



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de São José do Rio Preto

Tais Fernanda Borgonovi

Biocompostos das polpas de maracujá e de buriti: caracterização e
aplicação em leite

São José do Rio Preto

2018

Tais Fernanda Borgonovi

Biocompostos das polpas de maracujá e de buriti: caracterização e
aplicação em leite

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Financiadora: FAPESP – Proc. 2016/15967-2

Orientador: Prof^a. Dr^a. Ana Lúcia Barretto Penna

Co-orientador: Prof^a. Dr^a. Sabrina Neves Casarotti

São José do Rio Preto

2018

Borgonovi, Tais Fernanda

Biocompostos das polpas de maracujá e de buriti : caracterização e aplicação em leite / Tais Fernanda Borgonovi. -- São José do Rio Preto, 2018.

91 f. : il. , tabs

Orientador: Ana Lúcia Barretto Penna

Coorientador: Sabrina Neves Casarotti

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Tecnologia de alimentos. 2. Probióticos. 3. Compostos bioativos. 4. Fenóis. 5. Polpa de frutas. 6. Leite fermentado. I. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. II. Título.

CDU – 664

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IBILCE
UNESP – Campus de São José do Rio Preto

Tais Fernanda Borgonovi

Biocompostos das polpas de maracujá e de buriti: caracterização e
aplicação em leite

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre, junto ao Programa de Pós-
Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do
Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,
Campus de São José do Rio Preto.

Financiadora: FAPESP – Proc. 2016/15967-2

Orientador: Prof^a. Dr^a. Ana Lúcia Barretto Penna

Co-orientador: Prof^a. Dr^a. Sabrina Neves Casarotti

Comissão Examinadora

Prof^a. Dr^a. Ana Lúcia Barretto Penna

UNESP – São José do Rio Preto

Orientadora

Prof^a. Dr^a. Aline Teodoro de Paula

UFU – Universidade Federal de Uberlândia

Prof^a. Dr^a. Natália Soares Janzantti

UNESP – São José do Rio Preto

São José do Rio Preto

28 de fevereiro de 2018

Dedicatória

Dedico aos meus familiares e a todas as pessoas que contribuíram para que esta dissertação se tornasse realidade.

Agradecimentos

Agradeço a Deus, por minha saúde, pois saudáveis e com determinação, conseguimos conquistar todos nossos objetivos.

A elaboração deste trabalho não teria sido possível sem a colaboração, estímulo e empenho de diversas pessoas. Gostaria de expressar toda a minha gratidão e apreço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para que esta tarefa se tornasse uma realidade. A todos quero manifestar os meus sinceros agradecimentos.

Em primeiro lugar, à amiga e orientadora Professora Doutora Ana Lúcia Barretto Penna, para quem não há agradecimentos que cheguem, pelos conselhos e orientações que me foram passados, e por sempre me receber com tanta cordialidade. Estou grata também pela liberdade de ação, que foi decisiva para que este trabalho contribuísse para o meu desenvolvimento profissional e pessoal. A sua disponibilidade irrestrita, a sua forma exigente, crítica e criativa de arguir as ideias apresentadas, facilitaram o alcance dos objetivos propostos nesta dissertação. Como professora foi o expoente máximo, abriu-me horizontes, ensinou-me principalmente a pensar. Foi, e é fundamental na transmissão de experiências, na criação e solidificação de saberes e nos meus pequenos sucessos.

À minha co-orientadora Professora Doutora Sabrina Neves Casarotti, pela disponibilidade concedida, por todas as orientações, conselhos e apoio nos momentos mais difíceis e por ser fundamental em todos os momentos de felicidade.

Palavras não são capazes de expressar meu agradecimento a essas duas grandes mulheres em que me espelho todos os dias.

Aos amigos que passaram pelo “Lab” - Laboratório de Leite e Derivados – DETA, da Universidade Estadual Paulista – IBILCE: Vivian, Bruna, Aline Sousa, Walisson, Liane Caroline, Cecília, Manoel, Giovana, Paola e Stephanie, agradeço pelo auxílio na execução dos experimentos, pelos conhecimentos que me ensinaram, pela amizade e pelas conquistas.

Às colegas de Pós-Graduação Marília e Flávia, pela amizade e companheirismo. Aos meus amigos que nunca estiveram ausentes, agradeço a amizade e o carinho que sempre me disponibilizaram.

A todos meus familiares: ao meu PAI Onivaldo Borgonovi e a minha MÃE Aparecida Francisco Donizetti Borgonovi, que são a base e incentivo de ser melhor todos os dias. Pela confiança em mim depositada, por estarem presentes em todos os momentos de alegrias, pelo apoio nos momentos difíceis, para dar continuidade em minha vida acadêmica, AMO MUITO vocês, sou imensamente grata por tudo !

À minha irmã, pela cumplicidade, apoio e companheirismo todos estes anos, por fazer de minhas vitórias as suas, por me fazer ser especial e acreditar em mim, sempre quando eu mesma não acredito.

Ao meu noivo Jonathan Paulo Baraciolli, agradeço todo o seu carinho, compreensão e companheirismo ao longo do período de elaboração desta dissertação.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP.

A todos, obrigada por permitirem que esta dissertação se tornasse uma realidade.

Os que desprezam os pequenos acontecimentos nunca farão grandes descobertas. Pequenos momentos mudam grandes rotas.

Augusto Cury

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. OBJETIVO.....	17
2.1 Objetivo geral.....	17
2.1 Objetivos específicos	17
3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA	18
3.1 Alimentos funcionais e seus benefícios.....	18
3.2 Leite fermentado com adição de polpa de fruta	18
3.2.1 Bactérias acidoláticas (BAL) e probióticos.....	21
3.2.2 Biocompostos de maracujá e buriti	23
3.2.2.1 Compostos fenólicos	23
3.2.2.2 Carotenoides	26
3.2.2.3 Benefícios dos compostos bioativos na saúde.....	28
3.2.3 Efeito dos compostos bioativos nas BAL e probióticos.....	30
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	36
4.1 Obtenção da polpa de maracujá	36
4.2 Obtenção de polpa de buriti.....	36
4.3 Caracterização das polpas de frutas.....	37
4.3.1 Composição centesimal.....	37
4.3.2 Preparação dos extratos das polpas secas de buriti e de maracujá	37
4.3.3 Teor de compostos fenólicos totais	38
4.3.4 Teor de flavonoides amarelos e antocianinas.....	38
4.3.5 Teor de carotenoides totais	39
4.3.6 Atividade antioxidante pelo método de DPPH•	40
4.3.7 Atividade antioxidante pelo método FRAP	40
4.3.8 Efeito da polpa de maracujá e buriti no crescimento de BAL e seleção de BAL para aplicação em leite.....	40
4.4 Efeito dos compostos bioativos da polpa de maracujá e de buriti em leite fermentado e acidificado	42
4.4.1 Caracterização do leite em pó reconstituído	42
4.4.2 Preparo do leite fermentado e acidificado	42
4.4.3 Caracterização físico-química do leite fermentado ou acidificado.....	43
4.4.4 Caracterização de compostos bioativos no leite fermentado ou acidificado	44
4.4.5 Viabilidade celular das BAL em leite fermentado	44
4.5 Planejamento dos experimentos e análise estatística dos resultados.....	45

5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
5.1	Caracterização das polpas de maracujá e de buriti	45
5.2	Compostos bioativos das polpas de maracujá e de buriti e atividade antioxidante.....	48
5.3	Efeito das polpas de maracujá e de buriti no crescimento de BAL	51
5.4	Leite fermentado e acidificado	53
5.4.1	Parâmetros cinéticos do leite fermentado	53
5.4.2	Caracterização do leite fermentado e acidificado	56
5.4.3	Caracterização da vida de prateleira do leite fermentado e acidificado	56
5.4.4	População de <i>Lactobacillus</i> sp. e <i>Streptococcus</i> sp.....	61
6.	CONCLUSÕES	64
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

Lista de Tabelas

Tabela 1. Condições de cultivo das BAL que foram utilizadas na seleção.	41
Tabela 2. Composição centesimal das polpas secas de maracujá e de buriti.	46
Tabela 3. Perfil de ácidos graxos nas polpas secas de maracujá e de buriti.....	47
Tabela 4. Compostos bioativos e atividade antioxidante das polpas secas de maracujá e de buriti... ..	49
Tabela 5. Crescimento de bactérias acidoláticas, na presença das polpas de buriti e de maracujá, durante 24 horas de incubação (log UFC/mL).	52
Tabela 6. Parâmetros cinéticos de leite fermentado controle e adicionado das polpas de maracujá e de buriti.	54
Tabela 7. Caracterização química do leite fermentado e acidificado controle e adicionado das polpas de maracujá e de buriti.	57
Tabela 8. Caracterização físico-química, compostos fenólicos e atividade antioxidante do leite fermentado e acidificado controle e adicionado das polpas de maracujá e de buriti durante a estocagem (1, 14 e 28 dias).....	59
Tabela 9. População de <i>Lactobacillus</i> sp. e de <i>Streptococcus</i> sp. leite fermentado durante a estocagem (1, 14 e 28 dias).....	63

Lista de Figuras

Figura 1. Compostos fenólicos comuns em alimentos (DUEÑAS et al., 2015).	24
Figura 2. Estrutura dos carotenoides (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).....	27

RESUMO

Nos últimos anos, a população mundial aumentou a procura por alimentos saudáveis; dentre estes produtos, destacam-se os produtos lácteos fermentados. As bactérias mais utilizadas na produção destes produtos fermentados são as bactérias acidoláticas (BAL), que modificam as características nutricionais do produto, e podem proporcionar efeitos fisiológicos desejáveis aos consumidores. Outro fator que vem ganhando destaque é a adição de polpa de frutas aos leites fermentados, pois conferem características tecnológicas e sensoriais agradáveis aos produtos, além de aumentarem o valor nutricional, devido à presença de compostos bioativos das frutas. O presente trabalho foi dividido em três etapas. A etapa 1 foi composta pela coleta e preparação das polpas de frutas, seguida da caracterização quanto à composição centesimal, perfil de ácidos graxos, compostos fenólicos totais, flavonoides totais, carotenoides totais e atividade antioxidante. A polpa de maracujá apresentou maiores teores de umidade, proteína total e cinzas quando comparado com a polpa de buriti. Por outro lado, o buriti apresentou resultados expressivos de lipídeos (sendo 70% de ácidos graxos insaturados), compostos fenólicos totais, flavonoides amarelos e antocianinas, β -caroteno, licopeno e atividade antioxidante. Na etapa 2 foram realizados testes para avaliar o efeito de compostos fenólicos presentes nos extratos das polpas sobre a viabilidade das cepas de bactérias acidoláticas (BAL). A adição de polpas de maracujá e buriti estimulou o crescimento das BAL, demonstrando a utilização das polpas de frutas como fonte de energia para seu desenvolvimento. *Lactobacillus casei* SJRP38 apresentou maior crescimento na presença das polpas e foi selecionado para elaboração de leite fermentado e acidificado. Na etapa 3, foram produzidos leite fermentado e acidificado controle, com adição de polpa de maracujá e de buriti. Foram avaliados os parâmetros cinéticos para fermentação do leite, contagem de micro-organismos viáveis ao longo do tempo. Os produtos (leite fermentado e acidificado) dos diferentes tratamentos foram caracterizados quanto a sua composição físico-química, acidez, CRA, sinérese, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante. O leite fermentado com adição de polpa de maracujá apresentou o menor tempo de acidificação. A população de *Lactobacillus casei* SJRP38 se manteve estável durante todo o período de estocagem. A acidez titulável do leite fermentado aumentou, enquanto o leite acidificado reduziu durante o período de estocagem. A capacidade de retenção de água (CRA) aumentou em todos os tratamentos durante o período de estocagem, enquanto a sinérese do leite fermentado se manteve constante. A adição de polpas de frutas contribuiu para aumentar os teores de compostos fenólicos no leite fermentado e acidificado, entretanto houve uma redução durante o período de estocagem, em todos os tratamentos. As polpas de maracujá e de buriti contêm compostos bioativos e apresentam resultados promissores quando usadas simultaneamente com *L. casei* SJRP38, sem alterar a viabilidade durante a estocagem. Os produtos (leite fermentado ou acidificado) com adição de polpa de buriti se destacaram por apresentarem elevada atividade antioxidante, com potencial para elaboração alimentos funcionais e para proporcionarem efeitos benéficos à saúde.

Palavras chave: Alimentos funcionais, compostos fenólicos, probióticos, leite fermentado, frutas.

ABSTRACT

In recent years, there has been an increase in the world population demand for healthy foods, which include fermented dairy products. The most commonly used strains for the production of such fermented products are lactic acid bacteria (LAB), which modify the nutritional characteristics of the products, and additionally may provide desirable beneficial physiological effects to consumers. The addition of fruit pulp to fermented milk has also gained importance, since they confer valuable technological and sensorial characteristics to the products, besides increasing their nutritional value, due to the content of bioactive compounds. The present work was divided into three phases. In the phase 1, fruit pulps were obtained, prepared and characterized by means of chemical composition, fatty acid profile, total phenolic compounds, total flavonoids, total carotenoids and antioxidant activity. Passion fruit pulp presented higher moisture, total protein and ashes values when compared to buriti pulp. On the other hand, buriti pulp presented higher values of lipids (70% of unsaturated fatty acids), total phenolic compounds, yellow flavonoids and anthocyanins, β -carotene, lycopene and antioxidant activity. In phase 2, tests were carried out to evaluate the effect of phenolic compounds present in the pulps extracts on the viability of LAB strains. The addition of both passion fruit and buriti pulps stimulated the growth of LAB, demonstrating that these fruit pulps can be used as a source of energy for bacteria growth. *Lactobacillus casei* SJRP38 presented the highest growth in the presence of fruit pulps and was selected for the preparation of fermented and acidified milk. In phase 3, fermented and acidified milk with passion fruit and buriti pulps were produced. The kinetic parameters and the count of viable microorganisms during storage of fermented milk were determined. Both types of products (fermented and acidified milk) were characterized regarding their chemical composition, acidity, water holding capacity (WHC), syneresis, total phenolic compounds and antioxidant activity. Fermented milk with the addition of passion fruit pulp showed the shortest acidification time. *Lactobacillus casei* SJRP38 population remained stable throughout the storage period. The acidity of fermented milk increased, while the acidified milk reduced its acidity during the storage period. The WHC of all treatments increased during the storage period, on the other hand the syneresis of fermented milk remained stable. The addition of fruit pulps contributes to increase the phenolic content of both fermented and acidified milk, but there was a reduction of these compounds during the storage period in all treatments. Passion fruit and buriti pulps contain bioactive compounds and showed promising results when used simultaneously with *L. casei* SJRP38, without altering the strain viability during storage. The products (fermented or acidified milk) with the addition of buriti pulp were distinguished by their high antioxidant activity, with the potential to be added to functional foods and to provide beneficial health effects.

Keywords: Functional foods, phenolic compounds, probiotics, fermented milk, fruits.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a preocupação mundial com a saúde tem aumentado a demanda por produtos saudáveis. Os produtos lácteos fermentados, em função de suas características nutricionais, são considerados excelentes alimentos e podem proporcionar benefícios à saúde dos consumidores, resultando em grande aceitação pelo público (SÁNCHEZ et al., 2009). Isso faz com que as indústrias invistam cada vez mais na fabricação de produtos lácteos fermentados.

Dentre os produtos lácteos fermentados, o leite fermentado é um dos mais populares em todo o mundo. Esse alimento é oriundo da acidificação do leite por meio da atividade metabólica das bactérias acidoláticas (BAL), alterando assim as características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas do produto. De acordo com a legislação brasileira, para a fabricação de leite fermentado podem ser utilizados *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Bifidobacterium* sp., *Streptococcus thermophilus* e/ou outras bactérias acidoláticas que por sua atividade contribuam para a determinação das características do produto final (BRASIL, 2000).

Nas últimas décadas, a utilização de bactérias probióticas na fabricação dos leites fermentados vem ganhando destaque. Estas bactérias, tais como *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium animalis* e *Lactobacillus casei*, promovem benefícios à saúde do consumidor, se ingeridas regularmente (NASCIMENTO, 2015) e na proporção diária indicada na recomendação do produto pronto para consumo (ANVISA, 2016).

Para aumentar o consumo de leites fermentados, uma tendência observada é a adição de polpa de frutas, que confere propriedades agradáveis aos produtos, como sabor e cor, diversificando a gama de produtos disponíveis no mercado. Além disso, a adição de polpa de frutas contribui para o aumento do apelo saudável e, ao mesmo tempo, incrementa o valor nutricional desses produtos, uma vez que muitas frutas contêm em sua composição compostos bioativos, que auxiliam na redução da incidência de certas doenças (LEONG; SHUI, 2002; ALMEIDA et al., 2011). Dentre os compostos bioativos encontrados nas frutas e que merecem destaque estão os compostos fenólicos e carotenoides.

Devido à popularização de alguns dos compostos bioativos que estão presentes em uma ampla diversidade de frutas nativas do Brasil, houve um aumento no consumo de frutas tropicais não convencionais (RUFINO et al., 2010). Estas frutas nativas têm sido alvo de diversas pesquisas como potenciais fontes de compostos bioativos e muitas delas

apresentam elevada capacidade antioxidante e elevados teores de compostos fenólicos (ALMEIDA et al., 2011; GENOVESE et al., 2008; GONÇALVES; LAJOLO; GENOVESE, 2010), incluindo o buriti e o maracujá. Estas frutas tropicais não convencionais/ pouco conhecidas e exploradas são encontradas com abundância no Brasil e apresentam potencial de aplicação em diversos alimentos, incluindo a fabricação de leite fermentado.

O buriti (*Mauritia flexuosa* L.) é uma fruta nativa brasileira encontrada nos biomas da Amazônia e do Cerrado. A palmeira buriti é pouco conhecida fora da região nordeste do Brasil e se destaca pelo elevado teor de carotenoides, principalmente β -caroteno, com atividade de pró-vitamina A (3531 μ g Equivalente de retinol/100 g) (ROSSO; MERCADANTE, 2007), e alguns compostos fenólicos (BATAGLION et al., 2014).

O maracujá (*Passiflora edulis flavicarpa*) é uma fruta tropical, não nativa do Brasil, que tem o cultivo basicamente voltado para a indústria de sucos e polpas, em especial devido ao seu sabor ácido e elevado rendimento (ZERAİK et al., 2012). Apresenta em sua composição elevado teor de carotenoides e compostos fenólicos totais (SILVA; MERCADANTE, 2002; MAMEDE et al., 2011).

Os compostos bioativos podem apresentar ação benéfica sobre as bactérias acidoláticas e assim contribuir beneficemente para a saúde humana (VITALI et al., 2010). O efeito dos compostos fenólicos e dos carotenoides no crescimento bacteriano depende principalmente da cepa, do tipo de composto e da concentração a ser testada (ALMAJANO et al., 2008; HERVERT-HERNANDEZ et al., 2009).

Estes resultados promissores nos encorajaram a avaliar se este efeito ocorre com outros tipos de frutas e outras espécies de BAL, tais como cepas de BAL isoladas de queijos. Em estudos anteriores, as cepas de BAL foram isoladas de muçarela de búfala, identificadas a partir do sequenciamento do gene 16S rRNA (SILVA, 2010). As cepas de *Streptococcus thermophilus* SJRP107, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* SJRP57, *Lactobacillus casei* SJRP38, *Lactobacillus fermentum* SJRP30 e SJRP43, *Enterococcus durans* SJRP29, *Enterococcus faecium* SJRP20 e SJRP65 foram anteriormente caracterizadas quanto à segurança, potencial tecnológico e probiótico. Em estudos preliminares, algumas cepas apresentaram resultados promissores de adesão (*in vitro*) (CASAROTTI et al., 2017), produção de bacteriocina por *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides* SJRP55 (PAULA et al., 2014) e produção de EPS por *Lactobacillus helveticus* SJRP56, SJRP191, *Streptococcus thermophilus* SJRP02, SJRP03, SJRP107, SJRP109 e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* SJRP49, SJRP50, SJRP51, SJRP57, SJRP76, SJRP149 e SJRP181 (SANTOS,

2015). Além disso, as cepas foram testadas em leite fermentado com resultados promissores, o que estimula a continuidade dos estudos, visando avaliar seu comportamento na presença de polpa de frutas em leites fermentados.

Diante deste cenário, o estudo do efeito da adição de polpas de maracujá e de buriti em leite fermentado por BAL poderá contribuir para o entendimento do mecanismo de ação dos compostos bioativos na fisiologia das BAL, e consequentemente, contribuir com o desenvolvimento de produtos fermentados inovadores.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Caracterização das polpas de maracujá e de buriti, avaliar o efeito dos biocompostos presentes nas polpas sobre a viabilidade de bactérias acidoláticas e avaliar o efeito das polpas em leite fermentado e acidificado.

2.1 Objetivos específicos

- Etapa 1 – Preparação e caracterização das polpas de maracujá e de buriti – Avaliar a composição centesimal, teores de compostos fenólicos totais, flavonoides amarelos e antocianinas, carotenoides totais e a atividade antioxidante.
- Etapa 2 - *Screening* das bactérias acidoláticas - Avaliar *in vitro* o efeito das polpas de maracujá e de buriti contendo os biocompostos sobre a viabilidade de 4 cepas de BAL probióticas, comparar com cepas BAL controles (2) e selecionar a cepa que apresentar maior viabilidade.
- Etapa 3 – Estudo do efeito dos compostos bioativos das polpas em leite fermentado – Avaliar a adição de polpas de frutas e da cultura selecionada em leite, pela avaliação da composição centesimal dos produtos, viabilidade das BAL, características físico-químicas (parâmetros cinéticos de fermentação, acidez, capacidade de retenção de água, sinérese, compostos fenólicos totais, e atividade antioxidante), após a fermentação e durante o período de armazenamento refrigerado (1, 14 e 28 dias). Leite acidificado será usado como controle.

3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

3.1 Alimentos funcionais e seus benefícios

Os alimentos funcionais são definidos como alimentos com substâncias biologicamente ativas, que produzem efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos sobre a saúde (ANJO, 2004) e devem ser seguros para consumo sem supervisão médica. Os alimentos considerados funcionais geralmente contêm probióticos e prebióticos, vitaminas, carotenoides, compostos fenólicos e ácidos graxos poli-insaturados (MORAES; COLLA, 2006).

Estas substâncias bioativas presentes nos alimentos e principalmente em frutas podem atuar sobre espécies reativas de oxigênio ou estimular sistemas de defesa endógenos. Este efeito protetor é atribuído à presença de compostos com atividade antioxidante, como vitaminas, minerais, compostos fenólicos e carotenoides (BENAVENTE-GARCÍA et al., 2007). Além do sequestro dos radicais livres, os biocompostos podem proporcionar diversos efeitos benéficos aos consumidores: anticancerígeno, antimicrobiano, antiplaquetário, antiaterogênico, hipoglicemiante, anti-inflamatório, antiviral, neuroprotetor, hipolipidêmico, imunomodulador e cardioprotetor (SLAVIN, 2013; HENNING et al., 2017); entretanto, estes benefícios estão associados com um estilo de vida saudável (OLIVEIRA et al., 2015).

Os ingredientes que receberam alegação funcional no Brasil incluem: ácidos graxos ômega-3 (ω -3), carotenoides (licopeno, luteína e zeaxantina), psílio ou psyllium, quitosano, β -glucano, fitoesteróis, proteína de soja, manitol, xilitol, sorbitol, fibras (fibras resistentes a dextrina, lactulose, goma guar) parcialmente hidrolisada, polidextrose, inulina e micro-organismos probióticos (ANVISA, 2016).

3.2 Leite fermentado com adição de polpa de fruta

Nos últimos anos, as mudanças dos hábitos alimentares e no estilo de vida das pessoas resultaram no surgimento de várias doenças e complicações na saúde (MAESTRI et al., 2014). Para reverter este quadro, tem aumentado a demanda por alimentos saudáveis e com propriedades funcionais, visando melhorar a qualidade de vida, o bem-estar e prevenir

doenças. Os alimentos são considerados funcionais quando, além de nutrir, eles promovem a melhoria da saúde do indivíduo (SAAD et al., 2013).

O leite fermentado é obtido pela fermentação do leite, com a conversão da lactose em ácido láctico, geralmente por culturas iniciadoras de bactérias acidoláticas, tais como *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* usadas em iogurtes. A fermentação da lactose por *Streptococcus thermophilus* resulta em redução do pH do meio, que favorece o desenvolvimento de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Com a produção de ácidos, quando o pH 4,6 é atingido, ocorre a precipitação das proteínas do leite.

O leite fermentado teve origem desde os primórdios, quando o processo de fermentação ocorria devido à coagulação do leite por micro-organismos naturalmente presentes no alimento, resultando em um produto final com características e propriedades físico-químicas diferentes da matéria-prima original.

Os leites fermentados são considerados alimentos com propriedades funcionais e um ótimo veículo para consumo de probióticos, uma vez que, além de ter elevada aceitação sensorial, eles apresentam um significativo valor nutritivo (ANTUNES; CAZETTO; CARDELLO, 2004). O leite fermentado possui estas características devido ao seu pH, acidez e por ser rico em proteínas, cálcio e fósforo, conter baixo teor gorduras e ser fonte de minerais como zinco e magnésio. Seu valor nutricional é superior ao do leite pelo conteúdo de vitaminas do complexo B, é mais facilmente aceito por indivíduos com intolerância à lactose, e é recomendado especialmente para gestantes, lactantes, pessoas idosas ou que necessitem de reposição de cálcio (MEDEIROS et al., 2011).

Os produtos lácteos são os principais carreadores dos probióticos, sendo que os leites fermentados são as melhores opções do ponto de vista tecnológico (CRUZ et al., 2009a; CRUZ et al., 2009b). No entanto, o crescimento dos probióticos no leite é lento devido à baixa atividade proteolítica, resultando em aumento no tempo de fermentação, o que não é viável do ponto de vista econômico e tecnológico. Por isso, as cepas probióticas são normalmente empregadas com as cepas *starter* de *S. thermophilus*, que faz a hidrólise da lactose e diminuindo o pH do meio, proporcionando um ambiente propício para os *Lactobacillus* e reduzindo o tempo de fermentação (CASAROTTI; PENNA, 2015).

Durante o processo produtivo, o leite fermentado pode ser enriquecido com leite em pó, proteínas, vitaminas e minerais. Também pode ser produzido com baixo teor ou isento de gordura e de açúcares, e até mesmo associado a uma variedade de frutas (MIOR; NOVELLO; DINON, 2016). A adição de frutas *in natura* ao leite fermentado auxilia tanto na

aceitação do produto final, quanto no aumento do valor nutritivo. As frutas podem apresentar variação de forma, tamanho e textura (PAIVA et al., 2015).

As frutas são ricas em vitaminas, minerais, carboidratos e compostos fenólicos (BRANDÃO; MAIA; LIMA, 2003). Por exemplo, o maracujá é considerado uma boa fonte de cálcio e fósforo (SANDI et al., 2003), enquanto que o buriti é considerado excelente fonte de ácidos graxos, carboidratos, proteínas, sais minerais, vitaminas do complexo B, carotenoides e compostos fenólicos (CARNEIRO; CARNEIRO, 2011).

As bebidas fermentadas à base de leite com adição de frutas vêm ganhando destaque. Atualmente, os grupos biologicamente ativos mais conhecidos, que agem como ingredientes funcionais, são: fibras solúveis e insolúveis, flavonoides, carotenoides, fitoesteróis, fitoestanois, ácidos graxos (ômega 3 e ômega 6), prebióticos e probióticos (BORTOLOZO; QUADROS, 2007).

Prebióticos são componentes alimentares não digeríveis, que estimulam a atividade bifidogênica, ou seja, o crescimento e/ou ação de algumas bactérias presentes em alimentos ou no intestino e recebem atenção considerável pelos benefícios à saúde que conferem aos hospedeiros (HUEBNER; WEHLING; HUTKINGS, 2007), tais como estimulação do sistema imunológico, produção de vitamina B, inibição de micro-organismos patogênicos, redução dos níveis de colesterol sanguíneo e prevenção de câncer (PENNA et al., 2015). Existe uma grande variedade de substâncias prebióticas disponíveis comercialmente, como os carboidratos derivados da lactose (lactulose e lactitol), inulina e fruto-oligossacarídeos (FOS). Além das propriedades prebióticas, os FOS têm sido também usados na indústria alimentícia para substituir gordura ou açúcar e reduzir as calorias dos alimentos (SILVA et al., 2006; BORTOLOZO; QUADROS, 2007).

A simbiose entre bactérias probióticas e oligossacarídeos, refere-se ao resultado benéfico ao organismo humano decorrente da combinação destes compostos na alimentação. Os oligossacarídeos presentes na dieta melhoram a sobrevivência e adesão dos probióticos no trato-gastrointestinal, favorecem o crescimento seletivo e a atividade metabólica destas bactérias (O'SULLIVAN, 2001). A interação entre probióticos e os oligossacarídeos *in vivo* é favorecida pela adaptação do micro-organismo ao substrato, anterior ao consumo; resultando em uma vantagem competitiva para o probiótico. O consumo de probióticos com oligossacarídeos podem aumentar os efeitos benéficos de cada um deles (BIELECKA; BIEDRZYCKA; MAJKOWSKA, 2002; HOLZAPFEL; SCHILLINGER, 2002).

O efeito benéfico dos probióticos está diretamente relacionado com seu potencial de adesão no intestino do hospedeiro. Há três mecanismos possíveis de adesão: o primeiro é a diminuição do número de células viáveis patogênicas através da produção de compostos com atividade antimicrobiana; segundo é o aumento da adesão dos probióticos no trato gastrointestinal aumentando assim a competição por nutrientes; e o terceiro é competição por sítios ativos de adesão, na competição por sítios de adesão (SANTOS; BARBOSA; BARBOSA, 2011). Devido ao aumento da adesão de bactérias benéficas no trato gastrointestinal as bactérias patogênicas, incluindo *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium sp*, *Salmonella sp* e outras, podem ser diminuídas (PASSOS; PARK, 2003; ITO et al., 2004; FLEMMING; FREITAS, 2005).

3.2.1 Bactérias acidoláticas (BAL) e probióticos

As primeiras BAL foram isoladas de leite *in-natura* (CARR; CHILL; MAIDA, 2002; CHERIGUENE et al., 2007) e têm sido encontradas em fontes alimentares e produtos fermentados, como carne, produtos lácteos, vegetais, bebidas, entre outros (GOBBETTI; CORSETTI, 1997; LIU, 2003; O'SULLIVAN; ROSS; PHILL, 2002; CHERIGUENE et al., 2007). Esses micro-organismos se encontram amplamente distribuídos na natureza e podem ser isolados de solos, água, plantas, silagens, do trato intestinal de animais e humanos, entre outros (BRUNO; CARVALHO, 2009).

As BAL são descritas como micro-organismos Gram-positivos, bacilares ou cocoides, desprovidos de citocromo, não esporulantes e catalase negativos (BOTINA; TSYGANKOV; SUKHODOLETS, 2006; DE DEA LINDNER et al., 2008), pertencentes ao filo *Firmicutes* (SALMINEN; VON WRIGHT; OUWEHAND, 2004).

As BAL compõem um grupo bastante heterogêneo quando se refere à capacidade de assimilar oxigênio, podendo ser anaeróbias, anaeróbias facultativas, aeróbias ou microaerófilas. De acordo com a temperatura ótima de desenvolvimento, são definidos como mesofílicos (20 - 40 °C) ou termofílicos (40 - 50 °C). São consideradas bactérias extremamente exigentes, pois necessitam de nutrientes específicos, como aminoácidos e vitaminas (SALMINEN; VON WRIGHT; OUWEHAND, 2004; FRANÇOISE, 2010), e caracterizam-se por apresentarem alta tolerância aos ácidos. São micro-organismos estritamente fermentadores, produzindo ácido lático como o principal produto metabólico (HOLZAPFEL et al., 2001; DE DEA LINDNER et al., 2008).

Enquadram-se no grupo de BAL os micro-organismos dos gêneros *Aerococcus*, *Alloiococcus*, *Carnobacterium*, *Dolosigranulum*, *Enterococcus*, *Globicatella*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Lactosphaera*, *Leuconostoc*, *Mlissococcus*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* e *Weisella* (CHERIGUENE et al., 2007; CROWLEY; MAHONY; VAN SINDEREN, 2013). Os membros do grupo das BAL são subdivididos em dois grupos distintos, de acordo com o metabolismo dos carboidratos. O grupo das bactérias homofermentativas abrange os gêneros *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus* e alguns *lactobacilos*, que utilizam a via Embden-Meyerhof-Parnas (glicolítica) para transformar o carbono principalmente em ácido láctico (CARR; CHILL; MAIDA, 2002). As bactérias heterofermentativas utilizam a via da fosfoacetolase para produzir além do ácido láctico, CO₂, etanol, acetato e citrato a partir da glicose (CARR; CHILL; MAIDA, 2002). Incluindo os membros *Leuconostoc*, *Weisella* e alguns *Lactobacillus* (VASILJEVIC; SHAH, 2008).

Existem várias substâncias produzidas pelas BAL, podendo ser ácidos orgânicos (como o ácido láctico), peróxido de hidrogênio, dióxido de carbono, diacetil, acetaldeído e substâncias antimicrobianas de natureza proteica, denominadas bacteriocinas (REIS et al., 2012). Esses micro-organismos também produzem grande número de enzimas glicolíticas, lipolíticas e proteolíticas, as quais transformam nutrientes, como os presentes no leite e em seus derivados, em compostos com propriedades sensoriais desejáveis em relação a textura, aroma e sabor (VILJOEN, 2001).

Os probióticos são definidos como micro-organismos vivos que, quando administrados em quantidade adequada, conferem efeitos específicos e benéficos à saúde do consumidor (FAO/WHO, 2002). Os principais efeitos atribuídos ao consumo de probióticos são: proteção contra distúrbios gastrointestinais e enteropatogênicos, aumento da absorção de nutrientes, melhora da função de barreira intestinal, aumento da secreção de muco, modulação do sistema imunológico através de ação anti-inflamatória, redução do risco de câncer de cólon e doenças cardiovasculares, regulação do nível de colesterol sérico, modulação da microbiota intestinal e redução de doenças intestinais, como inflamações intestinais, diarreia, colite, síndrome do intestino irritável e doença de Crohn (DUGGAN; GANNON; WALKER, 2002; VITALI et al., 2010; NAGPAL et al., 2012; FONTANA, et al., 2013).

A maioria dos micro-organismos probióticos usados em alimentos é pertencente ao grupo das bactérias acidoláticas (BAL). Apesar de várias cepas de BAL serem descritas como probióticas, relativamente poucas atendem aos requisitos necessários para produzir os efeitos terapêuticos. Bactérias pertencentes aos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* são

as mais utilizadas em alimentos probióticos. Os gêneros *Enterococcus* (*E. faecium*) e *Saccharomyces* (*S. boulardii*) são outros micro-organismos utilizados em produtos probióticos (OLIVEIRA, 2007).

Além dos efeitos terapêuticos e nutricionais, os probióticos também têm papel importante na tecnologia de produção dos produtos fermentados devido à sua contribuição ao sabor e aroma dos alimentos, bem como na conservação do produto final, devido ao baixo pH proporcionado pela produção de ácidos e de bacteriocinas (DIVYA et al., 2012).

3.2.2 Biocompostos de maracujá e buriti

3.2.2.1 Compostos fenólicos

Geralmente os compostos fenólicos ou polifenóis são produzidos por mecanismos de defesa das plantas com ocorrência generalizada no reino vegetal. Na natureza, os compostos fenólicos podem ser classificados em diferentes grupos em função dos anéis fenólicos e podem ser definidos quimicamente como substâncias que possuem anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais (PYO; LEE, 2005). Possuem estrutura variável e com isso, são multifuncionais. Existem cerca de cinco mil fenóis, dentre eles destacam-se os flavonoides, ácidos fenólicos (benzoico, cinâmico e seus derivados, tais como: ácido o-cumárico, ésteres, ácidos cafeico, tartárico, p-cumárico), fenóis simples (pirocatecol, hidroquinona e resorcinol), cumarinas, taninos, ligninas e tocoferóis (LAU; SHUKITT-HALE; JOSEPH, 2006; ANGELO; JORGE, 2007; RODRÍGUEZ et al., 2009; DUEÑAS et al., 2015). Os flavonoides podem ser distinguidos de acordo com o C-heterocíclico da estrutura, ilustrados na Figura 1: flavonóis, flavonas, flavan-3-óis, isoflavonas, flavanonas, dihidroflavonóis, antocianinas (catequinas e proantocianidinas) e chalconas (LAU et al, 2006; RODRÍGUEZ et al., 2009; IRKIN et al., 2015).

Além disso, os polifenóis também fazem parte da dieta humana, estando presente numa ampla gama de frutas, legumes, e produtos derivados de plantas, comumente consumidos, tais como uva, laranja, cacau, chá e vinho, entre outros alimentos (DUEÑAS et al., 2015).

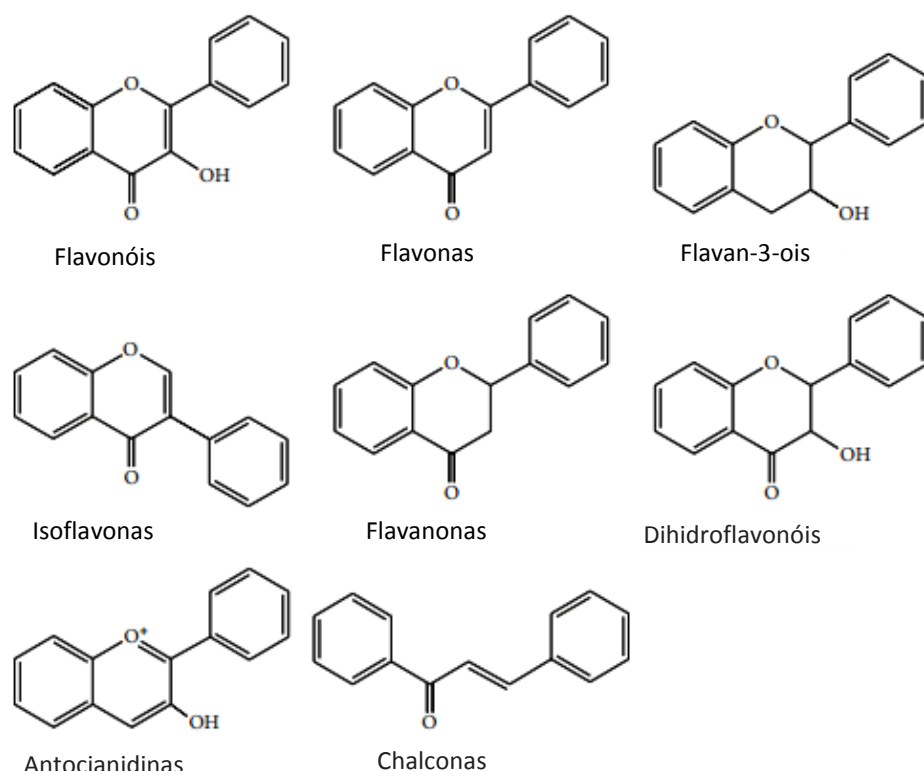


Figura 1. Compostos fenólicos comuns em alimentos (DUEÑAS et al., 2015).

O ácido gálico é um fenol encontrado em chás, vinho ou frutas, e pode ser obtido a partir da hidrólise ácida de taninos (MA et al., 2003). Os taninos pertencem a um grupo de compostos fenólicos provenientes do metabolismo secundário das plantas e são definidos como polímeros fenólicos solúveis em água que precipitam proteínas. Os taninos ocorrem em uma ampla variedade de vegetais, podendo ser encontrados nas raízes, na casca, nas folhas, no fruto, nas sementes e na seiva (BATTESTIN; MATSUDA; MACEDO, 2004). A lignina é um composto fenólico presente na parede celular de vegetais e normalmente, considerada indigerível pelos animais mamíferos (SAVIOLI et al., 2000).

Os compostos fenólicos também são incluídos na categoria de sequestrantes de radicais livres, sendo muito eficiente na prevenção da oxidação. Os antioxidantes fenólicos interagem, preferencialmente, com o radical peroxil por ser este mais prevalente na etapa da oxidação e por possuir menor energia do que outros radicais, fato que favorece a abstração do seu hidrogênio (ANGELO; JORGE, 2007). Os antioxidantes presentes em extratos de plantas possuem papel importante, pois quando incorporado na alimentação humana não conserva apenas a qualidade do alimento, mas também atuam na prevenção de patologias, como arteriosclerose e câncer. Os compostos fenólicos que possuem este

potencial são resveratrol, quercetina, ácido cafeico e flavonóis (PIMENTEL; FRANCKI; GOLLÜCKE, 2005).

O fruto do maracujá contém 73% de água, 22% de carboidratos, 2% de proteína e 0,7% de gordura (o principal ácido graxo é o ácido palmítico). Em uma quantidade de 100 gramas, o maracujá fresco contém 36% do valor diário (DV) de vitamina C, 42% do DV de fibra dietética, 11% do DV de riboflavina, 10% do DV de niacina, 12% do DV de ferro e 10% do DV de fósforo (USDA, 2015). Tanto a polpa de maracujá, quanto a casca e sementes apresentam compostos bioativos (MARTINEZ et al., 2012); o teor de compostos fenólicos totais varia de 281,8–338,6 mg EAG/L (MACORIS et al., 2012), 3,63–10,87 mg de ácido ascórbico em 100 mL (JANZANTTI et al., 2012; MACORIS et al., 2012) e aproximadamente 14,3 g de ácidos graxos poli-insaturado em 100 g (OLIVEIRA; BARROS; GIMENES, 2013). A casca do maracujá apresenta em sua composição compostos fenólicos com atividade antioxidante e anti-inflamatória, como é o caso da isorientina ($1,230 \pm 0,008$ mg/g casca seca) (ZERAIK et al., 2012). A fração comestível do maracujá equivale a 48% do fruto (PRADO, 2009) e contém flavonoides, alcaloides, ácido p-hidroxibenzóico, ácido cafeico, ácido p-cumárico, ácido o-cumárico, ácido siríngico, ácido ferúlico, quercetina glicosilada e ácido sinápico (TALCOTT et al., 2003), além de conter quantidades significativas de β -caroteno, riboflavina, niacina (vitamina B₃), cálcio e fósforo, tanto quanto baixo teor de gordura e baixas contribuições calóricas (CORRÊA et al., 2016). Os subprodutos do maracujá apresentam elevadas quantidades de fibras solúveis, tal como a pectina, que são consideradas como promissores agentes espessantes e gelificantes, e estabilizadores de espumas e emulsões (CORRÊA et al., 2016).

Por outro lado, o fruto buriti apresenta 362,90-435,08 mg EAG/100 g de compostos fenólicos totais, tais como: ácido p-cumárico (277,74 μ g/g), ácido ferúlico (184,66 μ g/g), catequina (961,21 μ g/g), epicatequina (1109,93 μ g/g), apigenina (102,48 μ g/g), luteolina (1060,90 μ g/g), miricetina (145,11 μ g/g), ácido cafeico (895,53 μ g/g), caempferol (41,54 μ g/g), quercetina (83,27 μ g/g), ácido protocatecuico (2175,93 μ g/g), ácido quínico (230,74 μ g g⁻¹), e ácido clorogênico (1154,15 μ g/g) (KOOLEN et al., 2013; BATAGLION et al., 2014); além de conter 0,06-2,2 mg de ácido ascórbico em 100 g (CANUTO et al., 2010) e alto teor de lipídios, incluindo 22,4% de ácidos graxos saturados e 34,52–92,20 % de ácidos graxos monoinsaturados (MEDEIROS et al., 2015; BORGONOV, 2017), que reduzem o risco da incidência de doenças cardiovasculares (SANTOS; ALVES; RUÍZ-MÉNDEZ, 2013). A concentração de tocoferóis no óleo de buriti é de 1100 ± 198 mg de α -tocoferol por kg e 466

mg de p-tocoferol por kg. O óleo de buriti também apresenta 2332 mg de esteróis totais por kg, que inclui $6,6 \pm 0,3$ mg de campesterol por kg, $16,8 \pm 0,9$ mg de estigmasterol por kg, $76,6 \pm 0,6$ mg de β -sitosterol por kg (SANTOS; ALVES; RUÍZ-MÉNDEZ, 2013).

3.2.2.2 Carotenoides

Os carotenoides são um grande grupo de pigmentos presentes na natureza, com mais de 750 estruturas caracterizadas (DESMARCHELIER; BOREL, 2017). São compostos isoprenóides (tetraterpenos) que apresentam uma estrutura básica composta por 40 carbonos (Figura 2). Os carotenoides que contêm somente carbono e hidrogênio em sua estrutura são chamados de carotenos, como β -caroteno e o licopeno e aqueles que apresentam grupos substituintes com oxigênio são conhecidos como xantofilas. As xantofilas podem conter grupos hidroxila, como a β -criptoxantina e a luteína, grupos ceto, como a capsantina e capsorrubina, grupos epóxi, como a violaxantina e o β -caroteno-5,6-epóxido, e o grupo aldeído, como a β -citraurina (BRITTON, 1995; RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

O número e a posição das insaturações na molécula determinam as propriedades fotoquímicas e a reatividade química de cada carotenoide. O formato e o tamanho tanto da molécula como dos grupos terminais também são importantes. Os carotenoides são encontrados principalmente na forma *trans*, que é a forma mais estável, mas podem ser encontrados também na forma *cis* (BRITTON, 1995).

Os carotenoides são pigmentos responsáveis pela coloração de muitas frutas, folhas e flores, variando entre o amarelo-claro, alaranjado e o vermelho. Além das frutas, folhas e flores, os carotenoides também são encontrados em animais com cantaxantina, equinenona, tunaxantina (presentes em peixes) e a astaxantina (presentes em salmão e trutas) (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

O licopeno é o principal pigmento de muitas frutas e vegetais com coloração vermelha, como o tomate, melancia, mamão e a goiaba. O β -caroteno é o carotenoide mais comum nos alimentos, é o principal pigmento em cenoura, damasco, manga e etc. O α -caroteno é encontrado em grande quantidade em cenoura e abóbora, o γ -caroteno é encontrado em frutos de pitanga e o δ -caroteno é o principal constituinte de pupunha (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001; WONDRAČEK, 2009).

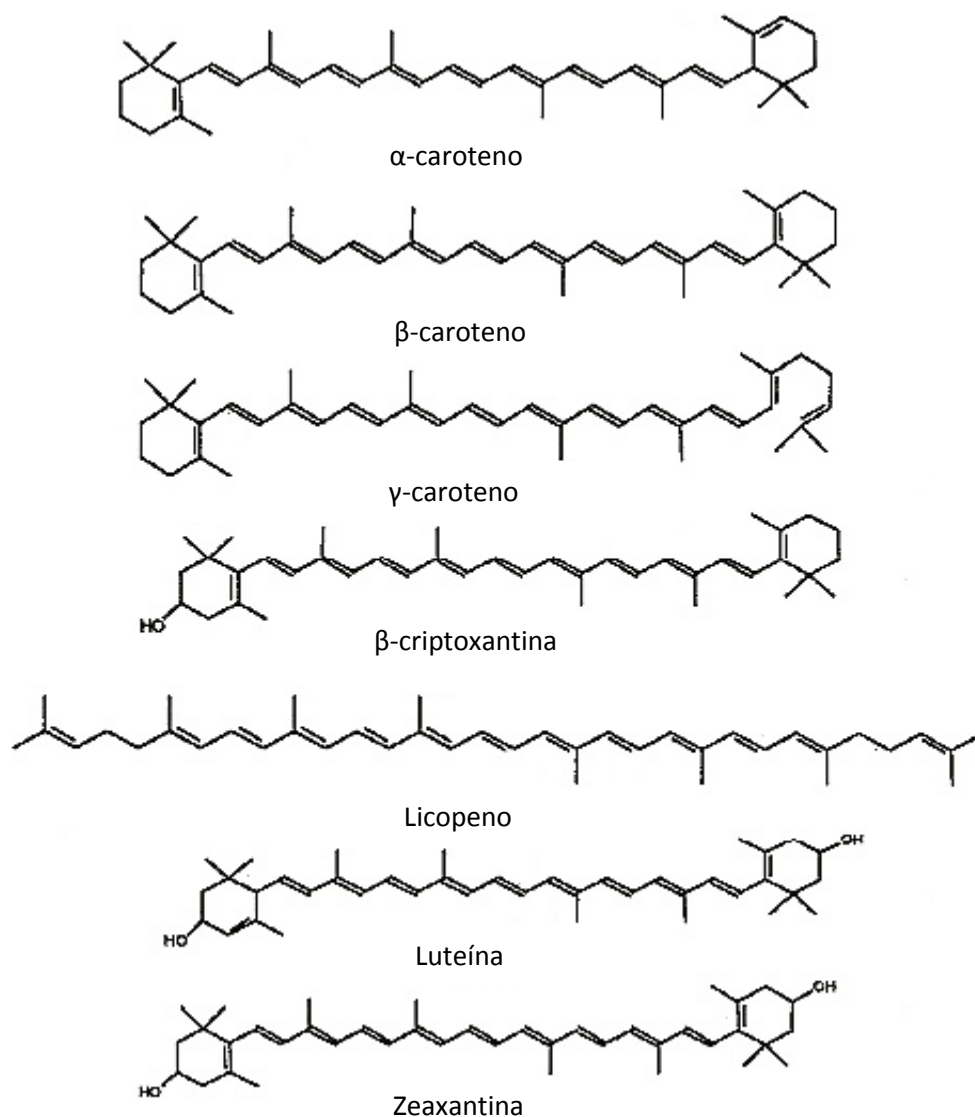


Figura 2. Estrutura dos carotenoides (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

O maracujá apresenta menor teor de carotenoide em sua composição (6,28 a 11,04 µg/g) em relação ao buriti e os principais carotenoides encontrados foram: β-caroteno, α-caroteno, δ-caroteno, *cis*-neurosporeno, γ-caroteno, licopeno, aurocromo, criptocromo, auroxantina, fitoeno, fitoflueno, neurosporeno, prolicopeno, mutacromo, β-criptoxantina, β-citraurina, anteraxantina, violaxantina, neoxantina, *cis*-δ-caroteno, 13-*cis*-β-caroteno (MERCADANTE; BRITTON; RODRIGUEZ-AMAYA, 1998; SILVA; MERCADANTE, 2002; WONDRACEK, 2009; VIEIRA, 2013).

O buriti contem de 31,13-52,86 mg/100 g de carotenoides totais (CÂNDIDO; SILVA; AGOSTINI-COSTA, et al., 2015). Dentre os carotenoides totais o buriti é rico em β-caroteno (13,71 mg/100 g), α-caroteno (1,48 mg/100 g) (MANHÃES; SABAA-SRUR, 2011), luteína, *cis*-

Y-caroteno, *trans*-Y-caroteno, *cis*- δ -caroteno, licopeno, *all-trans*- β -caroteno, 13-*cis*- β -caroteno (CÂNDIDO; SILVA; AGOSTINI-COSTA, 2015). A composição de carotenoides na fase oleosa do buriti é composta de $2,68 \pm 0,17$ mg de luteoxantina por kg, $16,28 \pm 1,07$ mg de *cis*-luteína por kg, $32,12 \pm 2,38$ mg de luteína por kg, $4,38 \pm 0,24$ mg de 5,8 epoxi β -caroteno por kg, $165,65 \pm 14,64$ mg de *cis*- β -caroteno por kg, $295,24 \pm 17,89$ mg de β -caroteno por kg, $1,82 \pm 0,08$ mg de *cis*- γ -caroteno por kg, $3,45 \pm 0,29$ mg de γ -caroteno por kg, $1,8 \pm 0,08$ mg *cis*- α -caroteno por kg, $19,20 \pm 1,69$ mg α -caroteno por kg (SANTOS; ALVES; RUÍZ-MÉNDEZ, 2013).

3.2.2.3 Benefícios dos compostos bioativos na saúde

O interesse em polifenóis (metabolitos secundários de plantas) foi provocado pelos resultados de estudos epidemiológicos que associam o consumo de dietas ricas em alimentos de origem vegetal com a diminuição do risco de doenças (ALVAREZ-JUBETE et al., 2010).

Estudos epidemiológicos têm fornecido novas evidências sobre a ampla gama de benefícios à saúde em decorrência da atividade dos polifenóis na dieta. Dados mostram ação anti-inflamatória, inibição da agregação de plaquetas, atividade antimicrobiana, antioxidante, anticancerígena, antiadipogênica, antidiabética e neuroprotetora (MERTENS-TALCOTT et al., 2006; LIU, 2003; VLACHOJANNIS et al., 2015; SAHEBKAR et al., 2017; ESPÍN; GONZÁLEZ-SARRÍAS; TOMÁS-BARBERÁN, 2017), o que sugere uma associação entre o consumo de alimentos ricos em polifenóis e o reduzido risco de várias doenças cardiovasculares, doenças degenerativas, doenças inflamatórias e doenças neurodegenerativas, tais como acidente vascular cerebral, diabetes mellitus, artrite, doença de Parkinson, doença de Alzheimer e câncer (LAU et al., 2006; HANHINEVA et al., 2010; CROWLEY; MAHONY; VAN SINDEREN, 2013; JENNINGS et al., 2012; VLACHOJANNIS et al., 2015; YAN et al., 2017). A presença de compostos fenólicos na dieta é crucial em termos de saúde, devido aos seus efeitos quimiopreventivos sobre a carcinogênese e mutagênese.

Substâncias bioativas presentes em alimentos podem agir em espécies reativas ou estimular sistemas de defesa endógeno. Este efeito protetor foi atribuído à presença de compostos com atividade antioxidante, tais como vitaminas, minerais, compostos fenólicos e carotenoides (ALMEIDA et al., 2011; LIU, 2003).

Algumas frutas nativas e tropicais, especialmente as não populares, têm sido pesquisadas como potenciais fontes de compostos bioativos, e muitas delas têm mostrado elevada capacidade antioxidante e elevados teores de fenólicos (ALMEIDA et al., 2011; GENOVESE et al., 2008; GONÇALVES; LAJOLO; GENOVESE, 2010; ESPÍN; GONZÁLEZ-SARRÍAS; TOMÁS-BARBERÁN, 2017), tais como bacuri, carnaúba, gurguri, murici, murta, puçá-preto, umbu, uvaia (RUFINO et al., 2010; CANUTO et al., 2010), abiu, açaí, araçá-boi, bacaba, cajá, cajarana, cupuaçu e noni (CANUTO et al., 2010)

O estresse oxidativo tem sido associado ao envelhecimento e ao desenvolvimento de doenças crônicas inflamatórias e degenerativas (GAWLIK-DZIKI, 2012). A ação antioxidante, comum em alguns compostos fenólicos, se deve ao potencial de óxido-redução dessas moléculas, à capacidade em competir por sítios ativos e receptores nas diversas estruturas celulares, ou ainda, à modulação da expressão de genes que codificam proteínas envolvidas em mecanismos intracelulares de defesa contra os processos oxidativos degenerativos de estruturas celulares (BASTOS; ROGERO; ARÊAS, 2009; TOMÁS-BARBERÁN; SELMA; ESPÍN, 2016).

Catequinas, ácido clorogênico, ácido gálico, taninos, lignanas e antocianinas estão, em geral, entre os compostos polifenólicos naturais mais abundantes em frutas e vegetais (PATRAS et al., 2009) como maracujá, buriti, chá, uva, frutas vermelhas (morango, amora e mirtilo), cacau, espinafre, alho e cebola (KOOLEN et al., 2013; BEHLING et al., 2004; HUBER; RODRIGUEZ-AMAYA, 2008; SILVA; JORGE, 2017). As catequinas possuem efeito antioxidante sobre radicais livres e lipídeos (LDL), prevenindo contra cânceres e doenças cardiovasculares (MATSUBARA; RODRIGUEZ-AMAYA, 2006).

Além dos benéficos dos compostos fenólicos, as frutas também são ricas em carotenoides, especialmente β -caroteno, α -caroteno e licopeno, que desempenham alguns papéis fundamentais na saúde humana, por apresentarem atividade antioxidante, que reduzem ou inibem os processos oxidativos, e estão relacionados com o retardamento do envelhecimento e de algumas doenças, tais como câncer, doenças cardiovasculares e outras doenças degenerativas, além de atuar como reguladores de resposta do sistema imune (MANACH et al., 2004; LAU; SHUKITT-HALE; JOSEPH, 2006; UENOJO; MARÓSTICA; PASTORE, 2007; GAWLIK-DZIKI, 2012; LIU, 2003). Alguns carotenoides, que possuem em sua estrutura pelo menos um anel β -ionona não substituído, como o β -caroteno, o α -caroteno e a β -criptoxantina, dentre outros, podem apresentar atividade pro-vitamina A, após sua conversão no intestino.

Alguns alimentos como o leite fermentado quando adicionado de polpa de frutas, enriquecem seu valor nutricional devido aos compostos bioativos presentes nas frutas e os carotenoides podem também aumentam a vida útil dos produtos (SANTOS, 2009), sendo esta uma das principais razões para a sua popularidade.

Autores evidenciaram que os fatores que degradam os compostos bioativos presentes em alimentos, principalmente os carotenoides são: calor, luz, oxigênio e presença de compostos eletrofílicos ou oxidação do próprio alimento (ZULUETA; ESTEVE; FRÍGOLA, 2007; AQUINO et al., 2009; RODRIGUES et al., 2013; ACHIR et al., 2016). Os carotenoides quando submetidos a tratamentos térmicos altera sua estrutura química de isômero *trans* para isômero *cis*, perdendo assim sua propriedade de pró-vitamina A (ZULUETA; ESTEVE; FRÍGOLA, 2007). Por outro lado, Alves et al. (2010) comprovaram que alimentos ricos em compostos bioativos podem manter seus compostos bioativos em até 89% quando armazenados sobre refrigeração (ALVES et al., 2010).

3.2.3 Efeito dos compostos bioativos nas BAL e probióticos

Estudos demonstram que o efeito dos compostos fenólicos sobre o crescimento bacteriano depende da cepa microbiana, da estrutura dos polifenóis, e da dosagem testada (ALMAJANO et al., 2008; CAMPOS; COUTO; HOGG, 2003). As bactérias Gram-negativas são mais resistentes aos polifenóis do que micro-organismos Gram-positivos, provavelmente devido às diferenças observadas na composição da parede celular (PUUPPONEN-PIMIÄ et al., 2005).

Os efeitos de compostos fenólicos no crescimento bactérias de Gram-negativas e/ou patogênicas têm sido amplamente investigados. Sirk, Friedman e Brown (2011) relataram que a ação antimicrobiana, anticancerígena e outros efeitos benéficos à saúde estão relacionados às catequinas e flavinas. Os polifenóis, tais como catequinas, agem em diferentes espécies bacterianas por geração de peróxido de hidrogênio (HASLAM et al., 1992) e alteração da permeabilidade da membrana microbiana (HATTORI et al., 1990).

Os sucos de limão e de toranja inibiram o crescimento do *Lactobacillus delbrueckii* e *Lactobacillus casei*, provavelmente esta inibição esteja relacionada ao pH do suco destas frutas cítricas. Entretanto, houve um estímulo no crescimento de *Lactobacillus acidophilus* e *Lactobacillus casei*, quando submetidos ao teste de difusão em ágar com a casca de toranja, limão, laranja e o suco de laranja. Este estímulo do crescimento destas cepas foram

relacionados à hesperidina (79,003 ppm) presente na casca de limão, ácido cafeico (0,166 ppm) presente na casca da toranja e ao ácido cafeico (0,190 ppm) e hesperidina (170,044 e 133,180 ppm) presentes na casca e no suco de laranja, respectivamente (IRKIN et al., 2015).

Em outro estudo, foi demonstrado que o ácido tânico e os compostos fenólicos presentes no bagaço e na semente de uva estimularam o crescimento de *Lactobacillus acidophilus*, onde as concentrações testadas foram 50 a 60 µL/disco (HERVERT-HERNÁNDEZ et al., 2009).

Vários efeitos farmacológicos foram demonstrados para diferentes compostos fenólicos; entretanto, os efeitos dos compostos fenólicos na saúde dependem da quantidade consumida e de sua biodisponibilidade e acessibilidade. Desta forma, é importante entender como eles são absorvidos, metabolizados e eliminados do corpo, a fim de determinar sua ação *in vivo* (SCALBERT; WILLIAMSON, 2000).

Embora por muito tempo as pesquisas sobre a interação entre os compostos fenólicos e bactérias intestinais tenham centrado principalmente nas propriedades antimicrobianas contra as bactérias patogênicas (SMITH; ZOETENDAL; MACKIE, 2005; VATTEM et al., 2005; RODRÍGUEZ-VAQUERO et al., 2007; ALMAJANO et al., 2008), atualmente muitos estudos investigam a influência de polifenóis em micro-organismos benéficos, presentes na biota intestinal (HENNRING et al., 2017; ESPÍN; GONZÁLEZ-SARRÍAS; TOMÁS-BARBERÁN, 2017).

Os polifenóis presentes principalmente em frutas nas formas de oligômeros e polímeros de alto peso molecular são poucos biodisponíveis e devem ser transformados em agliconas antes da absorção. A maioria destes compostos não é metabolizada no intestino delgado, no entanto, eles são altamente hidrolisados pela atividade enzimática da microbiota do cólon (BOWEY; ADLERCREUTZ; ROWLAND, 2003; MARÍN et al., 2015; HENNING et al., 2017). As espécies microbianas envolvidas na hidrólise de polifenóis incluem *Clostridium* sp., *Bacteroides distasonis*, *Bacteroides uniformis*, *Bacteroides ovatus*, *Enterococcus casseliflavus*, *Eubacterium cellulosolvens*, *Lachnospiraceae* CG19-1 e *Eubacterium ramulus* (MARÍN et al., 2015; BRAUNE; ENGST; BLAUT, 2015; ROWLAND et al., 2017). *Clostridium* sp. e *Eubacterium* sp. são os principais gêneros envolvidos no metabolismo das isoflavonas (daidzeína), flavonóis (quercetina e kaempferol), flavonas (naringenina e xanthohumol) e flavan-3-ol (catequina e epicatequina) (SELMA; ESPÍN; TOMÁS-BARBERÁN, 2009). Por exemplo, o ácido gálico é degradado por *Gordonibacter urolithinfaciens* e *Gordonibacter pamelaee* (SELMA et al., 2014; TOMÁS-BARBERÁN et al.,

2014). Os ácidos clorogênico, cafeíco e fêrrico podem ser degradados por *E. coli*, *Bifidobacterium lactis* e *Lactobacillus gasseri* (RECHNER et al., 2004; TOMÁS-BARBERÁN et al., 2014), enquanto a catequina pode ser degradada por *Clostridium coccoides* e *Bifidobacterium infantis* (MARÍN et al., 2015). A maior parte destes compostos está presente no maracujá e no buriti (CÂNDIDO; SILVA; AGOSTINI-COSTA, 2015; MACORIS et al., 2012). Estes compostos podem afetar a estabilidade das bactérias probióticas (PRADO et al., 2008; SHAH et al., 2010; OZCAN et al., 2015; PERRICONE et al., 2015) e também podem atuar como fonte de energia para esses micro-organismos. Por outro lado, não temos estudos que evidenciem o efeito positivo ou negativo dos carotenoides sobre as BAL probióticas, especialmente em experimentos com alimentos destinados a consumo humano.

A modulação da microbiota intestinal pelos polifenóis tem sido um tema de crescente atenção por parte da comunidade científica nos últimos anos. Vários estudos foram realizados por diferentes autores, desde as abordagens experimentais mais simples sobre o efeito de polifenóis no crescimento de bactérias intestinais isoladas até experimentos complexos envolvendo toda a microbiota fecal, tanto em experiências de fermentação (culturas em lotes e simuladores contínuos) ou através de análise de amostras de fezes de animais e humanos. Alguns autores voltaram sua atenção para o impacto dos constituintes alimentares ricos em compostos bioativos (inclusão de polifenóis) na microbiota intestinal (LAPARRA; SANZ, 2010; HE; MARCO; SLUPSKY, 2013), enquanto outros avaliaram os efeitos de alguns polifenóis específicos sobre a modulação microbiana e sobre algumas cepas específicas presentes na microbiota intestinal que são essenciais na saúde humana (HERVERT-HERNÁNDEZ; GOÑI 2011; CARDONA et al., 2013).

Os benefícios conhecidos ao hospedeiro humano incluem a proteção contra distúrbios gastrointestinais e agentes patogênicos, degradação de nutrientes, redução do colesterol, reforço das junções celulares epiteliais (*tight junctions*) do intestino, aumento da secreção de muco e a modulação na resposta imune do intestino pelo aumento da produção de citocinas, que estimulam a produção de marcadores como IgA (produção de anticorpos), IL-10 (interleucina – induz resposta inflamatória), TNF- α (estimula IL-6, induz inflamação), IL-17 (estimula a produção de citocinas pró-inflamatórias) e IL-1b (induz resposta inflamatória) (DUGGAN; GANNON; WALKER, 2002; VITALI et al., 2010; BOGSAN et al., 2014; MACIEL et al., 2016).

A maioria das bactérias é capaz de regular por sinal químico e diferença de densidade as características fenotípicas, incluindo os fatores de virulência. Compostos polifenólicos

também podem interferir no sensor bacteriano de quorum, que é conseguido pela produção, liberação, detecção e identificação de pequenas moléculas auto-indutoras de sinais (acilado homoserina lactonas em bactérias Gram-negativas e oligopeptídeos em bactérias Gram-positivas) (GONZÁLEZ; KESHAVAN, 2006; WILLIAMS, 2007).

Estima-se que 90 - 95% dos polifenóis não são absorvidos no intestino delgado e estudos *in vitro*, em animais e em humanos mostram evidências que certas doses de polifenóis podem modificar a composição microbiana do intestino (SCALBERT; WILLIAMSON, 2000) com função de prebióticos, estimulando a microbiota benéfica do intestino e tendo ação antibacteriana sobre micro-organismos indesejáveis (LEE et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2008; HERVERT-HERNANDEZ et al., 2009; STOUPI et al., 2010; CÂNDIDO et al., 2015). A maioria dos flavonoides é pouco absorvida no intestino delgado, porém são altamente metabolizados no intestino grosso (TOMÁS-BARBEIRÁN; SELMA; ESPÍN, 2016).

No intestino grosso, bactérias do cólon são conhecidas por sua ação enzimática sobre os polifenóis. Os metabolitos específicos resultantes da degradação microbiana de polifenóis podem atuar como biomarcadores da presença de uma microbiota específica no intestino, mas a ligação entre um metabolito intestinal específico e os efeitos dos polifenóis sobre a saúde ainda precisa ser melhor estudada (BOWEY; ADLERCREUTZ; ROWLAND, 2017; TOMÁS-BARBERÁN; SELMA; ESPÍN, 2016). A degradação dos polifenóis por micro-organismos envolve a quebra de ligações glicosídicas e o rompimento da cadeia principal do heterocíclico (AURA et al., 2005). Por exemplo, o catabolismo microbiano de proantocianidinas (oligômeros e polímeros de flavan-3-óis) tem sido extensivamente descrito nos últimos anos. Esta degradação resulta na produção de lactonas, ácidos aromáticos e fenólicos com diferentes padrões de hidroxilação e comprimentos das cadeias laterais, dependendo das estruturas precursoras (fenil valerolactona, ácido fenil valérico, ácido fenil propiônico, ácido fenil acético, benzóico e ácido hipúrico) (MANACH et al., 2004; SAURA-CALIXTO; SERRANO; GOÑI, 2007).

Cueva et al. (2012) avaliaram o potencial de flavan-3-óis de influenciar o crescimento dos grupos de bactérias intestinais utilizando modelos de fermentação *in vitro*. Os autores descobriram que o perfil de flavan-3-óis pode afetar a composição da microbiota (promovendo o crescimento de *Lactobacillus* e diminuindo o grupo *Enterococcus* e *C. histolyticum*) e sua atividade catabólica, induzindo alterações que podem afetar a potencial biodisponibilidade e bioatividade destes compostos.

Em um estudo *in vitro*, foi sugerido que os monômeros de flavan-3-óis, como epicatequina e catequina, podem ser capazes de influenciar a população bacteriana do intestino grosso, mesmo na presença de outros nutrientes, tais como hidratos de carbono e proteínas (CARDONA et al., 2013).

Estudos recentes indicam que monômeros de flavan-3-óis, presentes em fontes como: chocolate, chá verde, groselha ou extratos de semente de uva podem modular a microbiota intestinal *in vivo*, produzindo mudanças em bactérias benéficas, tais como *Lactobacillus* spp. e inibindo outros grupos, tais como *Clostridium* spp., tanto em *in vitro* como *in vivo* (TZONUIS et al., 2008; MOLAN et al., 2009; MOLAN; LIU; KRUGER, 2011; TZOUNIS et al., 2011).

As isoflavonas possuem características de flavonoides dietéticos, pois apresentam melhor taxa de absorção; as catequinas, flavanonas, e flavonoides glicosídeos possuem absorção intermediária, ao contrário das proantocianidinas, flavan-3-ol, galatos e antocianinas, que apresentam baixa absorção (SANTOS-BUELGA; SCALBERT, 2000; CROZIER; CLIFFORD, 2010).

Provavelmente, a variação nas taxas de absorção ocorre devido à quebra dos flavonoides, com a exceção de flavan-3-óis (ou seja, as catequinas e as proantocianidinas), antes da absorção no intestino delgado. A hidrólise de alguns glicosídeos dos flavonoides pode ocorrer na cavidade oral da boca, devido à presença da enzima β -glicosidase na saliva e na microbiota bucal. Porém, o mecanismo habitualmente considerado na desglicosilação dos flavonoides é a hidrólise pela hidrolase lactase florizina (LPH) nas microvilosidades das células epiteliais do intestino (DAY; DUPONT, 1998).

Sirk, Friedman e Brown (2011) relataram que o mecanismo antimicrobiano, anticancerígeno e outros efeitos benéficos à saúde estão relacionados às catequinas e flavinas. Os polifenóis, tais como catequinas, agem em diferentes espécies bacterianas (*Clostridium histolyticum*, *Clostridium* sp., *Eubacterium coccoides*, *E. coli*, *Bordetella bronchiseptica*, *Serratia marcescens*, *Klebsiella pneumonie*, *Salmonella choleraesis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* e *Bacillus subtilis*) por geração de peróxido de hidrogênio (HASLAM et al., 1992) e pela alteração da permeabilidade da membrana microbiana (HATTORI et al., 1990), enquanto melhora o crescimento de *Bifidobacterium* e *Lactobacillus* spp. (TZONUIS et al., 2008); entretanto, ainda não se conhecem os mecanismos de interação destas BAL e os polifenóis.

Clostridium e *Eubacterium* são um dos principais gêneros envolvidos no metabolismo de diversos compostos fenólicos, tais como isoflavonas (daidzeína), flavonóis (quercetina e campferol), flavonas (naringenina e ixoxanthumol) e flavan-3-óis (catequina e epicatequina) (SELMA; ESPÍN; TOMÁS-BARBERÁN, 2009).

Além disso, o anel B dos flavonoides pode desempenhar um papel de ligação de hidrogênio no pareamento de bases nitrogenadas, e isto pode explicar a ação inibitória sobre a síntese DNA e RNA de algumas bactérias patogênicas (CUSHNIE et al., 2005).

Plaper et al. (2003) e Gradisar et al. (2007) relataram que a quercetina se liga ao DNA-girase da *E. coli* e inibe atividade da enzima ATPase. A administração dietética de extratos ricos em proantocianidinas também parece ter um efeito semelhante (CARDONA et al., 2013).

Em outro estudo, quando as bactérias foram cultivadas com vários compostos fenólicos de chá, o crescimento das bactérias patogênicas, tal como *Clostridium perfringens*, e *Bacteroides spp.*, foi significativamente reprimido, enquanto as bactérias benéficas anaeróbias comensais, como *Bifidobacterium sp.* e de *Lactobacillus sp.*, foram menos afetadas (LEE et al., 2006). Vendrame et al. (2011) relataram um aumento significativo na quantidade de *Bifidobacterium sp.* após o consumo de uma bebida de mirtilos selvagens, evidenciando o papel importante do polifenol presente nos mirtilos selvagens na modulação da composição da microbiota intestinal.

Yamakoshi, Tokutake e Kikuchi (2001) relataram que o consumo de um extrato rico em proantocianidinas de semente de uva por adultos saudáveis durante 2 semanas foi capaz de aumentar significativamente o número de micro-organismos do gênero *Bifidobacterium* no intestino humano.

Tzounis et al. (2008) utilizaram um sistema de simulação gastrointestinal que mostrou a influência de alguns compostos fenólicos presentes em alimentos sobre vários gêneros de micro-organismos, onde 150 a 1000 mg/L de catequinas inibiram o desenvolvimento de *C. histolyticum*, *E. coli* e *Eubacterium coccoides*, enquanto estimularam o crescimento de *Lactobacillus ssp.*, *Enterococcus ssp.*, *Bifidobacterium spp.* Barroso et al. (2013) estudaram o papel do *Lactobacillus plantarum* IFPL935 no metabolismo colônico de um extrato polifenólico de vinho tinto, quando adicionado a uma microbiota humana complexa usando um simulador dinâmico do ecossistema da microbiota intestinal humana. Os resultados destacam que o *L. plantarium* IFPL395 pode ter um impacto na biodisponibilidade dos polifenóis da dieta. A microbiota intestinal pode produzir alguns

metabolitos gerados pelo catabolismo dos polifenóis liberando metabolitos que são geralmente mais ativos e melhor absorvidos do que os compostos fenólicos nativos, podendo apresentar um papel importante nos efeitos protetivos. No entanto, nem todos os metabolitos têm a mesma atividade biológica e, portanto, os efeitos definitivos sobre a saúde dependem da composição da microbiota intestinal.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Obtenção da polpa de maracujá

Os frutos de maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.), procedentes da Bahia, foram adquiridos na cidade de São José do Rio Preto-SP, lavados em água corrente e submersos por 10 minutos em solução aquosa de hipoclorito de sódio (NaClO) a 10% (m/v). A polpa foi separada da semente, manualmente, com o auxílio de uma peneira. Em seguida, a polpa foi congelada (-80 °C) e submetida ao processo de liofilização. Após a liofilização, a polpa seca foi triturada até obter-se um pó fino e uniforme, com o auxílio de um processador (TM 31, Vorwerk, Wuppertal, Alemanha), passada em tamis de inox de 1,68 mm (ABNT 12) para padronização das partículas trituradas e armazenada em embalagens a vácuo, a -20 °C.

4.2 Obtenção de polpa de buriti

Os frutos de buriti foram colhidos e processados em Teresina-PI, região típica da produção de buriti. Os frutos foram lavados em água corrente e submersos por 10 minutos em solução aquosa de hipoclorito de sódio (NaClO) a 10% (m/v). O despulpamento foi feito manualmente com faca inoxidável, o armazenamento foi realizado em sacos de polietileno na ausência da luz e armazenados a 4 °C, conforme descrito por Moura Filho (2016). Após a obtenção, a polpa foi triturada, passada em tamis de inox de 1,68 mm (ABNT 12) para a retirada de fragmentos de casca e armazenada congelada em freezer (-20 °C). Foi realizada a secagem da amostra em estufa de circulação forçada de ar a 45 °C. Posteriormente, a polpa seca foi novamente triturada até obter-se um pó fino e uniforme, com o auxílio de um processador (TM 31, Vorwerk, Wuppertal, Alemanha), e passada em tamis de inox de 1,68

mm (ABNT 12) para padronização das partículas e armazenada em embalagens a vácuo, a -20 °C.

4.3 Caracterização das polpas de frutas

4.3.1 Composição centesimal

O teor do extrato seco total (EST) foi determinado pela secagem em estufa a vácuo por 24 horas a 70 °C, conforme recomendado pela American Public Health Association (CASE; BRADLEY JR.; WILLIAMS, 1985). O teor de nitrogênio total (NT) foi determinado pelo método de Kjeldahl. O teor de proteína total foi calculado multiplicando-se o valor do nitrogênio total por 6,25 (AOAC, 1997). O teor de cinzas foi determinado por incineração em mufla a 550 °C (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005). A análise de lipídios totais foi realizada pelo método do IAL (2005). Para análise do perfil de ácidos graxos, os lipídeos foram extraídos de acordo com AOAC (2010, Official Method 996.06). O processo de esterificação dos ácidos graxos foi realizado de acordo com AOCS (2014, Official Methods Ce 1a-13 e Ce 1h-05). Os ácidos graxos esterificados foram separados por cromatografia gasosa, de acordo com o comprimento da cadeia, grau de instauração e geometria, e posição das duplas ligações. O teor de carboidratos foi determinado por diferença.

4.3.2 Preparação dos extratos das polpas secas de buriti e de maracujá

Os extratos das polpas de buriti e de maracujá foram obtidos conforme a metodologia de Macoris et al. (2012), com modificações. A amostra com a solução extratora (metanol 70% + acetona 50% [v/v, 1:1]) foi submetida à agitação em vortex por 1 min e, posteriormente, foi submetida a ultrassom por 15 min. Após essa etapa, as amostras foram centrifugadas a 1935 x g durante 20 min, e o sobrenadante foi coletado em um balão de 50 mL (este processo foi repetido até exaustão total da amostra) em ausência de luz.

4.3.3 Teor de compostos fenólicos totais

A determinação do teor de compostos fenólicos totais foi realizada, em triplicata, pelo método de Folin-Ciocalteu, conforme a metodologia de Macoris et al. (2012) e Waterhouse (2014). Resumidamente, 0,25 mL do extrato foram adicionados em 0,06 mL de reagente de Folin-Ciocalteu. Após 5 min, foi adicionado 2 mL de carbonato de sódio 7% (m/v) e 2,74 mL de água miliQ. Essa mistura foi agitada e incubada em banho-maria a 40 °C por 40 min. O ensaio em branco foi preparado usando 0,25 mL da solução extratora (metanol 70% + acetona 50% [v/v, 1:1]). A absorbância foi medida a 720 nm em espectrofotômetro. O teor de compostos fenólicos totais foi estimado a partir de uma curva padrão de ácido gálico e os resultados foram expressos em mg equivalentes de ácido gálico (EAG)/100 g de peso seco da amostra, utilizando uma curva de calibração preparada com uma solução padrão de Trolox (72 - 200 µmol de Trolox).

4.3.4 Teor de flavonoides amarelos e antocianinas

A determinação do teor de flavonoides amarelos e antocianinas foram realizadas, em triplicata, de acordo com a metodologia de Silva et al. (2014a). Aproximadamente 1,0 g de polpa foi pesada e adicionou-se 30 mL solução extratora (etanol 95% + HCL 1,5 N na proporção de 85:15). A mistura foi homogeneizada em ultraturrax por 2 min, posteriormente transferida para um balão de 50 mL e armazenada por 12 h em escuro. Após este período a mistura foi filtrada e a absorbância foi lida em espectrofotômetro (UV-mini 1240, Shimadzu, Kyoto, Japão) em 374 nm para flavonoides amarelos e 535 nm para antocianinas. Os resultados foram expressos em mg/100 g da amostra conforme Equação 1:

$$\text{Flavonoides amarelos e antocianinas} = \frac{\text{Abs}_{\text{am}} \times \text{Fd} \times 100}{\text{Peso}_{\text{am}} \times E^{1\%}_{\text{cm}}} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que: “Abs_{am}” é a absorbância da amostra, “Fd” é o Fator de diluição, “E^{1%}_{cm}” é o coeficiente de absorção para flavonoides amarelos (766) e para antocianinas (982).

4.3.5 Teor de carotenoides totais

O teor de carotenoides totais foi determinado segundo metodologia descrita por Rodriguez-Amaya e Kimura (2004), em triplicata. A preparação da amostra e as análises foram realizadas em ambiente com pouca luz, para evitar a degradação dos compostos. Inicialmente, o peso da amostra foi fixado em uma faixa para que a leitura em espectrofotômetro ao final da análise se situasse na faixa de linearidade (entre 0,2 e 0,8) de absorbância. A amostra foi colocada em um tubo e adicionada de acetona até cobrir a amostra. Em seguida, esta mistura foi agitada vigorosamente e filtrada em funil de placa sinterizada (n° 4) acoplado a kitassato e bomba a vácuo. O material retido no funil foi transferido para um tubo e novamente adicionado de acetona. Este procedimento foi repetido até que a amostra estivesse esgotada, ou seja, apresentasse coloração branca (sem mais pigmentos alaranjados, característicos dos carotenoides). O filtrado de todas as extrações foi recolhido no mesmo kitassato. O filtrado foi transferido para um balão de decantação de 500 mL contendo cerca de 50 mL de éter de petróleo (grau cromatográfico - CLAE). Em seguida, foi adicionada água ultrapura lentamente pela parede do balão para remoção da acetona. A água, juntamente com a acetona (fase inferior), foi recolhida e devidamente descartada. Este procedimento foi repetido até a remoção completa da acetona. O extrato em éter de petróleo foi recolhido em balão volumétrico de 100 mL, com o auxílio de um funil contendo lã de vidro e sulfato de sódio anidro, e o volume foi completado com éter de petróleo. A leitura da absorbância em espectrofotômetro foi realizada a 450 nm. O resultado foi expresso em $\mu\text{g } \beta\text{-caroteno/g}$ peso seco da amostra. O cálculo do teor de carotenoides totais foi determinado pela Equação 2:

$$\text{Carotenoides} = \frac{\text{Abs}_{\text{am}} \times \text{vol} \times 10^4}{\text{Abs}_{\text{ep}} \times p} \quad (\text{Equação 2})$$

Em que “ Abs_{am} ” é absorbância da amostra, “vol” = volume total do extrato (100 mL), “ Abs_{ep} ” é o coeficiente de absorção do β -caroteno (2592) em éter de petróleo e “p” é o peso da amostra.

4.3.6 Atividade antioxidante pelo método de DPPH•

A atividade antioxidante foi determinada em triplicata, medindo a eficácia de inibir o radical livre 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH•), seguindo o método de Rufino et al. (2007), com pequenas modificações. Uma alíquota do extrato foi recolhida e foram realizadas 3 diluições a fim de se obter 3 diferentes concentrações do extrato. Em ambiente escuro, 0,1 mL de cada diluição do extrato foi adicionado de 4,5 mL de solução metanólica de DPPH• + 0,4 mL de metanol; posteriormente, esta mistura foi homogeneizada e armazenada durante 60 min. A leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro (UV-mini 1240, Shimadzu) a 515 nm. Os resultados foram expressos em $\mu\text{mol Trolox/g}$ peso seco da amostra, utilizando uma curva de calibração preparada com uma solução padrão de Trolox (200 – 800 $\mu\text{mol Trolox}$).

4.3.7 Atividade antioxidante pelo método FRAP

A atividade antioxidante foi determinada em triplicata, medindo a eficácia de redução do ferro (FRAP – Ferric Reducing Antioxidant Power), seguindo o método de Pulido, Bravo e Saura-Calixto (2000), com pequenas modificações. Uma alíquota de 0,15 mL de extrato foi misturada com 4,0 mL de uma solução FRAP (25 mL solução tampão acetato 0,3 M + 2,5 mL de 2,4,6-tri(2-piridil)-1,3,5-triazina (TPTZ) 10 mM + 2,5 mL de cloreto férrico) e 0,85 mL de água destilada. Essa mistura foi agitada vigorosamente durante 1 min e mantida a 37 °C em ambiente escuro por 30 min. A absorbância foi medida a 595 nm (Abs amostra) e a solução controle (Abs controle) foi preparada com solução FRAP sem o extrato. Os resultados foram expressos em $\mu\text{mol Trolox/g}$ peso seco da amostra, utilizando uma curva de calibração preparada com uma solução padrão de Trolox (200 - 600 $\mu\text{mol de Trolox}$).

4.3.8 Efeito da polpa de maracujá e buriti no crescimento de BAL e seleção de BAL para aplicação em leite

Foram utilizadas 4 cepas de BAL probióticas, previamente isoladas e caracterizadas, e 2 cepas de BAL controle (Tabela 1), que estavam estocadas a -80 °C, adicionadas de glicerol como crioprotetor, pertencentes à Coleção de Culturas do Laboratório de Leite e Derivados, IBILCE – UNESP.

Para a utilização, as culturas lácticas foram retiradas do congelador e mantidas à temperatura ambiente para descongelamento. Para a reativação das cepas foi feita a inoculação (1%, v/v) em 10 mL de caldo MRS (Difco, Sparks, MD, EUA) ou M17 (Himedia, Mumbai, MH, IN) e incubação por 24 h, conforme a cepa (Tabela 1). Foram selecionadas cepas com maior viabilidade na presença das polpas de fruta ou na presença de extratos contendo os compostos bioativos das polpas de fruta.

Tabela 1. Condições de cultivo das BAL que foram utilizadas na seleção.

Espécies	Cepas	Meio de cultivo	Condições de incubação
<i>S. thermophilus</i>	ST080	M17*	42 °C, aerobiose
<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	SJRP57	MRS**	42 °C, anaerobiose
<i>L. casei</i>	SJRP38	MRS	37 °C, anaerobiose
<i>L. rhamnosus</i> GG	ATCC 53103	MRS	37 °C, anaerobiose
<i>L. fermentum</i>	SJRP30, SJRP43	MRS	42 °C, anaerobiose

*M17 - meio de cultivo específico para *Streptococcus* sp. **MRS – meio de cultivo específico para *Lactobacillus* sp.

Para investigar o efeito das polpas secas de fruta no crescimento das bactérias, foi utilizado meio MRS (Difco) com glicose (controle) e MRS + polpa de frutas (buriti ou maracujá) na concentração de 10 g/L (ESPÍRITO-SANTO et al., 2013; CASAROTTI; PENNA, 2015). O meio MRS foi preparado de acordo com a seguinte formulação: peptona de caseína (10 g/L), extrato de carne (10 g/L), extrato de levedura (5 g/L), tween 80 (1 mL/L), citrato de amônio bibásico (2 g/L), acetato de sódio (5 g/L), sulfato de magnésio (0,1 g/L), sulfato de manganês (0,05 g/L), fosfato dipotássico (2 g/L). O meio MRS adicionado de glicose (10 g/L) foi utilizado para comparação com o meio MRS adicionado de polpa de fruta. Todos os meios foram acidificados e esterilizados a 121 °C durante 20 min.

Antes dos ensaios, as cepas de BAL (Tabela 1) foram cultivadas duas vezes em meio MRS, nas condições específicas de cada cepa por 18 h. Também foram usadas as cepas: probiótica comercial *Lactobacillus rhamnosus* GG ATCC 53103 e cultura *starter* comercial *Streptococcus thermophilus* ST080 (Sacco, Cadorago, Co, Itália) para comparação. Em seguida, as cepas foram submetidas à centrifugação (5000 x g, 5 °C, 5 min), lavadas duas vezes com tampão fosfato, e ressuspensas (1%, v/v) nos meios de crescimento, para

análise de crescimento em temperatura específica de cada cepa. Os processos de fermentação foram realizados em duplicada.

O crescimento das cepas foi avaliado por contagem em placa (UFC), nos tempos 0, 4, 8, 12 e 24 horas após a inoculação (Tabela 1). O crescimento no meio correspondente ao controle negativo (MRS sem glicose e sem as polpas testadas) foi subtraído dos resultados de crescimento nos demais meios, servindo como linha basal do crescimento (MÄKELÄINEN et al., 2010). A cepa que apresentou o melhor crescimento na presença das polpas de fruta foi selecionada para aplicação em leite fermentado e acidificado.

4.4 Efeito dos compostos bioativos da polpa de maracujá e de buriti em leite fermentado e acidificado

4.4.1 Caracterização do leite em pó reconstituído

O leite em pó desnatado foi reconstituído em água destilada para obter-se 12% de sólidos totais. O leite foi agitado até completa dissolução do pó. Para a caracterização do leite em pó reconstituído a acidez titulável foi quantificada por titulação ácido-alcalimétrica usando-se a solução de NaOH 0,1 mol/L e fenolftaleína como indicador (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005). Os resultados foram expressos em % de ácido láctico. Os teores de gordura, proteína, sólidos totais (ST) e sólidos não gordurosos (SNG) foram determinados através da aplicação de ultrassom nas amostras em equipamento Ekomilk-M (Bulteh 2000 Ltda., Stara Zagora, Bulgária).

4.4.2 Preparo do leite fermentado e acidificado

O leite reconstituído foi aquecido até 90 °C, por 10 min, com o auxílio de um processador (Thermomix TM 31, Cloyes-sur-le-Loir, FR) e resfriado até a temperatura de inoculação, subdividido em iguais porções e distribuído em frascos de vidro estéreis, para uso nos tratamentos. Para avaliar o efeito da BAL selecionada, foram preparados leites acidificados para comparação, obtendo-se 6 tratamentos: Leite fermentado com adição de polpa de maracujá (LFPM), Leite fermentado com adição de polpa de buriti (LFPB), Leite fermentado sem adição de polpa (controle 1, LFSP), Leite acidificado com adição de polpa de

maracujá (LAPM), Leite acidificado com adição de polpa de buriti (LAPB), Leite acidificado sem adição de polpa (controle 2, LASP). O leite acidificado foi utilizado como controle para avaliar o efeito da fermentação por BAL nos produtos.

As polpas em pó foram adicionadas ao leite reconstituído antes do processo de pasteurização do leite, conforme o tratamento, na proporção de 1% (m/v). Para os tratamentos de leite fermentado, foi feita a adição da BAL selecionada (10^8 UFC/mL), em co-cultura com *S. thermophilus* ST080 (10^6 UFC/mL), ambas previamente ativadas. Os frascos foram incubados em banho termostatzado com circulação de água para a fermentação, até atingir o pH de 4,6. Para os tratamentos de leite acidificado, a acidificação foi feita pela adição de ácido láctico 85% (v/v) até atingir pH 4,6.

Durante a fermentação, o pH foi medido continuamente, a partir da inoculação da cultura láctica, para construção de curva de crescimento em função do tempo e para o cálculo dos parâmetros cinéticos, utilizando-se o sistema CINAC. Os parâmetros cinéticos considerados foram: $V_{\max}$ (velocidade máxima de acidificação, em unidades de pH/min); $T_{V_{\max}}$ (tempo necessário para atingir velocidade máxima de acidificação, em horas) e $T_{\text{pH } 4,6}$ (tempo necessário para atingir pH 4,6, em horas) (CASAROTTI; CARNEIRO; PENNA, 2014).

Após o término da fermentação ou da acidificação, conforme o tratamento, foi feito o resfriamento inicial do produto, em banho de água e gelo, até 20 °C, e a quebra do coágulo por agitação manual durante 2 min, de forma padronizada para todos os tratamentos, seguido do resfriamento final até 5 °C. Os produtos fermentados ou acidificados foram distribuídos em frascos estéreis e armazenados à temperatura de 4 °C, até o momento das análises. O processo de produção do leite fermentado ou acidificado foi realizado em duas ocasiões diferentes.

4.4.3 Caracterização físico-química do leite fermentado ou acidificado

Foi realizada a caracterização físico-química dos produtos, em triplicata, após 1 dia de fabricação. O teor do extrato seco total (EST) foi determinado pela secagem em estufa a vácuo por 24 horas a 70 °C, conforme recomendado pela *American Public Health Association* (CASE; BRADLEY JR.; WILLIAMS, 1985). O teor de nitrogênio total (NT) foi determinado pelo método de Kjeldahl. O teor de proteína total foi calculado multiplicando-se o valor do nitrogênio total por 6,38 (AOAC, 1997). O teor de cinzas foi determinado por incineração em mufla a 550 °C (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005). O teor de gordura foi determinado

utilizando-se o método de Gerber (CASE; BRADLEY JUNIOR; WILLIAMS, 1985). O teor de carboidratos foi determinado por diferença.

As análises de acidez titulável, capacidade de retenção de água (CRA) e sinérese foram realizadas, em triplicata, nos períodos de 1, 14 e 28 dias após a fabricação do leite fermentado ou acidificado. A acidez titulável foi quantificada conforme descrita para o leite reconstituído. A CRA foi determinada em 10 g da amostra submetida a centrifugação a 15000 x g por 15 min a 20 °C. O sobrenadante foi separado e pesado. A CRA foi determinada pela equação (PENNA; GURRAM; BARBOSA-CÁNOVAS, 2007):

$$CRA(\%) = \left[1 - \frac{P_c}{P_i} \right] \times 100 \quad (\text{Equação 3})$$

Em que: “P_c” é o peso do soro após centrifugação e “P_i” é o peso da amostra.

Para a determinação da sinérese, uma amostra de 10 mL de leite fermentado ou acidificado foi colocada sobre uma peneira de aço inox (mesh 120), acoplada a um funil (MORETTI, 2009). A sinérese foi determinada pelo volume de soro liberado após incubação por 2 horas a 6 °C.

4.4.4 Caracterização de compostos bioativos no leite fermentado ou acidificado

A extração dos compostos bioativos dos leites fermentados ou acidificados de todos os tratamentos, assim como o teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante (DPPH) foram realizados de acordo com a metodologia descrita anteriormente para a caracterização das polpas de frutas.

4.4.5 Viabilidade celular das BAL em leite fermentado

A análise de viabilidade celular das BAL em leite fermentado foi realizada por diluição decimal seriada, em triplicata, 1, 14 e 28 dias após a fabricação dos produtos. Uma alíquota de 100 µL de leite fermentado foi transferida para tubo contendo 900 µL de solução salina a 0,85 %. A mistura foi agitada e esta suspensão foi submetida a diluições seriadas de 10 µL, até 10⁻⁸ utilizando-se o mesmo diluente. Para a contagem foram utilizados ágar MRS

modificado ou ágar M17, dependendo da cepa (Tabela 1), e foi transferido 10 µL de cada diluição para placas de Petri. As placas foram incubadas em condições específicas para cada cepa durante o período de 24 - 48 h (SOLIERI et al., 2014).

4.5 Planejamento dos experimentos e análise estatística dos resultados

Nos resultados de caracterização das polpas de fruta foi realizada a análise de variância e a comparação entre as médias foi feita através do teste de Tukey, considerando-se um nível de significância de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Minitab 16.

A análise do efeito dos compostos bioativos das polpas de fruta no leite fermentado ou acidificado foi realizada, considerando os fatores: tipo de polpa, leite fermentado ou acidificado e tempo de armazenamento. Foi realizada a análise de variância dos resultados experimentais e o teste de Tukey foi utilizado para avaliar as diferenças de médias, no caso de diferença significativa nos fatores ou interação entre eles.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Caracterização das polpas de maracujá e de buriti

A polpa seca de maracujá apresentou $4,09 \pm 0,45$ de umidade, $9,92 \pm 0,12$ g/100 g de proteínas, $6,01 \pm 0,10$ g/100 g de cinzas, 1,5% de lipídios e 78,48 g/100 g de carboidratos (calculados por diferença). Enquanto a polpa seca de buriti apresentou, $0,24 \pm 0,17$ g/100 g de umidade, $5,34 \pm 0,44$ g/100 g de proteínas, $2,32 \pm 0,01$ g/100 g de cinzas, 46,84% de lipídios e 45,21 g/100 g de carboidratos (calculados por diferença) (Tabela 2).

A polpa seca de buriti apresentou 8,85 g/100 g de ácidos graxos saturados (AGS), enquanto na polpa de maracujá foi de 0,51 g/100 g AGS (Tabela 3). Ainda, o teor de AGS na polpa seca de maracujá foi superior ao teor de ácidos graxos monoinsaturados (AGM). Somente a polpa de maracujá apresentou isômeros *trans*, 0,07 g/100 de lipídios (Tabela 3).

Os ácidos graxos são divididos em três categorias de acordo com o número de carbono de sua cadeia: curta (AGCC até C10:0), média (AGCM de C10:0-C15:0) e longa (AGCL de C16:0-C24:0). Os ácidos graxos de cadeia longa têm sido relacionados às suas ações

estruturais, à sua interação com proteínas específicas da membrana e à sua capacidade de servir como precursores com função de segundo mensageiro (transmitir para o interior da célula a mensagem traduzida por uma molécula sinalizadora extracelular) (KUS-YAMASHITA; MANCINI-FILHO, 2017).

Tabela 2. Composição centesimal das polpas secas de maracujá e de buriti.

	Maracujá	Buriti
Umidade (g/100 g)	4,09 ± 0,45 ^a	0,24 ± 0,17 ^b
Proteína total (g/100 g)	9,92 ± 0,12 ^a	5,34 ± 0,44 ^b
Cinzas (g/100 g)	6,01 ± 0,10 ^a	2,37 ± 0,01 ^b
Lipídeos (g/100 g)	1,50	46,84
Carboidratos (g/100 g)	78,48	45,21

Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente ($p > 0,05$).

Os ácidos que possuem duplas ligações conjugadas podem ter várias propriedades funcionais, incluindo anticancerígena, antiaterogênica e antiobesidade, além de modular o sistema imunológico (KOBÁ; YANAGITA, 2014; RENES et al., 2017).

O buriti apresenta elevada quantidade de lipídios totais em comparação à polpa de maracujá ($46,84 \pm 0,40$ g/100 g e $1,50 \pm 0,03$ g/100 g, respectivamente). Aproximadamente 73% dos ácidos graxos presentes na polpa de buriti são monoinsaturados, com elevada concentração de ácido oleico (ômega-9, Tabela 3). As frutas que contêm ácido oleico (ômega-9) podem ter ação na redução do risco de doenças induzidas por espécies reativas de oxigênio e melhoram o sistema imunológico (RYDLEWSKI et al., 2017). Esse ácido possui efeitos benéficos à saúde do consumidor e estão relacionados à prevenção de doenças cardiovasculares, câncer, artrite inflamatória e artrite reumatoide (SARAVANAN; DAVIDSON, 2010; ASIF, 2011). A associação americana do coração (American Heart Association - AHA) afirma que pessoas com doenças cardiovasculares que consumam aproximadamente de 0,3 – 1 g/dia de ômega 3 podem ter benefícios, tal como a redução de triglicerídeos, prevenção de arritmias e prevenção de aterosclerose. O consumo de ômega 3 também está relacionado com a melhora dos resultados de insuficiência cardíaca (O'CONNELL et al., 2017).

Tabela 3. Perfil de ácidos graxos nas polpas secas de maracujá e de buriti.

Notação	Ácidos Graxos	Maracujá (g/100 g)	Buriti (g/100 g)
C 14:0	Ácido mirístico	Nd	0,03
C 16:0	Ácido palmítico	0,37	8,19
C 16:1	Ácido palmitoleico – ômega 7	0,03	0,13
C 17:0	Ácido margárico	Nd	0,04
C 17:1	Ácido <i>cis</i> -10-heptadecanoico	Nd	0,04
C 18:0	Ácido esteárico	0,06	0,56
C 18:1	Ácido oleico – ômega 9	0,27	34,35
C 18:2	Ácido linoleico – ômega 6	0,20	0,61
C 18:3t	Ácido <i>trans</i> linolênico – ômega 3	0,07	0,75
C 18:3	Ácido α -linolênico – ômega 3	0,33	nd
C 20:0	Ácido araquídico	0,01	0,04
C 20:1	Ácido <i>cis</i> -11-eicosaenoico – ômega 11	0,01	nd
C 22:0	Ácido behênico	0,03	nd
C 24:0	Ácido lignocérico	0,03	nd
C 24:1	Ácido nervônico	0,01	nd
	Saturados	0,51	8,85
	Monoinsaturados	0,32	34,52
	Poli-insaturados	0,53	1,36
	<i>Trans</i> -isômeros totais	0,07	nd

nd – não detectado.

O ácido linoleico (C18:2) também foi detectado em pequenas quantidades nas duas amostras. Esse ácido graxo, além dos conhecidos efeitos benéficos à saúde humana, auxilia a adesão de cepas probióticas na mucosa da porção distal do intestino (DAS; FAMS, 2002). Os valores encontrados para os teores de ácidos graxos e composição centesimal mesmo em polpas secas são próximos aos reportados por Souza, Ferreira e Vieira (2008) em maracujá e Carneiro e Carneiro (2011) para buriti. Em geral o consumo diário de ômega 3 para adultos saudáveis 11 a 50 anos varia de 1,0 – 1,6 g por dia (Dietary Reference Intakes, 2005). Desta forma, o consumo de 100 g de polpa de buriti é suficiente para suprir 66,67 % das necessidades diárias desse ácido graxo.

O termo "omega" refere-se à posição da dupla ligação mais próxima da extremidade oposta à carboxila. Assim, o ácido oleico, que tem a sua dupla ligação no nono carbono, é denominado um ácido graxo omega-9 (ou *n*-9) (ASIF, 2011). Da mesma forma, o ácido linoleico e linolênico comum em óleos vegetais e peixes, respectivamente, são denominados ômega-6 e ômega-3, respectivamente (GREEN et al., 2007). Os ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 não são produzidos pelos mamíferos, tornando-se essenciais; portanto, devem estar presentes na dieta (KUS-YAMASHITA; MANCINI-FILHO, 2017). O ácido graxo ômega-9 é parcialmente essencial, o que significa que, se tivermos outros ácidos graxos em nossa dieta, nosso corpo pode produzir o ácido graxo ômega-9. Os principais alimentos onde encontramos os ômegas-3, 6 e 9 são em pães, massas, frutas, vegetais e em produtos de origem animal, tal como carne, ovos e principalmente peixes (GREEN et al., 2007; TREBUNOVÁ et al., 2007; AZCONA et al., 2008; ASIF, 2011; KUS-YAMASHITA; MANCINI-FILHO, 2017).

Os ácidos graxos, principalmente os mono e poli-insaturados, são susceptíveis a reações de oxidação que modifica sua estrutura química, perdendo os benefícios trazidos à saúde por esse tipo de lipídio (TONON; GROSSO; HUBINGER, 2011). As polpas de frutas principalmente as ricas em ácidos graxos de cadeia longa são susceptíveis a degradação dos seus compostos tanto por processo de oxidação quanto de altas temperaturas. Portanto, o aumento do consumo de frutas está associado não apenas à preferência pessoal, mas também à manutenção da saúde, através do consumo de alimentos ricos em micronutrientes vitais (RYDLEWSKI, et al., 2017).

5.2 Compostos bioativos das polpas de maracujá e de buriti e atividade antioxidante

A polpa de buriti apresentou os maiores teores de compostos bioativos, comparados aos presentes no maracujá, tais como, compostos fenólicos, carotenoides, flavonoides e atividade antioxidante (Tabela 4). Souza et al. (2012) relataram valores semelhantes aos encontrados no presente trabalho para compostos fenólicos em polpa de maracujá doce (245,36 mg EAG/100 g), enquanto Cândido, Silva e Agostini-Costa (2015) obtiveram menores concentrações de compostos fenólicos (362,90 – 435,08 mg EAG/100 g) em polpa de buriti.

Tabela 4. Compostos bioativos e atividade antioxidante das polpas secas de maracujá e de buriti.

	Maracujá	Buriti
Compostos fenólicos (EAG/100 g)	220,99 ± 0,10 ^b	561,62 ± 0,04 ^a
Flavonoides Amarelos (mg/100 g)	4,33 ± 0,05 ^b	8,69 ± 0,09 ^a
Antocianinas (mg/100 g)	0,15 ± 0,01 ^b	0,63 ± 0,00 ^a
β-caroteno (μg/g)	87,99 ± 0,04 ^b	718,89 ± 0,02 ^a
Atividade antioxidante DPPH (μmol Trolox/g)	3,05 ± 0,32 ^a	12,23 ± 0,24 ^b
Atividade antioxidante FRAP (μmol Trolox/g)	2,87 ± 0,05 ^b	36,77 ± 0,21 ^a

Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente ($p > 0,05$).

Os compostos fenólicos têm sido muito estudados devido aos benefícios que podem proporcionar aos consumidores, e também, devido ao seu elevado potencial antioxidante, (FERREIRA; MARTINS; BARROS, 2017; WANG; CHEN; WANG, 2016; SHEN; XU; SHENG, 2017). Estes compostos podem influenciar positivamente ou negativamente as características sensoriais e qualidade dos alimentos quanto à cor, sabor e adstringência (WOOTTON-BEARD; RYAN, 2011; LIU, 2003). Este impacto precisa ser melhor avaliado, uma vez que é importante que os produtos de promoção da saúde possam também ser palatáveis e largamente consumidos (OLIVEIRA; CARVALHO; MELO, 2014).

Os flavonoides amarelos e as antocianinas fazem parte do grupo dos flavonoides responsáveis pela variação de cores de amarelo claro a amarelo escuro, e vermelho, azul e roxo, respectivamente (SILVA et al., 2014a). Como esperado, as antocianinas foram encontradas em pequenas quantidades nos frutos estudados.

A polpa de buriti apresentou mais do que o dobro de flavonoides amarelos e antocianinas que a polpa de maracujá. Santos et al. (2015) encontraram teores inferiores para flavonoides amarelos (28 mg/100g) e antocianinas (3 mg/100g) em buriti comparados aos deste trabalho. Silva et al. (2014a) encontraram valores superiores de antocianinas (3,48 mg/100g) e de flavonoides amarelos (60,37 mg/100g) na polpa de maracujá.

A polpa de buriti apresentou maior teor de β-caroteno do que a polpa de maracujá (Tabela 4). Os carotenoides, além de serem corantes naturais dos alimentos (LIU, 2003), apresentam efeitos benéficos à saúde humana, tais como: atividade antioxidante e pró-vitamina A, aumentam a resposta imune e reduzem o risco de doenças degenerativas e

cardiovasculares (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008; LIU, 2003). O teor de carotenoides das polpas secas do presente trabalho foi semelhante aos encontrados por Manhães e Sabaa-Srur (2011) para polpa de buriti congelada. Cândido, Silva e Agostini (2015) encontraram valores de 31,13 – 52,86 mg/100 g de carotenoides totais para buriti liofilizada de diferentes regiões (Cerrado e Amazônia, respectivamente). O buriti é considerado uma das principais fontes de pró-vitamina A encontradas na biodiversidade brasileira, em função dos altos teores de β -caroteno (GRUNE et al., 2010). Diversos autores relatam menores teores de β -caroteno e licopeno em maracujá (SILVA; MERCADANTE, 2002; WONDRAČEK, 2009; SOUZA et al., 2012; VIEIRA, 2013). Esta diferença se justifica uma vez que a variação dos compostos presentes em frutas podem variar devido a fatores como: variedade, grau de maturação, região de cultivo, etc.

As amostras apresentaram elevada capacidade de sequestro de radicais livres, determinada pelo método DPPH[•] (Tabela 4), principalmente a polpa de buriti que apresentou 12,23 μ mol de Trolox/g da amostra, com potencial para proteger o organismo humano contra o estresse oxidativo (SOSA et al., 2013; SILVA; JASIULIONIS, 2014b). Cândido, Silva e Agostini (2015) obtiveram > 75 μ mol de Trolox/g de atividade antioxidante na polpa liofilizada de buriti. A polpa de buriti *in natura* apresentou 5,4 μ mol de Trolox/L de atividade antioxidante (Canuto et al., 2010). Por outro lado, Silva et al. (2015) quantificaram o potencial antioxidante do buriti pelos métodos de β -caroteno/ácido linoleico (% inibição oxidação), DPPH (EC50 – concentração mínima para inibir 50% dos radicais livres g/g) e ORAC (μ mol Trolox/g) obtendo os valores de 65%, 7938 g/g e 89 μ mol Trolox/g, respectivamente.

A atividade antioxidante da polpa de maracujá foi bem inferior ao relatado por Souza et al. (2012) ao avaliarem polpa de maracujá doce. Kuskoski et al. (2006) encontraram valores menores de atividade antioxidante em maracujá.

A polpa de buriti apresentou maiores valores de atividade antioxidante pelo método FRAP, quando comparado com a polpa de maracujá (Tabela 4), semelhantes aos relatados na literatura. Os frutos de buriti de origem do Cerrado apresentam maiores valores de atividade antioxidante pelo método FRAP (38,64 μ mol de Trolox/g) do que o buriti originário da Amazônia e Colômbia (26,95 – 27,8 μ mol de Trolox/g) (CÂNDIDO; SILVA; AGOSTINI, 2015).

Poucos dados estão disponíveis na literatura sobre atividade antioxidante em maracujá determinada pelo método FRAP. Stangeland et al. (2009) observaram 0,72 mmol/100 g Fe²⁺ de atividade antioxidante em maracujá e Janzantti et al. (2012) obtiveram

112,21 e 53,44 $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ mL}$ de atividade antioxidante em maracujá orgânico e convencional, respectivamente, usando o método ABTS.

A atividade antioxidante está relacionada à quantidade de compostos fenólicos, vitaminas, carotenoides que estão presentes nos frutos; em geral, quanto maior a quantidade de compostos bioativos, maior a ação antioxidante (KUSKOSKI et al., 2006; CANUTO et al., 2010). Alimentos com alta capacidade antioxidante pode proporcionar benefícios aos consumidores, tal como prevenção ao envelhecimento e efeito hipocolesterolêmico, uma vez que os antioxidantes podem se ligar a sais biliares e colesterol, impedindo sua absorção. Além disso, os antioxidantes possuem ação citotóxica atuando contra células tumorais, diminuindo o risco da incidência de câncer (SCHENKEL et al., 2007), o que justifica a importância de se quantificar esses compostos (CHEUNG; CHEUN; OOI, 2003). Além disso, os teores de biocompostos nas polpas de maracujá e de buriti mostram o potencial para o desenvolvimento de alimentos funcionais.

5.3 Efeito das polpas de maracujá e de buriti no crescimento de BAL

As polpas secas de buriti e de maracujá foram testadas no crescimento das cepas de *Lactobacillus* spp. e bactérias lácticas controle (Tabela 5). Houve elevado crescimento das diversas cepas, com população variando entre 5,2 e 10,3 log UFC/mL para as cepas testadas e entre 5,0 e 11,3 log UFC/mL para as cepas controle, nas polpas de ambas frutas testadas. Entretanto, houve variação entre os tempos de incubação para atingir a maior população (Tabela 5), demonstrando que o efeito das polpas de fruta no crescimento é cepa-dependente.

Tabela 5. Crescimento de bactérias acidoláticas, na presença das polpas de buriti e de maracujá, durante 24 horas de incubação (log UFC/mL).

Tempo (h)	<i>Lactobacillus</i> spp.				<i>L. rhamnosus</i>	<i>S. thermophilus</i>
	SJRP57	SJRP38	SJRP43	SJRP30	GG	ST080
Maracujá						
0	5,2 ± 0,2 ^{Cb}	8,2 ± 0,2 ^{Ab}	6,5 ± 0,2 ^{Bb}	7,6 ± 0,0 ^{Ab}	8,0 ± 0,0 ^{Ab}	5,2 ± 0,2 ^{Ca}
4	5,7 ± 0,1 ^{Eb}	7,8 ± 0,1 ^{Cb}	10,0 ± 0,0 ^{Aa}	10,2 ± 0,2 ^{Aa}	9,0 ± 0,0 ^{Ba}	7,0 ± 0,0 ^{Da}
8	7,8 ± 0,1 ^{Db}	9,0 ± 0,0 ^{BCb}	10,2 ± 0,3 ^{Aa}	9,3 ± 0,4 ^{ABa}	9,5 ± 0,2 ^{ABa}	8,2 ± 0,2 ^{CDb}
12	9,5 ± 0,0 ^{Ca}	10,0 ± 0,0 ^{Ba}	9,2 ± 0,0 ^{Da}	9,0 ± 0,0 ^{Ea}	10,7 ± 0,1 ^{Aa}	10,0 ± 0,0 ^{Ba}
24	9,6 ± 0,0 ^{Ba}	10,0 ± 0,0 ^{Ba}	8,7 ± 0,2 ^{Ca}	8,2 ± 0,2 ^{Da}	11,3 ± 0,1 ^{Aa}	10,0 ± 0,0 ^{Ba}
Buriti						
0	9,6 ± 0,0 ^{Ba}	9,2 ± 0,2 ^{BCa}	9,6 ± 0,2 ^{Ba}	10,1 ± 0,1 ^{Aa}	9,1 ± 0,1 ^{Ca}	5,0 ± 0,0 ^{Da}
4	9,2 ± 0,3 ^{Ba}	9,3 ± 0,0 ^{ABa}	9,3 ± 0,0 ^{ABb}	10,0 ± 0,0 ^{Aa}	8,7 ± 0,3 ^{Ba}	7,0 ± 0,0 ^{Ca}
8	9,0 ± 0,0 ^{Ba}	10,3 ± 0,0 ^{Aa}	9,2 ± 0,2 ^{Ba}	9,0 ± 0,0 ^{Ba}	10,2 ± 0,2 ^{Aa}	9,4 ± 0,1 ^{Ba}
12	7,2 ± 0,2 ^{Db}	9,0 ± 0,0 ^{Bb}	8,2 ± 0,2 ^{Cb}	8,7 ± 0,1 ^{BCb}	9,0 ± 0,0 ^{Bb}	10,0 ± 0,0 ^{Aa}
24	8,2 ± 0,3 ^{Bb}	8,4 ± 0,1 ^{Bb}	8,3 ± 0,4 ^{Ba}	8,6 ± 0,0 ^{ABa}	8,9 ± 0,4 ^{ABb}	9,7 ± 0,1 ^{Aa}

SJRP57 - *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*; SJRP38 - *L. casei*; SJRP43 e SJRP30 - *L. fermentum*; GG - *L. rhamnosus* ATCC 53103 (comercial); ST080 - *S. thermophilus* (cultura láctica comercial). Letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$) entre cepas no mesmo tempo. Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$) para mesma cepa e diferentes polpas no mesmo tempo, pela anova com teste de tukey.

Na polpa de buriti as cepas *L. casei* SJRP38 e *L. fermentum* SJRP30 apresentaram o maior crescimento, enquanto na polpa de maracujá, apenas a cepa *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* SJRP57 apresentou crescimento inferior às demais cepas testadas. Em relação às cepas controle, *L. rhamnosus* ATCC 53103 apresentou elevada população da presença de ambas polpas de frutas, enquanto a cepa comercial *S. thermophilus* ST080, na presença de polpa de buriti, apresentou população superior às cepas testadas apenas com 12 e 24 h de incubação; na presença de polpa de maracujá apresentou população semelhante a *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* SJRP57 e inferior às demais cepas testadas. Estes resultados são muito importantes, uma vez houve elevado crescimento na presença de ambas as polpas, semelhantes à cepa controle *L. rhamnosus* ATCC 53103 e superiores à cepa comercial *S. thermophilus* ST080. *L. casei* SJRP38 se destacou entre as demais por apresentar maior população com 8-24 horas de fermentação, comparando com as cepas controle e considerando que o tempo de fermentação de bactérias lácticas em produtos fermentados pode variar de 4 a 72 horas, dependendo da espécie. Desta forma, *L. casei* SJRP38 foi selecionada para ser aplicada em leite.

5.4 Leite fermentado e acidificado

5.4.1 Parâmetros cinéticos do leite fermentado

O leite adicionado de polpa de maracujá apresentou o menor pH inicial e consequentemente o menor tempo final de acidificação, comparado ao leite adicionado de polpa de buriti e o controle, sem adição de polpa de frutas. Entretanto, a adição de sólidos, tal como a polpa de frutas, diminui a velocidade máxima de acidificação ($V_{\max}$) e o tempo para atingir o final da fermentação (pH 4,6). Por outro lado, a redução da $V_{\max}$ aumentou o tempo final de fermentação no leite adicionado da polpa de buriti (Tabela 6). Marafon et al. (2011) obtiveram valores de $V_{\max}$ semelhantes utilizando leite fermentado elaborado a partir de leite em pó desnatado reconstituído adicionado de proteínas do soro, comparado ao leite fermentado controle do presente trabalho.

Tabela 6. Parâmetros cinéticos de leite fermentado controle e adicionado das polpas de maracujá e de buriti.

Tratmentos	pH _{inicial}	V _{max}	T _{vmax} (h)	pH _{vmax}	T _{pH 5,5}	T _{pH 5,0}	T _{pH 4,6}
Maracujá	5,84	12,29 ± 1,95 ^b	2,59 ± 0,17 ^a	4,98 ± 0,20 ^b	1,50 ± 0,05 ^b	2,55 ± 0,17 ^b	3,83 ± 0,71 ^b
Buriti	6,54	17,55 ± 1,66 ^a	2,37 ± 0,19 ^a	5,55 ± 0,11 ^a	2,40 ± 0,13 ^a	3,24 ± 0,17 ^a	5,36 ± 0,28 ^a
Controle	6,67	21,54 ± 1,97 ^a	2,37 ± 0,42 ^a	5,76 ± 0,01 ^a	2,57 ± 0,43 ^a	3,32 ± 0,42 ^a	5,19 ± 0,06 ^a

V_{max} - velocidade máxima de acidificação, em unidades de pH/min; T_{vmax} - tempo necessário para atingir velocidade máxima de acidificação, em horas e T_{pH 4,6} - tempo necessário para atingir pH 4,6, em horas. Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si (p > 0,05).

O lento crescimento das bactérias probióticas no leite é devido à falta de enzimas proteolíticas, portanto, usualmente, são utilizadas culturas iniciadoras para produção de iogurtes e leites fermentados (MARAFON et al., 2011). Para melhorar o crescimento de bactérias probióticas durante o período de fermentação é considerada benéfica a adição de compostos para aumentar a quantidade de sólidos no leite, que também favorece a viabilidade destas bactérias no produto (SODINI et al., 2005). Oliveira et al. (2009b) comprovaram que a adição de 4% de oligofrutose aceleram o desenvolvimento dos micro-organismos probióticos, tal como *Bifidobacterium lactis*, diminuindo o tempo de fermentação de 10:02 para 6:73 h, enquanto a polidextrose diminui o tempo de fermentação de *L. acidophilus*, *L. rhamnosus* e *B. Lactis* em 3 a 4 h.

Casarotti, Carneiro e Penna (2014) produziram leite fermentado com várias cepas comerciais (*S. thermophilus* TA040, *L. acidophilus* La-5, *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12) isoladamente ou em co-cultura e avaliou os parâmetros cinéticos durante o período de fermentação. O tempo final de fermentação dependeu da cultura utilizada e variou de aproximadamente 5 a 16 h.

Marafon et al. (2011) produziram leite fermentado com cultura de *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* + *B. animalis* subsp. *lactis* + *S. thermophilus* em vários tipos de matrizes (concentrado de proteína, caseinato de sódio e leite em pó desnatado), obtendo valores de $V_{\max}$ variando entre 22,0 e 25,6 $0.10^{-3} \text{upH} \cdot \text{min}^{-1}$ e o $t_{\text{pH}4,5}$ variou de 6 a 7 h, aproximadamente.

O tempo final de acidificação de leite fermentado por *S. thermophilus* + *Lactobacillus acidophilus* (3:68 h) relatados por Oliveira et al. (2009a) é semelhante ao observado para leite fermentado com adição de maracujá do presente trabalho (3:83 h). Os autores também avaliaram os parâmetros cinéticos de acidificação de leite adicionado de diferentes concentrações de inulina, fermentados por diferentes culturas. Os valores de $V_{\max}$ variaram de 14,6 a 18,8 $0.10^{-3} \text{upH} \cdot \text{min}^{-1}$ e o tempo final de fermentação virou de 3:55 a 5:43 h.

Berhe et al. (2018) avaliaram a cinética de acidificação de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* em diferentes matrizes, compostas por leite de camelo e leite bovino, adicionados de várias concentrações de caseína. O tempo para fermentação com *L. lactis* variou de 5:48 a 8:10 h, enquanto para *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, o tempo final de fermentação variou de 3:20 a 9:08 h.

5.4.2 Caracterização do leite fermentado e acidificado

A composição química do leite fermentado de todos os tratamentos é típica para este tipo de produto (BRASIL, 2000). Houve pequena variação nos teores de umidade e cinzas dos produtos produzidos (Tabela 7); entretanto, estas variações são consideradas aceitáveis em processos industriais. Os teores de proteínas de todos os tratamentos foram semelhantes ao relatado por Marafon et al. (2011).

A adição de polpa de buriti, é um fruto rico em ácidos graxos quando comparado ao maracujá (Tabela 3), resultou em aumento do teor de lipídeos dos produtos. Os ácidos graxos majoritários no buriti são os ácidos graxos de cadeia longa, principalmente o ômega 9, que proporcionam diversos benefícios aos consumidores, tal como prevenção da oxidação, ação anti-inflamatória, anticancerígena, antiaterogênica e antiobesidade, além de modular o sistema imunológico (KOBAYASHI; YANAGITA, 2014; RENES et al., 2017).

5.4.3 Caracterização da vida de prateleira do leite fermentado e acidificado

As características físico-químicas e quantificação dos compostos bioativos do leite fermentado e acidificado são importantes para elucidar eventuais problemas de armazenando, bem como, auxiliar o acompanhamento da vida útil dos produtos. O leite fermentado apresentou aumento da acidez ao longo do tempo, diferentemente do leite acidificado, que se manteve estável ao longo do período de armazenamento refrigerado (Tabela 8), comprovando assim a sobrevivências dos micro-organismos probióticos durante o período de estocagem.

Tabela 7. Caracterização química do leite fermentado e acidificado controle e adicionado das polpas de maracujá e de buriti.

Análises	Fermentado			Acidificado		
	Maracujá	Buriti	Controle	Maracujá	Buriti	Controle
Umidade (g/100 g)	88,35 ± 0,34 ^{Ba}	88,15 ± 0,10 ^{Ba}	88,94 ± 0,28 ^{Aa}	88,04 ± 0,17 ^{Ba}	87,58 ± 0,10 ^{Bb}	88,71 ± 0,49 ^{Aa}
Proteína total (g/100 g)	3,95 ± 0,25 ^{Aa}	4,00 ± 0,05 ^{Aa}	3,96 ± 0,10 ^{Aa}	3,10 ± 0,35 ^{Ab}	3,27 ± 0,52 ^{Aa}	3,54 ± 0,39 ^{Aa}
Cinzas (g/100 g)	1,28 ± 0,02 ^{Aa}	1,21 ± 0,01 ^{Aa}	1,17 ± 0,19 ^{Aa}	1,15 ± 0,02 ^{Ab}	1,14 ± 0,02 ^{Ab}	1,05 ± 0,10 ^{Ba}
Lipídeos (g/100 g)	0,0 ± 0,0 ^{Ba}	0,2 ± 0,1 ^{Aa}	0,0 ± 0,0 ^{Ba}	0,0 ± 0,0 ^{Ba}	0,3 ± 0,1 ^{Aa}	0,0 ± 0,0 ^{Ba}
Carboidratos (g/100 g)	6,42	6,44	5,93	7,36	7,71	6,70

Letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$) para o mesmo tipo de leite (fermentado ou acidificado). Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$) para o mesmo tratamento e diferentes tipos de leite.

Campos et al. (2017) também obtiveram aumento na acidez ao longo do período de armazenamento, principalmente entre 14 e 28 dias, em leite fermentado com adição de polpa de açaí. Este aumento da acidez no leite fermentado pode estar relacionado com a presença de micro-organismos que hidrolisam a lactose presente no meio em glicose e galactose, e produzindo ácido láctico a partir da fermentação de glicose (PENNA et al., 2015), aumentando assim a acidez do produto ao longo do período de estocagem. A acidez do leite acidificado se manteve estável devido à ausência destes micro-organismos produtores de ácido láctico.

Houve um aumento significativo ($p > 0,05$) na capacidade de retenção de água (CRA) ao longo da estocagem, principalmente para o leite fermentado; no leite acidificado, este aumento foi menos pronunciado (Tabela 8). Este resultado não era esperado, uma vez que, algumas estruturas químicas quando submetidas a ambientes ácidos, sofrem alterações em sua estrutura química. Isso ocorre com as micelas de caseína presentes no leite, pois quanto maior a acidez do meio, maior é a interação entre as micelas de caseína, aumentando assim a expulsão de água do interior das micelas, resultando em menor retenção de água no produto.

Por outro lado, o método de avaliação da capacidade de retenção de água utilizado centrifugação da amostra e, em algumas situações, não mede a real separação do soro durante a estocagem do produto (AMATAYAKUL; SHERKAT; SHAH, 2006).

Não houve diferença estatística ($p > 0,05$) na sinérese durante o período de estocagem, entretanto houve uma tendência de redução (numericamente a sinérese diminuiu) ao longo do armazenamento. A sinérese é a separação espontânea do soro da matriz proteica, relacionada ao lento encolhimento da rede de gel proteico, resultando na perda da habilidade de reter toda a fase aquosa, e se torna visível pelo soro na superfície do produto (LUCEY, 2002; PRASAD; SHERKAT; SHAH, 2013).

Ozcan et al. (2017) evidenciaram redução da sinérese ao longo do período de armazenamento quando adicionaram 2% de farinha de castanha ao leite antes da fermentação. A farinha de castanha é rica em fibra dietética fortalecendo a rede do gel, resultado em alta viscosidade e baixo nível de sinérese. Essa redução da sinérese pode ser devida à reabsorção de soro de volta no gel à medida que o tempo de armazenamento progride (PRASAD; SHERKAT; SHAH, 2013; OZCAN et al., 2017).

Tabela 8. Caracterização físico-química, compostos fenólicos e atividade antioxidante do leite fermentado e acidificado controle e adicionado das polpas de maracujá e de buriti durante a estocagem (1, 14 e 28 dias).

	Fermentado			Acidificado		
	1	14	28	1	14	28
Acidez (g/100 g)						
Maracujá	0,62 ± 0,03 ^{Aa}	0,71 ± 0,05 ^{Aa}	0,74 ± 0,17 ^{Aa}	0,54 ± 0,01 ^{Ab}	0,52 ± 0,01 ^{Bb}	0,52 ± 0,01 ^{Bb}
Buriti	0,81 ± 0,03 ^{Aa}	0,99 ± 0,01 ^{Aa}	1,01 ± 0,01 ^{Ba}	0,58 ± 0,01 ^{Ab}	0,56 ± 0,01 ^{Bb}	0,56 ± 0,01 ^{Bb}
Controle	0,79 ± 0,05 ^{Ba}	0,88 ± 0,04 ^{Aa}	0,91 ± 0,03 ^{Aa}	0,56 ± 0,01 ^{ABb}	0,53 ± 0,01 ^{Bb}	0,53 ± 0,01 ^{Bb}
CRA (%)						
Maracujá	14,08 ± 0,09 ^{Cb}	19,69 ± 0,08 ^{Bb}	31,59 ± 0,16 ^{Aa}	22,88 ± 1,88 ^{Ba}	24,76 ± 0,19 ^{Ba}	28,86 ± 0,25 ^{Ab}
Buriti	20,43 ± 0,35 ^{Bb}	20,36 ± 0,30 ^{Bb}	22,53 ± 0,68 ^{Ab}	25,62 ± 1,08 ^{Aa}	23,82 ± 0,34 ^{Ba}	25,04 ± 0,18 ^{Aa}
Controle	16,55 ± 0,64 ^{Cb}	19,08 ± 0,73 ^{Bb}	33,57 ± 0,41 ^{Aa}	23,96 ± 1,26 ^{Ba}	24,08 ± 0,34 ^{Ba}	27,59 ± 0,50 ^{Ab}
Sinérese (mL)						
Maracujá	5,50 ± 0,00 ^{Ab}	4,75 ± 0,66 ^{Ab}	4,75 ± 0,66 ^{Ab}	6,42 ± 0,14 ^{Aa}	6,17 ± 0,14 ^{Aa}	6,08 ± 0,14 ^{Aa}
Buriti	3,00 ± 0,58 ^{Ab}	2,67 ± 0,14 ^{Ab}	2,68 ± 0,28 ^{Ab}	5,65 ± 0,68 ^{Aa}	5,58 ± 0,14 ^{Aa}	5,08 ± 0,14 ^{Aa}
Controle	2,50 ± 0,00 ^{Ab}	2,67 ± 0,76 ^{Ab}	2,92 ± 0,72 ^{Ab}	6,25 ± 0,25 ^{Aa}	6,08 ± 0,52 ^{Aa}	5,67 ± 0,52 ^{Aa}
Compostos fenólicos (EAG/100 g)						
Maracujá	54,37 ± 0,90 ^{Aa}	48,21 ± 0,24 ^{Ba}	45,08 ± 0,72 ^{Ca}	42,89 ± 0,53 ^{Ab}	41,68 ± 0,63 ^{Ab}	38,29 ± 0,90 ^{Bb}
Buriti	98,48 ± 3,12 ^{Aa}	72,01 ± 1,88 ^{Ba}	56,14 ± 0,04 ^{Ca}	62,12 ± 0,62 ^{Ab}	62,58 ± 1,46 ^{Ab}	58,69 ± 0,57 ^{Bb}
Controle	40,77 ± 1,00 ^{Aa}	34,78 ± 0,83 ^{Ba}	31,12 ± 0,43 ^{Ca}	33,06 ± 0,22 ^{Ab}	33,56 ± 0,20 ^{Aa}	31,53 ± 0,03 ^{Ba}
DPPH (μmol Trolox/g)						
Maracujá	0,23 ± 0,03 ^{Aa}	0,24 ± 0,02 ^{Aa}	0,23 ± 0,04 ^{Aa}	0,22 ± 0,03 ^{Aa}	0,22 ± 0,03 ^{Aa}	0,22 ± 0,03 ^{Aa}
Buriti	0,53 ± 0,03 ^{Aa}	0,53 ± 0,00 ^{Aa}	0,54 ± 0,02 ^{Aa}	0,49 ± 0,01 ^{Aa}	0,50 ± 0,00 ^{Ab}	0,50 ± 0,01 ^{Ab}
Controle	0,53 ± 0,04 ^{Aa}	0,53 ± 0,09 ^{Aa}	0,54 ± 0,04 ^{Aa}	0,51 ± 0,07 ^{Aa}	0,51 ± 0,06 ^{Aa}	0,51 ± 0,05 ^{Aa}

Letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey, para o mesmo tipo de leite (fermentado ou acidificado), para o mesmo tratamento, ao longo do tempo. Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey, para o mesmo tratamento e tempo de estocagem para os diferentes tipos de leite.

Os teores de compostos fenólicos do leite fermentado e acidificado são proporcionais aos teores de compostos fenólicos encontrados nas polpas (Tabela 4), em que a polpa de buriti apresentou maior teor do que a polpa de maracujá. Entretanto, houve redução significativa ($p < 0,05$) durante os 28 dias estocagem, em todos os tratamentos. Ainda, esta redução foi maior no leite fermentado do que no leite acidificado. Isso pode ocorrer, pois alguns micro-organismos degradam alguns polifenóis para utiliza-los como fonte de energia (TAKAGAKI; NANJO, 2015; TOMÁS-BARBERÁN; SELMA; ESPÍN; 2016; GONZÁLEZ-SARRÍAS; ESPÍN; TOMÁS-BARBERÁN, 2017).

A atividade antioxidante dos produtos fermentados e acidificados, quantificada pelo método DPPH[•], permaneceu constante durante a estocagem ($p > 0,05$), assim como não houve diferença entre leite fermentado e leite acidificado ($p > 0,05$). Este resultado foi semelhante ao relatado por El-Din et al. (2017), que observaram redução do teor de compostos fenólicos, enquanto a atividade antioxidante (DPPH) se manteve estável durante o período de armazenamento.

Ainda, os produtos adicionados de polpa de maracujá (leite fermentado e acidificado) apresentaram menores valores de atividade antioxidante do que o tratamento controle, que não era esperado. Provavelmente, a polpa de maracujá contenha algum composto, tal como um composto fenólico, que degrade algum composto bioativo com propriedades antioxidantes presente no leite. Jonhs et al. (2015) observaram que os compostos fenólicos presentes no cacau, tais como catequina, ácido gálico, ácido cafeico e epigallocatequina galato, aceleraram em até 20 vezes a degradação da vitamina B₁₂ em leite. Os autores também citaram que a presença de vitamina C, metais, como o cobre, e certos aminoácidos, tal como cisteína, potencializam a degradação da vitamina B₁₂. Considerando que na matriz do leite fermentado e acidificado com adição de polpa de maracujá contém minerais e vitamina C da polpa de maracujá e aminoácidos da proteína do leite, de maneira semelhante, pode ter havido degradação da vitamina B₁₂, naturalmente presente no leite, resultando em atividade antioxidante semelhante do que o leite sem adição de polpa (controle).

Em geral, a atividade antioxidante está relacionada aos compostos bioativos presentes na matriz alimentícia, tais como compostos fenólicos (FERREIRA; MARTINS;

BARROS, 2017), carotenoides, vitaminas e peptídeos bioativos (SILVA et al., 2013). Como a atividade antioxidante se manteve constante e houve redução de compostos fenólicos ao longo da estocagem, outros compostos podem estar sendo formados durante a estocagem, tais como peptídeos bioativos, a partir das proteínas presentes na matriz do leite (BARAT; OZACAN, 2017).

Diversos trabalhos disponíveis na literatura relatam a atividade antioxidante de leite fermentado. Ozcan et al. (2017) evidenciaram que a adição de farinha de castanha aumenta a atividade antioxidante em leites fermentados por diferentes tipos de cepas (*L. acidophilus*, *L. rhamnosus* e *B. Lactis*). Barat e Ozcan (2017) encontraram teores de compostos fenólicos totais em leite fermentado com adição de morango, uva vermelha e cereja, variando de 53,36 a 72,32 mg EAG/100 g, semelhantes aos observados neste trabalho (Tabela 8). Os autores também observaram elevada atividade antioxidante nas amostras de leite fermentado com morango e cereja (217,42 e 143,34 μ mol de Trolox/100 mL, respectivamente).

5.4.4 População de *Lactobacillus* sp. e *Streptococcus* sp.

A população de *Lactobacillus* sp. presentes nos produtos fermentados com adição de polpa de maracujá e de buriti apresentaram elevada viabilidade e se mantiveram estáveis durante o período de armazenamento (> 11 log UFC/mL, Tabela 8), atendendo as normas exigidas para probióticos por porção do produto (ANVISA, 2016). *Streptococcus* sp. apresentaram população inicial superior a 6 log UFC/g (Tabela 8), relacionados à população do inóculo adicionado ao leite, com redução após 14 dias de armazenamento. *S. thermophilus* são cepas pouco tolerantes a ambientes ácidos e baixos valores de pH; a redução da viabilidade se dá devido ao aumento da acidez dos leites fermentados pela contínua produção de ácido láctico pelas BAL durante a estocagem (PENNA et al., 2015). Barat e Ozcan (2017) também observaram uma redução na viabilidade de *S. thermophilus* ao longo do armazenamento por 28 dias. Entretanto, apesar da menor população inicial e redução ao longo do período de armazenamento, a população de *S. thermophilus* atende os valores mínimos de $\geq 10^6$ (BARAT; OZACAN, 2017).

Está bem estabelecido que o pH e a acidez são fatores importantes que influenciam a sobrevivência das bactérias probióticas em produtos lácteos (CHAMPAGNE et al., 2005). Vinderola et al. (2002) e Ozcan et al. (2015) confirmaram que pH igual ou menores que 4,5 afetou negativamente a viabilidade celular de bactérias probióticas, devido à sensibilidade dessas bactérias a estresses ambientais, como baixo pH e alta acidez titulável. O crescimento de bactérias probióticas na matriz alimentar também depende de fatores, como o processo, as condições de cultivo, as cepas de bactérias, a interação entre as espécies bacterianas, a presença de outros micro-organismos, a competitividade dos micro-organismos, a presença de inibidores e as temperaturas de armazenamento (SAARELA et al., 2006; PRADO et al., 2008; SHAH et al., 2010). Após a fermentação e formulação de um produto lácteo, a viabilidade de bactéria probiótica deve permanecer estável. Tem sido relatado que a suplementação com prebióticos (BRUNO et al., 2002; CAPELA et al., 2006), como frutas, fibras dietéticas e os compostos fenólicos podem afetar a estabilidade das bactérias probióticas em produtos lácteos fermentados (PRADO et al., 2008; SHAH et al., 2010; OZCAN et al., 2015; PERRICONE et al., 2015). Os componentes nutricionais, como ácidos orgânicos e fenólicos, contidos em frutas, são usados como fonte de energia pela bactéria probiótica. Portanto, a adição de frutas em produtos fermentados promove o crescimento de bactérias probióticas, e a viabilidade das bactérias permanece no nível bioterapêutico ($> 6-8 \log \text{ UFC/mL}$) (BARAT; OZACAN, 2017).

Tabela 9. População de *Lactobacillus* sp. e de *Streptococcus* sp. leite fermentado durante a estocagem (1, 14 e 28 dias).

Tratamentos	<i>Lactobacillus</i> sp.			<i>Streptococcus</i> sp.		
	1	14	28	1	14	28
Maracujá	11,20 ± 0,63 ^{Aa}	11,63 ± 0,33 ^{Aa}	11,53 ± 0,08 ^{Aa}	6,35 ± 0,35 ^{Ab}	7,19 ± 1,64 ^{Aa}	6,52 ± 0,77 ^{Aa}
Buriti	11,60 ± 0,26 ^{Aa}	11,56 ± 0,45 ^{Aa}	11,69 ± 0,13 ^{Aa}	6,00 ± 0,00 ^{Ac}	9,09 ± 2,43 ^{Aa}	7,73 ± 1,67 ^{Aa}
Controle	11,24 ± 0,09 ^{Aa}	11,48 ± 0,28 ^{Aa}	11,46 ± 0,20 ^{Aa}	6,85 ± 0,00 ^{Aa}	7,91 ± 2,07 ^{Aa}	6,08 ± 1,07 ^{Aa}

Letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey, para o mesmo tratamento, ao longo do tempo. Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre os tratamentos ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey, no mesmo tempo de estocagem.

6. CONCLUSÕES

As polpas de maracujá e de buriti apresentaram diversos compostos bioativos, tais como ácidos graxos insaturados, compostos fenólicos e carotenoides, e elevada atividade antioxidante. A polpa de buriti se destaca pelo elevado valor nutritivo e potencial para proporcionar efeitos benéficos.

As cepas de *Lactobacillus* spp. apresentaram elevada viabilidade na presença das polpas de frutas e *L. casei* SJRP38 se destacou entre as cepas testadas e foi aplicado em leite controle, com adição de polpa de maracujá e de buriti, fermentado e acidificado.

Os produtos apresentaram características físico-químicas típicas e a adição de polpas de frutas aumentou os teores de compostos fenólicos. As polpas de maracujá e de buriti contendo compostos bioativos foram adequadas para serem usadas simultaneamente com *L. casei* SJRP38, sem alterar a viabilidade durante a estocagem.

O leite fermentado ou acidificado com adição de polpa de buriti se destacaram por apresentarem elevada atividade antioxidante, e apresentam potencial funcional, com possibilidade de proporcionar efeitos benéficos à saúde.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHIR, N.; DHUIQUE-MAYE, C.; HADJAL, T.; MADANI, K.; PAIN, J. P.; DORNIER, M. Pasteurization of citrus juices with ohmic heating to preserve the carotenoid profile. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 33, p. 397–404, 2016.

ALMAJANO, M. P.; CARBÓ, R.; LÓPEZ-JIMÉNEZ, J. A.; GORDON, M. H. Antioxidant and antimicrobial activities of tea infusions. **Food Chemistry**, v. 108, n. 1, p. 55-63, 2008.

ALMEIDA, M. M. B.; SOUSA, P. H. M.; ARRIAGA, A. M. C.; PRADO, G. M.; MAGALHÃES, C. E. C.; MAIA, G. A.; LEMOS, T. L. G. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2155–2159, 2011.

ALVAREZ-JUBETE, L.; WIJNGAARD, H.; ARENDT, E. K.; GALLAGHER, E. Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and

wheat as affected by sprouting and baking. **Food Chemistry**, v. 119, n. 2, p. 770–778, 2010.

ALVES, J. A.; NASSUR, R. C. M. R.; PIRES, C. R. F.; ALCÂNTARA, E. M.; GIANNONI, J. A.; LIMA, L. C. O. Kinetics of vitamin C degradation of “palmer” mangoes (*Mangifera indica* L.) stored at different temperatures. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 3, p. 714-721, 2010.

AMATAYAKUL, T.; SHERKAT, F.; SHAH, N. P. Syneresis in set yogurt as affected by EPS starter cultures and levels of solids. **International Journal of Dairy Technology**, v. 59, n. 3, p. 216-221, 2006.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 1, n. 66, p. 1-9, 2007.

ANJO, D. F. C. Alimentos Funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 3, n. 2, p. 145-154, 2004.

ANTUNES, A. E. C.; CAZETTO, T. F.; CARDELLO, H. M. A. B. Iogurtes desnatados probióticos adicionados de concentrado proteico do soro de leite: perfil de textura, sinérese e análise sensorial. **Alimentos e Nutrição**, v. 15, n. 2, p. 105-114, 2004.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos: lista de alegações de propriedade funcional aprovadas. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm> .Acesso em: 01 jan. 2017.

AOAC INTERNATIONAL. **Official Methods of Analysis**, 16^a ed., 3^a rev. Gaithersburg: AOAC International, v. 2, cap. 32, p. 1-43, 1997.

AOAC. **Official Method of Analysis**, 996.06: Fat (total, saturated and unsaturated) in foods. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA, 2010.

AOCS. Official method Ce 1a – 13: Determination of Fatty Acids in Edible Oils and Fats by Capillary GLC. **Official Methods and Recommended Practices of the AOCS**. American Oil Chemists’ Society, Champaign, IL, USA, 2014.

AOCS. Official method Ce 1h – 15: Determination of *cis*-, *trans*-, Saturated, Monounsaturated and Polyunsaturated Fatty Acids in Vegetable or Non-Ruminant Animal Oils and Fats by Capillary GLC. **Official Methods and Recommended Practices of the AOCS**. American Oil Chemists' Society, Champaign, IL, USA, 2014.

AQUINO, L. P.; FERRUA, F. Q.; BORGES, S. V.; ANTONIASSI, R.; CORREA, J. L. G.; CIRILLO, M. A. Influence of pequi dryung (*Caryocar brasiliense camb.*) on the quality of the oil extrated. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 354-357, 2009.

ASIF, M. Health effects of omega-3,6,9 fatty acids: *Perilla frutescens* is a good example of plant oils. **Oriental Pharmacy and Experimental Medicine**, v. 11, n. 1, p. 51–59, 2011.

AURA, A. M.; MARTIN-LOPEZ, P.; O'LEARY, K. A.; WILLIAMSON, G.; OKSMAN-CALDENTEY, K. M.; POUTANEN, K. *In vitro* metabolism of anthocyanins by human gut microflora. **European Journal of Nutrition**, v. 44, n. 3, p. 133–42, 2005.

AZCONA, J. O.; SCHANG, M. J.; GARCIA, P. T.; GALLINGER, C.; AYERZA, R.; COATES, W. Omega-3 enriched broiler meat: the influence of dietary alpha-linolenic omega-3 fatty acid sources on growth, performance and meat fatty acid composition. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 88, n. 2, p. 257–269, 2008.

BARAT, A.; OZCAN, T. Growth of probiotic bacteria and characteristics of fermented milk containing fruit matrices. **International Journal of Dairy Technology**, v. 70, p. 1-10, 2017.

BARROSO, E.; SÁNCHEZ-PATÁN, F.; MARTÍN-ALVAREZ, P. J.; BARTOLOMET, B.; MORETO-ARRIBAST, M. V.; PELÁEZ, C.; REQUENA, T.; WIELE, T. V.; MARTÍNEZ-CUESTA, M. C. *Lactobacillus plantarum* IFPL395 favors the initial metabolism of red wine polyphenols when added to a colonic microbiota. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, n.42, p. 1163-1172, 2013.

BASTOS, D. H. M.; ROGERO, M. M.; ARÊAS, J. A. G. Effects of dietary bioactive compounds on obesity on obesity induced inflammation. **Brazilian Archives of Endocrinology and Metabolism**, v. 53, n. 5, p. 646-656, 2009.

BATAGLION, G. A.; SILVA, F. M. A.; EBERLIN, M. N.; KOOLEN, H. H. F. Simultaneous quantification of phenolic compounds in buriti fruit (*Mauritia flexuosa l. f.*) by ultra-

higt performance liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry. **Food Research International**. v. 66, p. 396-400, 2014.

BATTESTIN, V.; MATSUDA, L. K.; MACEDO, G. A. Fontes e aplicações de taninos e tanases em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v. 15, n. 1, p. 63-72, 2004.

BEHLING, E. B.; SENDÃO, M. C.; FRANCESCATO, H. D. C.; ANTUNES, L. M. G.; BIANCHI, M. L. P. Flavonoide quercetina: aspectos gerais e ação biológicas. **Alimentos e Nutrição**, v. 15, n. 3, p. 285-292, 2004.

BENAVENTE-GARCÍA, O.; CASTILLO, J.; ALCARAZ, M.; VICENTE, V.; DEL RIO, J. A.; ORTUÑO, A. Beneficial action of citrus flavonoids on multiple cancer-related biological pathways. **Current Cancer Drug Targets**, v. 7, n. 8, p. 795–809, 2007.

BERHE, T.; IPSEN, R.; SEIFU, E.; KURTU, M. Y.; ESHETU, M.; HANSEN, E. B. Comparison of the acidification activities of commercial starter cultures in camel and bovine milk. **LWT-Food Science and Technology**, v. 89, p. 123-127, 2018.

BIELECKA, M.; BIEDRZYCKA, E.; MAJKOWSKA, A. Selection of probiotics and prebiotics for synbiotics and confirmation of their in vivo effectiveness. **Food Research International**, v. 35, n. 2/3, p. 125-131, 2002.

BOGSAN, C. S. B.; FERREIRA, L.; MALDONADO, C.; PERDIGON, G.; ALMEIDA, S. R.; OLIVEIRA, M. N. Fermented or unfermented milk using *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* HN019: Technological approach determines the probiotic modulation of mucosal cellular immunity. **Food Research International**, v. 64, p. 283-288, 2014.

BORGONOV, T. F. **Biocompostos das polpas de buriti e de maracujá: caracterização e aplicação em leite**. Exame Geral de Qualificação, São José do Rio Preto, 2017.

BORTOLOZO, E. Q.; QUADROS, M. H. R. Aplicação de inulina e sucralose em iogurte. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 1, n. 1, p. 37-47, 2007.

BOTINA S. G.; TSYGANKOV, Y. D.; SUKHODOLETS, V. V. Identification of industrial strains of lactic acid bacteria by methods of molecular genetics typing. **Russian Journal of Organic Chemistry**, v. 42, n. 12, p. 1367-1379, 2006.

BOWEY, E.; ADLERCREUTZ, H.; ROWLAND, I. Metabolism of isoflavones and lignans by the gut microflora: a study in germ-free and human flora associated rats. **Food and Chemical Toxicology**, v. 41, n. 5, p. 631–636, 2003.

BRANDÃO, M. C. C.; MAIA, G. A.; LIMA, D. P. Análise físico-química, microbiológica e sensorial de frutos de manga submetidos à desidratação osmótica solar. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 38-41, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Oficializar os "Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) de Leites Fermentados". Resolução nº 5, de 13 de Novembro de 2000. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Seção 1, p. 9, 2000.

BRAUNE, A.; ENGST, W.; BLAUT, M. Identification and functional expression of genes encoding flavonoid O-and C-glycosidases in intestinal bacteria. **Environmental Microbiology**, v. 18, n. 7, p. 2117–2129, 2015.

BRITTON, G. Structure and properties of carotenoids in relation to function. **FASEB Journal**, v. 9, n. 15, p. 1551-1558, 1995.

BRUNO, F. A.; LANKAPUTHRA, W. E.; SHAH, N. P. Growth, viability and activity of *Bifidobacterium* spp. in milk containing prebiotics. **Journal of Food Science**, v. 67, n.7, p. 2740–2744, 2002.

BRUNO, L. M.; CARVALHO, J. D. G. Microbiota láctica de queijos artesanais, **Embrapa Agroindústria Tropical**, v. 124, n. 1, p. 29, 2009.

CAMPOS, D. C. S.; NEVES, L. T. B. C.; FLACH, A.; COSTA, L. A. M. A.; SOUZA, B. O. Post-acidification and evaluation of anthocyanins stability and antioxidant activity in açai fermented milk and yogurts (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 5, 2017.

CAMPOS, F. M.; COUTO, J. A.; HOGG, T. A. Influence of phenolic acids on growth and inactivation of *Oenococcus oeni* and *Lactobacillus hilgardii*. **Journal of Applied Microbiology**, v. 94, n. 2, p. 167–174, 2003.

- CÂNDIDO, T. L. N.; SILVA, M. R.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Bioactive compounds and antioxidante capacity of buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.) from the Cerrado and Amazon biomes. **Food Chemistry**, v. 177, p. 313-319, 2015.
- CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. DE T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 1196–1205, 2010.
- CAPELA, P.; HAY, T. K. C.; SHAH, N, P. Effect of cryoprotectants, prebiotics and microencapsulation on survival of probiotic organisms in yoghurt and freeze-dried yoghurt. **Food Research International**, v. 39, n. 2, p. 203–211, 2006.
- CARDONA, F.; ANDRÉS-LACUEVA, C.; TULIPANI, S.; TINAHONES, F. J.; QUEIPO-ORTUÑO, M. I. Benefits of polyphenols on gut microbiota and implications in human health. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 24, n. 8, p. 1415–1422, 2013.
- CARNEIRO, T. B.; CARNEIRO, J. G. M. Frutos e polpa desidratada buriti (*Mauritia flexuosa* L.): aspectos físicos, químicos e tecnológicos. **Revista Verde**, v. 6, n. 2, p. 105-111, 2011.
- CARR, F. J.; CHILL, D.; MAIDA, N. The lactic acid bacteria: a literature survey. **Critical Reviews in Microbiology**, v. 28, n. 4, p. 281-370, 2002.
- CASAROTTI, S. N.; CARNEIRO, B. M.; PENNA, A. L. B. Evaluation of the effect of supplementing fermented milk with quinoa flour on probiotic activity. **Journal Dairy Science**, v. 97, n. 10, p. 6027-6035, 2014.
- CASAROTTI, S. N.; CARNEIRO, B. M.; TODOROV, S. D.; NERO, L. A.; RAHAL, P.; PENNA, A. L. B. *In vitro* assessment of safety and probiotic potential characteristics of *Lactobacillus* strains isolated from water buffalo mozzarella cheese. **Annals of Microbiology**, v. 67, n. 4, p. 289-301, 2017.
- CASAROTTI, S. N.; PENNA, A. L. B. Acidification profile, probiotic in vitro gastrointestinal tolerance and viability in fermented milk with fruit flours. **International Dairy Journal**, v. 41, p. 1-6, 2015.

- CASE, R. A.; BRADLEY JUNIOR, R. L.; WILLIAMS, R. R. **Chemical and Physical Methods**, In: American Public Health Association - Standard methods for the examination of dairy products. 15 ed. Washington: APHA. p. 327-404, 1985.
- CHAMPAGNE, N. J.; GARDNER, N. J.; ROY, D. Challenges in the addition of probiotic cultures to foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 45, n. 1, p. 61–84, 2005.
- CHERIGUENE, A.; CHOUGRANI, F.; BEKADA, A. M. A.; EL SODA, M.; BENSOLTANE, A. Enumeration and identification of lactic microflora in Algerian goats' milk. **African Journal of Biotechnology**, v. 6, n. 15, p. 1854-1861, 2007.
- CHEUNG, L. M.; CHEUN, P. C. K.; OOI, V. E. C. Antioxidant activity and phenolics of edible mushroom extracts. **Food Chemistry**, v. 81, n. 2, p. 249-255, 2003.
- CORRÊA, R. C. G.; PERALTA, R. M.; HAMINIUK, C. W. I.; MACIEL, G. M.; BRACHT, A.; FERREIRA, I. C. F. R. The past decade findings related with nutritional composition, bioactive molecules and biotechnological applications of *Passiflora* spp. (passion fruit). **Trends in Food Science and Technology**, v. 58, p. 79–95, 2016.
- CROWLEY, S.; MAHONY, J.; VAN SINDEREN, D. Current perspectives on antifungal lactic acid bacteria as natural bio-preservatives. **Trends in Food Science and Technology**, v. 33, n. 2, p. 93-109, 2013.
- CROZIER, A. D. D. R.; CLIFFORD, M. N. Bioavailability of dietary flavonoids and phenolic compounds, **Molecular Aspects of Medicine**, v. 31, n. 6, p. 446–467, 2010.
- CRUZ, A. C.; BURITI, F. C. A.; SOUZA, C. H. B.; FARIA, J. A. F.; SAAD, S. M. I. Probiotic cheese: health benefits, technological and stability aspects. **Trends in Food Science and Technology**, v. 20, n. 8, p. 344-354, 2009a.
- CRUZ, A. G.; ANTUNES, A. E. C.; SOUSA, A. L. O. P.; FARIA, J. A. F.; SAAD, S. M. I. Ice-cream as a probiotic food carrier. **Food Research International**, v. 42, n. 9, p. 1233-1239, 2009b.
- CUEVA, C.; SÁNCHEZ-PATÁN, F.; MONAGAS, M.; WALTON, G. E.; GIBSON, G. R.; MARTÍN-ÁLVAREZ, P. J. In vitro fermentation of grape seed flavan-3-ol fractions by

human faecal microbiota: changes in microbial groups and phenolic metabolites. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 83, n. 3, p. 792-805, 2012.

CUSHNIE, T. P.; LAMB, A. J. Antimicrobial activity of flavonoids. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v. 26, n. 5, p. 343–356, 2005.

DAS, U. N.; FAMS, M. D. Essential fatty acid as possible enhancers of the beneficial actions of probiotics. **Nutrition**, v. 18, n. 9, p. 786–789, 2002.

DAY, M. S. A. J.; DUPONT, S. R.; RIDLEY, S.; RHODES, M.; RHODES, M. J. C.; MORGAN, M. R. A.; WILLIAMSON, G. Deglycosylation of flavonoid and isoflavonoid glycosides by human small intestine and liver beta-glucosidase activity. **FEMS Letters**, v. 436, n. 1, p. 71–75, 1998.

DE DEA LINDNER, J.; DE LORENTIIS, A.; BOTTARI, B.; SANTARELLI, M.; BERNINI, V.; NEVIANI, E. Dynamics of entire and lysed bacterial cells during Parmigiano Reggiano cheese production and ripening. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 74, n. 19, p. 661-7, 2008.

DESMARCHELIER, C.; BOREL, P. Overview of carotenoid bioavailability determinants: from dietary factors to host genetic variations. **Trends in Food Science and Technology**, v. 69, p. 270-280, 2017.

DIVYA, J. B.; VARSHA, K. K.; NAMPOOTHIRI, K. M.; ISMAIL, B.; PANDEY, A. Probiotic fermented foods for health benefits. **Engineering in Life Science**, v. 12, n. 4, p. 377-390, 2012.

DUEÑAS, M.; MUÑOZ-GONZÁLEZ, I.; CUEVA, C.; JIMÉMEZ-GIRÓN, A.; SÁNCHEZ-PATÁN, F.; SANTOS-BUELGA, C.; MORENO-ARRIBAS, M. V.; BARTOLOMÉ, B. A survey of modulation of gut microbiota by dietary polyphenols. **BioMed Research International**, ID 850902, p. 15, 2015.

DUGGAN, C.; GANNON, J.; WALKER, W. A. Protective nutrients and functional foods for the gastrointestinal tract. **The American Journal Clinical Nutrition**, v. 75, p. 789–808, 2002.

EL-DIN, H. M. F.; HAGGAG, H. F.; FARAHAT, A. M.; EL-SAID, M. M. Production of healthy fermented milk supplemented with natural sources of antioxidants. **International Journal of Dairy Science**, v. 12, n. 1, p. 52-63, 2017.

ESPÍN, J. C.; GONZÁLEZ-SARRÍAS, A.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A. The gut microbiota: A key in the therapeutic effects of (poly) phenols. **Biochemical Pharmacology**, v. 139, p. 82-93, 2017.

ESPÍRITO-SANTO, A. P.; LAGAZZO, A.; SOUSA, A. L. O. P; PEREGO, P.; CONVERTI, A.; OLIVEIRA, M. N. Rheology, spontaneous whey separation, microstructure and sensorial characteristics of probiotic yoghurts enriched with passion fruit fiber. **Food Research International**, v. 50, n. 1, p. 224-231, 2013.

FAO/WHO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION/WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for the evaluation of probiotics in food**. Report of a joint FAO/WHO working group on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in food. London; Ontario, 2002.

FERREIRA, I. C. R. F.; MARTINS, N.; BARROS, L. Phenolic compounds and its bioavailability: in vitro bioactive compounds or health promoters. **Advances in Food and Nutrition Research**, v. 82, p. 1–44, 2017.

FLEMMING, J. S.; FREITAS, R. J. S. Avaliação do efeito de prebióticos, probióticos (*Bacillus licheniformis* e *Bacillus subtilis*) e promotor de crescimento na alimentação de frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 2, p. 41-47, 2005.

FONTANA, L.; BERMUDEZ-BRITO, M.; PLAZA-DIAZ, J.; MUÑOZ-QUEZADA, S.; GIL, A. Sources, isolation, characterisation and evaluation of probiotics. **British Journal of Nutrition**, v. 109, n. 52, p. 35-50, 2013.

FRANÇOISE, L. Occurrence and role of lactic acid bacteria in seafood products. **Food Microbiology**, v. 27, n. 2, p. 698-709, 2010.

GAWLIK-DZIKI, U. Changes in the antioxidant activities of vegetables as a consequence of interactions between active compounds. **Journal of Functional Foods**, v. 4, n. 4, p. 872–882, 2012.

GENOVESE, M. I.; PINTO, M. S.; GONÇALVES, A. E. S. S.; LAJOLO, F. M. Bioactive compounds and antioxidant capacity of exotic fruits and commercial frozen pulps from Brazil. **Food Science and Technology International**, v. 14, n. 3, p. 207–214, 2008.

GOBBETTI, M.; CORSETTI, A. *Lactobacillus sanfrancisco* a key sourdough lactic acid bacterium: a review. **Food Microbiology**, v. 14, n. 2, p. 175-187, 1997.

GONÇALVES, A. N. S. S.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Chemical composition and antioxidant/antidiabetic potential of Brazilian native fruits and commercial frozen pulps. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 8, p. 4666–4674, 2010.

GONZÁLEZ, J. E.; KESHAVAN, N. D. Messing with bacterial quorum sensing. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v. 70, n. 4, p. 859–875, 2006.

GONZALEZ-SARRÍAS, A.; ESPÍN, J. C.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A. Non-extractable polyphenols produce gut microbiota metabolites that persist in circulation and show anti-inflammatory and free radical-scavenging effects. **Trends in Food Science and Technology**, v. 69, p. 281-288, 2017.

GRADIŠAR, H.; PRISTOVSEK, P.; PLAPER, A.; JERALA, R. Green tea catechins inhibit bacterial DNA gyrase by interaction with its ATP binding site. **Journal of Medicinal Chemistry**, v. 50, n. 2, p. 264–271, 2007.

GREEN, K. N.; MARTINEZ-CORIA, H.; KHASHWJI, H.; HALL, E. B.; YURKO-MAURO, K. A.; ELLIS, L.; LAFERLA, F. M. Dietary docosahexaenoic acid and docosapentaenoic acid ameliorate amyloid- β and tau pathology via a mechanism involving presenilin 1 levels. **Journal Neuroscience**, v.16, n. 27, p. 4385–4395, 2007.

GRUNE, T.; LIETZ, G.; PALOU, A.; ROSS, A. C.; STAHL, W.; TANG, G.; THURNHAM, D.; YIN, S.; BIESALSKI, H. K. β -caroteno is an important vitamin a source for humans. **The Journal of Nutrition**, v. 140, n. 12, p. 2268-2285, 2010.

HANHINEVA, K.; TÖRRÖNEN, R.; BONDIA-PONS, I.; PEKKINEN, J.; KOLEHMAINEN, M.; MYKKÄNEN, H. Impact of dietary polyphenols on carbohydrate metabolism. **International Journal of Molecular Sciences**. v. 11, n. 4, p. 1365–402, 2010.

HASLAM, E.; LILLEY, T. H.; WARMINSKI, E.; LIAO, H.; CAI, Y.; MARTIN, R.; GAFFNEY, S. H.; GOULDING, P. N.; LUCK, G. Polyphenol complexation. A study in molecular recognition. **ACS Symposium Series**, v. 506, N.2, p. 8–50, 1992.

HATTORI, M.; KUSUMOTO, I. T.; NAMBA, T.; ISHIGAMI, T.; HARA, Y. Effect of tea polyphenols on glucan synthesis by glucosyltransferase from *Streptococcus mutans*. **Chemical and Pharmaceutical Bulletin**, v. 38, n. 3, p. 717–720, 1990.

HE, X.; MARCO, M. L.; SLUPSKY, C. M. Emerging aspects of food and nutrition on gut microbiota. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, n. 40, p. 9559–9574, 2013.

HENNING, S. M.; YANG, J.; SHAO, P.; LEE, R.; HUANG, J.; LY, A.; HSU, M.; LU, Q.; THAMES, G.; HERBER, G.; LI, Z. Health benefit of vegetable/fruit juice-based diet: Role of microbiome. **Scientific Reports**, v. 7, n. 2167, 1–9, 2017.

HERVERT-HERNÁNDEZ, D.; GOÑI, I. Dietary polyphenols and human gut microbiota: a review. **Food Reviews International**, v. 27, n. 2, p. 154–169, 2011.

HERVERT-HERNÁNDEZ, D.; PINTADO, C.; ROTGER, R.; GOÑI, I. Stimulatory role of grape pomace polyphenols on *Lactobacillus* growth. **International Journal Food Microbiology**, v. 136, n. 1, p. 119-122, 2009.

HOLZAPFEL, W. H.; HABERER, P.; GEISEN, R.; BJORKROTH, J.; SCHILLINGER, U. Taxonomy and important features of probiotic microorganisms in food and nutrition. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 73, n. 2, p. 365-373, 2001.

HOLZAPFEL, W. H.; SCHILLINGER, U. Introduction to pre- and probiotics. **Food Research International**, v. 35, n. 2/3, p. 109-116, 2002.

HUBER, L. S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Flavonóis e flavonas: fontes brasileiras e fatores que influenciam a composição em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 1, p. 97-108, 2008.

HUEBNER, J.; WEHLING, R. L.; HUTKINGS, R. W. Functional activity of commercial prebiotics. **International Dairy Journal**, v. 17, n. 7, p. 770-775, 2007.

INSTITUTE OF MEDICINE, FOOD AND NUTRITION BOARD. **Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids (macronutrients)**. Washington, DC: National Academy Press, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**, 4ª ed., São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2005.

IRKIN, R.; DOGAN, S.; DEGIRMENIOGLU, N.; DIKEN, M. E; GULDAS, M. Phenolic content, antioxidant activities and stimulatory roles of citrus fruits on some lactic acid bacteria. **Archives of Biological Science**, v. 67, n. 4, p. 1313-1321, 2015.

ITO, N. M. K.; MIAJI, C.I.; LIMA, A. E.; OKABAHASHI, S. Saúde gastrointestinal, manejo e medidas para controlar as enfermidades gastrointestinais. In: MENDES, A. A.; NAAS, I. A.; MACARI, M. **Produção de frangos de corte**. Campinas: FACTA, 2004. Cap. 13, p. 205-251.

JANZANTTI, N. S.; MACORIS, M. S.; GARRUTI, D. S.; MONTEIRO, M. Influence of the cultivation system in the aroma of the volatile compounds and total antioxidant activity of passion fruit. **LWT – Food Science and Technology**, v. 46, n. 2, p. 511-518, 2012.

JENNINGS, A.; WELCH, A. A.; FAIRWEATHER-TAIT, S. J.; KAY, C.; MINIHANE, A. M.; CHOWIENCZYK, P. Higher anthocyanin intake is associated with lower arterial stiffness and central blood pressure in women. **The American Journal Clinical Nutrition**, v. 96, n. 4, p. 781–788, 2012.

JONHS, P. W.; DAS, A.; KUIL, E. M.; JACOBS, W. A.; SCHIMPF, K. J.; SCHMITZ, D. J. Cocoa polyphenols accelerate vitamin B12 degradation in heated chocolate milk. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 50, p. 421-430, 2015.

KOBA, K.; YANAGITA, T. Health benefits of conjugated linoleic acid (CLA). **Obesity Research and Clinical Practice**, v. 8, n. 6, p. 525–532, 2014.

KOOLEN, H. H. F.; DA SILVA, F. M. A.; GOZZO, F. C.; DE SOUZA, A. Q. L.; DE SOUZA, A. D. L. Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) by UPLC–ESI-MS/MS. **Food Research International**, v. 51, n. 2, p. 467–473, 2013.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T.; FETT, R. Wild fruits and pulps of frozen fruits: antioxidant activity, polyphenols and anthocyanins. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1283–1287, 2006.

KUS-YAMASHITA, M. M. M.; MANCINI-FILHO, J. **Ácidos graxos**. São Paulo: ILSI Brasil-International Life Sciences Institute do Brasil, vol. 17, 2° ed. 2017.

LAPARRA, J. M.; SANZ, Y. Interactions of gut microbiota with functional food components and nutraceuticals. **Pharmacological Research**, v. 61, n. 3, p. 219–225, 2010.

LAU, F. C.; SHUKITT-HALE, B.; JOSEPH, J. A. Beneficial effects of berry fruit polyphenols on neuronal and behavioral aging. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, n. 14, p. 2251–2255, 2006.

LEE, H. C.; JENNER, A. M.; LOW, C. S.; LEE, Y. K. Effect of tea phenolics and their aromatic fecal bacterial metabolites on intestinal microbiota. **Research Microbiology**, v. 157, n. 9, p. 876–84, 2006.

LEONG, L. P.; SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. **Food Chemistry**, v. 76, n. 1, p. 69-75, 2002.

LIU, S. Q. Review article: Practical implications of lactate and pyruvate metabolism by lactic acid bacteria in food and beverage fermentations. **International Journal of Food Microbiology**, v. 83, n. 2, p. 115-131, 2003.

LUCEY, J. A. Formation and physical properties of milk protein gels. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 2, p. 281–294, 2002.

MA, J.; LUO, X. D.; PROTIVA, P.; YANG, H.; MA, C.; BASILE, M. J.; WEINSTEIN, I. B.; KENNELLY, E. J. Bioactive novel polyphenols from the fruit of *Manilkara zapota* (Sapodilla). **Journal of Natural Products**, v. 66, n. 7, p. 983-986, 2003.

MACIEL, F. R.; PUNARO, G. R.; RODRIGUES, A. M.; BOGSAN, C. S. B.; ROGERO, M. M.; OLIVEIRA, M. N.; MOURO, M. G.; HIGA, E. M. S. Immunomodulation and nitric oxide restoration by a probiotic and its activity in gut peritoneal macrophages in diabetic rats. **Clinical Nutrition**, v. 35, n.5, p. 1066-1072, 2016.

MACORIS M. S.; MARCHI, R.; JANZANTTI, N. S.; MONTEIRO, M. The influence of ripening stage and cultivation system on the total antioxidant activity and total phenolic compounds of yellow passion fruit pulp. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, n. 9, p. 1886-1891, 2012.

MAESTRI, B.; HERERRA, L.; SILVA, N. K.; RIBEIRO, D. H. B.; CHAVES, A. C. S. D. Evaluation of the impact of adding inulin and apple to concentrated probiotic fermented milk. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 1, p. 58-66, 2014.

MÄKELÄINEN, H.; SAARINEN, M.; STOWELL, J.; RAUTONEN, N.; OUWEHAND, A. C. Xylo-oligosaccharides and lactitol promote the growth of *Bifidobacterium lactis* and *Lactobacillus* species in pure cultures. **Beneficial Microbes**, v. 1, n. 2, p. 139-148, 2010.

MAMEDE, A. M. G. N.; FARAH, A.; OLIVEIRA, E. J.; SOARES, A. G. Caracterização química e físico-química de novos híbridos de maracujá amarelo. In: **III Simpósio Brasileiro de Pós-colheita – SPC**. Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

MANACH, C.; SCALBERT, A.; MORAND, C.; REMESY, C.; JIMENEZ, L. Polyphenols: food sources and bioavailability. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 79, n. 5, p. 727–747, 2004.

MANHÃES, L. R. T; SABAA-SRUR, A. U. O. Composição centesimal e de compostos bioativos em frutos de buriti coletados no Pará. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 4, n. 31, p. 856-863, 2011.

MARAFON, A. P.; SUMI, A.; ALCÂNTARA, M. R.; TAMIME, A. Y.; OLIVEIRA, M. N. Optimization of the rheological properties of probiotic yoghurts supplemented with milk proteins. **LWT – Food Science and Technology**, v. 44, n. 2, p. 511-519, 2011.

MARÍN, L.; MIGUÉLEZ, E. M.; VILLAR, C. J.; LOMBÓ, F. Bioavailability of dietary polyphenols and gut microbiota metabolism: antimicrobial properties. **BioMed Research International**, v. 2015, p. 1–18, 2015.

MARTINEZ, R.; TORRES, P.; MENESES, M. A.; FIGUEROA, J. G.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A.; VIUDA-MARTOS, M. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. **Food Chemistry**, v. 135, n. 3, p. 1520-1526, 2012.

MATSUBARA, S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de catequina e teaflavinas em chás comercializados no Brasil. **Ciências e Tecnologia dos Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 401-407, 2006.

MEDEIROS, M. C.; AQUINO, J. S.; SOARES, J.; FIGUEIROA, E. B.; MESQUITA, H. M.; PESSOA, D. C.; STAMFORD, T. M. Buriti oil (*Mauritia flexuosa* L.) negatively impacts somatic growth and reflex maturation and increases retinol deposition in young rats. **International Journal of Developmental Neuroscience**, v. 46, p. 7–13, 2015.

MEDEIROS, T. C.; MOURA, A. S.; ARAÚJO, K. B.; AQUINO, L. C. L. Elaboração de iogurte de jaca: avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. **Scientia Plena**, v. 7, n. 9, p. 1-4, 2011.

MERCADANTE, A. Z.; BRITTON, G.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Carotenoids from yellow passion fruit (*Passiflora edulis*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, DC, v. 46, n. 10, p. 4102-4106, 1998.

MERTENS-TALCOTT, S. U.; JILMA-STOHLAWETZ, P.; RIOS, J.; HINGORANI, L.; DERENDORF, H. Absorption, metabolism, and antioxidant effects of pomegranate (*Punica granatum* L.) polyphenols after ingestion of a standardized extract in healthy human volunteers. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 23, p. 8956–8961, 2006.

MIOR, J.; NOVELLO, Z.; DINON, A. Z. Caracterização de iogurte de leite de ovelha in natura e saborizado com mirtilo (*Vaccinium myrtillus*). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 10, n. 1, p. 2004-2022, 2016.

MOLAN, A. L.; LILA, M. A.; MAWSON, J.; DE, S. In vitro and in vivo evaluation of the prebiotic activity of water-soluble blueberry extracts. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 25, n. 7, p.1243-1249, 2009.

MOLAN, A. L.; LIU, Z.; KRUGER, M. The ability of blackcurrant extracts to positively modulate key markers of gastrointestinal function in rats. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 26, n. 10, p.1735–1743, 2011.

MORAES F. P.; COLLA, L. M. Functional foods and nutraceuticals: definition, legislation and health benefits. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 3, n. 2, p. 109-122, 2006.

MORETTI, B. R. **Efeito da suplementação do leite com proteína de diferentes fontes (soro de leite, soja e colágeno) e da composição de cultura láctica em iogurtes**. 2009. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Instituto de Biociência, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2009.

MOURA FILHO, J. M. **Efeito do preparado de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) na qualidade do leite fermentado**. Tese de Doutorado - Programa de Ciência e tecnologia de alimentos, São José do Rio Preto, 2016.

NAGPAL, R.; KUMAR, A.; KUMAR, M.; BEHARE, P. V.; JAIN, S.; YADAV, H. Probiotics, their health benefits and applications for developing healthier foods: a review. **FEMS Microbiology Letters**. v. 334, n. 1, p. 1–15, 2012.

NASCIMENTO, C. S. **Potencial probiótico e produção de substâncias antimicrobianas por culturas lácticas autóctones e aplicação em leites fermentados**. Exame Geral de Qualificação, São José do Rio Preto, 2015.

O`SULLIVAN, L.; ROSS, R.; PHILL, C. Potential of bacteriocin-producing lactic acid bacterial for improvements in food safety and quality. **Biochimie**, v. 84, n. 5-6, p. 593-604, 2002.

O`CONNELL, T. D.; BLOCK, R. C.; HUANG, S. P.; SHEARER, G. C. W3-Polyunsaturated fatty acids for heart failure: effects of dose on efficacy and novel signaling through free fatty acid receptor 4. **Journal of Molecular and Cellular Cardiology**, v. 103, p. 74-92, 2017.

O`SULLIVAN, G.C. Probiotics. **British Journal of Surgery**, v. 88, p. 161-162, 2001.

OLIVEIRA, I.; SOUSA, A.; MORAIS, J. S.; FERREIRA, I. C.; BENTO, A.; ESTEVINHO, L. Chemical composition, and antioxidant and antimicrobial activities of three hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars. **Food Chemical Toxicology**, v. 46, n. 5, p. 1801–1807, 2008.

OLIVEIRA, L. L.; CARVALHO, M. V.; MELO, L. Health promoting and sensory properties of phenolic compounds in food. **Revista Ceres**, v. 61, p. 764-779, 2014.

OLIVEIRA, M. C.; SANTOS, E. F.; CÂNDIDO, C. J.; RODRIGUES, B. M.; HOKAMA, L. M.; NOVELLO, D. Elaboração de chocolate com adição de inulina: análise físico-química e sensorial. **Revista UNIABEU**, v. 8, n. 19, p. 321-336, 2015.

OLIVEIRA, M. N. Probióticos: seus benefícios a saúde humana. **Nutrição em Pauta**, v. 15, n. 87, 2007.

OLIVEIRA, R. C.; BARROS, S. T. D.; GIMENES, M. L. The extraction of passion fruit oil with green solvents. **Journal of Food Engineering**, v. 117, n. 4, p. 458–463, 2013.

OLIVEIRA, R. P. S.; FLORENCE, A. C. R.; SILVA, R. C.; PEREGO, P.; CONVERTI, A.; GIOIELLI, L. A.; OLIVEIRA, M. N. Effect of different prebiotics on the fermentation kinetics, probiotic survival and fatty acids profiles in nonfat symbiotic fermented milk. **International Journal of Food Microbiology**, v. 128, n. 3, p. 467-472, 2009b.

OLIVEIRA, R. P. S.; PEREGO, P.; CONVERTI, A.; OLIVEIRA, M. N. The effect of inulin as a prebiotic on the production of probiotic fiber-enriched fermented milk. **International Journal of Dairy Technology**, v. 62, n. 2, p. 195-203, 2009a.

OZCAN, T.; YILMAZ-ERSAN, L.; AKPINAR-BAYIZIT, A.; DELIKANLI, B. Antioxidant properties of probiotic fermented milk supplemented with chestnut flour (*Castanea sativa Mill*). **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 41, n. e13156, p. 1-9, 2017.

OZCAN, T.; YILMAZ-ERSAN, L.; AKPINAR-BAYIZIT, A.; DELIKANLI, B.; BALATI, A. Survival of *Lactobacillus* spp. in fruit based fermented dairy beverages. **International Journal of Food Engineering**, v. 1, n.1, p. 44–49, 2015.

PAIVA, Y. F.; DEODATO, J. N. V.; SILVA, E. E. V.; SILVA, E. V.; ARAÚJO, A. S. Iogurte adicionado de polpa de abacaxi, base mel: elaboração, perfil microbiológico e físico-químico. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 5, p. 22-26, 2015.

PASSOS, L. M. L.; PARK, Y. K. Frutooligossacarídeos: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. **Ciência Rural**, v. 33, n. 2, p. 385- 390, 2003.

PATRAS, A.; BRUNTON, N. P.; DA PIEVE, S.; BUTLER, F. Impact of high pressure processing on total antioxidant activity, phenolic, ascorbic acid, anthocyanin content

and colour of strawberry and blackberry purées. **Innovative Food Science Emerging Technologies**, v. 10, n. 3, p. 308–313, 2009.

PAULA, A. T.; JERONYMO-CENEVIVA, A. B.; SILVA, L. F.; TODOROV, S. D.; FRANCO, B. D. G. M. CHOISET, Y.; HAERTLÉ, T.; CHOBERT, J. M.; DOUSSET, X.; PENNA, A. L. B. *Leuconostoc mesenteroides* SJRP55: A bacteriocinogenic strain isolated from Brazilian water buffalo mozzarella cheese. **Probiotics and Antimicrobial Proteins**, v. 6, n. 3-4, p. 1-13, 2014.

PENNA, A. L. B.; GURRAM, S.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. Effect of milk treatment on acidification, physicochemical characteristics, and probiotic cell counts in low fat yogurt. **Milchwissenschaft**, v. 62, n. 1, p. 48-52, 2007.

PENNA, A. L. B.; PAULA, A. T.; CASAROTTI, S. N.; SILVA, L. F.; DIAMANTINO, V. R.; TODOROV, S. D. Overview of the functional lactic acid bacteria in the fermented milk products, 2015. In: Ravishankar, R. V.; Jamuna, B. A. (Eds.), **Beneficial Microbes in Fermented and Functional Foods** (p. 113-148). Boca Raton: CRC Press.

PERRICONE, M.; BEVILACQUA, A.; ALTIERI C.; SINIGAGLIA, M.; CORBO, M. R. Challenges for the production of probiotic fruit juices. **Beverages**, v. 1, n. 2, p. 95–103, 2015.

PIMENTEL, C. V. M. B.; FRANCKI, V. M.; GOLLÜCKE, A. P. B. **Alimentos funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos**. São Paulo: Varela, 2005.

PLAPER, A.; GOLOB, M.; HAFNER, I.; OBLAK, M.; SOLMAJER, T.; JERALA, R. Characterization of quercetin binding site on DNA gyrase. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 306, n. 2, p. 530–536, 2003.

PRADO, A. **Composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicais**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, 2009.

PRADO, F. C.; PARADA, J. L.; PANDEY, A.; SOCCOL, C. R. Trends in nondairy probiotic beverages. **Food Research International**, v. 41, n. 2, p. 111–123, 2008.

PRASAD, L. N.; SHERKAAT, F.; SHAH, N. P. Influence of galactooligosaccharides and modified waxy maize starch on some attributes of yogurt. **Journal of Food Science**, v. 78, n. 1, p. 77-83, 2013.

PULIDO, R.; BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant activity of dietary as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, v. 48, n. 8, p. 3396-3402, 2000.

PUUPPONEN-PIMIÄ, R.; NOHYNEK, L.; HARTMAN-SCHMIDLIN, S.; KÄHKÖNEN, M.; HEINONEN, M.; MATA-RIIHINEN, K.; OKSMAN-CALDENTY, K. M. Berry phenolics selectively inhibit the growth of intestinal pathogens. **Journal of Applied Microbiology**, v. 98, n. 4, p. 991–1000, 2005.

PYO, Y. H.; LEE, T. C. Enrichment of bioactive isoflavones in soymilk fermented with β -glucosidase producing lactic acid bacteria. **Food Research International**, v. 38, n. 5, p. 551-559, 2005.

RECHNER, A. R.; SMITH, M. A.; KUHNLE, G.; GIBSON, G. R.; DEBNAM, E. S.; SRAI, S. K. S.; MOORE, K. P.; RICE-EVANS, C. A. Colonic metabolism of dietary polyphenols: influence of structure on microbial fermentation products. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 36, n. 2, p. 212–225, 2004.

REIS, J. A.; PAULA, A. T.; CASAROTTI, S. N.; PENNA, A. L. B. Lactic Acid Bacteria Antimicrobial Compounds: Characteristics and Applications. **Food Engineering Reviews**, v. 4, n. 2, p. 124 - 140, 2012.

RENES, E.; LINARES, D. M.; GONZÁLEZ, L.; FRESNO, J. M.; TORNADIJO, M. E.; STANTON, C. Production of conjugated linoleic acid and gamma-aminobutyric acid by autochthonous lactic acid bacteria and detection of the genes involved. **Journal of Functional Foods**, v. 34, p. 340-346, 2017.

RODRIGUES, M. L.; SOUZA, A. R. M.; LIMA, J. C. R.; MOURA, C. J.; GERALDINE, R. M. Kinetics of carotenoids degradation and change of pequi oil submitted to heating at frying temperature. **Ciência rural**, v. 43, n. 8, p. 1509-1515, 2013.

RODRÍGUEZ, H.; CURIEL, J. A.; LANDETE, J. M.; LAS RIVAS, B.; FELIPE, F. L.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C.; MANCHEÑO, J. M.; MUÑOZ, R. Food phenolics and lactic acid bacteria. **International Journal of Food Microbiology**, v. 139, n. 2-3, p. 79-90, 2009.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in food**. Washington, DC: International Life Sciences Institute Press, p. 64, 2001.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **Harvest Plus handbook for carotenoid analysis**. Washington, DC e Cali: IFPRI e CIAT. Harvest Plus Technical Monograph, v. 2, p. 58, 2004.

RODRÍGUEZ-VAQUERO, M. J.; ALBERTO, M. R.; NADRA, M. C. M. Antibacterial effect of phenolic compounds from different wines. **Food Control**, v. 18, n. 2, p. 93-101, 2007.

ROSSO, V. V.; MERCADANTE, A. Z. Identification and quantification of carotenoids, by HPLC-PDA-MS/MS from Amazonian fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 13, p. 5062–5072, 2007.

ROWLAND, I.; GIBSON, G.; HEINKEN, A.; SCOTT, K.; SWANN, J.; THIELE, I.; TUOHY, K. Gut microbiota functions: metabolism of nutrients and other food components. **European Journal of Nutrition**, p. 1445-1448, 2017.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH•. **Comunicado Técnico on line Embrapa**, n. 127, p. 1-4, 2007.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.

RYDLEWSKI, A. A.; MORAIS, D. R.; ROTTA, E. M.; CLAUS, T.; VAGULA, J. M.; SILVA, M. C.; SANTOS JUNIOR, O. O.; VISENTAINER, J. V. Bioactive compounds, antioxidante capacity, and fatty acids in different parts of four unexplored fruits. **Journal of Food Quality**, v. 2017, p.1-9, 2017.

SAAD, N.; DELATTRE, C.; URDACI, M.; SCHMITTER, J. M.; BRESSOLIER, P. An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field. **LWT Food Science and Technology**, v. 50, n. 1, p. 1-16, 2013.

SAARELA, M.; VIRKAJARVI, I.; NOHYNEK, L.; VAARI, A.; MATTO, J. Fibres as carriers for *Lactobacillus rhamnosus* during freeze-drying and storage in apple juice and chocolate-coated breakfast cereals. **International Journal of Food Microbiology**, v. 112, n. 2, p. 2171–2178, 2006.

- SAHEBKAR, A.; FERRI, C.; GIORGINI, P.; BO, S.; NACHTIGAL, P.; GRASSI, D. Effects of pomegranate juice on blood pressure: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Pharmacological Research**, v. 115, p. 149–161, 2017.
- SALMINEN, S.; VON WRIGHT, A.; OUWEHAND, A. **Lactic acid bacteria: microbiological and functional aspects**. New York: Marcel Dekker, p. 628, 2004.
- SÁNCHEZ, B.; DE LOS REYES-GAVILÁN, C. G.; MARGOLLES, A.; GUEIMONDE, M. Probiotic fermented milks: present and future. **International Journal of Dairy Technology**, v. 62, n. 4, p. 472-483, 2009.
- SANDI, D.; CHAVES, J. B. P.; SOUZA, A. C. G.; SILVA, M. T. C.; PARREIRAS, J. F. M. Correlações entre características físico-químicas e sensoriais em suco de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) durante o armazenamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 355-361, 2003.
- SANTOS, C. L. A. **Caracterização de segurança e tecnológica de bactérias acidoláticas termofílicas autóctones e aplicação em queijo parmesão**. São José do Rio Preto, 2015, 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Instituto de Biociência, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2015.
- SANTOS, M. F. G.; ALVES, R. E.; RUÍZ-MÉNDEZ, M. V. Minor components in oils obtained from Amazonian palm fruits. **Grasas y Aceites**, v. 64, n. 5, 531–536, 2013.
- SANTOS, M. F. G.; MAMEDE, R. V. S.; RUFINO, M. S. M.; BRITO, E. S.; ALVES, R. E. Amazonian native palm fruits as sources of antioxidant bioactive compounds. **Antioxidantes**, v. 4, n. 3, p. 591-602, 2015.
- SANTOS, R. B.; BARBOSA, L. P. J. L.; BARBOSA, F. H. F. Probióticos: microrganismos funcionais. **Ciência Equatorial**, v. 1, n. 2, p. 1-13, 2011.
- SANTOS, R. D. **Compostos fenólicos de ervas Lamiaceae: estabilidade oxidativa na manteiga e avaliação da toxicidade de extrato alecrim (*Rosemarinus officinalis* L.)**. Londrina, 2009. 97 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos). Universidade Estadual de Londrina, 2009.

SANTOS-BUELGA, C.; SCALBERT, A. Proanthocyanidins and tannin-like compounds: nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, n. 7, p. 1094–1117, 2000.

SARAVANAN, P.; DAVIDSON, N. C. The role of ômega-3 fatty acids in primary prevention of coronary artery disease and in atrial fibrillation is controversial. **JACC**, v. 55, n. 4, p. 410-411, 2010.

SAURA-CALIXTO, F.; SERRANO, J.; GOÑI, I. Intake and bioaccessibility of total polyphenols in a whole diet. **Food Chemistry**, v. 101, n. 2, p. 492–501, 2007.

SAVIOLI, N. M. F.; FUKUSHIMA, R. S.; LIMA, C. G.; GOMIDE, C. A. Rendimento e comportamento espectrofotométrico da lignina extraída de preparações de parede celular, fibra em detergente neutro ou fibra em detergente ácido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 988-996, 2000.

SCALBERT, A.; WILLIAMSON, G. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. **Journal of Nutrition**, v. 130, n. 8, p. 2073–2085, 2000.

SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; ATHAYDE, M. L. Saponinas. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMAN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da Planta ao Medicamento**. 6. Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2007. 1104 p.

SELMA, M. V.; BELTRÁN, D.; GARCÍA-VILLALBA, R.; ESPÍN, J. C.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A. Description of urolithin production capacity from ellagic acid of two human intestinal *Gordonibacter* species. **Journal Food and Function**, v. 5, p. 1779–1784, 2014.

SELMA, M. V.; ESPÍN, J. C.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A. Interaction between phenolics and gut microbiota: role in human health. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n. 15, p. 6485–6501, 2009.

SHAH, N. P.; DING, W. K.; FALLOURD, M. J.; LEYER, G. Improving the stability of probiotic bacteria in model fruit juices using vitamins and antioxidants. **Journal of Food Science**, v. 75, n. 5, p. 278–282, 2010.

SHEN, Y.; XU, Z.; SHENG, Z. Ability of resveratrol to inhibit advanced glycation end product formation and carbohydrate-hydrolyzing enzyme activity, and to conjugate methylglyoxal. **Food Chemistry**, v. 216, p. 153–160, 2017.

SILVA, A. C.; JORGE, N. Bioactive compounds of oils extracted from fruits seeds obtained from agroindustrial waste. **European Journal of Líid Science and Technology**, v. 119, n. 4, 2017.

SILVA, C. T.; JASIULIONIS, M. G. Relação entre estresse oxidativo, alterações epigenéticas e câncer. **Ciência Cultural**, v. 66, n. 1, p. 38-42, 2014b.

SILVA, F. V. G.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; LIMA, A. S.; COSTA, J. M. C.; FIGUEIREDO, E. A. T. Avaliação da estabilidade de bebida mista elaborada com água de coco e suco de maracujá. **Acta Scientiarum Technology**, v. 28, n. 2, p. 191-197, 2006.

SILVA, J. K.; CAZARÍN, C. B. B.; COLOMEU, T. C.; BATISTA, A. G.; MELETTI, L. M. M.; PASCHOAL, J. A. R.; BOGUS JUNIOR, S.; FURLAN, M. F.; REYES, F. G. R.; AUGUSTO, F.; MARÓSTICA JUNIOR, M. R.; ZOLLNER, R. L. Antioxidant activity of aqueous extract of passion fruit (*Passiflora edulis*) leaves: In vitro and in vivo study. **Food Research International**, v. 53, n. 2, p. 882–890, 2013.

SILVA, L. F. **Identificação e caracterização da microbiota láctica isolada de queijo Mussarela de búfala**. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) - Instituto de Biociência, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2010.

SILVA, L. M. R.; FIGUEIREDO, E. A. T.; SILVA RICARDO, N. M. P.; VIEIRA, I. G. P.; FIGUEIREDO, R. W.; BRASIL, I. M. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 143, p. 398-404, 2014a.

SILVA, S. R.; MERCADANTE, A. composição de carotenóides de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*) in natura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 3, p. 254-258, 2002.

SIRK, T. W.; FRIEDMAN, M.; BROWN, E. F. Molecular binding of black tea theaflavins to biological membranes: relationship to bioactivities. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 59, n. 8, p. 3780–7787, 2011.

SLAVIN, J. Fiber and prebiotics: Mechanisms and health benefits. **Nutrients**, v. 5, n. 4, p. 1417–1435, 2013.

SMITH, A. H.; ZOETENDAL, E.; MACKIE, R. I. Bacterial mechanism to overcome inhibitory effects of dietary tannins. **Microbial Ecology**, v. 50, n. 2, p. 197-205, 2005.

SODINI, I.; LUCAS, A.; TISSIER, J. P.; CORRIEU, G. Physical properties and microstructure of yoghurts supplemented with milk protein hydrolysates. **International Dairy Journal**, v. 15, n. 1, p. 29-35, 2005.

SOLIERI, L.; BIANCHI, A.; MOTTOLESE, G.; LEMMETTI, F.; GIUDICI, P. Tailoring the probiotic potential of non-starter *Lactobacillus* strains from ripened Parmigiano Reggiano cheese by in vitro screening and principal component analysis. **Food Microbiology**, v. 38, p. 240-249, 2014.

SOSA, V.; MOLINÉ, T.; SOMOZA, R.; PACIUCCI, R.; KONDOH, H. Oxidative stress and cancer: an overview. **Ageing Research Reviews**, v. 12, n. 1, p. 376-390, 2013.

SOUZA, M. W. S.; FERREIRA, T. B. O.; VIEIRA, I. F. R. Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 1, p. 33-36, 2008.

SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A. P.; QUEIROZ, F.; BORGES, S. V.; CARNEIRO, J. D. S. Determination of bioactive compounds, antioxidante activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry**, v. 134, n. 1, p. 381-386, 2012.

STANGELAND, T.; REMBERG, S. F.; LYE, K. A. Total antioxidant activity in 35 Ugandan fruits and vegetables. **Food Chemistry**, v. 113, n. 1, p. 85-91, 2009.

STOUPPI, S.; WILLIAMSON, G.; DRYNAN, J. W.; BARRON, D.; CLIFFORD, M. N. A comparison of the in vitro biotransformation of (–) epicatechin and procyanidin B2 by human faecal microbiota. **Molecular Nutrition and Food Research**, v. 54, n. 6, p. 747–59, 2010.

TAKAGAKI, A.; NANJO, F. Bioconversion of (–)-epicatechin, (+)-epicatechin, (–)-catechin, and (+)-catechin by (–)-epigallocatechin-metabolizing bacteria. **Biological and Pharmaceutical Bulletin**, v. 38, n. 5, p. 789–794, 2015.

TALCOTT, S. T.; PERCIVAL, S. S.; PITTET-MOORE, J.; CELORIA, C. Phytochemical composition and antioxidant stability of fortified yellow passion fruit (*Passiflora edulis*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 4, p. 935-941, 2003.

TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; GARCIA-VILLALBA, R.; QUARTIERI, A.; RAIMONDI, S.; AMARETTI, A.; LEONARDI, A.; ROSSI, M. In vitro transformations of chlorogenic acid by human gut microbiota. **Molecular Nutrition Food Research**, v. 58, n. 5, p. 1122–1131, 2014.

TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; SELMA, M. V.; ESPÍN, J. C. Interactions of gut microbiota with dietary polyphenols and consequences to human health. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v. 19, n. 6, p. 471–476, 2016.

TONON, R. V.; GROSSO, C. R. F.; HUBINGER, M. D. Influence of emulsion composition and inlet air temperature on the microencapsulation of flaxseed oil by spray drying. **Food Research International**, v. 44, n. 1, p. 282–289, 2011.

TREBUNOVÁ, A.; VASKO, L.; SVEDOVÁ, M.; KASTEL', R.; TUCKOVÁ, M.; MACH, P. The influence of omega-3 polyunsaturated fatty acids feeding on composition of fatty acids in fatty tissues and eggs of laying hens. **Deutsche Tierärztliche Wochenschrift**, n. 7, v. 114, p. 275–279, 2007.

TZONUIS, X.; VULEVIC, J.; KUHNLE, G. G.; GEORGE, T.; LEONCZAK, J.; GIBSON, G. R.; KWIK-URIBE, C.; SPENCER, J. P. E. Flavanol monomer-induced changes to the human faecal microflora. **British Journal of Nutrition**, v. 99, n. 4, p. 782–792, 2008.

TZOUNIS, X.; RODRIGUEZ-MATEOS, A.; VULEVIC, J.; GIBSON, G. R.; KWIK-URIBE, C.; SPENCER, J. P. Prebiotic evaluation of cocoa-derived flavanols in healthy humans by using a randomized, controlled, double-blind, crossover intervention study. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 93, n. 1, p. 62–72, 2011.

UENOJO, M.; MARÓSTICA JUNIOR, M. R.; PASTORE, G. M. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 616-622, 2007.

USDA. B 1558razilcitrus semi-annual. (2015).
[http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Citrus%20Semi annual_Sao%20Paulo%20ATO_Brazil_6-16-2015.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Citrus%20Semi%20annual_Sao%20Paulo%20ATO_Brazil_6-16-2015.pdf) Accessed 27 April 2016.

VASILJEVIC, T.; SHAH, N. P. Probiotics—From Metchnikoff to bioactives. *International Dairy Journal*, v. 18, n. 7, p. 714-728, 2008.

VATTEM, D. A.; LIN, Y. T.; GHAEDIAN, R.; SHETTY, K. Cranberry synergies for dietary management of *Helicobacter pylori* infections. **Process Biochemistry**. v. 40, n. 5, p. 1583-1592, 2005.

VENDRAME, S.; GUGLIELMETTI, S.; RISO, P.; ARIOLI, S.; KLIMIS-ZACAS, D.; PORRIL, M. Six-week consumption of a wild blueberry power drink increases Bifidobacteria in the human gut. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 24, p. 12815-12820, 2011.

VIEIRA, G. P. **Compostos fenolicos, capacidade antioxidante e alcaloides em folhas e frutos (pericarpo, polpa e sementes) de *Passiflora* spp.** Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos e Nutrição Experimental – Área de Bromatologia) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, USP, São Paulo, 2013.

VILJOEN, B. C. The interaction between yeasts and bacteria in dairy environments. **International Journal of Food Microbiology**, v. 69, n. 3, p. 37-44, 2001.

VINDEROLA, C. G.; COSTA, G. A.; REGENHARDT, S.; REINHEIMER, J. A. P. E. Influence of compounds associated with fermented dairy products on the growth of lactic acid starters and probiotic bacteria. **International Dairy Journal**, v. 12, n. 7, p. 579–589, 2002.

VITALI, B.; NDAGIJIMANA, M.; CRUCIANI, F.; CARNEVALI, P.; CANDELA, M.; GUERZONI, M. E.; BRIGIDI, P. Impact of a synbiotic food on the gut microbial ecology and metabolic profiles. **BMC Microbiology**. v. 10, n. 4, p. 1-13, 2010.

VLACHOJANNIS, C.; ERNE, P.; SCHOENENBERGER, A. W.; CHRUBASIK-HAUSMANN, S. A critical evaluation of the clinical evidence for pomegranate preparations in the prevention and treatment of cardiovascular diseases. **Phytotherapy Research**, v. 29, n. 4, p. 501–508, 2015.

WANG, Z. M.; CHEN, Y. C.; WANG, D. P. Resveratrol, a natural antioxidant, protects monosodium iodoacetate-induced osteoarthritic pain in rats. **Biomedicine and Pharmacotherapy**, v. 83, p. 763–770, 2016.

WATERHOUSE, A. **Folin-Ciocalteu micro method for total phenol in wine.** Departament of Viticulture and Enology. Universidad of California, Davis. 2014. Disponível em: <http://waterhouse.ucdavis.edu/faqs/foolin-ciocalteu-micro-method-for-total-phenol-in-wine>. Acesso em: 08 de jun. 2017.

WILLIAMS, P. Quorum sensing, communication and cross-kingdom signalling in the bacterial. **World journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 153, n. 12, p. 3923–3938, 2007.

WINTERHALTER, P.; ROUSEFF, R. Carotenoid-derived aroma compounds: an introduction. In: WINTERHALTER, P.; ROUSEFF, R. L. Carotenoid-derived aroma compounds. Washington, DC: American Chemical Society. 2002. p. 1-17.

WONDRACEK, D. C. **Caracterização e diversidade genética de acessos de maracujá do cerrado com base no perfil de carotenoides.** 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

WOOTTON-BEARD, P. C.; RYAN, L. Improving public health?: The role of antioxidant rich fruit and vegetable beverages. **Food Research International**, v. 44, n. 10, p. 3135–3148, 2011.

YAMAKOSHI, J.; TOKUTAKE, S.; KIKUCHI, M. Effect of proanthocyanidin- rich extract from grape seeds on human fecal flora and fecal odor. **Microbiology Ecology in Health and Disease**, v. 13, n. 1, p. 25–31, 2001.

YAN, Z.; ZHANG, X.; LI, C.; JIAO, S.; DONG, W. Association between consumption of soy and risk of cardiovascular disease: a meta-analysis of observational studies. **European Journal of Preventive Cardiology**, v. 24, n. 1, p. 735-747, 2017.

ZERAIK, M. L.; YARIWAKE, J. H.; WAUTERS, J. N.; TITS, M.; ANGENOT, L. Analysis of passion fruit rinds (*Passiflora edulis*): isoorientin quantification by HPTLC and evaluation of antioxidant (radical scavenging) capacity. **Química Nova**, v. 35, n. 3, p. 541-545, 2012.

ZULUETA, A.; ESTEVE, M. J.; FRÍGOLA, A. Carotenoids and color of fruit juice and milk beverage mixtures. **Food Chemistry and Toxicology**, v. 72, n. 9, p. 457-453, 2007.