

**Desenvolvimento de bebidas probióticas não lácteas adicionadas de *Saccharomyces
boulardii*: situação atual e perspectivas**

**Development of non-dairy probiotic beverages with *Saccharomyces boulardii*: current
situation and perspectives**

**Desarrollo de bebidas probióticas no lácteas con *Saccharomyces boulardii*: situación
actual y perspectivas**

Recebido: 08/12/2020 | Revisado: 13/12/2020 | Aceito: 15/12/2020 | Publicado: 18/12/2020

Marcela Moreira Terhaag

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3558-9199>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná, Brasil

Universidade Estadual de Londrina, Brasil

E-mail: marcela.terhaag@ifpr.edu.br

Fernando Rodrigo Bertusso

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6714-6600>

Secretaria de Estado da Educação do Paraná, Brasil

E-mail: bertusso@gmail.com

Sandra Helena Prudêncio

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0966-0959>

Universidade Estadual de Londrina, Brasil

E-mail: sandrah@uel.br

Resumo

Os probióticos são microrganismos vivos que, quando administrados em quantidade adequada, conferem benefício à saúde do hospedeiro. Dentre inúmeros micro-organismos usualmente empregados como probióticos, destaca-se a *Saccharomyces boulardii*. Inicialmente isolada de lichias, a *S. boulardii* é uma levedura probiótica usualmente empregada como medicamento para tratamento de distúrbios intestinais. As frutas e vegetais apesar de serem ricas em inúmeros nutrientes benéficos à saúde, normalmente não são empregadas como veículos para micro-organismos probióticos. As bebidas à base de frutas e/ou vegetais são consideradas apropriadas como matriz para o desenvolvimento de produtos probióticos por não conterem alergênicos lácteos que impedem o consumo destes produtos por parte da população. Nesta revisão são apresentados estudos que apontam para a potencial

aplicação da *S. boulardii* como cultura probiótica, de forma associada a outros microorganismos ou não, para adição em sucos de frutas e/u vegetais, mediante ajustes de matriz e/ou processo, visando aumento de escala e tornando este processo economicamente viável.

Palavras-chave: Frutas; Vegetais; Sucos; Fermentação.

Abstract

Probiotics are live microorganisms that, when administered in an adequate amount, confer benefit on the health of the host. Among the microorganisms usually used as probiotics, *Saccharomyces boulardii* is a highlight. Initially isolated from lychees, *S. boulardii* is a probiotic yeast usually used as a medicine to treat intestinal disorders. Fruits and vegetables, despite being rich in various nutrients beneficial to health, are not normally used as vehicles for probiotic microorganisms. Beverages based on fruits and/or vegetables are suitable as a matrix for the development of probiotic products because they do not contain dairy allergens that make it impossible for the population. In this review, studies are presented that point to the potential application of *S. boulardii* as a probiotic culture, in association with other microorganisms or not, for addition in fruit and/or vegetable juices, by means of matrix and/or process adjustments, aiming at increasing scale and making this process economically viable.

Keywords: Fruits; Vegetables; Juices; Fermentation.

Resumen

Los probióticos son microorganismos vivos que, cuando se administran en una cantidad adecuada, confieren beneficios a la salud del huésped. Entre los innumerables microorganismos que se utilizan habitualmente como probióticos, destaca *Saccharomyces boulardii*. Inicialmente aislada de los lichis, *S. boulardii* es una levadura probiótica que generalmente se usa como medicamento para tratar trastornos intestinales. Las frutas y verduras, a pesar de ser ricas en numerosos nutrientes beneficiosos para la salud, normalmente no se utilizan como vehículos de microorganismos probióticos. Las bebidas a base de frutas y / o verduras se consideran apropiadas como matriz para el desarrollo de productos probióticos porque no contienen alérgenos lácteos que imposibiliten que la población consuma estos productos. En esta revisión se presentan estudios que apuntan a la potencial aplicación de *S. boulardii* como cultivo probiótico, en asociación con otros microorganismos o no, para adición en jugos de frutas y / o vegetales, mediante ajustes de matriz y / o proceso, con el objetivo de aumentar la escala y hacer que este proceso sea económicamente viable.

Palabras clave: Frutas; Vegetales; Jugos; Fermentación.

1. Introdução

Os probióticos são definidos como sendo micro-organismos não-patogênicos que, quando administrados em quantidades adequadas, exercem efeitos positivos sobre a saúde ou a fisiologia do hospedeiro (Marteau et al., 2001; WGO, 2011). Segundo FAO (2006), recomenda-se que o probiótico deve estar viável e em uma dose apropriada para se obter os efeitos desejados. Em revisão anterior, Lee e Salminen (1995) apontavam um consumo diário mínimo de 10^6 - 10^9 UFC do micro-organismo probiótico para que se obter o efeito benéfico desejado. Fatores como composição da matriz alimentícia, forma de processamento, temperatura e tempo de armazenagem, dentre outros, afetam a viabilidade e da cultura probiótica.

Os probióticos estão disponíveis comercialmente em diferentes tipos de produtos como alimentos, suplementos alimentares e medicamentos. Dentre os alimentos probióticos disponíveis no mercado, a maioria contém ingredientes lácteos.

A adição de culturas probióticas às bebidas lácteas (fermentadas ou não) é uma prática antiga, que além de considerar a composição do leite e presença (muitas vezes) natural de bactérias lácteas, está relacionada ao fato deste alimento estar inserido na dieta de grande parte dos consumidores.

Apesar dos produtos probióticos usualmente empregarem leite em sua composição, há uma crescente busca de alternativas a fim de atender aos consumidores que não podem ou que optam por não consumir bebidas contendo matérias-primas de origem láctea.

As frutas e vegetais são fonte de inúmeros nutrientes, como por exemplo vitaminas, sais minerais e fibras e por serem consumidos regularmente, tornam-se veículos atrativos para ingestão de probióticos (Amorim, Piccoli, & Duarte, 2018).

A adição de probióticos em bebidas à base de frutas, vegetais, cereais e soja pode tornar estes produtos ainda mais aceitos pelo consumidor (Granato et al., 2010; Pimentel et al., 2015; Perricone et al., 2015; Mousavi et al., 2011; Zulueta et al., 2007).

Vários micro-organismos têm sido estudados e apresentam efeitos probióticos, como as bactérias do gênero *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, além da levedura *Saccharomyces boulardii* (Holzapfel & Schillinger, 2002).

A *S. boulardii* é uma levedura termofílica não patogênica, resistente aos ácidos gástricos e proteólise, primeiramente isolada a partir da lichia, na Indochina (Fратиanni et al.,

2014; Czerucka, Piche, & Rampal, 2007; Czerucka & Rampal, 2002). A *S. boulardii* não faz parte da microbiota intestinal, não coloniza o intestino e apresenta declínio da concentração após cessar a administração (Czerucka, Piche, & Rampal, 2007). Esta levedura tem sido empregada no tratamento de diarreia do viajante, diarreia associada a antibióticos, gastroenterite aguda em adultos e crianças, diarreia em pacientes intubados e diarreia crônica em pacientes HIV positivos, ainda possui efeito protetivo contra *Clostridium difficile*, *Vibrio cholerae*, *Shigella* e *Escherichia coli* (EPEC) (Czerucka & Rampal, 2002; Kühle, Skovgaard, & Jespersen, 2005) e Salmonella entérica Typhimurium (Martins et al., 2013; Kühle, Skovgaard, & Jespersen, 2005; Czerucka & Rampal, 2002).

Diversos autores propõem a aplicação da *S. boulardii* como micro-organismo probiótico e como cultura iniciadora de fermentação em diversos alimentos, como em suco de tomate e cenoura (Sivudu et al., 2016), cerveja artesanal (Capece et al., 2018), suco de uva utilizando pedaços de maçã como carreador (Gallo et al., 2014), bebida à base de rabanete, beterraba e cenoura (Değirmencioğlu, Gurbuz, & Sahan, 2016), polpa de maçã (Farinazzo et al., 2017), bebida de beterraba, cenoura e aipo (Profir & Vizireanu, 2013), suco de tomate (Fратиanni et al., 2013), leite e bebidas lácteas (Lourens-Hattingh & Viljoen, 2001), iogurte de leite de cabra (Karaolis et al., 2013), suco de berries (Fратиanni et al., 2014), sorvete à base de soja (Heenan et al., 2004), cereais matinais (Singu, Bhushette, & Annapure), dentre outros. Fratianni et al. (2014) apontam que a levedura *S. boulardii* tem sido pouco explorada comercialmente, apesar de, segundo Değirmencioğlu; Gurbuz; Sahan (2016), conferir características físico-químicas e sensoriais desejáveis a sucos fermentados. Nessa perspectiva, o presente estudo busca por meio de uma revisão bibliográfica identificar as potencialidades e desafios na aplicação da levedura probiótica *Saccharomyces boulardii* em bebidas à base de frutas e vegetais.

2. Metodologia

Neste trabalho foi realizada uma revisão integrativa, de acordo com o Manual de Revisão Bibliográfica Sistemática Integrativa (Ânima Educação, 2014), considerando buscas efetuadas nas bases de dados das plataformas *Science Direct* e Periódicos da Capes. Os artigos foram selecionados utilizando a combinação do descritor *Saccharomyces boulardii* com os termos: *probiotic juice*, *probiotic beverage*, *probiotic food*. Os termos foram utilizados em inglês e em português.

3. Probióticos e bebidas probióticas

3.1 Probióticos

São considerados probióticos os micro-organismos não-patogênicos que, quando administrados em quantidade adequada, exercem uma influência positiva sobre a saúde ou a fisiologia do hospedeiro (Marteau et al., 2001; Wgo, 2011; Hill et al., 2014). O probiótico deve estar viável e em uma concentração apropriada para se obter os efeitos desejados (Fao, 2006; Hill et al., 2014). Fratianni et al. (2014) citam que tem sido proposta uma ingestão diária de 10^8 células para garantir os efeitos benéficos à saúde. Já Hill et al. (2014) mencionam em revisão sobre o tema, que em diversos países da União Europeia e no Canadá indica-se 10^9 como o número mínimo de células viáveis para que o produto possa ter a alegação de probiótico. A legislação brasileira cita que probióticos são micro-organismos vivos capazes de melhorar o equilíbrio microbiano intestinal produzindo efeitos benéficos à saúde do indivíduo (BRASIL, 2002). Para Elmer e McFarland (2001) é possível a utilização de micro-organismos probióticos tanto na prevenção quanto no tratamento, por meio da interação deste com a microecologia natural do hospedeiro.

A Fao (2006) indica que podem ser realizados estudos *in vitro* para verificar eficácia antes do estudo *in vivo*, como por exemplo, a verificação da tolerância aos ácidos e à bile, a produção de substâncias antimicrobianas e a capacidade de aderência às células do intestino humano, de acordo com o benefício previsto para a saúde. Duongthingoc et al. (2014) comentam que parte da viabilidade dos micro-organismos é perdida por fatores como choque térmico, acidez gástrica, presença de outros nutrientes e que a encapsulação tem sido empregada em culturas probióticas.

A maioria dos probióticos pertencem ao gênero *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* e *Lactococcus* e, mas que outros gêneros listados na Tabela 1, tais como *Enterococcus*, *Saccharomyces*, *Propionibacterium*, entre outros, têm sido estudados e são também considerados probióticos pelos efeitos de promoção da saúde (Kerry et al., 2018; Rivera-Espinoza & Gallardo-Navarro, 2010).

Estudos relacionam a ingestão de probióticos com a redução do colesterol sérico, prevenção da colite ulcerativa, síndrome do intestino irritável, doença de Crohn, artrite reumatoide, redução do risco de câncer, resistência a patógenos entéricos, auxílio na síntese de algumas vitaminas, entre outros benefícios à saúde (Aspri, Papademas, & Tsalta, 2020; Kerry et al, 2018; Hashemi et al., 2017; Abuajah, Ogbonna, & Osuji, 2015; Gilliland, 1990).

Tabela 1 – Micro-organismos usualmente empregados como probióticos.

Gênero do micro-organismo probiótico	Espécies envolvidas
<i>Bifidobacterium</i>	<i>B. longum</i> , <i>B. catenulatum</i> , <i>B. breve</i> , <i>B. animalis</i> , <i>B. bifidum</i>
<i>Lactobacillus</i>	<i>L. plantarum</i> , <i>L. paracasei</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. rhamnosus</i> , <i>L. crispatus</i> , <i>L. gasseri</i> , <i>L. reuteri</i> , <i>L. bulgaricus</i>
<i>Lactococcus</i>	<i>L. lactis</i> , <i>L. reuteri</i> , <i>L. rhamnosus</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>L. curvatus</i> , <i>L. plantarum</i>
<i>Peptostreptococcus</i>	<i>P. productus</i>
<i>Bacillus</i>	<i>B. coagulans</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>B. laterosporus</i>
<i>Enterococcus</i>	<i>E. faecium</i>
<i>Pediococcus</i>	<i>P. acidilactici</i> , <i>P. pentosaceus</i>
<i>Streptococcus</i>	<i>S. sanguis</i> , <i>S. oralis</i> , <i>S. mitis</i> , <i>S. thermophilus</i> , <i>S. salivarius</i>
<i>Propionibacterium</i>	<i>P. jensenii</i> , <i>P. freudenreichii</i>
<i>Bacteroides</i>	<i>B. uniformis</i>
<i>Akkermansia</i>	<i>A. Muciniphila</i>
<i>Saccharomyces</i>	<i>S. boulardii</i>

Fonte: Adaptado de Kerry et al. (2018).

Em revisão sobre o tema Ayyash et al. (2020) e Zafar et al. (2020) e relacionam o consumo de probióticos como aumento da imunidade frente às doenças respiratórias, podendo atuar tanto na prevenção quanto controle da síndrome respiratória aguda grave causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2).

3.2 Aplicações de probióticos em bebidas à base de frutas e vegetais

Guan, Xiong e Xie (2020) relatam dentre os mais de 380 tipos de produtos probióticos disponíveis comercialmente em todo o mundo - incluindo iogurte fermentado de probióticos, cápsulas probióticas e pós probióticos, cerca de 80% são produtos lácteos fermentados.

Os produtos lácteos são tradicionalmente empregados para veiculação de micro-organismos probióticos, porém aproximadamente 70% da população mundial sofrem de intolerância à lactose ou outros problemas de saúde relacionados aos consumos de lácteos. Desta forma, com a mudança nos hábitos e preferências de consumo, torna necessário o desenvolvimento de produtos probióticos isentos de leite (Perricone et al., 2015).

As bebidas de frutas e vegetais contêm minerais, fibras e antioxidantes sendo substratos potenciais para o desenvolvimento de probióticos (Kerry et al., 2018; Shori, 2016; Perricone et al., 2015; Mousavi et al., 2011; Granato et al., 2010; Zulueta et al., 2007). Existem atualmente poucas opções destes produtos no mercado (Guan, Xiong, & Xie, 2020) apesar de uma crescente demanda por este tipo de bebidas. Estas bebidas podem ser obtidas pela: (1) adição do(s) micro-organismo(s) probiótico(s), diretamente ou na forma microencapsulada, seguida de armazenamento ou (2) através da adição do(s) micro-organismo(s) através de inoculação, seguida de fermentação e posterior armazenamento.

A adição de probióticos em sucos de fruta e/ou de vegetais pode aumentar a aceitabilidade destas bebidas, já que as frutas possuem a capacidade de mascarar sabores e aromas desagradáveis (Perricone et al., 2015; Luckow et al., 2006; Guan, Xiong, & Xie, 2020). Luckow e Delahunty (2004), em avaliação sensorial de sucos comerciais de groselha e suco de groselha contendo *Lactobacillus plantarum* 299v, verificaram diferença sensorial entre os produtos adicionados de probióticos, com maior aceitação destes produtos pelo grupo formado por consumidores mais velhos e mulheres.

Porém, nos sucos alguns fatores podem influenciar no crescimento de micro-organismos probióticos: (1) parâmetros do próprio alimento, como pH, acidez titulável, atividade de água, presença de sais, açúcares e outros ingredientes e/ou aditivos; (2) parâmetros de processamento: tratamento térmico, temperatura de incubação, taxa de resfriamento, materiais e condições de envase e estocagem, etc; (3) parâmetros microbiológicos: cepas de probióticos, taxa e proporção de inoculação (Perricone et al., 2015). Desta forma, estes fatores devem ser considerados no desenvolvimento da bebida adicionada de probióticos e/ou fermentada por probióticos.

Há diversas pesquisas sobre aplicação de micro-organismos probióticos em bebidas à base de frutas e outros vegetais. Perricone et al. (2015), em revisão sobre o tema, citam diversas pesquisas com aplicação de probióticos em sucos de frutas: *Lactobacillus casei* (*L. casei*) (morango, abacaxi, laranja, cranberry e tomate), *L. plantarum* (morango, kiwi, romã e tomate), *L. rhamnosus* (abacaxi, laranja e cranberry), *L. paracasei* (abacaxi, laranja, cranberry e romã), *L.* (abacaxi), *L. delbrueckii* (romã e cenoura), *L. acidophilus* (romã e tomate), *L.*

brevis (tomate), *Bifidobacterium lactis* (cenoura), *Bifidobacterium bifidum* (cenoura). Em estudo da aplicação de *L. reuteri* DSM 20016 em caldo MRS adicionado de sucos de abacaxi, laranja, maçã verde e frutas vermelhas, com estocagem à 4 °C e 37 °C por até 22 dias, Perricone et al. (2014) verificaram que em houve uma perda da viabilidade do probióticos no último suco, devido provavelmente a um efeito combinado de pH baixo e dos polifenóis. Pimentel et al. (2015) adicionaram *L. paracasei* ssp. *paracasei* em suco de maçã clarificado com e sem oligofrutose, embalados em frascos de vidro e plástico, com posterior armazenamento por 28 dias à 4 °C. Os autores verificaram que a suplementação com oligofrutose não alterou as características físico-químicas, aceitabilidade e estabilidade ao longo da armazenagem. Também verificaram que a embalagem de vidro foi a mais adequada na manutenção da viabilidade da cultura bacteriana. Porto et al. (2018) adicionaram *L. acidophilus* em bebida mista de beterraba e laranja obtendo-se produto aceito sensorialmente e com viabilidade > 10⁹ UFC/200 mL por 28 °C à 4 °C.

Uma outra alternativa para o processamento das bebidas à base de frutas é a adição seguida de fermentação das bebidas por micro-organismos probióticos. A fermentação, além de proporcionar a preservação, pode possibilitar o desenvolvimento de características nutricionais e sensoriais desejáveis aos produtos fermentados (Shori, 2016).

Mousavi et al. (2011) verificaram que em suco de romã fermentado por *L. plantarum* e *L. delbrueckii* por 72 h à 30 °C os micro-organismos permaneceram viáveis nas duas primeiras semanas sob armazenamento à 4 °C. Rivera-Espinoza e Gallardo-Navarro (2010) citam trabalhos onde *L. acidophilus* e *L. plantarum* foram adicionados a suco de beterraba visando a fermentação. A adição de *L. acidophilus* seguida de fermentação tornou uma bebida à base de soro de leite e abacaxi (65:35) mais aceita sensorialmente (nota média 8,87 em escala de 1 a 9) e apresentou viabilidade de 3,78 x 10⁷ UFC/mL (Shukla, Jha, & Admassu, 2012).

Em fermentação de suco de lichia com *L. casei* tratado por alta pressão hidrostática (HHP) ou termicamente (HT), Zheng et al. (2014) verificou aumento na viabilidade celular após 18 h de fermentação à 30 °C, com um máximo de 8,31 e 8,57 log UFC/mL em suco tratado por HHP e HT, respectivamente. Após fermentação do suco HT, houve completo consumo da sacarose, restando 67,8% de glicose e com aumento de 8,97% de frutose e aumento na viscosidade de 4,7 mPa s para 84,8 mPa s.

Lima et al. (2012) adicionaram *L. acidophilus* ATTC 4356 em bebida de erva-mate (pH 4,3), variando-se concentrações de extrato de levedura e de extrato de malte, mel e

melaço de cana, obtendo-se uma contagem celular de 10^8 UFC/mL, após 10 h de fermentação e estocagem por 28 dias à 4 °C.

3.3 *Saccharomyces boulardii*

A *S. boulardii* foi primeiramente isolada a partir da lichia, na Indochina, crescendo à temperatura de 37 °C e apesar das semelhanças fenotípicas e genotípicas com *S. cerevisiae* atualmente é considerada uma espécie distinta (Czerucka & Rampal, 2002). É uma levedura que não faz parte da microbiota intestinal e não coloniza o intestino, com declínio da concentração após cessar a administração (Fратиanni et al., 2014; Czerucka, Piche, & Rampal, 2007)

Karaolis et al. (2013) citam que a *S. boulardii* exerce efeito benéfico à saúde como produção de toxinas antibacterianas, indução do crescimento dos probióticos, estímulo à produção das enzimas digestivas maltase, lactase e sacarase e dos ácido graxos de cadeia curta além de diminuir as citocinas pró-inflamatórias.

Esta levedura tem sido empregada no tratamento de diarreia do viajante, diarreia associada a antibióticos, gastroenterite aguda em adultos e crianças, diarreia em pacientes intubados e diarreia crônica em pacientes HIV positivos (Czerucka & Rampal, 2002; Czerucka, Piche, & Rampal, 2007; Frатиanni et al., 2014). Há ainda relatos de proteção contra *Clostridium difficile*, *Vibrio cholerae*, *Shigella*, *E. coli* (EPEC) (Kühle, Skovgaard, & Jespersen, 2005; Czerucka & Rampal, 2002) e *Salmonella entérica* Typhimurium (Martins et al., 2013). Normalmente é prescrita como medicamento na forma liofilizada (Karaolis et al., 2013).

3.3.1 Aplicação da *S. boulardii* em alimentos e bebidas

Diversas pesquisas apontam a potencial aplicação da *S. boulardii* como micro-organismo probiótico em alimentos, tanto sozinho quanto em conjunto com outras culturas. Em produtos lácteos, pesquisas tem mostrado que o metabolismo de lactobacilos é estimulado pelas atividades fermentativas da *S. boulardii* (Niamah, 2017; Lourens-Hattingh & Viljoen, 2001).

Karaolis et al. (2013) realizaram estudo aplicando a cultura iniciadora YC- 380 (contendo bactérias lácticas) e a levedura *S. boulardii* em iogurte de cabra. Os autores verificaram que a levedura promoveu o crescimento das bactérias lácticas, com uma

concentração de final de cerca de 10^5 UFC/g tanto para leveduras quanto para as bactérias lácticas, além de conferir uma boa aceitabilidade sensorial ao iogurte de leite de cabra.

Em recente pesquisa, Mousa, Wang e Zhang (2019) avaliaram o efeito da fermentação por *Saccharomyces boulardii* e diversos lactobacilos no conteúdo de ácido láctico e acético em bebida láctea contendo suco de kiwi (4% v/v), fermentada por 12h a 37°C. Os autores verificaram que a fermentação concomitante por *S. boulardii* e lactobacilos acarretou em uma diminuição no teor de ácido láctico e acético, possivelmente em função da diminuição na velocidade do metabolismo dos lactobacilos testados ou pelo consumo destes ácidos orgânicos pela levedura.

Heenan et al. (2004) avaliaram a adição de diversos probióticos em sobremesa à base de soja. Dentre os micro-organismos testados, a *S. boulardii* não manteve a viabilidade desejada (10^6 UFC/g), com uma redução de 50% após a quinta semana de estocagem. Ainda, ao longo do armazenamento por 7 meses à -20 °C, a adição da levedura propiciou sabores indesejáveis ao produto final. Estes autores recomendam ajustes no processo de produção e/ou na formulação, para que os produtos fermentados por esta levedura tenham maior aceitabilidade.

Em outra pesquisa, Lourens-Hattingh e Viljoen (2001) avaliaram a utilização da *S. boulardii* para fermentação de produtos lácteos contendo frutas. Estes autores observaram que houve aumento da contagem da levedura em iogurte de frutas (de 7,7 log para 8,1 log UFC/mL) ao longo de 28 dias de armazenagem à 5 °C, possivelmente pela facilidade da mesma em fermentar os açúcares provenientes das frutas. Presença de CO₂ e etanol também foram reportadas nesta pesquisa, em função do metabolismo do micro-organismo probiótico.

Fратиanni et al. (2014) citam que a aplicação de leveduras probióticas como *S. boulardii* em sucos de frutas ainda não tem sido muito explorado comercialmente, apesar de haver potencialidade para este emprego. Os autores compararam a adição da *S. boulardii*: (1) na aplicação direta em suco de berry, e (2) através da microencapsulação da levedura em uma mistura de alginato, inulina e goma xantana. Nas amostras contendo o micro-organismo microencapsulado foram verificadas maior resistência ao suco gástrico e sais biliares, quando testados *in vitro* além de maiores contagens ao longo do armazenamento por quatro semanas à 4 °C (Fратиanni et al., 2014). Estes autores sugerem que a microencapsulação é uma das alternativas para manutenção da viabilidade da cultura. Porém, sensorialmente a microencapsulação pode alterar a textura das bebidas probióticas, diminuindo a aceitabilidade destas. Sivudu et al. (2016) relata diminuição na aceitação sensorial de suco de tomate e

cenoura após percepção pelo provadores da presença das microcápsulas de alginato e do aumento da turbidez do produto.

Além de sucos à base de frutas, bebidas à base de cereais também podem ser fermentadas pela *S. boulardii*. Uma cerveja sem álcool foi desenvolvida por Senkarcinova et al. (2019) sob condições de fermentação e composição de mosto semelhantes às das cervejas convencionais. Já os autores De Paula et al. (2021), em pesquisa visando produção de uma cerveja de trigo empregando *S. boulardii*, indicam que tanto ajustes na formulação quanto em alguns parâmetros de processo, como a temperatura de rampa, são necessários para a viabilidade de cervejas alcoólicas probióticas. Além alta viabilidade da cultura, Mulero-Cerezo, Briz-Redón e Serrano-Aroca (2019) propuseram a produção de uma cerveja artesanal contendo *S. boulardii*, tendo como características maior atividade antioxidante, menor teor de etanol e além de atributos sensoriais similares aos das cervejas fermentadas por leveduras tradicionais.

Além da viabilidade no processo produtivo, uma boa aceitabilidade sensorial é outro bastante fator importante a ser considerado no desenvolvimento de um produto probiótico contendo a *S. boulardii*. Profir e Vizireanu (2013) avaliaram a aceitabilidade de um suco fermentado misto de beterraba, cenoura e aipo (11:5:4), inoculado com diferentes combinações e dosagens de *L. acidophilus*, *L. casei* e *S. boulardii*. Neste estudo as bebidas foram incubadas à 37 °C até que se atingisse o pH 4,6 e em seguida, resfriadas. Os autores verificaram que a produção de ácido lático pelos lactobacilos prejudicou a aceitação das bebidas pelos julgadores e que maior aceitação sensorial foi atribuída à amostra contendo uma mistura de *L. acidophilus*, *L. casei* e *S. boulardii* na proporção de 1,3:1,3:1,57 log UFC/mL, demonstrando a potencialidade da adição de forma conjunta desta levedura a outros microorganismos probióticos.

Sucos de frutas tropicais, como o caju, demonstraram ter um grande potencial como veículo adequado da levedura *S. boulardii*, contribuindo para melhoria nas propriedades sensoriais, aumento no conteúdo de compostos fenólicos e na atividade antioxidante das bebidas fermentadas (Santana et al., 2020). Esta alteração na composição de compostos bioativos também foi verificada por Değirmencioğlu, Gurbuz e Sahan (2016), que determinaram uma maior atividade antioxidante e conteúdo de compostos fenólicos totais em bebidas à base de vegetais fermentadas pela *S. boulardii* (Değirmencioğlu, Gurbuz, & Sahan, 2016).

4. Conclusões

Considerando as diversas perspectivas discutidas nesta pesquisa, pode-se afirmar que a *Saccharomyces boulardii* tem inúmeras possibilidades de aplicação de forma conjunta (ou não) à outros micro-organismos, em bebidas a base de frutas e vegetais.

Usualmente empregado como medicamento e apesar da legislação alimentícia ainda não lista-lo ainda como um probiótico para uso em alimentos, as inúmeras pesquisas já foram realizadas discutem e propõem o emprego deste como um fermentador ou como ingrediente. Verifica-se, portanto, que há viabilidade técnica mediante ajustes de formulação e/ou tecnológicos e um mercado potencial para produtos contendo esta levedura.

Estudos adicionais, considerando a composição dos sucos, processos de produção e armazenamento devem ser conduzidos para elucidar informações necessárias para o aumento de escala, tornando viáveis comercialmente a produção das bebidas de frutas e/ou vegetais, adicionadas de *Saccharomyces boulardii*.

Agradecimentos

Este trabalho contou com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES-MEC) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ). Agradecimentos ao Instituto Federal do Paraná (IFPR) pela liberação do primeiro autor para os estudos de doutoramento.

Referências

Abuajah, C. I., Ogbonna, A. C., & Osuji, C. M. (2015). Functional components and medicinal properties of food: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 52 (5), 2522–2529.

Amorim, J. C., Piccoli, R. H., & Duarte, W. F. (2018). Probiotic potential of yeasts isolated from pineapple and their use in the elaboration of potentially functional fermented beverages. *Food Research International*, 107, 518–527.

Ânima Educação. Grupo Anima Educação. (2014). *Manual revisão bibliográfica sistemática integrativa: a pesquisa baseada em evidências*. Belo Horizonte: Grupo Anima Educação.

Aspri, M., Papademas, P., & Tsaltas, D. (2020). Review on non-dairy probiotics and their use in non-dairy based products. *Fermentation*, 6 (30),1-20.

Ayyash, M., Ghoush, M. A., Al-Nabulsi, A. A., Osaili, T., Apostolopoulos, V., Liu, S., & Shah, N. P. (2020). The potential application of probiotics and prebiotics for the prevention and treatment of COVID-19. *NPJ Science of Food*, 4 (17), 1-7.

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 2, de 07 de janeiro de 2002. *Aprova o Regulamento Técnico de Substancias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedade Funcional e/ou de Saúde*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 9 jan. 2002. Seção 1, p. 191.

Capece, A., Romaniello, R., Pietrafesa, A., Gabriella, S., Pietrafesa, R., Zambuto, M. & Romano, P. (2018). Use of *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* in co-fermentations with *S. cerevisiae* for the production of craft beers with potential healthy value added. *International Journal of Food Microbiology*, 284, 22-30.

Czerucka, D., & Rampal, P. (2002). Experimental effects of *Saccharomyces boulardii* on diarrheal pathogens. *Microbes and Infection*, 4 (7), 733–739.

Czerucka, D., Piche, T., & Rampal, P. (2007). Review article: yeast as probiotics – *Saccharomyces boulardii*. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*, 26 (6), 767-778.

Değirmencioglu, N., Gurbuz, O., & Sahan, Y. S. (2016). The monitoring, via an in vitro digestion system, of the bioactive content of vegetable juice fermented with *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces boulardii*. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40 (4), 798-811.

De Paula, B. P., Lago, H. S., Firmino, L., Lemos-Júnior, W. J. F., Corrêa, M. F. D., Guerra, A. F., Pereira, K. S., & Coelho, M. A. Z. (2021). Technological features of *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* for potential probiotic wheat beer development. *LWT - Food Science and Technology*, 135, 110233.

Elmer, G. W., & McFarland, L. V. (2001). Biotherapeutic agents in the treatment of infectious diarrhea. *Gastroenterology Clinics of North America*, 30 (3), 837–854.

FAO. *Probióticos en los alimentos: Propiedades saludables y nutricionales y directrices para la evaluación*. 2006. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-a0512s.pdf>.

Farinazzo, F. S., Farinazzo, E. S., Spinosa, W. A., & Garcia, S. (2017). *Saccharomyces boulardii*: optimization of simultaneous saccharification and fermentation of cell production in organic and conventional apple substrate pulp. *Food science and biotechnology*, 26 (4), 969-977.

Fратиани, F., Cardinale, F., Russo, I., Iuliano, C., Cucciniello, A. C., Maione, M., D’Acierno, A., & Nazzaro, F. (2013). Fermentation of tomato juice with the probiotic yeast *Saccharomyces boulardii*. In: Robinson A.; Emerson D. (eds). *Functional Foods: Sources, Biotechnology Applications, and Health Challenges*. New York: Nova Science Publisher, 143–152.

Fратиани, F., Cardinale, F., Russo, I., Iuliano, C., Tremonte, P. Coppola, R., & Nazzaro, F. (2014). Ability of synbiotic encapsulated *Saccharomyces cerevisiae boulardii* to grow in berry juice and to survive under simulated gastrointestinal conditions. *Journal of Microencapsulation*, 31 (3), 299-305.

Gallo, M., Bevilacqua, A., Speranza, B., Sinigaglia, M., & Corbo, M. R. (2014). Alginate beds and apple pieces as carriers for *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*, as representative of yeast functional starter cultures. *International Journal of Food Science and Technology*, 49 (9), 2092-2100.

Gilliland, S. E. (1990). Health and nutritional benefits from lactic acid bacteria. *FEMS Microbiology Letters*, 87 (1–2), 175-188.

Granato, D., Branco, G. F., Nazzaro, F., Cruz, A. G., & Faria, J. A. F. (2010). Functional foods and nondairy probiotic food development: trends, concepts, and products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9 (3), 292-302.

Guan, Q., Xiong, T. & Xie, M. (2020). Influence of probiotic fermented fruit and vegetables on human health and the related industrial development trend. *Engineering*, Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095809920302423>.

Hashemi, S. M. B., Mousavi, K. A., Barba, F. J., Nemati, Z., Sohrabi, S. S., & Alizadeh, F. (2017). Fermented sweet lemon juice (*Citrus limetta*) using *Lactobacillus plantarum* LS5: Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities. *Journal of Functional Foods*, 38, 409–414.

Heenan, C. N., Adams, M. C., Hosken, R. W., & Fleet, G. H. (2004). Survival and sensory acceptability of probiotic microorganisms in a nonfermented frozen vegetarian dessert. *LWT - Food Science and Technology*, 37 (4), 461–466.

Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G. R., Merenstein, D. J., Pot, B., Morelli, L., Canani, R. B., Flint, H. J., Salminen, S., Calder, P. C., & Sanders, M. E. (2014). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*, 11 (8), 506–514.

Holzappel, W. H., & Schilinger, U. (2002). Introduction to pre- and probiotics. *Food Research International*, 35 (2-3), 109-116.

Kühle, A. A., Skovgaard, K., & Jespersen, L. (2005). In vitro screening of probiotic properties of *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* and food-borne *Saccharomyces cerevisiae* strains. *International Journal of Food Microbiology*, 101 (1), 29– 39.

Karaolis, C., Botsaris, G., Pantelides, I., & Tsaltas, D. (2013). Potential application of *Saccharomyces boulardii* as a probiotic in goat's yoghurt: survival and organoleptic effects. *International Journal of Food Science and Technology*, 48 (7), 1445–1452.

Kerry, R. G., Patra, J. K., Gouda, S., Park, Y., Shin, H., & Das, G. (2018). Benefaction of probiotics for human health:A review. *Journal od Food and Drug Analysis*, 26, 927-939.

- Lima, I. F. P., Lindner, J. D. D., Soccol, V. T., Parada, J. L., & Soccol, C. R. (2012). Development of an Innovative Nutraceutical Fermented Beverage from Herbal Mate (*Ilex paraguariensis* A.St.-Hil.) Extract. *International Journal of Molecular Sciences*, 13 (1), 788-800.
- Lee, Y. L., & Salminen, S. (1995). The coming of age of probiotics. *Trends in Food Science and Technology*, 6, 241–245.
- Lourens-Hattingh A., & Viljoen B. C. (2001). Growth and survival of a probiotic yeast in dairy products. *Food Research International*, 34 (9), 791–796.
- Luckow, T., & Delahunty, C. (2004). Which juice is ‘healthier’? A consumer study of probiotic non-dairy juice drinks. *Food Quality and Preference*, 15 (7-8), 751-759.
- Luckow, T., Sheehan, V., Fitzgerald, G., & Delahunty, C. (2006). Exposure, health information and flavor masking strategies for improving the sensory quality of probiotic juice. *Appetite*, 47 (3), 315–325.
- Marteau, P. R., De Vrese, M., Cellier, C.J., & Schrezenmeir, J. (2001). Protection from gastrointestinal diseases with the use of probiotics. *American Journal of Clinical Nutrition*, 73 (2), 430s–436s.
- Martins, F. S., Vieira, A. T., Elian, S. D. A., Arantes, R. M. E., Tiago, F. C. P., Sousa, L. P., Araujo, H. R. C., Pimenta, P. F., Bonjardim, C. A., Nicoli, J. R., & Teixeira, M. M. (2013). Inhibition of tissue inflammation and bacterial translocation as one of the protective mechanisms of *Saccharomyces boulardii* against *Salmonella* infection in mice. *Microbes and Infection*, 15 (4), 270-279.
- Mulero-Cerezo, J., Briz-Redón, Á., & Serrano-Aroca, Á. (2019). *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*: valuable probiotic starter for craft beer production. *Applied Science*, 9, 3250.
- Mousa, A. H., Wang, G., & Zhang H. (2019). Production of lactic and acetic acids during fermentation of milk fortified with kiwi juice using *Saccharomyces boulardii* and lactobacilli. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 18 (4), 681-687.

Mousavi, Z. E., Mousavi, S. M., Razavi, S. H., Emam-Djomeh, Z., & Kiani, H. (2011). Fermentation of pomegranate juice by probiotic lactic acid bacteria. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 27 (1), 123 - 128.

Niamah, A. K. (2017). Physicochemical and microbial characteristics of yogurt with added *Saccharomyces boulardii*. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 5 (3), 300– 307.

Perricone, M., Bevilacqua, A., Altieri, C., Sinigaglia, M., & Corbo, M. R. (2015). Challenges for the Production of Probiotic Fruit Juices. *Beverages*, 1 (2), 95-103.

Perricone, M., Corbo, M. R., Sinigaglia, M., Speranza, B., & Bevilacqua, A. (2014). Viability of *Lactobacillus reuteri* in fruit juices. *Journal of Functional Foods*, 10, 421–426.

Pimentel, T. C., Madrona, G. S., Garcia, S., & Prudencio, S. H. (2015). Probiotic viability, physicochemical characteristics and acceptability during refrigerated storage of clarified apple juice supplemented with *Lactobacillus paracasei ssp - paracasei* and oligofructose in different package type. *LWT - Food Science and Technology*, 63 (1), 415-422.

Porto, M. R. A., Okina, V. S., Pimentel, T. C., Garcia, S., & Prudencio, S. H. (2018). Beet and Orange mixed juices added with *Lactobacillus acidophilus*. *Nutrition and Food Science*, 48 (1), 76-87.

Profir, A. G., & Vizireanu, C. (2013). Sensorial analysis of a functional beverage based on vegetables juice. *Acta Biologica Szegediensis*, 57 (2), 145-148.

Rivera-Espinoza, Y., & Gallardo-Navarro, Y. (2010). Non-dairy probiotic products. *Food Microbiology*, 27 (1), 1-11.

Santana, R. S., Santos, D. C., Santana, C. C. A., Oliveira-Filho, J. G., Almeida, A. B., Lima, T. M., Silva, F. G., & Ege, M. B. (2020). Quality parameters and sensorial profile of clarified “Cerrado” cashew juice supplemented with *Sacharomyces boulardii* and different sweeteners. *LWT - Food Science and Technology*, 128, 109319.

Senkarcinova, B., Dias, I. A. G., Nespore, J., & Branyik, T. (2019). Probiotic alcohol-free beer made with *Saccharomyces cerevisiae* var. bouldardii. *LWT- Food Science and Technology*, 100, 362-367.

Shori, A. B. (2016). Influence of food matrix on the viability of probiotic bacteria: A review based on dairy and non-dairy beverages. *Food Bioscience*, 13, 1-8.

Shukla, M., Jha, Y. K., & Admassu, S. (2013). Development of Probiotic Beverage from Whey and Pineapple Juice. *Journal of Food Processing & Technology*, 4 (2), 1-4.

Singu, B., Bhushette, P., & Annapure, U. S. (2020). Thermo-tolerant *Saccharomyces cerevisiae* var. bouldardii coated cornflakes as a potential probiotic vehicle. *Food Bioscience*, 36, 100668.

Sivudu, N., Ramesh, B., Umamahesh, K., & Reddy, O. V. S. (2016). Probiotication of tomato and carrot juices for shelf-life enhancement using micro-encapsulation. *Journal of Food Biosciences and Technology*, 6 (2), 13-22.

WGO. Organização Mundial de Gastroenterologia. *Diretrizes Mundiais da Organização Mundial de Gastroenterologia: Probióticos e prebióticos*. 2011. Recuperado de: http://www.worldgastroenterology.org/assets/export/userfiles/Probiotics_FINAL_pt_2012.pdf

Zafar, N., Aslam, M. A., Ali, A., Khatoon, A., Nazir, A., Tanveer, Q., Bilal, M., Kanwar, R., Qadeer, A., Sikandar, M., & Zafar, A. (2020). Probiotics: Helpful for the prevention of COVID-19? *Biomedical Research and Therapy*, 7 (11), 4086-4099.

Zheng, X., Yu, Y., Xiao, G., Xu, Y., Wu, J., Tang, D., & Zhang, Y. (2014). Comparing product stability of probiotic beverages using litchi juice treated by high hydrostatic pressure and heat as substrates. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 23, 61-67.

Zulueta, A., Esteve, M. J., Frascuet, I., & Frígola, A. (2007). Vitamin C, vitamin A, phenolic compounds and total antioxidant capacity of new fruit juice and skim milk mixture beverages marketed in Spain. *Food Chemistry*, 103 (4), 1365-1374.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Marcela Moreira Terhaag – 45%

Fernando Rodrigo Bertusso – 20%

Sandra Helena Prudêncio – 35%