele não ficasse amargo. Na avaliação sensorial de diferentes formulações de picolés de camu-camu, Grigio, Durigan e Chagas (2019) observaram que a aceitação do produto foi maior quando a diluição da polpa do fruto foi menor, além disso o uso de corante foi determinante para uma melhor aceitação dos picolés.

Em preparo de sucos, Grigio, Chagas, Durigan e Sousa *et al.* (2016) esclareceram que o processo deve ser realizado de forma que a polpa seja triturada grosseiramente, uma vez que a casca é responsável pelo sabor adstringente. Segundo Andrade, Rodrigues e Souza (2021), o amargor e a adstringência presentes no camu-camu requerem a aplicação de métodos adequados antes da obtenção da polpa e no início do processamento, a fim de evitar tais características, haja vista que são sensorialmente perceptíveis e indesejáveis nos produtos processados. Esses autores relatam que processos de branqueamento por imersão em água quente ou por aquecimento direto da fruta sem água são usados para melhorar o sabor.

O camu-camu também é utilizado na confecção de doces como a geleia, por exemplo. As geleias são produtos que podem ser processados como ingredientes de fácil acesso, possibilitando a agregação de valor e melhorando a cadeia produtiva do fruto. Segundo Grigio, Moura, Carvalho e Zanchetta *et al.* (2021), para que o produto tenha uma boa aceitação, é necessário que haja uma avaliação sensorial visando a obter maiores informações sobre o potencial dos produtos resultantes.

Em estudos sobre a avaliação sensorial, a caracterização e o potencial nutracêutico da geleia de camu-camu e mista com outros frutos, Grigio, Moura, Carvalho e Zanchetta *et al.* (2021) verificaram que o produto não obteve uma boa aceitação em relação ao sabor. Desse modo, os autores

deduziram que isso seria uma consequência do sabor acidificado, sendo que, ao avaliar a intenção de compra, os maiores valores foram para geleias mistas com outros frutos, tendo em vista que a formulação de camu-camu com goiaba foi mais aceita que as demais, com mais de 50% dos provadores afirmando que decididamente comprariam o produto.

Esse potencial do fruto corrobora com o aumento significativo da busca por ele e os produtos derivados por parte de outros países, em especial da Europa e do Japão, onde atualmente o fruto vem sendo comercializado na forma de polpa liofilizada, extrato em pó, cápsulas, bebidas gaseificadas ou como suplemento alimentar (AKTER; OH; EUN; AHMED, 2011).

5. POTENCIAL FARMACOLÓGICO

No que tange ao potencial farmacológico, vários estudos mostram que o camu-camu tem efeito benéfico no controle de algumas doenças. Schwertz, Maia, Sousa e Aguiar *et al.* (2012) testaram a ingestão de suco de camu-camu em ratos para o controle e prevenção de doenças ligadas à dislipidemia e constataram que o suco do fruto apresentou efeito modulador do perfil lipídico neles, reduzindo os níveis de colesterol. Segundo os autores, a dose de suco de 10 mL/kg foi a que apresentou melhor resposta sobre o perfil lipídico dos animais testados.

Melo (2012) investigou a atividade antidiabética da polpa de camu-camu em ratos diabéticos e obteve resultados que demonstraram que a administração oral de polpa de camu-camu na dose de 3 mL/kg por 28 dias resultou em uma redução da glicose no plasma, o que indica a ação hipoglicemiante. Segunda a autora, essa atividade poderia estar relacionada com a presença de compostos fenólicos na polpa do fruto, em especial de antocianinas.

No tocante a isso, Inoue, Komoda, Uchida e Node (2008) realizaram uma pesquisa com 20 mulheres tabagistas divididas em 2 grupos, sendo um grupo tratado diariamente com 7mL de suco de camu-camu (100%), e outro com tablete de vitamina C contendo 1050mg – mesma quantidade de vitamina C encontrada no suco de camu-camu. O tratamento durou 7 dias e os autores perceberam, pelo estudo, que os marcadores de estresse oxidativo, 8-hidroxi-2-deoxiguanosina (8-OHdG) urinário; os níveis totais de espécie reativas de oxigênio (EROS) e os marcadores inflamatórios;

a proteína C reativa a alta sensibilidade (hsCRP, interleucina 6 (IL-6) e a interleucina 8(IL-8) diminuíram depois do tratamento com o suco – segundo os autores, essas mudanças não foram observadas no tratamento com comprimidos de vitamina C.

Yazawa, Suga, Honma e Shirotsaki *et al.* (2011), estudando o extrato de sementes de camu-camu em efeito antitumoral, verificaram que o pré-tratamento oral com extrato bruto das sementes do fruto suprimiu a formação de edema experimental em camundongos. De acordo com os autores, em sua pesquisa foi descoberto um extrato das sementes que continha ácido betulínico por bioensaio fracionado.

Vargas, Gonçalves, Yuyama e Souza *et al.* (2015), em seu estudo, avaliaram 18 voluntários com idades entre 21 e 31 anos, de ambos os sexos, divididos em dois grupos: o grupo de intervenção, que recebia diariamente 8 cápsulas contendo 260mg de pó de camu-camu e 320mg de vitamina C. Após 15 dias, foi observado aumento dos valores séricos de ácido ascórbico e redução da glicemia em jejum e do colesterol total, com tendência de diminuição no LDL e nos triglicerídeos.

Assim, o camu-camu parece demonstrar potencial na melhora do perfil glicêmico e lipídico associado principalmente ao seu conteúdo de vitamina C.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

O camu-camu tem se destacado como uma das frutas mais completas para agregar na dieta alimentar, sendo excelente fonte de vitamina C e bioativos, a exemplo dos fenólicos, flavonoides e antocianinas, que apresentam propriedades neutralizantes de espécies reativas relacionadas a efeitos antiobesogênicos, hipolipidêmicos, anti-inflamatórios, antígenotóxicos e neuroprotetores, favorecendo um potencial nutracêutico ao consumidor. Por esse motivo, é um dos frutos da região amazônica com crescente demanda comercial, tanto a nível nacional quanto internacional.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, J. P. L.; SOUZA, F. A. Antioxidant capacidant and bioactive compounds and health benefits of camu-camu puree (*Myrciaria úbia*

(HBK) Mc Vaugh). **International Journal of Development Research** [s. l.], v. 8, n. 6, p. 20742-20745, 2018.

AKTER, M. S.; OH, S.; EUN, J.B.; AHMED, M. Nutritional compositions and health promoting phytochemicals of camu-camu (*Myrciaria dubia*) fruit: A review. **Food Research International**, [s. l.], v. 44, n. 7, p. 1728-1732, 2011.

ALARA, O. R.; ABDURAHMAN, N. H.; UKAEGBU, C. I. Extraction of phenolic compounds: a review. **Current Research in Food Science**, [s. l.], 2021.

ANDRADE, J. S.; RODRIGUES, A. A. M.; SOUZA, R. S. Camu-camu post-harvest and processing technology to maintain its nutritional qualities and improve its sensory attributes. In: CORDEIRO, C. A. M.; SILVA, E. M. (ed.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos: pesquisa e práticas contemporâneas**. Guarujá: Editora Científica Digital, 2021. v. 2, p. 253-264.

ANHÊ, F. F.; NACHBAR, R. T.; VARIN, T. V.; TROTTIER, J. *et al.* Treatment with camu camu (*Myrciaria dubia*) prevents obesity by altering the gut microbiota and increasing energy expenditure in diet-induced obese mice. **Gut**, [s. l.], v. 68, n. 3, p. 453-464, 2019.

AZEVEDO, J. C.; BORGES, K. C.; GENOVESE, M. I.; CORREIA, R. T. *et al.* Neuroprotective effects of dried camu-camu (*Myrciaria dubia* HBK McVaugh) residue in *C. elegans*. **Food Research International**, [s. l.], v. 73, p. 135-141, 2015.

AZEVEDO, L.; RIBEIRO, P. F. de A.; OLIVEIRA, J. A. de C.; CORREIA, M. G. *et al.* Camu-camu (*Myrciaria dubia*) from commercial cultivation has higher levels of bioactive compounds than native cultivation (Amazon Forest) and presents antimutagenic effects in vivo. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [s. l.], v. 99, n. 2, p. 624-631, 2019.

BARRETO, A. G. **Clarificação e concentração do suco de camu camu por processos de separação com membranas**. 2008. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) —Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

CHIRINOS, R.; GALARZA, J.; BETALLELUZ-PALLARDEL, I.; PEDRESCHI, R. *et al.* Antioxidant compounds and antioxidant capacity of Peruvian

camu camu (*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh) fruit at different maturity stages. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 120, n. 4, p. 1019-1024, 2010.

CONCEIÇÃO, N.; ALBUQUERQUE, B. R.; PEREIRA, C.; CORRÊA, R. C. *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**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 70, 2020.

CORREA, S. A. I.; ZAMUDIO, L. B.; SOLÍS, V. S.; CRUZ, C. O. Contenido de vitamina C en frutos de camu camu *Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh, en cuatro estados de maduración, procedentes de la Colección de Germoplasma del INIA Loreto, Perú. **Scientia Agropecuaria**, [s. l.], v. 2, n. 3, 2011, p. 123-130, 2011.

COSTA, A. G. V.; GARCIA-DIAZ, D. F.; JIMENEZ, P.; SILVA, P. I. Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red-black berries. **Journal of Functional Foods**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 539-549, 2013.

CUNHA-SANTOS, E. C. E.; VIGANÓ, J.; NEVES, D. A.; MARTÍNEZ, J. *et al.* Vitamin C in camu-camu [*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh]: evaluation of extraction and analytical methods. **Food Research International**, [s. l.], v. 115, p. 160-166, 2019.

DURIGAN, M.; CHAGAS, E.; GRIGIO, M. Picolé de camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh). **Embrapa Roraima-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E)**, [s. l.], 14, 2017.

FIDELIS, M.; CARMO, M. A. V. do; CRUZ, T. M. da; AZEVEDO, L. *et al.* Camu-camu seed (*Myrciaria dubia*)—From side stream to an antioxidant, antihyperglycemic, antiproliferative, antimicrobial, antihemolytic, anti-inflammatory, and antihypertensive ingredient. **Food chemistry**, [s. l.], v. 310, p. 125909, 2020.

FIDELIS, M.; SANTOS, J. S.; ESCHER, G. B.; CARMO, M. V. do. *et al.* In vitro antioxidant and antihypertensive compounds from camu-camu (*Myrciaria dubia* McVaugh, Myrtaceae) seed coat: A multivariate structure-activity study. **Food and Chemical Toxicology**, [s. l.], v. 120, p. 479-490, 2018.

FUJITA, A.; BORGES, K.; CORREIA, R.; FRANCO, B. D. G. de M. *et al.* Impact of spouted bed drying on bioactive compounds, antimicrobial and antioxidant activities of commercial frozen pulp of camu-camu

(*Myrciaria dubia* Mc. Vaugh). **Food Research International**, [s. l.], v. 54, n. 1, p. 495-500, 2013.

GHAEMZADEH, A.; GHAEMZADEH, N. Flavonoids and phenolic acids: Role and biochemical activity in plants and human. **Journal of Medicinal Plants Research**, [s. l.], v. 5, n. 31, p. 6697-6703, 2011.

GRIGIO, M. L. **Atributos qualitativos e funcionais do camu-camu e elaboração de produtos com potencial funcional**. 2017. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia) — Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2017.

GRIGIO, M. L.; CHAGAS, E. A.; DURIGAN, M. F. B.; SOUSA, A. de A. *et al.* Determination of harvest time and quality of native camu-camu fruits (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) during storage. **Fruits**, [s. l.], v. 71, n. 6, p. 373-378, 2016.

GRIGIO, M. L.; CHAGAS, E. A.; RATHINASABAPATHI, B.; CHAGAS, P. C. *et al.* Qualitative evaluation and biocompounds present in different parts of camu-camu (*Myrciaria dubia*) fruit. **African Journal of Food Science**, [s. l.], v. 11, n. 5, p. 124-129, 2017.

GRIGIO, M. L.; DURIGAN, M. F. B.; CHAGAS, E. A. Different formulations of camu-camu popsicle: characterization, vitamin C and sensorial analysis of an opportunity to family agroindustry. **Food Science and Technology**, [s. l.], v. 39, p. 93-97, 2019.

GRIGIO, M. L.; DURIGAN, M. F. B.; CHAGAS, E. A.; CHAGAS, P. C. *et al.* Post-harvest conservation of camu-camu fruits (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) using different temperatures and packages. **Food Science and Technology**, [s. l.], v. 35, p. 652-658, 2015.

GRIGIO, M. L.; MOURA, E. A.; CARVALHO, G. F.; ZANCHETTA, J. J. *et al.* Nutraceutical potential, quality and sensory evaluation of camu-camu pure and mixed jelly. **Food Science and Technology**, Campinas, SP: 2021.

INOUE, T.; KOMODA, H.; UCHIDA, T.; NODE, K. Tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dubia*) has anti-oxidative and anti-inflammatory properties. **Journal of Cardiology**, [s. l.], v. 52, n. 2, p. 127-132, 2008.

MAEDA, R. N.; ANDRADE, J. S. Aproveitamento do camu-camu (*Myrciaria dubia*) para produção de bebida alcoólica fermentada. **Acta Amazônica**, [s. l.], v. 33, p. 489-498, 2003.

MAEDA, R. N.; PANTOJA, L.; YUYAMA, L. K. O.; CHAAR, J. M. Estabilidade de ácido ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh). **Food Science and Technology**, [s. l.], v. 27, p. 313-316, 2007.

MAEDA, R. N.; PANTOJA, L.; YUYAMA, L. K.; CHAAR, J. M. Determinação da formulação e caracterização do néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* McVaugh). **Food Science and Technology**, Campinas-SP, v. 26, p. 70-74, 2006.

MATTIETTO, R. D. A.; CARVALHO, A.; RIBEIRO, S. Características físico-químicas da polpa de camu-camu provenientes de diferentes genótipos. **Embrapa Amazônia Oriental-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, [s. l.], p. 14, 2019.

MAUÉS, M. M.; COUTURIER, G. Biologia floral e fenologia reprodutiva do camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh, Myrtaceae) no Estado Pará, Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, [s. l.], 25, p. 441-448, 2002.

MELO, S. A. d. **Estudo da atividade antidiabética da polpa de camu-camu (*Myrciaria dubia*) em ratos diabéticos**. 2012. 61 f. - Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

MUTHUKUMARAN, J.; SRINIVASAN, S.; VENKATESAN, R. S.; RAMACHANDRAN, V. *et al.* Syringic acid, a novel natural phenolic acid, normalizes hyperglycemia with special reference to glycoprotein components in experimental diabetic rats. **Journal of Acute Disease**, [s. l.], v. 2, n. 4, p. 304-309, 2013.

MYODA, T.; FUJIMURA, S.; PARK, B.; NAGASHIMA, T. *et al.* Antioxidative and antimicrobial potential of residues of camu-camu juice production. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 304-307, 2010.

NASCIMENTO, W. do; CARVALHO, J. de. A cultura do camu-camu. Área de Informação da Sede-Col Criar Plantar ABC 500P/500R Saber (INFOTECA-E), [s. l.], v. 71, p. 81, 2012.

NASCIMENTO, W. Propagação do camucamuzeiro. **Belém: Embrapa Amazônia Oriental**, [s. l.], 437, p. 20, 2018.

OLIVEIRA, J. D. **Estudo da viabilidade de embalagens e temperaturas de armazenamento na qualidade pós-colheita de camu-camu [*Myrciaria dubia* (HBK) Mc Vaugh]**. 2013. 134 f. Dissertação (Mestrado Ciência

e Tecnologia de Alimentos)— Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

OLIVEIRA, T. C. D. S. **Principais compostos bioativos e capacidade antioxidante da polpa do camu-camu (*Myrciaria dubia*) em diferentes estádios de maturação.** 2014. (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). - Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2014.

PAN, M. H.; LAI, C. S.; HO, C. T. Anti-inflammatory activity of natural dietary flavonoids. **Food & Function**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 15-31, 2010.

PINEDO, M.; DELGADO, C.; VEGA, R.; SOTERO, V. *et al.* **Cultivo del camu camu en áreas inundables**; manual técnico. Ocho fascículos para el productor. Local: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana: Probosques, 2012. 89 p.

PINTO, P. M.; JACOMINO, A. P.; SILVA, S. R. D.; ANDRADE, C. A. W. Ponto de colheita e maturação de frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 48, p. 605-612, 2013.

PROMPERÚ. Informe Anual 2017. **Desarrollo del comercio exterior agroexportador.** EXPORTABLE, Lima, Perú: Promperú 2017.

RIBEIRO, P. F. D. A.; STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, E. B. d.; MENDONÇA, A. C. *et al.* Teor de vitamina C, β -caroteno e minerais em camu-camu cultivado em diferentes ambientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 46, p. 567-572, 2016.

RIBEIRO, S. I.; MOTA, M. G. C.; CORRÊA, M. L. P.; MONTEIRO, L. L. Banco ativo de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.X.) Mc Vaugh) na Amazônia Oriental. In: SIMPÓSIO DE

RECURSOS GENÉTICOS PARA A AMÉRICA LATINA E CARIBE, 2002, Londrina. **Anais [...]**. Londrina, PR: 2002.

RODRIGUES, L. M.; ROMANINI, E. B.; SILVA, E.; PILAU, E. J. *et al.* Camu-camu bioactive compounds extraction by ecofriendly sequential processes (ultrasound assisted extraction and reverse osmosis). **Ultrasonics sonochemistry**, [s. l.], 64, p. 105017, 2020.

RUFINO, M. D. S. M.; ALVES, R. E.; DE BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-

traditional tropical fruits from Brazil. **Food chemistry**, [s. l.], v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.

SANTOS, I. L.; MIRANDA, L. C. F.; RODRIGUES, A. M. da C.; SILVA, L. H. M. da *et al.* Camu-camu [*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh]: A review of properties and proposals of products for integral valorization of raw material. **Food Chemistry**, [s. l.], 372, p. 131290, 2022.

SCHWERTZ, M. C.; MAIA, J. R. P.; SOUSA, R. F. S. D.; AGUIAR, J. P. L. *et al.* Efeito hipolipidêmico do suco de camu-camu em ratos. **Revista de Nutrição**, São Paulo, v. 25, p. 35-44, 2012.

SILVA, J. T. da. **O efeito antitumoral do extrato hidroalcoólico do fruto da *Myrciaria dubia* (kunth) mcvaugh (camu-camu)**. 2018. 73 f. Dissertação (Mestrado Ciências e Inovação Tecnológica) — Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2018.

SOUZA, A.; OLIVEIRA, T.; MATTIETTO, R.; NASCIMENTO, W. *et al.* Bioactive compounds in the peel of camu camu genotypes from Embrapa's active germplasm bank. **Food Science and Technology**, [s. l.], v. 38, p. 67-71, 2017.

SOUZA, R. A. M. de. **Qualidade de polpa de camu-camu [*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh], submetida aos processos de congelamento, pasteurização, alta pressão hidrostática e liofilização e armazenada por quatro meses**. 2011. 114 f. - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SUGUINO, E.; ARAÚJO, P.; SIMÃO, S. Cultivo do camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Piracicaba: série Produtor Rural**, [s. l.], n. 16, 2001.

SUWAL, S.; MARCINIAK, A. Technologies for the Extraction, Separation and Purification of polyphenols—A Review. **Nepal Journal of Biotechnology**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 74-91, 2018.

TAVARES, A. L.; MIRA, R. D. F. **Influência do tamanho da semente na germinação e desenvolvimento de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK))**. 2019. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) — Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.

TEIXEIRA, A. S.; CHAVES, L. D. S.; YUYAMA, K. Esterases no exame da estrutura populacional de Camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh-Myrtaceae). **Acta Amazônia**, [s. l.], v. 34, n. 1, p. 89-96, 2004.

VARGAS, B. L.; GONÇALVES, F. A.; YUYAMA, L. K. O.; SOUZA, F. das C. do A. *et al.* Efecto de las cápsulas de camu-camu en la glucemia y perfil lipídico de los adultos sanos. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 48-61, 2015.

VELA CÁRDENAS, V. G. **Obtención de infusión filtrante a partir del exocarpo de *Myrciaria dubia* (camu camu), proveniente del despulpado como sub producto**. 2012. 150 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia em Industrias Alimentarias) — Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, 2012.

VILLANUEVA-TIBURCIO, J. E.; CONDEZO-HOYOS, L. A.; ASQUIERI, E. R. Antocianinas, ácido ascórbico, polifenoles totales y actividad antioxidante, en la cáscara de camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh). **Food Science and Technology**, [s. l.], v. 30, p. 151-160, 2010.

YAO, Y.; SANG, W.; ZHOU, M.; REN, G. Antioxidant and α -glucosidase inhibitory activity of colored grains in China. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 58, n. 2, p. 770-774, 2010.

YAZAWA, K.; SUGA, K.; HONMA, A.; SHIROSAKI, M. *et al.* Anti-inflammatory effects of seeds of the tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Journal of nutritional science and vitaminology**, [s. l.], v. 57, n. 1, p. 104-107, 2011.

YUNIS-AGUINAGA, J.; FERNANDES, D. C.; ETO, S. F.; CLAUDIANO, G. S. *et al.* Dietary camu camu, *Myrciaria dubia*, enhances immunological response in Nile tilapia. **Fish & Shellfish Immunology**, [s. l.], v. 58, p. 284-291, 2016.

YUYAMA, K.; MENDES, N. B.; VALENTE, J. P. Longevidade de sementes de camu-camu submetidas a diferentes ambientes e formas de conservação. **Revista Brasileira de fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 33, p. 601-607, 2011.

CAPÍTULO 4



CÚRCUMA: A PLANTA ALIMENTÍCIA NÃO CONVENCIONAL COR DA TERRA

CÚRCUMA: A PLANTA ALIMENTÍCIA NÃO CONVENCIONAL COR DA TERRA

Najla de Oliveira Cardozo³
Maria Rita Marques de Oliveira⁴

Resumo

O uso de plantas alimentícias não convencionais (PANCs) contribui para a biodiversidade na alimentação e ampliação das fontes de nutrientes disponíveis à população. Assim, a cúrcuma é uma planta herbácea e rizomatosa da família *Zingiberaceae*, conhecida como um condimento de alimentos em forma de pó obtido da moagem dos rizomas secos. Uma poderosa aliada na promoção da saúde e prevenção de doenças. Rica em compostos bioativos, possui ações antioxidantes e anti-inflamatórias, sendo usada até para o tratamento de doenças, tais como: diabetes, depressão e artrite reumatoide. Evidências apontam melhoras nos sistemas respiratório, circulatório, nervoso, tegumentar e locomotor, bem como na diabetes e obesidade. Contudo, permanece a necessidade do desenvolvimento de mais estudos referentes tanto ao uso da cúrcuma/curcumina, em recomendações de dosagens e tempo, quanto a estratégias para o aumento da biodisponibilidade de absorção da cúrcuma no metabolismo humano.

Palavras-chave: Cúrcuma. *Curcuma longa*. Curcumina. Fitoterapia. Saúde humana.

1. INTRODUÇÃO

1.1 História e características gerais

A biodiversidade na alimentação contribui para a ampliação das fontes de nutrientes disponíveis à população e para a promoção da

3 Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Araraquara, SP. E-mail: najla_oc@hotmail.com.

4 Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências – Botucatu, SP. E-mail: maria-rita.oliveira@unesp.br.

soberania e segurança alimentar, assim é importante o uso das PANCs (TULER; PEIXOTO; SILVA, 2019). A *C. longa* é uma PANC de origem indiana do Sudeste Asiático, amplamente cultivada para a finalidade alimentar e condimentar (PEREIRA; STRINGHETA, 1998). É uma planta herbácea, rizomatosa que pertence à família *Ziingiberaceae* (mesma do gengibre), com rizomas primários e secundários tradicionalmente utilizados secos na moagem para o condimento em forma de pó, conhecida como Açafão-da-terra e por nomes regionais como falso açafão, cúrcuma e *curry spice* (PEREIRA *et al.*, 2014; SUETH-SANTIAGO *et al.*, 2015). Essa espécie foi popularizada como tempero nas cozinhas de vários países, como a Índia, o Paquistão e o Brasil, além de ser utilizado para o tratamento anti-inflamatório na medicina tradicional chinesa e na terapia indiana milenar (JURENKA, 2009). Ademais, a *C. Longa* é utilizada como agente aromatizante, repelente de insetos, corante em alimentos e ingrediente em cosméticos (AKBAR *et al.*, 2018).

A *C. longa* (Figura 3) mede até 12cm de comprimento e chega a 5cm de diâmetro, possuindo rizomas centrais ovalados e laterais cilíndricos geralmente com pequenas ramificações, a sua coloração varia entre amarelo-pardo a amarelo-acastanhado e sua superfície é lisa, com cicatrizes anelares, irregulares e arredondadas. Com uma secção transversal, podem ser observadas duas zonas: uma região cortical estreita mais clara e o cilindro central bem alaranjado (PEREIRA *et al.*, 2014, 2017).

Figura 1 — Açafrão-da-terra (*Curcuma longa*)



Fonte: Pixabay, 2022.

No Brasil, a história da *C. longa* teve início no período colonial brasileiro, os rizomas eram plantados quando os bandeirantes saíam à procura de pedras preciosas como forma de demarcar as regiões já garimpadas. Dessa forma, a planta difundiu-se pelas regiões brasileiras, sendo utilizada pelos índios como: medicamento, corante alimentício e tintura para pintar a pele (PEREIRA; STRINGHETA, 1998; PEREIRA *et al.*, 2014). A Cúrcuma ou seus derivados podem ser eficientes como terapia principal no tratamento de doenças autoimunes e inflamatórias devido à ampla gama de compostos bioativos capazes de exercer importantes ações anti-inflamatórias e antioxidantes com efeitos equivalentes até aos do ibuprofeno ou diclofenaco, mas sem os efeitos adversos (MARTON *et al.*, 2020).

Composta por curcuminoides e lactonas sesquiterpênicas, a cúrcuma possui tropismo nos sistemas imunológico, circulatório e endócrino. Por isso, suas indicações farmacêuticas são para processos inflamatórios e alérgicos em geral, como doença coronariana, hipertensão arterial, miocardiopatia hipertrófica, aterosclerose e dislipidemias. Com ações gerais anti-inflamatória, antimicrobiana, antioxidante e antialérgica, além de ações específicas em cada sistema (EMA, 2018). No sistema tegumentar, a cúrcuma pode agir como anti-inflamatória e cicatrizante,

já no sistema cardiocirculatório, como antitrombótica, reduzindo os níveis pressóricos com ação hipotensora e hipolipemiante; no sistema digestório pode ser hepatoprotetora e anti-inflamatória do cólon; no sistema endócrino age como hipoglicemiante no diabetes tipo II; no sistema imunológico pode ser imunomoduladora e antialérgica; no sistema osteoarticular e respiratório atua como anti-inflamatória (WHO, 1999).

Nos últimos dez anos, os estudos enfatizaram o princípio ativo da cúrcuma, a curcumina (MAZZARI; PRIETO, 2014). Inclusive, existem evidências quanto à curcumina: reduzir agentes pró-inflamatórios como a Interleucina 1 (IL-1) e de pacientes com inflamações sistêmicas (DEROSA *et al.*, 2016); diminuir mucosite oral, dor, intensidade do eritema e área ulcerativa (NORMANDO *et al.*, 2019); reduzir placa e inflamações gengivais em casos de periodontite (TERBY *et al.*, 2021); bloquear o fator de necrose tumoral- α (TNF- α), que é um mediador inflamatório, sendo a sua redução um alvo terapêutico em várias doenças inflamatórias (SAHEBKAR *et al.*, 2016); melhorar doenças gastrointestinais (GOULART *et al.*, 2021), como a síndrome do intestino irritável (SII) e a colite ulcerativa, e ajudar na erradicação da infecção por *H. pylori*. Além de possibilitar melhoras em úlceras pépticas e na doença de Crohn (SCHNEIDER *et al.*, 2017; CHANDAN *et al.*, 2020; COELHO *et al.*, 2020; ATEFI *et al.*, 2021); ter efeito inibitório nas complicações induzidas pela sepse, a exemplo dos fatores inflamatórios de coagulação oxidativa e a regulação das respostas imunológicas na sepse (KARIMI *et al.*, 2019); regular a expressão de micro RNAs patogênicos em câncer gástrico, colorretal, esofágico e de fígado (AKBARI *et al.*, 2021); proteger contra a doença renal diabética (JIE *et al.*, 2021); gerar efeitos favoráveis nas doenças renais, particularmente em termos de inflamação e estresse oxidativo como na proteinúria (BAGHERNIYA *et al.*, 2021); causar uma eficácia nas concentrações séricas de alanina aminotransferase e de aspartato aminotransferase em pacientes com doença hepática gordurosa não alcoólica (GOODARZI *et al.*, 2019), entre outros benefícios estudados.

1.2 Composição da cúrcuma

Os constituintes da cúrcuma incluem: curcumina (diferuloilmetano; o constituinte primário e o responsável por sua cor amarela vibrante), desmetoxicurcumina e bisdemetoxicurcumina (KUNNUMAKKARA *et al.*, 2017; JURENKA, 2009), além de saponinas, vitaminas e precursores vitamínicos (carotenoides, tiamina, riboflavina e niacina); corantes (curcumina, dicafeilmetano, dihidrocurcumina, desmetoxi-curcumina, caferuilmetano e ciclocurcumina) e óleos essenciais (cineol, borneol, limoneno, d-sabineno, ácido caprílico, eugenol, curcumenol, felandreno, curcumenona, linalol, zingibereno, bisabolano, guayano, germacrano e alfa-atlantona) (PRASAD *et al.*, 2014). As altas concentrações de polifenóis e flavonoides faz a sua via biossintética começar com a fenilalanina, que é um precursor comum na biossíntese de flavonoides (WRIGHT *et al.*, 2013).

Os rizomas da cúrcuma desenvolvem-se no rizoma primário, ao redor de uma estrutura tuberosa central para então serem formados os rizomas secundários (mais finos). Os dois rizomas são comercializados secos e possuem uma composição rica em carboidratos (69,4%); e, após destilados, apresentam até 5,5% de óleo essencial (PURSEGLOVE, 1972). A cúrcuma pode ter aproximadamente 3% de curcumina de acordo com o seu peso e existem condições de processamento para maximizar os rendimentos de extração. Esses processos diferenciam-se quanto ao tempo de destilação, temperatura, extração por solventes voláteis e pressão da autoclave. Como exemplo, o melhor rendimento de pigmentos (curcumina, desmetoxicurcumina e bisdemetoxicurcumina) de 7,98% em peso pode ocorrer com extração por solventes voláteis em 30°C por 6 horas (MANZAN *et al.*, 2003).

A curcumina é a principal representante dos curcuminoides, responsável pela atividade biológica da planta, porém a sua absorção é considerada baixa em virtude da sua baixa disponibilidade, pois possui pouca solubilidade em água e rápido metabolismo no fígado e eliminação (SOHN *et al.*, 2021). É um composto bioativo não tóxico, natural, de fácil acessibilidade, altamente lipofílico e fenólico. Possui uma ampla gama de atividades farmacológicas e propriedades medicinais contra vários tipos de doenças, distúrbios e síndromes (AKBAR *et al.*, 2018). Por isso, avanços nas pesquisas buscam técnicas para aumentar

a biodisponibilidade da curcumina com carreadores e combinação de outros agentes bioativos como análogos estruturais da curcumina (SOHN *et al.*, 2021). A administração de piperina com curcumina pode aumentar a eficácia da curcumina no sistema de defesa antioxidante (ALIZADEH; KHEIROURI, 2019).

O aumento da biodisponibilidade pode ocorrer devido ao sinergismo inerente dos compostos naturais presentes nos rizomas da *C. Longa*. A administração concomitante com piperina, um composto extraído da pimenta preta (*Piper nigrum*), pode aumentar em até 20 vezes a biodisponibilidade da curcumina, outro produto comercial (Meriva®) integra mais facilmente as membranas plasmáticas por conter curcumina ligada à fosfatidilcolina. Não só isso, também tem capacidade de aumentar a biodisponibilidade da curcumina e outro extrato padronizado, chamado BCM-95®, atingindo concentrações terapêuticas mais rápido e mantendo as concentrações por mais tempo – com absorção de 96% da curcumina (SOLEIMANI; SAHEBKAR; HOSSEINZADEH, 2018).

Para o uso do açafrão-da-terra como medicamento ou suplemento dietético, é usado o extrato padronizado para 80-95% de curcuminóides, principalmente a curcumina. A cúrcuma e a curcumina modificam o NF- κ Sinalização B, citocinas pró-inflamatórias, como produção de interleucina e atividades de fosfolipase A2, COX-2 e 5-LOX. Também modulam as expressões de vários fatores de transcrição envolvidos no metabolismo energético, como transdutor de sinal e outros (PRASAD *et al.*, 2014). A estrutura molecular da curcumina é altamente pleiotrópica, capaz de interagir com vários alvos moleculares envolvidos na inflamação e interceptar espécies reativas de oxigênio que são particularmente prejudiciais em modelos de inflamação crônica (JURENKA, 2009; ALTOBELLI *et al.*, 2021).

1.3 Potencial anti-inflamatório e antioxidante

A curcumina pode ter potencial como um agente terapêutico em doenças inflamatórias por causa da rápida depuração e conjugação da curcumina no plasma (JURENKA, 2009), assim como os flavonóides, que fazem parte da composição da cúrcuma e apresentam propriedades neuroprotetoras por meio da interação com o sistema celular (SUETH-SANTIAGO *et al.*, 2015).

A atividade anti-inflamatória da cúrcuma pode ocorrer por mecanismos diferentes: inibição da ativação do fator nuclear *kappa*-B (mesmo mecanismo dos corticosteroides), inibição da ciclooxigenase 2 (COX-2) e da lipo-oxigenase (mesmo mecanismo dos anti-inflamatórios não-esteroidais), inibição da enzima óxido nítrico sintetase induzível (iNOS), inibição da produção de citocinas inflamatórias TNF-alfa e interleucinas (1, 2, 6, 8 e 12) (JURENKA, 2009). Quanto ao seu papel antioxidante, doses de curcuminóides com 600 miligramas (ou mais) reduzem as concentrações séricas de malondialdeído e aumentam a atividade da superóxido dismutase – com efeitos ainda maiores quando há a combinação no uso da piperina do que quando usada isoladamente (QUIN *et al.*, 2018).

O seu potencial antioxidante está relacionado com a proteção contra estresse oxidativo, inibição da agregação de placas beta amilóides e hiperfosforilação da proteína tau (ZHANG *et al.*, 2015). Possui um mecanismo de proteção dos condrócitos apoptóticos induzidos por IL-1B, melhora das alterações degenerativas precoces da cartilagem articular, inibição da produção de fosfolipase A2 citoplasmática (cPLA2), ciclooxigenase 2 (COX-2), 5-lipoxigenase (5-LOX), dentre outros (KOCAADAM; ŞANLIER, 2017). Os efeitos do uso da curcumina são processados por meio da modulação das vias da dor, incluindo a inibição de uma série de mediadores pró-inflamatórios, remodelação das proteínas da matriz extracelular, inibição do apoptose, inibição de vias de sinalização e ativação do sistema opioide, além de outras já citadas no texto que têm como alvo múltiplas vias moleculares e podem ser benéficas no tratamento e controle da dor e inflamação (UDDIN *et al.*, 2021). Contudo, a curcumina exerce seus efeitos farmacológicos por meio de mecanismos anti-inflamatórios e antioxidantes, com a interação de diferentes moléculas de sinalização, fatores de transcrição e moduladores epigenéticos como os microRNAs (miRs) (MOMTAZI *et al.*, 2016).

2. BENEFÍCIOS AO METABOLISMO HUMANO E MODO DE USO DA CÚRCUMA

2.1 Sistema respiratório

Algumas plantas medicinais com diferentes combinações de propriedades podem ser úteis na prevenção e no tratamento das doenças do sistema respiratório (PEREIRA *et al.*, 2014). A exemplo das infecções das vias aéreas superiores, sinusites, faringites, amigdalites, rinite alérgica e asma (HABIB *et al.*, 2019). Assim, a C. Longa tem sido usada em adolescentes com asma junto ao tratamento convencional para reduzir os sintomas, permitindo maior controle da doença, além de melhorar a limitação em atividades físicas (PEREIRA *et al.*, 2014). A melhora do quadro da asma pode ocorrer com a curcumina em razão da redução da produção linfocitária de interleucinas e da redução da produção local de citocinas, que diminuem a crise de broncoespasmo (KIM; PHILLIPS; LOCKEY, 2011).

2.2 Sistema circulatório

As doenças cardiovasculares são a principal causa de morbimortalidade no mundo, assim como outras doenças crônicas não transmissíveis, acidente vascular cerebral e doenças isquêmicas do coração. Os profissionais da saúde tentam alternativas além da medicação para melhoras nos quadros clínicos dos pacientes (MARTINEZ-MARDONES *et al.*, 2019). A utilização de fitoterápicos na prevenção e tratamento das doenças do sistema circulatório ocorre por meio das propriedades: antioxidante, anti-inflamatória, vasodilatadora, inibidora da enzima de conversão da angiotensina (ECA), hipolipemiante, hipoglicemiante, antiagregante plaquetária (PEREIRA *et al.*, 2014). A administração de extrato rico de curcuminóides em adultos, os quais foram submetidos a cirurgias de revascularização miocárdica, pode reduzir os níveis de proteína C reativa e o malondialdeído (WONGCHAROEN *et al.*, 2012). Não só isso, o uso da cúrcuma também pode servir para reduzir triglicerídeos e aumentar o colesterol HDL na modulação dos lipídios do sangue em adultos com doenças metabólicas (YUAN *et al.*, 2019).

2.3 Sistema nervoso

Os transtornos mentais comuns incluem todos os transtornos neuropsiquiátricos, tais como o transtorno depressivo maior, o transtorno de estresse pós-traumático (PTSD), o transtorno obsessivo-compulsivo (TOC), o transtorno bipolar, os transtornos psicóticos e o autismo (BARBUI *et al.*, 2017; LOPRESTI *et al.*, 2017). Os transtornos depressivos são explicados pela hipótese da menor disponibilidade de aminas biogênicas cerebrais, como serotonina, noradrenalina e/ou dopamina. Enquanto os transtornos ansiosos são explicados pelos sistemas de neurotransmissores com serotonina e locus-ceruleus-noradrenalina (LOPRESTI *et al.*, 2017).

Os fitoterápicos encontrados na cúrcuma podem ajudar na inibição da recaptação de serotonina ou dopamina/noradrenalina na sinapse nervosa, sendo, inclusive, adaptógenos, auxiliando no aumento da resistência do indivíduo em situações de estresse (MATIAS *et al.*, 2021). A curcumina pode ser eficaz no tratamento dos sintomas de uma variedade de distúrbios neuropsiquiátricos, depressivos e de ansiedade em pessoas com depressão (FUSAR-POLI *et al.*, 2020). Sistemicamente, a curcumina pode aumentar a sensibilidade à insulina (MATIAS *et al.*, 2021), porém com maior eficácia para o tratamento do transtorno depressivo maior (LOPRESTI *et al.*, 2017).

Além dos transtornos de ansiedade e depressão, a Curcuma Longa tem potencial com um extrato aquoso, óleo e constituintes ativos como anti-convulsivos, por meio da redução da corticosterona, modulação da sinalização de neurotransmissores, modulação dos canais de íons de sódio, redução do dano oxidativo ao DNA, redução da peroxidação lipídica e inibição mediada pelo ácido γ -aminobutírico (GABA) (CHOO; SHAIKH, 2021).

A curcumina apresenta propriedades que podem prevenir doenças neurodegenerativas, devido as suas ações antioxidantes e anti-inflamatórias supracitadas. Dessa forma, pode ser preventiva e diminuir sintomas na doença de Alzheimer, uma vez que a formação de placas senis e emaranhados neurofibrilares da proteína tau são o principal mecanismo patológico da doença (COSTA *et al.*, 2019). Com efeitos promissores da curcumina na cognição (VOULGAROPOULOU *et al.*, 2019) e na habilidade de aquisição de novas memórias, prevenindo,

portanto, a deterioração cognitiva (YU *et al.*, 2013). Outra doença que apresenta a curcumina como neuroprotetora é a Doença de Parkinson, uma doença multissistêmica lentamente progressiva que afeta os neurônios dopaminérgicos da substância negra pars compacta (SNpc), caracterizada por uma diminuição da dopamina (DA) em seus terminais estriados (NEBRISI, 2021).

2. 4 Sistema tegumentar

A pele é uma barreira física que protege o corpo do meio externo, ela limita o ataque de ameaças ambientais pelo sistema imunológico, porém, se desregulado, pode causar doenças inflamatórias crônicas (MATA *et al.*, 2021). As doenças da pele podem ser classificadas em grupos: doenças inflamatórias, doenças infecciosas e úlceras crônicas. O tratamento das doenças inflamatórias da pele pode ser realizado com plantas com atividade anti-inflamatória e tropismo pela pele, como as úlceras crônicas de pele (úlceras de pressão, úlceras vasculares ou ligadas ao diabetes), enquanto as doenças infecciosas da pele podem ser tratadas com plantas de atividade antibacteriana, antifúngica e antiviral, respeitando-se o mecanismo de cicatrização e o estágio da ferida (VAUGHN; BRANUM; SIVAMANI, 2016).

Os produtos e suplementos de curcumina, tanto orais quanto tópicos, têm potencial para fornecer benefícios terapêuticos para a saúde da pele (VAUGHN; BRANUM; SIVAMANI, 2016). Assim, a cúrcuma pode trazer benefícios anti-inflamatórios na psoríase (reduz a espessura, o eritema, o prurido, a queimação e a dor nas lesões) e melhorar lesões de radiodermatite, líquen plano oral, vermelhidão facial e até as derivadas de alguns tipos de câncer de pele (ARORA; SHAH; PANDEY-RAI, 2016; NGUYEN; FRIEDMAN, 2013; MATA *et al.*, 2021). Além de efeitos benéficos na cicatrização de feridas, na prevenção de danos ultravioleta B crônicos pode impedir a vermelhidão facial, como rosácea e rubor, na produção de hialuronano, aumentando a umidade da pele e reduzindo o crescimento de pelos axilares (BARBALHO *et al.*, 2021). Pode ser usada também no tratamento de eczemas, acne, dermatites e urticária na forma de banhos ou de cremes, em decorrência do seu alto poder de cicatrização (AKBIK *et al.*, 2014).

2.5 Sistema locomotor

As doenças do aparelho locomotor frequentemente envolvem o uso de anti-inflamatórios. Essa classe de medicamentos pode ser dividida em dois grandes grupos, de acordo com o mecanismo de ação: esteroidais e não esteroidais. O primeiro grupo possui moléculas derivadas do cortisol, as quais produzem efeitos colaterais como imunossupressão, retardamento da cicatrização, osteoporose, fraqueza muscular, catarata e demência esteroideal, entre outros. A segundo age inibindo a atividade de subtipos da enzima ciclooxigenase (COX), impedindo a síntese de derivados da cascata do ácido araquidônico (PEREIRA *et al.*, 2014).

Atualmente plantas com potencial terapêutico para enfermidades do sistema locomotor possuem propriedades: anti-inflamatória, analgésica e regeneradora dos tecidos ósseos e cartilaginosos. A *Curcuma longa* é uma das plantas com potencial uso nas doenças inflamatórias crônicas do sistema locomotor (PEREIRA *et al.*, 2014). Seus mecanismos de ação incluem a capacidade de interagir com numerosas moléculas envolvidas na cascata inflamatória, a exemplo dos fatores de transcrição (como o NF- κ B), os fatores de crescimento (como o fator de crescimento endotelial vascular), as citocinas inflamatórias (como o TNF- α , IL-1 e IL-6), as proteínas quinases e as enzimas (SHISHODIA, 2013). Com isso, um medicamento disponível à base de extrato seco de *Curcuma longa* que é comercializado, (Motore[®]), tendo em vista que é indicado no tratamento da osteoartrite e da artrite reumatoide (PEREIRA *et al.*, 2014).

Muitos estudos demonstram efeitos da curcumina em casos de artrite reumatoide, como a melhora da rigidez matinal, o tempo de caminhada e o inchaço das articulações que podem ser por diferentes mecanismos, tais como a inibição da família da proteína quinase ativada por mitógeno e regulada por sinal extracelular, proteína-1 ativadora e o fator nuclear kappa B (PORHABIBI-ZARANDI; SHOJAEI-ZARGHANI; RAFRAF, 2021).

No caso da osteoartrite, a inflamação da cartilagem articular é acompanhada de dor e os tratamentos mais comuns são analgésicos e anti-inflamatórios não esteroides (AINEs), (BINDU; MAZUMDER, 2020). O tratamento consiste em avaliar a dor do paciente, a função articular e o efeito curativo, pois as manifestações patológicas incluem a destruição da cartilagem articular, a formação de osteófitos, sinovite

e o estreitamento do espaço articular. Com isso, entre os vários alvos moleculares da curcumina, alguns estão envolvidos na remodelação óssea, por isso ela pode ser usada no sistema locomotor (ROHANIZADEH; DENG; VERRON, 2016).

A curcumina pode ser usada no tratamento da osteoartrite tanto para o alívio da dor quanto para a melhora funcional de joelho sintomático (DAI *et al.*, 2021), sendo tão eficiente quanto os AINEs para dor, função e rigidez articulares (ZENG *et al.*, 2021). Porém, as discussões sobre isso se referem à quantidade e ao tempo de suplementação para a efetividade do efeito da curcumina no tratamento (WANG *et al.*, 2021).

2. 6 Diabetes e Obesidade

A obesidade e as doenças crônicas não transmissíveis correspondem aos maiores problemas de saúde pública no mundo. A condição da obesidade é multifatorial, engloba fatores genéticos e ambientais (ABARCA-GÓMEZ *et al.*, 2017). O tratamento da obesidade é um desafio para os profissionais de saúde e, ainda, com a equipe multidisciplinar, pode ser realizado com dietoterapia, farmacoterapia, cirurgias bariátricas, exercício físico, mudança comportamental, aromaterapia e fitoterapia (PEIRSON *et al.*, 2014).

Na fitoterapia alguns compostos presentes nas plantas podem auxiliar na perda de peso por meio da regulação do metabolismo lipídico, supressão da ingestão alimentar e aumento do gasto energético. Esses compostos similares aos polifenólicos podem ser úteis no tratamento da obesidade (HURSEL; WESTERTERP-PLANTENGA, 2013). Além disso, também auxiliam no controle da ansiedade, algo fundamental para o tratamento da obesidade, uma vez que o estresse cotidiano pode levar ao menor gasto de energia de repouso pós-prandial, menor oxidação da gordura e maior liberação de insulina (KIECOLT-GLASER *et al.*, 2015).

Tal como a obesidade, o diabetes mellitus é um problema para a saúde pública, uma das doenças crônicas mais prevalentes no mundo, sendo caracterizada pela hiperglicemia crônica. O diabetes mellitus tipo 1 (DM1) é considerado uma patologia inflamatória e autoimune em razão do comprometimento da produção de insulina causada pela infiltração de linfócitos T autorreativos; e o diabetes mellitus tipo 2 (DM2) é caracterizado pela resistência à ação da insulina associada à

hiperinsulinemia durante o período pós-prandial (HASLACHER *et al.*, 2018).

A farmacoterapia e outras alternativas como uma alimentação rica em vegetais com potenciais antioxidantes e a prática regular de exercícios físicos estão entre os métodos terapêuticos utilizados para controlar a diabetes e o controle glicêmico. Nesse contexto, a curcumina na regulação da glicemia tem potencial para atenuar o quadro hiperglicêmico desencadeado pelo diabetes mellitus (DM) e melhorar a qualidade de vida e sobrevida de pacientes diabéticos (SENA-JÚNIOR *et al.*, 2020).

A ingestão de um extrato de curcuminóides pode levar a uma redução significativa da leptina, da resistência arterial, dos triglicerídeos, da gordura visceral, da gordura corporal total e da circunferência abdominal e, ao mesmo tempo, a um aumento significativo da adiponectina (CHUENG SAMARN *et al.*, 2014). Por outro lado, possivelmente a atividade antidiabética da curcumina decorre da sua capacidade de suprimir o estresse oxidativo e o processo inflamatório, pois reduz a glicose no sangue em jejum, a hemoglobina glicada e o índice de massa corporal (MARTON *et al.*, 2021).

➤ *Recomendações de uso por diferentes métodos*

Por decocção é recomendado o uso oral de 1,5g em 150mL, 2 x/dia (BRASIL, 2011) ou 0,5g em 150mL, 2–3 x/dia (PEREIRA *et al.*, 2017), mas, para o uso pediátrico, (indicado para crianças com mais de 12 anos) seria de 5 mL/kg/dia, em 2–3 x/dia (PEREIRA *et al.*, 2017). No caso da tintura, o uso oral é de 0,1–1,5mL (como antidispéptico) ou 1–3 mL (como antiinflamatório), 3 x/dia (BRASIL, 2018), como também pode ser 1–3 gotas/kg/dia, em 2–3 x/dia (PEREIRA *et al.*, 2014), já para o uso pediátrico: 1–3 gotas/kg/dia, em 1–3 x/dia (PEREIRA *et al.*, 2014). Para a fitoterapia em pomada, creme ou gel é feito o uso tópico com aplicação na área afetada, 2–3 x/dia (PEREIRA *et al.*, 2014). O uso do extrato seco pode ser oral com 80–160 mg/dia (extrato etanólico 13-25:1 com etanol a 96%), em 2–4 x/dia ou 100–120 mg/dia (extrato etanólico 5,5-6, 5:1 com etanol a 50%), em 2 x/dia (BRASIL, 2018). Enquanto o uso do extrato seco etílico (75 a 85% de curcuminóides) oral pode ser 1 cápsula de 670 mg, 3 x/dia após as refeições (BRASIL, 2018).

➤ *Contraindicações*

O uso da cúrcuma deve ser suspenso caso haja alguma reação indesejável. Não é recomendado para gestantes e lactantes (BRASIL, 2011; BRASIL, 2018; BRASIL, 2019). O uso é contraindicado para pessoas portadoras de cálculos biliares, obstrução das vias biliares, hepatopatias, colangite e úlcera gastroduodenal e especialmente o uso da tintura para menores de 18 anos e diabéticos, em função do teor alcoólico na formulação (EMA, 2018). Além de ser necessária a atenção com interações medicamentosas – como a incompatibilidade com *Aconitum* spp. – e com o uso concomitante de anticoagulantes e anti-inflamatórios, que deve ser evitado, haja vista que são capazes de aumentar o risco de sangramentos ou até de hemorragias e ainda podem diminuir a ação de imunossupressores, quando usados de forma simultânea (PEREIRA *et al.*, 2014). É possível que ocorram leves sintomas de xerostomia (boca seca), flatulência e irritação gástrica, porém isso não acontece com frequência (EMA, 2018), além de também haver a ocorrência de diarreia, dor abdominal, náuseas, edemas localizados e queda de cabelo (DAILY *et al.*, 2016), podendo ocorrer dermatites alérgicas e até a manifestação de reações alérgicas (WHO, 1999). Ressalta-se que não se deve utilizar junto ao paracetamol, pois pode levar a um quadro de toxicidade devido à indução de CYP1A2 (MAZZARI; PRIETO, 2014). O uso da cúrcuma não é indicado para menores de dois anos, exceto na forma diluída, porquanto não existem evidências científicas relativas aos efeitos colaterais e à toxicidade. Do mesmo modo, não é indicado o seu uso em casos de obstrução das vias biliares e de doenças hemorrágicas. As doses elevadas de uso podem aumentar a secreção gástrica e agravar quadros como os de doença péptica (PEREIRA *et al.*, 2014).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

Este capítulo teve por objetivo sumarizar os potenciais efeitos metabólicos da cúrcuma por evidências científicas e o modo de uso dessa planta na fitoterapia para cada sistema do corpo humano. Mesmo que existam contraindicações para situações específicas, como gestantes, lactantes e interações medicamentosas ou doenças. Dessa forma, são necessários mais estudos sobre o uso da cúrcuma e os seus benefícios

em humanos quanto às dosagens e ao tempo de administração para potenciais efeitos – como também mais estudos para a evolução da biodisponibilidade da cúrcuma no metabolismo humano. Contudo, a cúrcuma é uma poderosa PANC que pode ser viável para as indústrias de alimentos e farmacêuticas, tendo em vista o seu potencial benéfico para a saúde com suas devidas precauções.

REFERÊNCIAS

ABARCA-GÓMEZ, I; ABDEEN, Z. A; HAMID, Z. A; ABU-RMEILEH, N. M; ACOSTA-CAZARES, B; ACUIN, C; *et al.* Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. **Lancet**, [s. l.], v. 390, n. 10113, p. 2627-42, 2017. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32129-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32129-3).

AKBAR, M. U.; REHMAN, K.; ZIA, K. M.; QADIR, M. I.; AKASH, M. S. H.; IBRAHIM, M. Critical Review on Curcumin as a Therapeutic Agent: From Traditional Herbal Medicine to an Ideal Therapeutic Agent. **Crit Rev Eukaryot Gene Expr**, [s. l.], v. 28, n. 1, p.17-24, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1615/CritRevEukaryotGeneExpr.2018020088>.

AKBARI, A.; SEDAGHAT, M.; HESHMATI, J.; TABAEIAN, S. P. *et al.* Molecular mechanisms underlying curcumin-mediated microRNA regulation in carcinogenesis; Focused on gastrointestinal cancers. **Biomed Pharmacother**, [s. l.], v. 141, p. 111849, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.111849>.

AKBIK, D.; GHADIRI, M.; CHZANOWSKI, W.; ROHANIZADEH, R. Curcumin as a wound healing agent. **Life Sciences**, [s. l.], v. 116, n. 1, p. 1–7, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2014.08.016>.

ALIZADEH, M.; KHEIROURI, S. Curcumin reduces malondialdehyde and improves antioxidants in humans with diseased conditions: a comprehensive meta-analysis of randomized controlled trials. **Biomedicine (Taipei)**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 23, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1051/bmdcn/2019090423>.

ALTOBELI, E.; ANGELETTI, P. M.; MARZILIANO, C.; MASTRODOMENICO, M. *et al.* Potential Therapeutic Effects of Curcumin

on Glycemic and Lipid Profile in Uncomplicated Type 2 Diabetes-A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trial. **Nutrients**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 404. 2021. DOI: 10.3390/nu13020404.

ARORA, N.; SHAH, K.; PANDEY-RAI, S. Inhibition of imiquimod-induced psoriasis-like dermatitis in mice by herbal extracts from some Indian medicinal plants. **Protoplasma**, [s. l.], v. 253, p. 503-515, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00709-015-0829-y>.

ATEFI, M.; DARAND, M.; ENTEZARI, M. H.; JAMIALAHMADI, T.; BAGHERNIYA, M.; SAHEBKAR, A. A. Systematic Review of the Clinical Use of Curcumin for the Management of Gastrointestinal Diseases. **Adv Exp Med Biol**, [s. l.], v. 1291, p. 295-326, 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-56153-6_18

BAGHERNIYA, M.; SOLEIMANI, D.; ROUHANI, M. H.; ASKARI, G.; SATHYAPALAN, T.; SAHEBKAR, A. The Use of Curcumin for the Treatment of Renal Disorders: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. **Adv Exp Med Biol**, [s. l.], v. 1291, p. 327-343, 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-56153-6_19

BARBALHO, S. M.; GONZAGA, H. F. de S.; SOUZA, G. A. de; GOULART, R. de A. *et al.* Dermatological effects of Curcuma species: a systematic review. **Clin Exp Dermatol**, [s. l.], v. 46, n. 5, p. 825-833, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/ced.14584>.

BARBUI, C.; PURGATO, M.; CHURCHILL, R.; ADAMS, C. *et al.* Cochrane for global mental health. **Lancet Psychiatry**, [s. l.], v. 4, n. 4, p. e6, 2017. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(17\)30090-1](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(17)30090-1).

BINDU, S.; MAZUMDER, S.; BANDYOPADHYAY, U. Non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) and organ damage: a current perspective. **Biochem Pharmacol**, [s. l.], v. 180, p. 114147, 2020.

BRASIL. **Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira** (Primeiro Suplemento). Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), 2018.

BRASIL. **Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira**. 1. ed. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), 2011.

BRASIL. **Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira**. 6. ed. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), 2019.

CHANDAN, S.; MOHAN, B. P.; CHANDAN, O. C.; AHMAD, R., CHALLA, A.; TUMMALA, H. *et al.* Curcumin use in ulcerative colitis: is it ready for prime time? A systematic review and meta-analysis of clinical trials. **Ann Gastroenterol**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 53-58, 2020. DOI: <https://doi.org/10.20524/aog.2019.0439>

CHOO, B. K. M.; SHAIKH, M. F. Mechanism of Curcuma longa and Its Neuroactive Components for the Management of Epileptic Seizures: A Systematic Review. **Curr Neuropharmacol**, [s. l.], v. 19, n. 9, p. 1496-1518, 2021. DOI: <https://doi.org/10.2174/1570159X19666210517120413>.

CHUENGSAAMARN, S.; RATTANAMONGKOLGUL, S.; PHONRAT, B.; TUNGTRONGCHITR, R.; JIRAWATNOTAI, S. Reduction of atherogenic risk in patients with type 2 diabetes by curcuminoid extract: a randomized controlled trial. **J Nutr Biochem**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 144-150, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2013.09.013>.

COELHO, M. R.; ROMI, M. D.; FERREIRA, D. M. T. P.; ZALTMAN, C.; SOARES-MOTA, M. The Use of Curcumin as a Complementary Therapy in Ulcerative Colitis: A Systematic Review of Randomized Controlled Clinical Trials. **Nutrients**, [s. l.], v. 12, n. 8, p. 2296, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu12082296>.

COSTA, I. M. da; FREIRE, M. A. M.; CAVALCANTI, J. R. L. de P.; ARAUJO, D. P. de *et al.* Supplementation with Curcuma longa Reverses Neurotoxic and Behavioral Damage in Models of Alzheimer's Disease: A Systematic Review. **Curr Neuropharmacol**, [s. l.], v. 17, n. 5, p. 406-421, 2019. DOI: <https://doi.org/10.2174/0929867325666180117112610>.

DAI, W.; YAN, W.; LENG, X.; CHEN, J. *et al.* Effectiveness of Curcuma longa extract versus placebo for the treatment of knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Phytother Res**, [s. l.], v. 35, n. 11, p. 5921-5935, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/ptr.7204>.

DAILY, J. W.; YANG, M.; PARK, S. Efficacy of Turmeric Extracts and Curcumin for Alleviating the Symptoms of Joint Arthritis: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. **J Med Food**, [s. l.], v. 19, n. 8, p. 717-29, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1089/jmf.2016.3705>.

DEROSA, G.; MAFFIOLI, P.; SIMENTAL-MENDÍA, L. E.; BO, S. *et al.* Effect of curcumin on circulating interleukin-6 concentrations: A

systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Pharmacol Res**, [s. l.], v. 111, p. 394-404, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2016.07.004>

EMA — European Medicines Agency. **Community herbal monograph on Curcuma longa L., rhizoma**. London: Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC), 2018. Disponível em: https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-monograph/final-european-union-herbal-monograph-curcuma-longal-rhizoma-revision-1_en.pdf. Acesso em: 4 dez. 2021.

FUSAR-POLI, L.; VOZZA, L.; GABBIADINI, A.; VANELLA, A. *et al.* Curcumin for depression: a meta-analysis. **Crit Rev Food Sci Nutr**, [s. l.], v. 60, n. 15, p. 2643-2653, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1653260>.

GOODARZI, R.; SABZIAN, K.; SHISHEHBOR, F.; MANSOORI, A. Does turmeric/curcumin supplementation improve serum alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase levels in patients with nonalcoholic fatty liver disease? A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Phytother Res**, [s. l.], v. 33, n. 3, p. 561-570, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/ptr.6270>.

GOULART, R. A.; BARBALHO, S. M.; LIMA, V. M.; SOUZA, G. A. *et al.* Effects of the Use of Curcumin on Ulcerative Colitis and Crohn's Disease: A Systematic Review. **J Med Food**, [s. l.], v. 24, n. 7, p. 675-685, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1089/jmf.2020.0129>.

HABIB, G. M.; RABINOVICH, R.; DIVGI, K.; SALAHUDDIN, A. *et al.* Systematic review (protocol) of clinical effectiveness and models of care of low-resource pulmonary rehabilitation. **npj Prim. Care Respir. Med.**, [s. l.], v. 29, p. 10, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41533-019-0122-1>.

HASLACHER, H.; FALLMANN, H.; WALDHAUSL, C.; HARTMANN, E. *et al.* Type 1 diabetes care: Improvement by standardization in a diabetes rehabilitation clinic. An observational report. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 13, p. e0194135, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194135>.

HURSEL, R.; WESTERTERP-PLANTENGA, M. Catechin-and caffeine-rich teas for control of body weight in humans. **Am J Clin Nutr**, v.98, n.6, p.1682S-1693S,2013. <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.058396>.

JIE, Z.; CHAO, M.; JUN, A.; WEI, S. *et al.* Effect of Curcumin on Diabetic Kidney Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Clinical Trials. **Evid Based Complement Alternat Med**, [s. l.], v. 2021, p. 6109406, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/6109406>

JURENKA, J. S. Anti-inflammatory properties of curcumin, a major constituent of *Curcuma longa*: a review of preclinical and clinical research. **Altern Med Rev**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 141-153, 2009.

KARIMI, A.; GHODSI, R.; KOOSHKI, F.; KARIMI, M. *et al.* Therapeutic effects of curcumin on sepsis and mechanisms of action: A systematic review of preclinical studies. **Phytother Res**, [s. l.], v. 33, n. 11, p. 2798-2820, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/ptr.6467>.

KIECOLT-GLASER, J. K.; HABASH, D. L.; FAGUNDES, C. P.; ANDRIDGE, R. *et al.* Daily Stressors, Past Depression, and Metabolic Responses to High-Fat Meals: A Novel Path to Obesity. **Biological Psychiatry**, [s. l.], v. 77, n. 7, p. 653-660, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2014.05.018>.

KIM, D. H.; PHILLIPS, J. F.; LOCKEY, R. F. Oral curcumin supplementation in patients with atopic asthma. **Allergy Rhinol (Providence)**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. e51-3, 2011. DOI: <https://doi.org/10.2500/ar.2011.2.0016>.

KOCAADAM, B.; SAMLIER, N. Curcumin, an active component of turmeric (*Curcuma longa*), and its effects on health. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, [s. l.], v. 57, p. 2889-2895, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1077195>.

KUNNUMAKKARA, A. B.; BORDOLOI, D.; PADMAVATHI, G.; MONISHA, J. *et al.* Curcumin, the golden nutraceutical: multitargeting for multiple chronic diseases. **Br. J. Pharmacol**, [s. l.], v. 174, n.11, p.1325-1348, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/bph.13621>.

LOPRESTI, A. L. Curcumin for neuropsychiatric disorders: a review of in vitro, animal and human studies. **J Psychopharmacol**, [s. l.], v. 31, n. 3, p. 287-302, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1177/0269881116686883>.

MARTINEZ-MARDONES, F.; FERNANDEZ-LLIMOS, F.; BENRIMOJ, S. I.; AHUMADA-CANALE, A. *et al.* Systematic Review and Meta-Analysis of Medication Reviews Conducted by Pharmacists on Cardiovascular

Diseases Risk Factors in Ambulatory Care. **J Am Heart Assoc**, [s. l.], v. 8, n. 22, p. e013627, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1161/JAHA.119.013627>.

MARTON, L. T.; BARBALHO, S. M.; SLOAN, K. P.; SLOAN, L. A. *et al.* Curcumin, autoimmune and inflammatory diseases: going beyond conventional therapy - a systematic review. **Crit Rev Food Sci Nutr**, [s. l.], v.1, p.1-19, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1850417>.

MARTON, L. T.; PESPININI-E-SALZEDAS, L. M.; CAMARGO, M. E. C.; BARBALHO, S. M. *et al.* The Effects of Curcumin on Diabetes Mellitus: A Systematic Review. **Front Endocrinol (Lausanne)**, [s. l.], v. 3, n. 12, p. 669448, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.669448>.

MATA, I. R. D.; MATA, S. R. D.; MENEZES, R. C. R.; FACCIOLI, L. S. *et al.* Benefits of turmeric supplementation for skin health in chronic diseases: a systematic review. **Crit Rev Food Sci Nutr**, [s. l.], v. 61, n. 20, p. 3421-3435, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1798353>.

MATIAS, J. N.; ACHETE, G.; CAMPANARI, G. S. D. S.; GUIGUER, É. L. *et al.* A systematic review of the antidepressant effects of curcumin: Beyond monoamines theory. **Aust N Z J Psychiatry**, [s. l.], v. 55, n. 5, p. 451-462, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1177/0004867421998795>.

MAZZARI, A. L. D. A.; PRIETO, J. M. Herbal medicines in Brazil: pharmacokinetic profile and potential herb-drug interactions. **Front. Pharmacol**, Switzerland, v. 5, p. 162, 2014.

MOMTAZI, A. A.; DEROSA, G.; MAFFIOLI, P.; BANACH, M. *et al.* Role of microRNAs in the Therapeutic Effects of Curcumin in Non-Cancer Diseases. **Mol Diagn Ther**, [s. l.], v. 20, n. 4, p. 335-45, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40291-016-0202-7>.

NEBRISI, E. E. Neuroprotective Activities of Curcumin in Parkinson's Disease: A Review of the Literature. **Int J Mol Sci**, [s. l.], v. 22, n. 20, p. 11248, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms222011248>.

NGUYEN, T. A.; FRIEDMAN, A. J. Curcumin: a novel treatment for skin-related disorders. **Journal of Drugs in Dermatology. JDD**, [s. l.], v. 12, n. 10, p. 1131-1137, 2013.

NORMANDO, A. G. C.; MENÊSES, A. G. de; TOLEDO, I. P. de; BORGES, G. Á. *et al.* Effects of turmeric and curcumin on oral mucositis: A systematic

review. **Phytother Res**, [s. l.], v. 33, n. 5, p. 1318-1329, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/10.1002/ptr.6326>.

PEIRSON, L.; DOUKETIS, J.; CILISKA, D.; FITZPATRICK-LEWIS, D. *et al.* Treatment for overweight and obesity in adult populations: a systematic review and meta-analysis. **CMAJ Open**, [s. l.], v. 2, n. 4, p. E306-17, 2014. DOI: <https://doi.org/10.9778/cmajo.20140012>.

PEREIRA, A. M. S.; BERTONI, B. W.; SILVA, C. C. M.; FERRO, D. *et al.* **Formulário de preparação extemporânea: farmácia da natureza - chás medicinais**. 1. ed. São Paulo: Bertolucci, 2017. 270p.

PEREIRA, A. M. S.; BERTONI, B. W.; SILVA, C. C. M.; FERRO, D. *et al.* **Formulário fitoterápico farmácia da natureza**. 2. ed. Ribeirão Preto: Bertolucci. 2014. 407p.

PEREIRA, A. S.; STRINGHETA, P. C. Considerações sobre a cultura e processamento do açafraão. **Hortic. Bras**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 102-105, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-053619980000200001>.

POURHABIBI-ZARANDI, F.; SHOJAEI-ZARGHANI, S.; RAFRAF, M. Curcumin and rheumatoid arthritis: A systematic review of literature. **Int J Clin Pract**, [s. l.], v. 75, n. 10, p. e14280, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijcp.14280>.

PRASAD, S.; GUPTA, S. C.; TYAGI, A. K.; AGGARWAL, B. B. Curcumina, um componente da especiaria dourada: da cabeceira à bancada e nas costas. **Biotechnol Adv.**, [s. l.], v. 32, n. 6, p. 1053-64, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2014.04.004>.

QIN, S.; HUANG, L.; GONG, J.; SHEN, S. *et al.* Meta-analysis of randomized controlled trials of 4 weeks or longer suggest that curcumin may afford some protection against oxidative stress. **Nutr Res.**, [s. l.], v. 60, p. 1-12, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2018.08.003>.

ROHANIZADEH, R.; DENG, Y.; VERRON, E. Therapeutic actions of curcumin in bone disorders. **Bonekey Rep**, [s. l.], v. 2, n. 5, p. 793, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1038/bonekey.2016.20>.

SAHEBKAR, A.; CICERO, A. F. G.; SIMENTAL-MENDÍA, L. E.; AGGARWAL, B. B. *et al.* Curcumin downregulates human tumor necrosis factor- α levels: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Pharmacol Res**, [s. l.], v. 107, p. 234-242, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2016.03.026>.

SCHNEIDER, A.; HOSSAIN, I.; VANDERMOLEN, J.; NICOL, K. Comparison of remicade to curcumin for the treatment of Crohn's disease: A systematic review. **Complement Ther Med**, [s. l.], v. 33, p. 32-38, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2017.06.002>.

SENA-JÚNIOR, A. S.; AIDAR, F. J.; OLIVEIRA, E.; SILVA, A. M. *et al.* Whether or Not the Effects of *Curcuma longa* Supplementation Are Associated with Physical Exercises in T1DM and T2DM: A Systematic Review. **Nutrients**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 124, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu13010124>.

SHISHODIA, S. Molecular mechanisms of curcumin action: gene expression. **BioFactors**, England, [s. l.], v. 39, n. 1, p. 37-55, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1002/biof.1041>.

SOHN, S. I.; PRIVA, A.; BALASUBRAMANIAM, B.; MUTHURAMALINGAM, P. *et al.* Biomedical Applications and Bioavailability of Curcumin-An Updated Overview. **Pharmaceutics**, [s. l.], v. 13, n. 12, p. 2102, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics13122102>.

SOLEIMANI, V.; SAHEBKAR, A.; HOSSEINZADEH, H. Turmeric (*Curcuma longa*) and its major constituent (curcumin) as nontoxic and safe substances: review. **Phytother Res.**, [s. l.], v. 32, p.985-995, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1002/ptr.6054>.

SUETH-SANTIAGO, V.; MENDES-SILVA, G. P.; DECOTÉ-RICARDO, D.; LIMA, M. E. F. Curcumina, o pó dourado do Açafrão-da-Terra: introspecções sobre química e atividades biológicas. **Química Nova**, Rio de Janeiro, v. 38, n. 4, p. 538-552, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5935/0100-4042.20150035>.

TERBY, S.; SHEREEF, M.; RAMANARAYANAN, V.; BALAKRISHNAN, B. The effect of curcumin as an adjunct in the treatment of chronic periodontitis: A systematic review and meta-analysis. **Saudi Dent J**, [s. l.], v. 33, n. 7, p. 375-385, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2021.07.008>.

TULER, A. C.; PEIXOTO, A. L.; SILVA, N. C. B. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) na comunidade rural de São José da Figueira, Durandé, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 70, p. e01142018, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201970077>.

UDDIN, S. J.; HASAN, M. F.; AFOZ, M.; SARKER D. K. *et al.* Curcumin and its Multi-target Function Against Pain and Inflammation: An Update of Pre-clinical Data. **Curr Drug Targets**, [s. l.], v. 22, n. 6, p. 656-671, 2021. DOI: <https://doi.org/10.2174/1389450121666200925150022>.

VAUGHN, A. R.; BRANUM, A.; SIRVAMANI, R. K. Effects of Turmeric (*Curcuma longa*) on Skin Health: A Systematic Review of the Clinical Evidence. **Phytother Res**, [s. l.], v. 30, n. 8, p. 1243-64, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1002/ptr.5640>.

VOULGAROPOULOU, S. D.; VAN AMELSVOORT, T. A. M. J.; PRICKAERTS, J.; VINGERHOETS, C. The effect of curcumin on cognition in Alzheimer's disease and healthy aging: A systematic review of pre-clinical and clinical studies. **Brain Res** [s. l.], v. 1725, p. 146476, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2019.146476>.

WANG, Z.; SINGH, A.; JONES, G.; WINZENBERG, T. *et al.* Efficacy and Safety of Turmeric Extracts for the Treatment of Knee Osteoarthritis: a Systematic Review and Meta-analysis of Randomised Controlled Trials. **Curr Rheumatol Rep**, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 11, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11926-020-00975-8>.

WHO – World Health Organization. **WHO monographs on selected medicinal plants**. Geneva, Switzerland: World Health Organization, v. 1, 1999.

WONGCHAROEN, W.; JAI-QUE, S.; PHROMMINTIKUL, A.; NAWARAWONG, N. *et al.* Effects of curcuminoids on frequency of acute myocardial infarction after coronary artery bypass grafting. **Am J Cardiol**, [s. l.], v. 110, n. 1, p. 40-4, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2012.02.043>.

WRIGHT, L. E.; FRYE, J. B.; GORTI, B.; TIMMERMANN, B. N. *et al.* Bioactivity of turmeric-derived curcuminoids and related metabolites in breast cancer. **Curr. Pharm. Des**, [s. l.], v. 19, n. 34, p. 6218-6225, 2013. DOI: <https://doi.org/10.2174/1381612811319340013>.

YU, S. Y.; ZHANG, M.; LUO, J.; ZHANG, L. *et al.* Curcumin ameliorates memory deficits via neuronal nitric oxide synthase in aged mice. **Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry**, [s. l.], v. 45, p. 47-53, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2013.05.001>.

YUAN, F.; DONG, H.; GONG, J.; WANG, D. *et al.* A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials on the Effects of Turmeric and Curcuminoids on Blood Lipids in Adults with Metabolic Diseases. **Adv Nutr**, [s. l.], v. 10, n. 5, p. 791-802, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1093/advances/nmz021>.

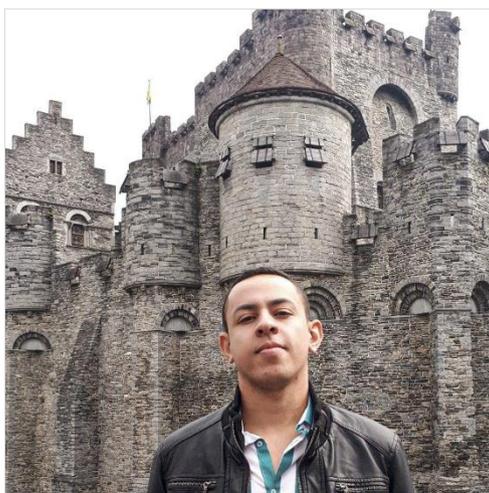
ZENG, L.; YU, G.; HAO, W.; YANG, K. *et al.* The efficacy and safety of Curcuma longa extract and curcumin supplements on osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. **Biosci Rep**, [s. l.], v. 41, n. 6, p. BSR20210817, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1042/BSR20210817>.

ZHANG, L.; FANG, Y.; XU, Y.; LIAM, Y. *et al.* Curcumin improves amyloid β -Peptide (1-42) induced spatial memory deficits through BDNF-ERK signaling pathway. **PLoS One.**, [s. l.], v. 10, n. 6, p. e0131525, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0131525>.

SOBRE OS ORGANIZADORES



A professora Mariana Buranelo Egea é graduada em Tecnologia em Alimentos pela Universidade Estadual de Maringá (UEM, 2007), com mestrado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina (UEL, 2010), doutorado em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Paraná (UFPR, 2014) e pós-doutorado pelo Department of Food Science and Technology da Oregon State University (US) (2019-2020). Tem atuado com alimentos funcionais (origem vegetal/plant-based/non-dairy) e seus compostos bioativos naturalmente presentes ou adicionados, e também com estratégias de adição desses compostos na alimentação humana, tais como o desenvolvimento de produtos e seu efeito no metabolismo humano. Atualmente é professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde.



O professor Josemar Gonçalves de Oliveira Filho é doutor em Alimentos e Nutrição com ênfase em Ciência de Alimentos (2022) pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), mestre em Agroquímica (2018) pelo Instituto Federal Goiano, além de ser graduado em Agroecologia (2015) e Técnico em Agroindústria (2013) pelo Instituto Federal de Brasília (IFB). Ele publicou artigos em periódicos especializados, capítulos de livros e trabalhos em anais de eventos nos temas: filmes biopoliméricos nanoestruturados ativos e inteligentes para alimentos; revestimentos comestíveis nanoestruturados e nanoemulsões no controle de doenças e na qualidade pós-colheita de frutas; hidrólise enzimática de proteínas de subprodutos para liberação de peptídeos bioativos; e desenvolvimento de alimentos funcionais (probióticos e simbióticos). Atua nas áreas de Ciência de Alimentos, Biotecnologia e Nutrição.