

Utilização de jabuticaba no desenvolvimento de novos produtos funcionais: revisão sistemática

RESUMO

Bruna Meroni Coelho

brunameronic@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0002-9236-7779>

Universidade Estadual de Campinas,
Campinas, São Paulo, Brasil.

Marina Vilar Geraldi

marinavilar35@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0002-2814-8424>

Departamento de Ciência de Alimentos e
Nutrição, Universidade Estadual de
Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil.

Mário Roberto Maróstica Junior

mmarostli@unicamp.br

<http://orcid.org/0000-0001-8877-3160>

Departamento de Ciência de Alimentos e
Nutrição, Universidade Estadual de
Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil.

A jabuticaba (*Plinia jabuticaba*) é um fruto tropical de grande potencial de exploração em razão dos nutrientes de alto valor encontrados em sua composição, sendo considerado um alimento funcional. A introdução deste tipo de alimento na alimentação é de extrema importância visto seus benefícios para a manutenção da saúde e bem-estar, e sua proteção contra doenças crônicas não transmissíveis. Dessa forma, esta revisão sistemática teve como objetivo resumir os resultados de todos os usos relevantes da jabuticaba no desenvolvimento de novos produtos funcionais, bem como sua utilização aliada a tecnologia de microencapsulação e como veículo de probióticos. Para isso, foram selecionados recentes estudos experimentais sobre o tema e analisou-se os resultados. Foi observado que a adição da jabuticaba e seus subprodutos em diferentes alimentos proporcionou a esses um aumento no valor nutricional e características funcionais, e as frações da jabuticaba se mostraram capazes de produzir atividades prebióticas positivas nos probióticos. Ainda, o uso da tecnologia de microencapsulação proporcionou uma maior estabilidade e conservação nos compostos bioativos obtidos da jabuticaba, permitindo sua incorporação em diferentes matrizes alimentares.

PALAVRAS-CHAVE: alimentos funcionais; *Plinia jabuticaba*; compostos bioativos; microencapsulação; probióticos.

INTRODUÇÃO

O setor da fruticultura está entre os principais geradores de renda, emprego e de desenvolvimento rural no agronegócio nacional (FACHINELLO *et al.*, 2011), que vem despertando cada vez mais interesse econômico devido a crescente diversidade de usos das espécies frutíferas nativas do Brasil (FRANCOSO; BARBEDO, 2014).

Os frutos apresentam em sua composição compostos bioativos que são, em sua maioria, metabólitos secundários com atividades biológicas. Quando presentes na alimentação em quantidades significativas, estes compostos apresentam características capazes de prevenir e/ou reduzir o risco de doenças como diabetes, obesidade, câncer, hipertensão, doenças reumáticas, cardiovasculares e inflamatórias e até mesmo Alzheimer (NEVES, 2012; HORST; LAJOLO, 2011).

A busca por alimentos funcionais, que são aqueles que contêm compostos bioativos que conferem benefícios devido à efeitos metabólicos e fisiológicos que desempenham no organismo do indivíduo (VIDAL *et al.*, 2012), vem aumentando devido à crescente conscientização e interesse da sociedade por alimentos mais nutritivos, saudáveis que apresentam relação direta com o bem-estar e prevenção de doenças nutricionais (KAUR; SINGH, 2017). Ácidos graxos, fibras, compostos fenólicos, carotenóides e probióticos são alguns compostos que conferem funcionalidade aos alimentos. Cada um desses, exerce determinados benefícios quando incorporados na alimentação humana. As fibras, por exemplo, atuam promovendo uma maior saciedade, combatendo a obesidade, e possuem ação no controle da diabetes e no combate de doenças cardiovasculares (VIDAL *et al.*, 2012; COZZOLINO, 2012).

Tendo em vista que os alimentos funcionais contribuem na prevenção de doenças crônicas não-transmissíveis e que estas, estão entre as principais causas de incapacidade e morte no Brasil, se faz necessária a inclusão destes alimentos na alimentação e o desenvolvimento de novos produtos com a alegação funcional (DIAS; SIMAS; LIMA JUNIOR, 2020; HENRIQUE *et al.*, 2018; SOUSA *et al.*, 2013).

Uma frutífera com grande potencial de exploração é a jabuticabeira, já que seus frutos apresentam alto valor nutricional e são ricos em compostos com funções bioativas (SEMENSATO *et al.*, 2020; KOSERA NETO, 2015). A jabuticaba (*Plinia jabuticaba*) é um fruto não climatérico, devendo ser colhido amadurecido. Após a colheita, seu consumo deve ser feito em até três dias. Essa baixa vida útil faz com que ela não possua valor comercial muito alto, sendo necessário processos que permitam seu melhor aproveitamento, como na elaboração de geleias e sucos (COLETTI, 2012).

As cascas da jabuticaba possuem alto valor nutritivo já que são ricas em compostos fenólicos, minerais e fibra alimentar. Suas propriedades bioativas de natureza antioxidante fornecem vários benefícios à saúde, além de auxiliar na conservação do alimento (MARQUETTI, 2014). Entre os compostos fenólicos presentes na jabuticaba, se destacam as antocianinas que são pigmentos responsáveis pela sua cor característica, podendo ser utilizados como corante natural em alimentos, e atuam como antioxidantes endógenos (LAGE, 2014). As antocianinas apresentam atividades antioxidantes e anti-inflamatórias,

combatendo o envelhecimento precoce e atuam na prevenção de várias doenças, como cânceres e doenças cardíacas (BORGES *et al.*, 2011; VIDAL *et al.*, 2012), entretanto, a incorporação das antocianinas em alimentos é um desafio tecnológico já que possui baixa estabilidade nas condições de processamento, estocagem e consumo (SANTOS *et al.*, 2011).

Outro composto com funções bioativas são os probióticos. De acordo com a definição internacional, probióticos são microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro (SAAD, 2006). Dentre os benefícios conferidos pelo consumo de probióticos podem ser citados o auxílio na digestão, estimulação do sistema imune, controle da microbiota intestinal, estabilização da microbiota intestinal após uso de antibióticos, competição contra microrganismos indesejáveis e aumento na absorção de vitaminas e minerais (OLIVEIRA; BATISTA, 2003; SAAD, 2006). Para serem considerados como probióticos, os microrganismos devem ter reconhecimento internacional, sobreviver à acidez gástrica e a ação dos sais biliares, ser capaz de aderir ao muco ou epitélio intestinal, ter viabilidade até o consumo final, e ter efeito benéfico ao hospedeiro comprovado *in vivo* e *in vitro* por meio de uma dose reconhecida (ANAL; SINGH, 2007; ZUCCOTI *et al.*, 2008).

Assim como as antocianinas, a adição de probióticos à matrizes alimentares é um grande desafio tecnológico. Alguns fatores podem afetar a sobrevivência dos microrganismos probióticos nos alimentos, como pH, atividade de água, acidez, valor nutricional, entre outros (KAILASAPATHY; RYBKA, 1997).

Dessa forma, novas tecnologias vêm sendo estudadas para obter produtos alimentícios de valor agregado através da incorporação de compostos, levando em consideração os efeitos decorrentes do processamento e as características sensoriais que influenciam a qualidade final do produto. A biotecnologia permite que compostos como vitaminas, fibras alimentares e probióticos, sejam isolados e inseridos em alimentos os tornando mais ricos nutricionalmente (SOUSA *et al.*, 2013; SILVA; ORLANDELLI, 2019). Dentre essas técnicas, a microencapsulação vem ganhando destaque. Esse método consiste no revestimento de bioativos em agentes encapsulantes específicos de dimensões que variam de 0,2 a 500 μm , com a finalidade de protegê-los de condições adversas até sua posterior liberação, que pode ser feita de forma controlada e acionada por diferentes mecanismos, como mudança de pH, tempo, estresse mecânico, temperatura, entre outros (FÁVARO-TRINDADE; PINHO; ROCHA, 2008; COOK *et al.*, 2012).

No setor alimentício, a microencapsulação é utilizada para diversas finalidades, como a redução de efeitos adversos/reações provenientes da presença de outras substâncias na formulação, liberação controlada do material encapsulado no sítio de ação desejado, estabilização do material encapsulado, não permitindo sua degradação frente às condições adversas ao longo do trato gastrointestinal e protegendo os compostos sensíveis dos agentes atmosféricos como luz, umidade e oxigênio, promoção e controle da biodisponibilidade do material de interesse, além de incluir ingredientes bioativos ou funcionais aos alimentos e mascarar odores e sabores indesejáveis (ARAÚJO, 2011; NEDOVIC *et al.*, 2011).

Para que se obtenha uma eficiente encapsulação, é fundamental que o material encapsulante seja escolhido corretamente. Para isso, ele deve atender alguns requisitos como boa capacidade de formação de filme, sabor e odor

suave, baixo custo, baixa viscosidade a altas concentrações de sólidos, baixa higroscopicidade e apresentar fácil reconstituição. Pode-se utilizar misturas de materiais encapsulantes para que se obtenha melhores resultados (AZEREDO, 2008). Além disso, essa escolha deve ser realizada levando em consideração as propriedades químicas e físicas do agente ativo, a aplicação desejada e o método utilizado para formar as micropartículas (OLIVEIRA, 2015).

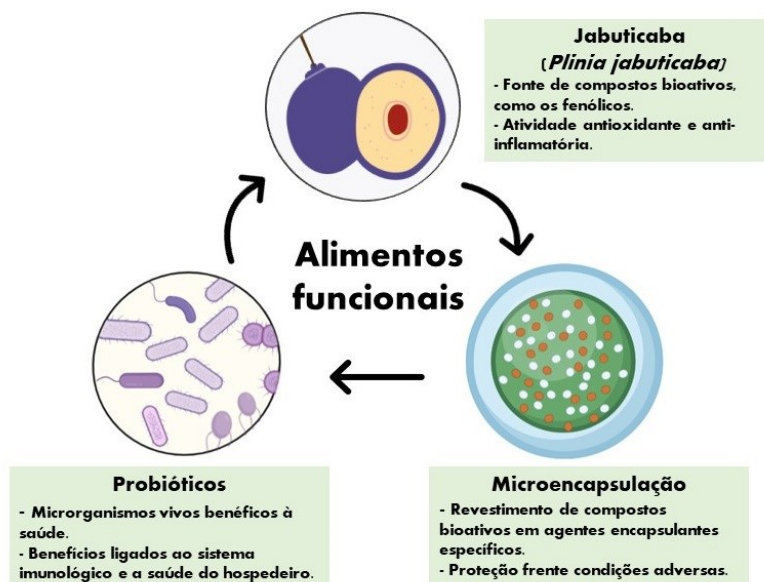


Figura 1. Esquematização dos tópicos de estudo.

FONTE: Autoria própria, 2021.

Portanto, devido ao interesse na busca de novas tecnologias e processamentos que possibilitem à jabuticaba uma maior vida útil, e que a fruta é considerada um alimento funcional e de alto valor nutritivo, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão sistemática com foco na utilização da jabuticaba no desenvolvimento de novos produtos funcionais, sua utilização aliada à tecnologia de microencapsulação e como veículo de probióticos.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a elaboração desta revisão sistemática focada na avaliação do potencial da jabuticaba no desenvolvimento de novos produtos de caráter funcional, foram realizadas pesquisas no portal eletrônico Scopus e Google Acadêmico. As pesquisas foram delimitadas por ano de publicação, sendo buscados artigos publicados de 2016 a 2021, a partir das seguintes associações de palavras chaves: “JABUTICABA AND FUNCTIONAL FOODS”, “JABUTICABA AND PROBIOTICS” e “JABUTICABA AND MICROENCAPSULATION”, sendo encontrados 668, 213 e 326 resultados, respectivamente.

Para a seleção dos artigos, foram utilizados como critérios de inclusão, estudos experimentais publicados em inglês e português, que relataram a utilização da jabuticaba para a produção de alimentos funcionais, bem como sua utilização associada a produtos com probióticos e à tecnologia de microencapsulação. A partir da leitura dos títulos e resumos, foram excluídos aqueles estudos e artigos que fugiam da temática e não se enquadravam nos

critérios de inclusão. Para a inclusão, foi realizada a leitura completa dos artigos selecionados, e excluídos aqueles que não eram relevantes ou que estavam em duplicata. Após criteriosa seleção, foram incluídos 37 artigos.

O fluxograma apresentado na figura 2 abaixo resume as etapas realizadas para a seleção dos artigos.

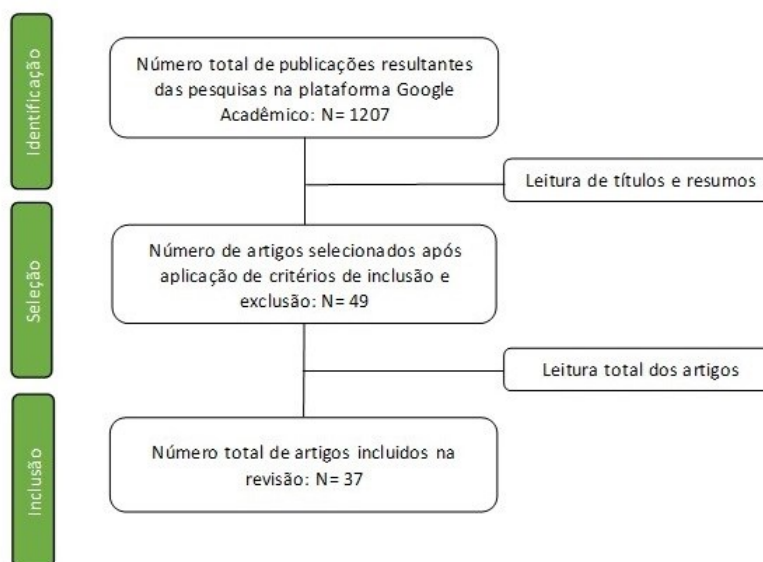


Figura 2. Fluxograma das etapas de seleção dos artigos.
FONTE: Autoria própria, 2021.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os artigos selecionados foram divididos em 4 tabelas para apresentação de seus resultados. Essa divisão foi realizada de acordo com a temática do estudo e do tipo de produto desenvolvido. Assim, os estudos foram separados em: Produtos funcionais utilizando jabuticaba (24,32%); produtos funcionais utilizando a casca da jabuticaba (29,73%); produtos de jabuticaba como veículos de probióticos (21,62%); tecnologia de microencapsulação em compostos obtidos da jabuticaba (24,32%).

Os produtos funcionais utilizando a casca da jabuticaba foram separados dos produtos funcionais utilizando a jabuticaba devido ao fato da casca de jabuticaba ser a parte mais rica nutricionalmente da fruta, e tendo em vista que ela foi a principal fração da jabuticaba utilizada para o desenvolvimento de produtos funcionais nos estudos encontrados.

PRODUTOS FUNCIONAIS UTILIZANDO JABUTICABA

Foram encontrados diversos estudos recentes que relatam o uso da jabuticaba, seja ela integralmente (polpa, casca e caroço) ou apenas algumas de

suas frações, para o desenvolvimento de produtos com alegação funcional devido suas propriedades benéficas já conhecidas.

Tabela 1. Produtos funcionais utilizando frações da jabuticaba.

Produto	Forma de uso da jabuticaba	Principais resultados da adição da jabuticaba nos produtos	Referências
Leite cultivado light	Polpa e casca	Adição de jabuticaba nos leites proporcionaram manutenção e aumento no crescimento das bactérias lácticas durante todo o armazenamento de 30 dias.	MENDONÇA <i>et al.</i> , 2017.
Iogurte de jabuticaba	Polpa e casca	Iogurte elaborado com a proteína albumina adicionado do xarope de jabuticaba resulta em um aumento do conteúdo fenólico total no final do armazenamento (28º dia), já o elaborado com a proteína isolada do leite adicionado de xarope tem uma diminuição do conteúdo fenólico no final do armazenamento após extração metanólica.	COENTRÃO <i>et al.</i> , 2019.
Kefir de água	Polpa	Utilização de polpa de jabuticaba dispensa o uso de corantes e contribui com características desejáveis à bebida.	DESTRO <i>et al.</i> , 2019.
Geleia prebiótica mista com jabuticaba e acerola	Polpa e casca	Utilização de blends de polpa de jabuticaba e acerola confere potencial antioxidante e teores consideráveis de carotenóides e polifenóis totais, sendo considerado um produto funcional de acordo com a legislação brasileira.	LEMOS <i>et al.</i> , 2019.
Gelado comestível de kefir com polpa da jabuticaba e morango	Polpa	Alto teor de compostos fenólicos, antioxidantes, bactérias lácticas e leveduras. Boa aceitabilidade sensorial ao longo de 60 dias de armazenamento.	PLETSCH <i>et al.</i> , 2019.
Néctar pronto para consumo de jabuticaba e jussara	Polpa	Boa aceitabilidade sensorial. A utilização da polpa de jabuticaba em conjunto com a polpa de jussara liofilizada atribuíram ao produto um alto teor de compostos fenólicos e antocianinas.	SUEMITSU <i>et al.</i> , 2020.
Geleia de melancia	Polpa, casca e semente	Contribuíram para um grande aumento da capacidade antioxidante das geleias após extração etanólica e aquosa.	RODRIGUES, I. 2020.
Suco de jabuticaba	Fruto inteiro (polpa, semente e casca)	Aplicação de diferentes tratamentos garantiram a estabilidade microbiológica dos sucos durante o armazenamento refrigerado. Processo de alta pressão isostática resultou em uma maior extração (aquosa) dos compostos bioativos.	GERALDI <i>et al.</i> , 2021.
Iogurte	Semente	Aumento na capacidade antioxidante e compostos fenólicos totais do iogurte após extração com água/acetona. Efeito prebiótico em ratos portadores de câncer colorretal, além de modular a microbiota intestinal bacteriana.	FIDELIS <i>et al.</i> , 2021.

FONTE: Autoria própria, 2021.

Em todos os estudos apresentados na Tabela 1, o uso da jabuticaba na formulação de diferentes produtos conferiu características benéficas, seja atuando como corante alimentício natural, fonte de fibras e/ou incorporando aos produtos compostos fenólicos e antioxidantes.

De acordo com o estudo de Mendonça *et al.* (2017), a adição de compostos prebióticos têm influência positiva no crescimento e manutenção de probióticos em leite cultivado light. Neste estudo, foi adicionado biomassa, farinha de banana verde e farinha de casca de jabuticaba em leites cultivados lights, avaliando a influência de cada um na manutenção da cultura probiótica ao longo de 30 dias de armazenamento. No tempo de 0, 10 e 20 dias, o leite cultivado light adicionado de farinha de jabuticaba foi o que apresentou maior contagem de bactérias lácticas totais, atingindo a maior contagem, de $2,84 \times 10^7$ UFC/mL, no tempo de 20 dias. Já no tempo de 30 dias, o leite com maior contagem de bactérias lácticas foi o adicionado de farinha de banana verde. O leite controle foi o que obteve menor contagem de bactérias lácticas do início ao fim do armazenamento, evidenciando o potencial dos prebióticos na manutenção da viabilidade das bactérias lácticas (MENDONÇA *et al.*, 2017).

O kefir de água possui características probióticas e é considerado um alimento funcional. Destro *et al.* (2019) avaliou a influência do açúcar mascavo orgânico e da polpa de jabuticaba na fermentação do kefir de água. A jabuticaba conferiu ao produto uma cor mais viva, avermelhada e com menor luminosidade, atributos desejáveis pois possibilita o desenvolvimento de uma bebida fermentada funcional sem a necessidade do uso de corantes alimentares e conservantes, além de ter potencial para substituir o consumo de refrigerantes (DESTRO *et al.*, 2019).

Pletsch *et al.* (2019) desenvolveram um gelado comestível a partir de leite fermentado de kefir com adição de polpa de jabuticaba e morango. As análises demonstraram que esse produto possui um possível potencial probiótico, devido aos altos valores encontrados de bactérias lácticas e leveduras viáveis, além de conter valores significativos de fenóis totais e atividade antioxidante. Apesar disso, os teores de antocianinas foram baixos, indicando uma possível degradação decorrente da etapa de aeração que o produto foi submetido durante a preparação, já que as antocianinas são instáveis ao oxigênio. Também foram realizadas análises sensoriais ao longo de todo período de armazenamento, no tempo 0, 30 e 60 dias, e os resultados de todos os atributos avaliados foram positivos em todos os períodos, demonstrando uma boa aceitabilidade do produto (PLETSCH *et al.*, 2019).

No estudo realizado por Geraldi *et al.* (2021) sucos de jabuticaba utilizando o fruto inteiro foram desenvolvidos e submetidos a dois tratamentos: processamento por pasteurização térmica e por alta pressão isostática. Ambos os tratamentos foram comparados e foi avaliado a influência de cada um durante o armazenamento de 30 dias a 4 °C. Em relação à estabilidade microbiológica, os dois tratamentos apresentaram eficiência durante todo o armazenamento. Já em relação a extração de compostos de interesse, como os compostos fenólicos e atividade antioxidante, ambos os processamentos aumentaram a extração, porém a alta pressão isostática apresentou melhores resultados. Os sucos foram bem aceitos sensorialmente, porém o tempo de armazenamento (28 dias) influenciou negativamente a aceitação. A cor e a consistência dos sucos foram afetadas durante o armazenamento, ocorreu escurecimento e formação de suspensão de partículas, afetando na aceitação sensorial dos sucos ao longo do armazenamento (GERALDI *et al.*, 2021).

PRODUTOS FUNCIONAIS UTILIZANDO A CASCA DA JABUTICABA

A casca da jabuticaba é um subproduto do processamento da fruta de elevado teor nutricional e representa aproximadamente 15% do fruto (IBGE, 2017). Diante disso, vem sendo buscado novas possibilidades de seu uso principalmente na implementação em alimentos.

Tabela 2. Produtos funcionais utilizando casca de jabuticaba.

Produto	Forma de uso da casca	Resultados provenientes do uso da casca de jabuticaba	Referências
Chá funcional	Casca	Infusão aquosa (chá) é capaz de extrair os compostos bioativos presentes na casca de jabuticaba, sendo uma alternativa prática para seu consumo.	SILVA <i>et al.</i> , 2017.
Presuntos reestruturados	Casca	Aumento de fibras e compostos fenólicos nos presuntos após extração metanólica. O produto apresentou aceitação sensorial quando utilizado casca de jabuticaba nas concentrações de 0,5 e 1%.	ALVES <i>et al.</i> , 2017.
Muffin	Casca	Aumento de umidade, cinzas, fonte de fibras e diminuição de lipídios e proteínas, além de boa aceitação sensorial de público infantil com adição de até 9% de farinha de casca de jabuticaba.	MICHELETTI <i>et al.</i> , 2018.
Queijo petit suisse	Casca	Quanto maior a concentração do extrato hidroetanólico, maior o teor de antocianinas e capacidade antioxidante do produto. Durante o período de armazenamento, o teor de antocianinas diminui, porém a atividade antioxidante permanece estável.	SAITO <i>et al.</i> , 2019.
Bebidas proteicas	Casca	Contribuíram para alta capacidade antioxidante em extrato etanólico acidificado. A bebida apresentou boa aceitação sensorial.	ROCHA <i>et al.</i> , 2019a.
Sorvete	Casca	Aumento no nível de compostos fenólicos, antocianinas e capacidade antioxidante em extrato aquoso.	BOGER <i>et al.</i> , 2019.
Leite de vaca enriquecido	Casca	Uso de nanoemulsões em extrato etanólico acidificado em vez do extrato bruto promove uma menor alteração na cor, e um aumento no conteúdo de compostos bioativos e atividade antioxidante in vitro, além de grande estabilidade.	DI MAIO <i>et al.</i> , 2019.
Barra de cereal	Casca	Amostra contendo casca de jabuticaba teve maior aceitação sensorial e causou aumento na acidez da barra, desfavorecendo o desenvolvimento de microrganismos (MO's) deteriorantes.	RODRIGUES, R. 2020.
Pães de forma integrais	Casca	Redução dos níveis de carboidratos e lipídios, e aumento da umidade, minerais, fibras e compostos fenólicos em extrato metanólico acidificado.	FERREIRA, S., <i>et al.</i> , 2020.
Bebida esportiva à base de permeado de soro de leite	Casca	Atuação como pigmento natural e contribuíram na adição de atividade antioxidante à bebida.	FERREIRA, P., <i>et al.</i> , 2020.
Macarons	Casca	Utilização dos extratos etanólico acidificado como corante natural em macarons apresentou maior estabilidade comparado ao corante comercial.	ALBUQUERQUE <i>et al.</i> , 2020

A partir da Tabela 2 é possível observar as diferentes formas de utilização e incorporação da casca de jabuticaba em variados produtos, e o seu efeito frente à adição em cada um destes. Quando utilizada na forma de extrato, a casca de jabuticaba desempenha, na maioria dos casos, a função de corante natural e fonte de compostos bioativos (ALBUQUERQUE *et al.*, 2020; BOGER *et al.*, 2019; FERREIRA, P. *et al.*, 2020; ROCHA *et al.*, 2019a; SAITO, *et al.*, 2019), já quando utilizada na forma de farinha, ela pode ser incorporada na formulação de produtos com o objetivo de modificar positivamente a composição nutricional destes, contribuindo para que haja uma alegação funcional ao produto (ALVES *et al.*, 2017; FERREIRA, S. *et al.*, 2020; MICHELETTI *et al.*, 2018).

Tanto na bebida esportiva como na bebida proteica, o uso da casca de jabuticaba se mostrou como uma fonte de potencial corante natural com propriedades funcionais, adicionando a estas bebidas capacidade antioxidante provenientes das antocianinas presentes na casca (FERREIRA, P. *et al.*, 2020; ROCHA *et al.*, 2019a).

No desenvolvimento de sorvetes adicionados de extrato aquoso de casca de jabuticaba, foi constatado que, quanto maior a concentração de extrato na formulação dos sorvetes, maior é o teor de compostos fenólicos e capacidade antioxidante encontrados nestes. Além disso, um menor tempo de trituração e o não peneiramento dos extratos aquosos contribuem para o aumento dos níveis de compostos fenólicos, o que pode ser justificado pela maior quantidade de material fibroso contido (BOGER *et al.*, 2019).

Albuquerque *et al.* (2020) utilizou dois métodos diferentes para a obtenção do extrato da casca de jabuticaba, a extração assistida por calor e ultrassom, sendo que a extração por calor apresentou uma maior eficácia. O extrato com maior teor de antocianinas foi adicionado na formulação de macarons para análise de sua capacidade como corante natural. Os autores demonstraram que este extrato proporciona uma cor mais estável do que quando utilizado um corante comercial. Em estudo realizado por Saito *et al.* (2019), extratos etanólico da casca de jabuticaba foram utilizados como corante em queijo petit suisse. O produto obteve uma coloração vermelha natural e uma alta atividade antioxidante, além de não ter suas características básicas afetadas. O extrato etanólico de jabuticaba foi uma ótima alternativa para agregar maior valor nutricional e funcional ao produto (SAITO *et al.*, 2019). Desta forma, além da possibilidade de substituição de corantes sintéticos, o uso de extrato de casca de jabuticaba como corante proporciona aos produtos propriedades bioativas.

PRODUTOS DE JABUTICABA COMO VEÍCULOS DE PROBIÓTICOS

Os probióticos, assim como os compostos presentes na jabuticaba, são capazes de conferirem funcionalidade aos alimentos. Desta forma, a fim de se estudar os possíveis efeitos benéficos desta associação, vários estudos vêm sendo realizados.

Nos estudos apresentados na Tabela 3, foram constatados que subprodutos da jabuticaba associados a probióticos são capazes de conferir propriedades benéficas à saúde, podendo ser observado efeito sinérgico entre probióticos e fenólicos.

Tabela 3. Produtos formulados com jabuticaba como veículos de probióticos.

Produto	Probióticos utilizados	Referências
Queijo petit suisse probiótico	<i>L. acidophilus</i> e <i>Bifidobacterium animalis subsp. lactis</i> .	PEREIRA <i>et al.</i> , 2016.
Suco de jabuticaba	<i>Lactobacillus rhamnosus GG</i>	CAMPOS DE OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2017.
Geleia de jabuticaba	<i>Bifidobacterium animalis subsp. lactis Bb12</i>	CEDRAN; RODRIGUES; BICAS, 2021.
Sobremesa láctea cremosa fermentada	<i>Lactobacillus plantarum</i> CNPC003 (cultura indígena) e <i>L. rhamnosus</i> LR32 (comercial)	ALMEIDA NETA <i>et al.</i> , 2018.
Meio de cultivo para probióticos adicionado de subproduto da jabuticaba liofilizado e digerido	<i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>L. casei</i> e <i>Bifidobacterium animalis subsp. lactis</i>	LACERDA MASSA <i>et al.</i> , 2020.
Sorvetes	Grãos de Kefir fermentados (cultura probiótica fermentativa)	FERREIRA, J., <i>et al.</i> , 2020.
Sobremesas lácteas não fermentadas	<i>Lactobacillus mucosae</i> CNPC007, <i>Lactobacillus plantarum</i> CNPC020 (autóctones) e <i>Lactobacillus rhamnosus</i> LR32 (comercial).	SOUSA <i>et al.</i> , 2021.
Extratos de jabuticaba e mirtilo adicionados de probióticos	<i>Bifidobacterium</i> e <i>Lactobacillus</i>	HOLKEM <i>et al.</i> , 2021.

FONTE: Autoria própria, 2021.

No estudo de Pereira *et al.* (2016), foi avaliado o efeito da adição do extrato da casca de jabuticaba obtido por extração supercrítica no estresse oxidativo do queijo petit suisse probiótico. Resultados mostraram que o extrato da casca de jabuticaba levou a um aumento da capacidade antioxidante e no conteúdo de ácidos orgânicos do produto. Em relação ao teor de probióticos, após adição do extrato as contagens permaneceram acima de 6 ciclos logarítmicos durante o armazenamento de 28 dias, fazendo com que o produto continue a ser considerado probiótico, porém o extrato não apresentou um efeito protetor considerável às culturas probióticas em questão, já que as contagens ficaram bem próximas das encontradas na amostra controle. Ainda assim, para as cepas de *L. acidophilus* sabe-se que o extrato obtido por extração supercrítica proporcionou um efeito positivo no dano pelo oxigênio, já que sabe-se que essas cepas têm um maior crescimento em condições anaeróbicas (PEREIRA *et al.*, 2016).

A adição de ingredientes a partir da casca de jabuticaba associado à probióticos foram capazes de conferir propriedades benéficas à saúde em sobremesas lácteas (ALMEIDA NETA *et al.*, 2018; SOUSA, *et al.*, 2021). Sousa *et al.* (2021) desenvolveram sobremesa láctea não fermentada, utilizando matriz base láctea de leite em pó desnatado, sacarose, amido de milho, xarope de casca de jabuticaba, extrato hidroetanólico de casca de jabuticaba, pectina, ácido láctico, corante Carmim de Cochonilha, água potável e foram adicionados inóculos de leite com culturas probióticas ativadas (*L. rhamnosus*, *L. mucosae* ou *L. plantarum*). Tanto o extrato hidroetanólico de casca de jabuticaba, como o xarope de casca de jabuticaba

contribuíram para a obtenção de conteúdo fenólico nas sobremesas lácteas, porém sua cor característica não se manteve estável durante o tempo de armazenamento. A viabilidade média das culturas probióticas adicionadas na base da sobremesa diminuíram durante o armazenamento, sendo a cultura comercial a que apresentou melhor viabilidade. Apesar da redução de *Lactobacillus* spp. após incorporação na sobremesa, os níveis permaneceram dentro da recomendação de consumo de probióticos necessários para fornecer benefícios à saúde. No estudo realizado por Almeida Neta *et al.* (2018), sobremesas lácteas fermentadas também foram elaboradas com ingredientes provenientes da casca de jabuticaba, sendo estes: xarope, extrato hidroetanólico, geléia e adicionado probiótico comercial (*L. rhamnosus* LR32) e probiótico de cultura indígena (*L. plantarum* CNPC003). Os produtos apresentaram alto teor de compostos fenólicos e capacidade antioxidante, indicando uma boa interação entre os ingredientes. Além disso, a viabilidade dos probióticos, medida por meio do potencial probiótico, se manteve dentro dos níveis recomendados durante todo armazenamento de 21 dias, apesar de uma redução significativa da população a partir do décimo quarto dia. Os testes sensoriais apresentaram boa aceitabilidade geral, se destacando a textura apreciável e a cor atrativa, com o sabor ácido sendo um ponto a se melhorar (ALMEIDA NETA *et al.*, 2018).

Em estudo realizado por Campos de Oliveira *et al.* (2017), foi desenvolvido um produto como veículo de probióticos de matriz não láctea. Foram elaborados dois sucos de jabuticaba utilizando a fruta inteira, o suco com frutas não branqueadas e suco com frutas branqueadas, ambos adicionados de *Lactobacillus rhamnosus* GG (LGG). Os sucos mostraram serem fontes de ácido ascórbico e de compostos fenólicos com capacidade antioxidante que se mantiveram estáveis durante o armazenamento de 28 dias. Os sucos também obtiveram boa aceitabilidade sensorial, porém, não se mostraram como bons veículos de probióticos. Nos ensaios de viabilidade e sobrevivência no trato gastrointestinal simulado *in vitro*, o probiótico demonstrou baixa resistência às condições quando veiculados nos sucos, sendo ainda menos resistente no suco elaborado com frutas branqueadas. Os autores sugerem a adição dos probióticos associados à microencapsulação para manter o crescimento e manutenção destes quando veiculados em sucos (CAMPOS DE OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Geleia de jabuticaba adicionada de probiótico utilizando a tecnologia de microencapsulação foi desenvolvida por Cedran, Rodrigues e Bicas (2021). A geleia de jabuticaba, assim como o suco, não é uma matriz favorável para a sobrevivência dos probióticos devido a parâmetros intrínsecos como por exemplo, seu pH e alta pressão osmótica. *Bifidobacterium* Bb12 foi encapsulado utilizando uma mistura de alginato-casca de jabuticaba em pó como material encapsulante. Neste estudo, foi relatado que a associação do alginato-casca de jabuticaba proporcionou uma maior eficiência na encapsulação do probiótico, uma vez que a contagem de células viáveis ao longo dos 9 dias de armazenamento foi maior quando utilizado essa associação comparada à quando utilizado somente o alginato. A tecnologia de microencapsulação favoreceu a sobrevivência do probiótico incorporado na geleia e durante os testes de sobrevivência no trato gastrointestinal *in vitro*, indicando os benefícios dessa tecnologia na sobrevivência de probióticos e assim, a possibilidade do desenvolvimento de diversos produtos contendo probióticos (CEDRAN; RODRIGUES; BICAS, 2021).

Lacerda Massa *et al.* (2020) avaliaram a capacidade do subproduto da jabuticaba liofilizado e digerido produzir efeitos estimuladores no crescimento e metabolismo de

probióticos. Em processo de digestão gastrointestinal simulada, o subproduto da jabuticaba foi transformado em um material com características semelhantes às que atingem o cólon humano, e apresentou atividade prebióticas positivas nos probióticos. Além disso, o cultivo destes em meio adicionado do subproduto da jabuticaba digerido promoveu o crescimento e metabolismo dos probióticos *Bifidobacterium* e *Lactobacillus*, indicado pelo aumento na contagem de probióticos, diminuição dos valores de pH nesse meio de cultivo e aumento da produção de ácido lático e ácidos graxos de cadeia curta, sugerindo efeitos prebióticos. Além de potencial ingrediente prebiótico, o subproduto é fonte de fibras e compostos fenólicos, sendo ideal para a formulação de produtos com alto valor nutricional agregado (LACERDA MASSA *et al.*, 2020).

USO DA TECNOLOGIA DE MICROENCAPSULAÇÃO EM COMPOSTOS OBTIDOS DA JABUTICABA

A tecnologia de microencapsulação vem ganhando destaque nos últimos anos, sendo objeto de estudo em muitos artigos científicos devido às diversas possibilidades que seu uso proporciona, como na indústria farmacêutica e alimentícia. A Tabela 4 abaixo apresenta os estudos encontrados relatando o uso da microencapsulação em extratos obtidos da jabuticaba.

A utilização de goma arábica na microencapsulação de extrato de jabuticaba mostrou ser superior comparado à maltodextrina e maltodextrina associada a goma arábica (SANTOS, 2018). Extrato de jabuticaba encapsulado utilizado com goma arábica como material encapsulante apresentou eficiência de encapsulação encontrada de 60,27%, seguida de 56,11% quando utilizado maltodextrina combinada com goma arábica, e de 47,53% quando utilizado apenas a maltodextrina. Ainda, o extrato de jabuticaba encapsulado com goma arábica foi o que promoveu uma maior retenção de antocianinas, além de ter apresentado as melhores características para aplicação devido à baixa atividade de água e solubilidade (SANTOS, 2018).

Rodrigues *et al.* (2018) avaliaram a estabilidade de três amostras de extrato liofilizado de casca de jabuticaba: o extrato puro, extrato encapsulado com maltodextrina e extrato encapsulado com maltodextrina e goma xantana. Os extratos encapsulados apresentaram uma menor degradação de agentes bioativos comparado ao extrato puro, e as condições de armazenamento, como luz e alta temperatura, causam maior efeito no extrato puro, indicando o potencial protetor das microcápsulas. Ao final dos 36 dias de armazenamento, o extrato encapsulado com a maltodextrina e goma xantana foi o que apresentou uma menor variação de coloração, sob todas as condições de armazenamento. Quando incorporados em gelatina incolor, os extratos apresentam estabilidade na cor durante 60 dias de armazenamento, sendo indicados para aplicação em alimentos. Além disso, a microcápsula com maltodextrina apresentou maior estabilidade na cor quando armazenada no escuro (RODRIGUES *et al.*, 2018). Cabral *et al.* (2018) encontraram resultados semelhantes na estabilidade de compostos bioativos de extratos encapsulados durante armazenamento. Durante armazenamento em diferentes condições de temperatura, o extrato encapsulado em quitosana apresentou grande estabilidade de polifenóis comparado ao extrato não encapsulado. Em temperatura de refrigeração, os polifenóis apresentaram melhor estabilidade durante o período de 60 dias. Já sob temperatura ambiente e temperatura de estresse (40°C), a

estabilidade dos polifenóis começou a cair após 30 dias de armazenamento. Após 60 dias sob temperatura ambiente, o extrato microencapsulado apresentou bons resultados, com teor considerável de polifenóis preservados, perdendo apenas cerca de 17% do teor inicial, diferente do extrato não encapsulado que teve uma perda próxima de 70%, demonstrando o potencial da microencapsulação na preservação e estabilidade dos compostos bioativos presentes na casca da jabuticaba (CABRAL *et al.*, 2018).

Tabela 4. Microencapsulação de extratos obtidos da jabuticaba.

Material encapsulante	Principais resultados	Referências
Maltodextrina	Os extratos aquosos de jabuticaba microencapsulados adicionados em linguiça fresca contribuíram para a diminuição da oxidação lipídica durante os 15 dias de armazenamento. Adição de 2% de extrato aquoso se mostrou ideal, afetando apenas a coloração do produto.	BALDIN <i>et al.</i> , 2016.
Maltodextrina; maltodextrina e goma xantana	A microencapsulação por liofilização do extrato aquoso de jabuticaba proporciona uma menor degradação dos compostos bioativos.	RODRIGUES <i>et al.</i> , 2018.
Quitosana	A microencapsulação de extrato hidroetanólico da casca de jabuticaba em cápsulas de quitosana permitiram a estabilidade dos polifenóis durante o período de armazenamento de 60 dias sob refrigeração e temperatura ambiente, e estabilidade de 30 dias sob temperaturas mais altas.	CABRAL <i>et al.</i> , 2018.
Maltodextrina	O extrato aquoso de jabuticaba microencapsulado adicionado em mortadela melhorou a aceitação sensorial de textura e sabor do produto, porém características como aroma e cor foram reduzidas. A oxidação lipídica e a maioria das características físico-químicas e microbiológicas não foram afetadas.	BALDIN <i>et al.</i> , 2018.
Maltodextrina; goma arábica; maltodextrina e goma arábica	Encapsulação de extrato hidroetanólico de jabuticaba utilizando como material encapsulante a goma arábica obteve os melhores resultados de eficiência de encapsulação e retenção de antocianinas.	SANTOS, 2018.
Maltodextrina; goma arábica; concentrado protéico de soro de leite; blends dos três	Todas as microcápsulas apresentaram alta concentração de antocianinas e compostos fenólicos, porém as microcápsulas com materiais individuais obtiveram maior eficiência de encapsulação dos blends de extratos hidroetanólico de jabuticaba, jussara e mirtilo.	ROCHA <i>et al.</i> , 2019b.
Goma gelana	Todos os géis de goma gelana contendo extrato hidroetanólico de jabuticaba tiveram bons resultados como carreadores de antocianinas. Porém, os géis sem adição de cálcio apresentaram maior eficiência na retenção de antocianinas durante a simulação gastrointestinal, mostrando a influência da composição da matriz.	SANTOS; CUNHA, 2019.
Alginato de sódio e quitosana	A microencapsulação foi capaz de amenizar os efeitos do calor em compostos antioxidantes e polifenóis presentes nos extratos hidroetanólico de jabuticaba que são instáveis a altas temperaturas. Os tratamentos que tiveram menores perdas de polifenóis após cozimento dos biscoitos foram aqueles com maiores teores de alginato.	SOUSA MENDES <i>et al.</i> , 2021.
Pectina; pectina e frutooligosacarídeo (FOS); pectina e inulina	A pectina combinada com inulina apresentou bons resultados de encapsulação e estabilidade dos polifenóis do extrato hidroetanólico da casca de jabuticaba. Os melhores resultados foram alcançados quando utilizado a combinação de pectina e inulina com maior grau de polimerização (DP \geq 23).	TARONE <i>et al.</i> , 2021.

FONTE: Autoria própria, 2021.

Souza Mendes *et al.* (2021) verificaram a estabilidade de extratos de casca e semente de jabuticaba microencapsulados em diferentes formulações. Em cada formulação foi sendo variada a quantidade de alginato de sódio (matriz encapsulante) e de extrato nas cápsulas, e foi feita e aplicação destas em biscoitos fermentados de amido de mandioca processados a 180°C. Os resultados demonstram que quanto maior o volume de extrato utilizado, maior a eficiência de encapsulação. Porém, esse não é o único fator que deve ser levado em conta na escolha do melhor sistema encapsulante, já que as formulações que apresentaram maior eficiência não são as mais indicadas para uso por não apresentarem um formato esférico regular, o que ocorreu devido à baixa quantidade de matriz encapsulante utilizada, demonstrando que ambas as variáveis devem ser levadas em consideração. Os resultados também apontam que maiores teores de alginato de sódio contribuem para uma menor perda de polifenóis durante tratamento térmico (SOUZA MENDES *et al.*, 2021).

CONCLUSÃO

Todos os estudos de desenvolvimento de produtos funcionais apresentados na revisão indicam que a adição de frações da jabuticaba, em destaque sua casca, proporcionam uma melhora nutricional do alimento, além de contribuir para que haja alegação funcional do mesmo. Ainda, essas frações da jabuticaba se mostraram capazes de produzirem atividades prebióticas positivas nos probióticos, estimulando o crescimento e metabolismo dos probióticos, comprovando seus benefícios e as diversas possibilidades de seu uso. Porém, quando incorporados em matrizes não lácteas, a viabilidade dos probióticos apresenta baixa resistência.

A tecnologia de microencapsulação se mostra como um grande recurso para solucionar este problema de viabilidade de probióticos em matrizes não lácteas, e também para garantir uma maior estabilidade e conservação dos compostos bioativos presentes nos extratos da jabuticaba, permitindo assim, a incorporação e preservação de ambos em diferentes matrizes alimentares.

Jaboticaba in the development of new functional products: a systematic review

ABSTRACT

Jaboticaba (*Plinia jaboticaba*) is a tropical fruit with great exploration potential due to the high-value nutrients found in its composition, being considered a functional food. The introduction of this type of food in the diet is extremely important given its benefits for the maintenance of health and well-being and its protection against chronic non-communicable diseases. Thus, this systematic review aimed to summarize the findings of all relevant uses of jaboticaba in the development of new functional products, as well as combined with microencapsulation technology and as a vehicle for probiotics. Recent experimental studies on the subject were selected and the results were analyzed. It was observed that the addition of jaboticaba and its by-products in different foods provided increased nutritional value and functional characteristics, and the jaboticaba fractions were able to produce positive prebiotic activities in probiotics. Furthermore, the use of microencapsulation technology provided greater stability and conservation in the bioactive compounds obtained from jaboticaba, allowing its incorporation into different food matrices.

KEYWORDS: functional foods; *Plinia jaboticaba*; Bioactive compounds; Microencapsulation; Probiotics..

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – código de financiamento 001; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (CNPq/PIBIC - UNICAMP); e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº 2019/12244-8. Mário Roberto Maróstica Júnior reconhecem a Red Iberomericana de Aprovechamiento Integral de Alimentos Autóctonos Subutilizados (ALSUB-CYTED, 118RT0543).

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, B.R.; PINELA, J.; BARROS, L.; OLIVEIRA, M. B. P. P.; FERREIRA, I. C.F.R. Anthocyanin-rich extract of jaboticaba epicarp as a natural colorant: Optimization of heat- and ultrasound-assisted extractions and application in a bakery product. **Food Chemistry**, v. 316, 2020.

ALEZANDRO, M. R.; DUBÉ, P.; DESJARDINS, Y.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Comparative study of chemical and phenolic compositions of two species of jaboticaba: *Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg and *Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg. **Food Research International**, Oxford v. 54, n.1, p. 468–477, 2013.

ALMEIDA NETA, M. C.; ROCHA DE QUEIROGA, A.P.; ALMEIDA, R. L. J.; CAETANO SOARES, A.; MARINHO GONÇALVES, J.; SOARES FERNANDES, S.; DE SOUZA, M.C.; OLBRICH DOS SANTOS, K.M.; ALONSO BURITI, F.C.; ROLIM FLORENTINO, E. Fermented Dessert with Whey, Ingredients from the Peel of Jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) and an Indigenous Culture of *Lactobacillus plantarum*: Composition, Microbial Viability, Antioxidant Capacity and Sensory Features. **Nutrients**. v. 10, n. 1214, p. 1-19, 2018.

ALVES, A. P. C.; MARQUES, T. R.; CARVALHO, T. C. L.; PINHEIRO, A. C. M.; RAMOS, E. M.; CORRÊA, A. D. Elaboration and acceptability of restructured hams added with jaboticaba skin. **Food Science and Technology**, v. 37, n. 2, p. 232-238, 2017.

ANAL, A. K., SINGH, H. Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and target delivery. **Trends in Food Science and Technology**, v. 18, n. 5, p. 240–251, 2007.

ARAÚJO, A. L. **Microencapsulação do ferro através da técnica de coacervação complexa**. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

AZEREDO, H. D. Encapsulação: aplicação à tecnologia de alimentos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 16, p. 89-97, 2008.

BALDIN, J. C.; MICHELIN, E. C.; POLIZER, Y. J.; RODRIGUES, I.; GODOY, S. H. S.; FREGONESI, R. P.; PIRES, M. A.; CARVALHO, L. T.; FÁVARO-TRINDADE, C. S.; LIMA, C. G.; FERNANDES, A. M.; TRINDADE, M. A. Microencapsulated jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) extract added to fresh sausage as natural dye with antioxidant and antimicrobial activity, **Meat Science**, v. 118, p. 15-21, 2016.

BALDIN, J. C.; MUNEKATA, P. E. S.; MICHELIN, E. C.; POLIZER, Y. J.; SILVA, P. M.; CANAN, T. M. PIRES, M. A.; GODOY, S. H. S.; FÁVARO-TRINDADE, C. S.; LIMA, C. G.; FERNANDES, A. M.; TRINDADE, M. A. Effect of microencapsulated Jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) extract on quality and storage stability of mortadella sausage. **Food Research International**, v. 108, p. 551–557, 2018.

BOGER, B.; LEAL B, A.; LUCCHETTA, L.; PORTO P, E. Use of jaboticaba (*Plinia cauliflora*) skin in the processing of ice creams. **Revista chilena de nutrición**, Santiago, v. 46, n. 2, p. 154-159, 2019.

BORGES, E.; MONTE, L. G. C.; ROCHA, R. S.; JÚNIOR, O. M.; MODESTO, T. F. Vinho de jaboticaba. In: **III Encontro Científico e Simpósio de Educação Unisalesiano**, Lins, São Paulo, p. 1-4, 2011.

CABRAL, B. R. P.; OLIVEIRA, P.M.; GELFUSO, G.M.; QUINTÃO, T.S.C.; CHAKER, J.A.; KARNIKOWSKI, M.G.O.; GRIS, E.F. Improving stability of antioxidant compounds from *Plinia cauliflora* (jaboticaba) fruit peel extract by encapsulation in chitosan microparticles, **Journal of Food Engineering**, v. 238, p. 195-201, 2018.

CAMPOS DE OLIVEIRA, D.; FURTADO MARTINS, E. M.; LOPES MARTINS, M.; BRETAS MARTINS, G.; LIMA BINOTI, M.; CAMPOS, A. N. R.; RAMOS, A. M.; SILVA, M. H. L.; STRINGHETA, P. C. Blanching effect on the bioactive compounds and on the viability of *Lactobacillus rhamnosus* GG before and after in vitro simulation of the digestive system in jaboticaba juice. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 3, p. 1277-1293, 2017.

CEDRAN, M. F.; RODRIGUES, F. J.; BICAS J. L. Encapsulation of *Bifidobacterium* BB12® in alginate-jaboticaba peel blend increases encapsulation efficiency and bacterial survival under adverse conditions. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 105, p. 119-127, 2021.

COENTRÃO, C. A. M.; MÁRSICO, E. T.; FRASAO, B. S.; RIBEIRO, R. O. R.; GARCIA, L. G. C.; SILVA, F. A.; GOMES DA CRUZ, A.; SIMÕES, J. S.; OLIVEIRA SILVA, A. C. logurtes de jaboticaba enriquecidos com proteína de soro de leite ou albumina: avaliação do conteúdo fenólico e cor. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 26, n. 4, 2019.

COLETTI, L. Y. Curva de maturação de frutos e potencial germinativo de sementes de Jaboticaba 'Sabará' (Myrciaria jaboticaba Berg). 59 f. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 2012.

COOK, M. T.; TZORTZIS, G.; CHARALAMPOPOULOS, D.; KHUTORYANSKIY, V. V. Microencapsulation of probiotics for gastrointestinal delivery. **Journal Of Controlled Release**, v. 162, n. 1, p. 56-67, 2012.

COZZOLINO, S. Nutracêuticos: O que significa?. **ABESO**, n. 55/5, Fev. 2012.

DESTRO, T. M.; PRATES, D. F.; WATANABE, L. S.; GARCIA, S.; BIZ, G.; SPINOSA, W. A. Organic brown sugar and jaboticaba pulp influence on water kefir fermentation. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 43, 2019.

DIAS, S. S.; SIMAS, L.; LIMA JUNIOR, L. C. ALIMENTOS FUNCIONAIS NA PREVENÇÃO E TRATAMENTO DE DOENÇAS CRÔNICAS NAO TRANSMISSÍVEIS. **Boletim da Conjuntura (BOCA)**, Boa Vista, v. 4, n. 10, p. 54-61, 2020.

DI MAIO, G.; PITTIA, P.; MAZZARINO, L.; MARASCHIN, M.; KUHNEN, S. Cow milk enriched with nanoencapsulated phenolic extract of jaboticaba (Plinia peruviana). **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, 2019.

FACHINELLO, J. C., PASA, M. S., SCHMTIZ, J. D., BETEMPS, D. L. Situação e perspectiva da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista brasileira de fruticultura**. Jaboticabal – SP. Volume especial E, p. 109-120, 2011.

FAVARO-TRINDADE, C. S.; PINHO, S. C.; ROCHA, G. A. Revisão: Microencapsulação de ingredientes alimentícios. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 11, p. 103-112, 2008.

FERREIRA, J. V.; SCHIRMANN, G.S.; SANTOS, M. L. P.; ZAGO, A. C.; BORTOLINI, V. M. S.; ROCKENBACH, R.; BRAGANÇA, G. C. M. Parâmetros físico-químicos e aceitabilidade de sorvetes desenvolvidos a partir de diferentes leites fermentados por kefir, jaboticaba (Myrciaria cauliflora (Mart.) O. Berg) e mel de abelha silvestre. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 11, p.85434-85451, 2020.

FERREIRA, P. R.; MARINS, J. C. B.; OLIVEIRA, L. L.; BASTOS, D. S. S.; SOARES JUNIOR, D. T.; SILVA, C. D.; FONTES, E. A. F. Beverage based on whey permeate with phenolic extract of jaboticaba peel: A pilot study on effects on muscle and oxidative stress in trained individuals, **Journal of Functional Foods**, v. 65, 2020.

FERREIRA, S. P. L.; JARDIM, F. B. B.; FONSECA, C. R.; COSTA, L. L. Whole-grain pan bread with the addition of jaboticaba peel flour. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 50, n. 8, 2020.

FIDELIS, M.; SANTOS, J. S.; ESCHER, G. B.; ROCHA, R. S.; CRUZ, A. G.; MENDANHA CRUZ, T.; MARQUES, M. B.; NUNES, J. B.; CARMO, M. A. V.; ALMEIDA, L. A.; KANESHIMA, T.; AZEVEDO, L.; GRANATO, D. Polyphenols of jaboticaba [*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) O.Berg] seeds incorporated in a yogurt model exert antioxidant activity and modulate gut microbiota of 1,2-dimethylhydrazine-induced colon cancer in rats. **Food Chemistry**, v. 334, 2021.

FRANCOSO, C. F.; BARBEDO, C. J. Tratamentos osmóticos e térmicos para controle de fungos em sementes de grumixameira (*Eugenia brasiliensis* Lam.) e pitangueira (*Eugenia uniflora* L.). **Hoehnea**, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 541-552, 2014.

GERALDI, M. V.; BETIM CAZARIN, C. B., DIAS-AUDIBERT, F.L.; PEREIRA, G.A.; CARVALHO, G.G.; KABUKI, D.Y.; CATHARINO, R.R.; PASTORE, G. M.; BEHRENS, J. H.; CRISTIANINI, M.; MARÓSTICA JUNIOR, M. R. Influence of high isostatic pressure and thermal pasteurization on chemical composition, color, antioxidant properties and sensory evaluation of jaboticaba juice. **LWT Food Science and Technology**, v. 139, 2021.

HENRIQUE, V. A.; NUNES, C. R.; AZEVEDO, F. T.; PEREIRA, S. M. F.; BARBOSA, J. B.; TALMA, S. V. **Alimentos funcionais [e-book]: aspectos nutricionais na qualidade de vida**. Aracaju, 1. ed., p. 24-27, 2018.

HOLKEM, A. T.; ROBICHAUD, V.; FÁVARO-TRINDADE, C. S.; LACROIX, M. Chemopreventive Properties of Extracts Obtained from Blueberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and Jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg.) in Combination with Probiotics. **Nutrition and Cancer**, v. 73, ed. 4, p. 671-685, 2021.

HORST, M. A.; LAJOLO, F. M. Biodisponibilidade de compostos bioativos de alimentos. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em:
<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76309>

KAILASAPATHY, K., RYBKA, S. L. *acidophilus* and *Bifidobacterium* spp: their therapeutic potential and survival in yogurt. **Australian Journal of Dairy Technol**, Melbourne, v.52, p.28-38, 1997.

KAUR, N.; SINGH, D. P. Deciphering the consumer behaviour facets of functional foods: A literature review. **Appetite**, Pasig, v.112, p. 167-187, 2017.

KOSERA NETO, C. **Indução floral e vigor da jaboticabeira com aplicação de bioreguladores e irrigação**. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2015.

LACERDA MASSA, N. M.; MENEZES, F. N. D. D.; ALBUQUERQUE, T. M. R.; OLIVEIRA, S. P. A.; LIMA, M. S.; MAGNANI, M.; SOUZA, E. L. Effects of digested jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg) by-product on growth and metabolism of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* indicate prebiotic properties. **LWT Food Science and Technology**, v. 131, 2020.

LAGE, F. F. Casca de jaboticaba: inibição de enzimas digestivas, antioxidante, efeitos biológicos sobre o fígado e perfil lipídico. 140 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

LEMOS, D.M.; ROCHA, A.P.T., GOUVEIA J.P.G.; OLIVEIRA E.N.A.; SOUSA, E.P.; SILVA S.F. Elaboração e caracterização de geleia prebiótica mista de jaboticaba e acerola. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, 2019.

MARQUETTI, C. Desenvolvimento e obtenção de farinha de casca de jaboticaba (*Plinia cauliflora*) para adição em biscoito tipo cookie. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2014.

MENDONÇA, C. D. DE; CIABOTTI, S.; MAGALHÃES, M. L.; CARLOS, F. G.; VITAL, A. R. Interferência da adição da biomassa e farinha de banana verde (*Musa spp.*) e farinha da casca de jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) na multiplicação de bactérias probióticas em leite cultivado light. **ForScience**, v. 5, n. 2, 2017.

MICHELETTI, J.; SOARES, J. M.; FRANCO, B. C.; CARVALHO, I. R. A.; CANDIDO, C. J.; SANTOS, E. F.; NOVELLO, D. The addition of jaboticaba skin flour to muffins alters the physicochemical composition and their sensory acceptability by children. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 21, 2018.

NEDOVIC, V., KALUSEVIC A., MANOJLOVIC, V., LEVIC, S., BUGARSK, B. An overview of encapsulation technologies for food application. **Food Science**, v. 1, p. 1806-181, 2011.

NEVES, L. C. Frutos: o remédio do futuro! **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, 2012.

OLIVEIRA, F. S. Microencapsulação de extratos naturais ricos em flavonoides visando o desenvolvimento de alimentos funcionais com propriedades quimiopreventivas. 72 f. **Dissertação (Mestrado)** - Escola Superior Agrária de Bragança, Bragança, 2015.

OLIVEIRA, L. T. de.; BATISTA, S. M. M. A atuação dos probióticos na resposta imunológica. **Revista Brasileira de Nutrição**, v. 19, n. 3, p. 1-4, 2003.

PEREIRA, E.P.R.; FARIA, J.A.F.; CAVALCANTI, R.N.; GARCIA, R.K.A.; SILVA, R.; ESMERINO, E.A.; CAPPATO, L.P.; ARELLANO, D.B.; RAICES, R.S.L.; SILVA, M.C.; PADILHA, M.C.; MEIRELES, M.A.; BOLINI, H.M.A.; CRUZ, A.G. Oxidative stress in probiotic Petit Suisse: Is the jabuticaba skin extract a potential option? **Food Research International**, v. 81, p. 149-156, 2016.

PLETSCH, L. B. H.; SEVERO, J.; HERMANN, G.; PREICHARDT, L. D. Gelado comestível de kefir adicionado de polpa de jabuticaba e morango. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 74, n. 1, p. 39-50, 2019.

ROCHA, J. C. G.; BARROS, F. A. R.; PERRONE, I. T.; VIANA, K. W. C.; TAVARES, G. M.; STEPHANI, R.; STRINGHETA, P. C. Microencapsulation by atomization of the mixture of phenolic extracts. **Powder Technology**, v. 343, p. 317-325, 2019b.

ROCHA, J. C. G.; VIANA, K. W. C.; MENDONÇA, A. C.; NEVES, N. A.; CARVALHO, A. F.; MINIM, V. P. R.; BARROS, F. A. R.; STRINGHETA, P. C. Protein beverages containing anthocyanins of jabuticaba. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 39, n. 1, p. 112-119, 2019a.

RODRIGUES, L. M.; JANUÁRIO, J. G. B.; SANTOS, S. S.; BERGAMASCO, R.; MADRONA, G. S. Microcapsules of 'jabuticaba' byproduct: Storage stability and application in gelatin. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 6, p. 424-429, 2018.

RODRIGUES, I. C. Estudo do processamento de geleia de melancia enriquecida com extratos de jabuticaba e extrato de sementes de chia: características físico-química e potencial antioxidante. 68 f. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.

RODRIGUES, R. C. Elaboração de barra de cereal com a utilização de casca de jabuticaba e colágeno hidrolisado. 65 f. **Dissertação (Mestrado)** – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2020.

SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. v. 42, n.1, p.1-16, 2006.

SAITO, T.; MARTINS-MADALÃO, M.C.; BERNARDES, P.C.; BOSI, M.G.; DELLA LUCIA, S.M.; SARAIVA, S.H.; IBRAHIM SILVA, P. Jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) peel extract increases bioactive compounds in petit-suisse cheese. **International Food Research Journal**, v. 26, n. 1, p. 277–285, 2019.

SANTOS, T. P.; CUNHA, R. L. *In vitro* digestibility of gellan gels loaded with jabuticaba extract: Effect of matrix-bioactive interaction. **Food Research International**, v. 125, n. 11, p. 108638, 2019.

SANTOS, C. X. Caracterização físico-química e análise da composição química da semente de goiaba oriunda de resíduos agroindustriais. 61 f. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga-BA, 2011.

SANTOS, D. T.; ALBARELLI, J. Q.; BEPPU, M. M.; MEIRELES, M. A. A. Stabilization of anthocyanin extract from jabuticaba skins by encapsulation using supercritical CO₂ as solvent. **Food Research International**, v. 50, n. 2, p. 617-624, 2011.

SANTOS, M. A. D. Desenvolvimento e caracterização de microcápsulas de casca de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg). 47 f. **Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos)** – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2018.

SEMENSATO, L. R. VENDRUSCOLO, E. P.; SELEGUINI, A.; BATISTA FILHO, P. A.; DA SILVA, E. C. M.; DA SILVA, T. P. Fenologia, produtividade e qualidade de frutos de jabuticabeiras de diferentes idades das plantas. **Iheringia, Série Botânica**, v. 75, 2020.

SILVA, J. K.; BATISTA, A. G.; BETIM CAZARIN, C. B.; DIONÍSIO, A. P.; BRITO, E. S.; MARQUES, A. T. B.; MARÓSTICA JUNIOR, M. R. Functional tea from a Brazilian berry: Overview of the bioactives compounds. **LWT Food Science and Technology**, v. 76, p. 292-298, 2017.

SILVA, V. S.; ORLANDELLI, R. C. DESENVOLVIMENTO DE ALIMENTOS FUNCIONAIS NOS ÚLTIMOS ANOS: UMA REVISÃO. **Revista Uningá**, Maringá, v. 56, n. 2, p. 182-194, 2019.

SOUSA, M.C., SANTOS, W.M., ORLEANS DA SILVA, J.M; RAMOS, F. P.; FREITAS, A. S.; ALMEIDA NETA, M. C.; OLBRICH DOS SANTOS, K. M.; BURITI, F. C. A.; FLORENTINO, E. R. Non-fermented Dairy Desserts with Potentially Probiotic Autochthonous Lactobacilli and Products from Peel of Jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*). **Probiotics and Antimicrobial Proteins**, v. 13, p. 765-775, 2021.

SOUSA, R. C. P.; SANTOS, D. C.; NEVES, L. T. B. C.; CHAGAS, E. A. Tecnologia de bioprocesso para produção de alimentos funcionais. **REVISTA AGRO@MBIENTE ON-LINE**, [S.l.], v. 7, n. 3, p. 366-372, 2013.

SOUSA MENDES, D. C.; ASQUIERI, E. R.; BATISTA, R. D.; MORAIS, C. C.; RAMIREZ ASCHERI, D. P. MACEDO, I. Y. L.; SOUZA GIL, E. Microencapsulation of jabuticaba extracts (*Myrciaria cauliflora*): Evaluation of their bioactive and thermal properties in cassava starch biscuits. **LWT Food Science and Technology**, v. 137, 2021.

SUEMITSU, L.; INADA, K. O. P.; FERNANDES, P. O.; PERRONE, D.; MONTEIRO, M.; MELO, L. Development, sensory profile and physicochemical properties of jabuticaba nectar with lyophilized jussara pulp. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. 2, 2020.

TARONE, A. G.; SILVA, E. K.; BETIM CAZARIN, C. B.; MARÓSTICA JUNIOR, M. R. Inulin/fructooligosaccharides/pectin-based structured systems: Promising encapsulating matrices of polyphenols recovered from jabuticaba peel. **Food Hydrocolloids**, v. 111, 2021.

VIDAL, A. M.; DIAS, D. O.; MARTINS, E. S. M.; OLIVEIRA, R. S.; NASCIMENTO, R. M. S.; CORREIA, M. G. S. "A ingestão de Alimentos Funcionais e sua contribuição para a diminuição da incidência de doenças". **Cadernos de Graduação Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 1, n. 15, p. 43-52, 2012.

ZUCCOTI, G. V.; MENEGHIN, F.; RAIMONDI, C.; DILILLO, D.; AGOSTONI, C.; RIVA, E.; GIOVANNINI, M. Probiotics in clinical practice: an overview. **Journal of International Medical Research**, v. 36, n.1, p.1-53, 2008.

Recebido: 16 set. 2021.

Aprovado: 16 mar. 2022.

DOI: 10.3895/rebrapa.v12n2.14732

Como citar:

COELHO, B. M.; GERALDI, M. V.; MARÓSTICA JR., M. R. Utilização de jabuticaba no desenvolvimento de novos produtos funcionais: revisão sistemática. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 12, n. 2, p. 38-60, abr./jun. 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>

Correspondência:

Mario Roberto Maróstica Junior

Universidade Estadual de Campinas, Rua Monteiro Lobato, 80, CEP 13083-862, Campinas, São Paulo, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

