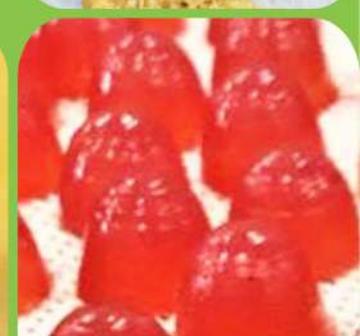




INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais

Campus
Rio Pomba



**Contribuições para a
área de alimentos:**

experiências do

Mestrado Profissional

em Ciência e Tecnologia

de Alimentos

campus Rio Pomba

1ª edição - Volume 1

Organizadores:

Aurélia Dornelas de Oliveira Martins

Wellington Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto

Maurilio Lopes Martins

Augusto Aloísio Benevenuto Junior

Eliane Maurício Furtado Martins

José Manoel Martins

Maurício Henrique Louzada Silva

Vanessa Riani Olmi Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais -
Campus Rio Pomba

Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos

Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos

**Contribuições para a Área de Alimentos:
Experiências do Mestrado Profissional em Ciência e
Tecnologia de Alimentos, Campus Rio Pomba**

Organizadores:

Aurélia Dornelas de Oliveira Martins

Wellington Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto

Maurilio Lopes Martins

Augusto Aloísio Benevenuto Junior

Eliane Maurício Furtado Martins

José Manoel Martins

Maurício Henriques Louzada Silva

Vanessa Riani Olmi Silva

1ª Edição

IF Sudeste MG

Rio Pomba/MG

2020

Direitos de Publicação Reservados ao IF Sudeste MG

Impresso no Brasil – ISBN: 978-65-87185-04-0

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais –
Campus Rio Pomba

Reitor: Charles Okama de Souza

Diretor Geral do Campus Rio Pomba: João Batista Lúcio Correa

Diretor de Pesquisa e Pós-Graduação: Rafael Monteiro Araújo Teixeira

Coordenador do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos:
Maurilio Lopes Martins

Normalização Bibliográfica: Ana Carolina Souza Dutra

Editoração Eletrônica: Ana Carolina Souza Dutra

Capa: Welliton Fagner da Cruz

Revisores: Bruno Gaudereto Soares

Cleiton de Souza Batista

Cleuber Raimundo da Silva

Débora Rezende Ferreira

Fabíola Cristina de Oliveira

Isabela Campelo de Queiroz

Patrícia Rodrigues Condé

Renata Cristina de Almeida Bianchini Campos

Roselir Ribeiro da Silva

Sabrina Késsia Gonçalves Pereira

Ficha Catalográfica elaborada pela Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação.
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais –
Campus Rio Pomba

Bibliotecária: Ana Carolina Souza Dutra CRB 6 / 2977

C764

v.1

Contribuições para a área de alimentos: experiências do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, *Campus* Rio Pomba. / organizadores Aurélia Dornelas de Oliveira Martins (*et al.*) – Rio Pomba, IF Sudeste MG, 2020.

177p. : il.

E-book.

ISBN: 978-65-87185-04-0

1. Pesquisa - Inovação 2. Desenvolvimento de produtos. 3. Processamento de alimentos. I. Martins, Aurélia Dornelas de Oliveira. II. Benevenuto, Wellington Cristina Almeida do Nascimento. III. Martins, Maurílio Lopes. IV. Benevenuto Júnior, Augusto Aloísio. V. Martins, Eliane Maurício Furtado Martins. VI. Martins, José Manoel. VII. Silva, Maurício Henriques Louzada. VIII. Silva, Vanessa Riani Olmi. IX. Título.

CDD:664

SUMÁRIO

| | |
|---|------------|
| PREFÁCIO | 1 |
| AUTORES | 2 |
| CAPÍTULO 1- ADIÇÃO DE INGREDIENTES FUNCIONAIS EM SORVETES | 5 |
| CAPÍTULO 2- ENRIQUECIMENTO DE BALAS E CONFEITOS COM BACTÉRIAS PROBIÓTICAS E POLPA DE FRUTAS: UMA ALTERNATIVA INOVADORA | 25 |
| CAPÍTULO 3- KEFIR ADICIONADO DE COPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS: ALTERNATIVA DE ALIMENTO PARA O CONSUMIDOR | 48 |
| CAPÍTULO 4- PERSPECTIVAS DA ADIÇÃO DE <i>LACTOBACILLUS</i> PROBIÓTICOS E SORO DE LEITE EM ALIMENTOS | 62 |
| CAPÍTULO 5- PERSPECTIVAS SOBRE O USO DE GRÃOS INTEGRAIS EM PRODUTOS CÁRNEOS | 82 |
| CAPÍTULO 6- POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE COCO E CALDO DE CANA NA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL | 101 |
| CAPÍTULO 7- PRODUÇÃO DE LEITE E TENDÊNCIAS DE MERCADO PARA QUEIJOS NO BRASIL | 140 |
| CAPÍTULO 8- ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FARINHA DE BAGAÇO DE MALTE E UTILIZAÇÃO EM PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO | 162 |

PREFÁCIO

É com imensa alegria que a equipe do curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos publica esta obra, cujo objetivo é divulgar as pesquisas realizadas pelo Programa de Pós-graduação do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, campus Rio Pomba.

Este livro foi escrito por professores e mestres profissionais e apresenta temas relevantes relacionados à Ciência e Tecnologia de Alimentos. É direcionado a profissionais da área, estudantes de graduação e pós-graduação, pesquisadores e professores.

Nessa primeira edição, intitulada “Contribuições para a Área de Alimentos: Experiências do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campus Rio Pomba”, estão presentes oito capítulos oriundos das revisões de literatura das dissertações defendidas em 2019 no Programa. Temas das linhas de pesquisa: Processamento de Alimentos e Desenvolvimento de Produtos e Segurança Alimentar e Gerenciamento Ambiental pertencentes ao Programa são abordados. Esses temas incluem assuntos como sorvetes, balas e confeitos, bactérias probióticas, kefir, coprodutos agroindustriais, produtos cárneos, cerveja artesanal, produção de leite e tendências de mercado para queijos, farinha de bagaço de malte e panificação.

Agradecemos a todos da equipe envolvida na organização deste livro, além dos professores do Programa, à Diretoria de Pesquisa e Pós-graduação pela concessão de bolsas a discentes e docentes, e à Pró-reitoria de Pesquisa e Inovação pelo apoio por meio de editais com bolsa para pesquisadores e discentes, além de recurso financeiro para aquisição de material de consumo para as pesquisas.

Esperamos que esta obra, que consiste no primeiro volume, possa lhes ser útil e venha contribuir com informações relevantes para a sua carreira profissional.

Coordenação do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Prof. Maurilio Lopes Martins

AUTORES

Adriana Couto Guerra

Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba.

E-mail: drifisioguerra@yahoo.com.br

Adriana da Conceição Teixeira de Moura

Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo IF Sudeste MG campus Rio Pomba

e-mail: adriana.moura@ifsudestemg.edu.br

Augusto Aloísio Benevenuto Júnior

Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG campus Rio Pomba.

e-mail: augusto.junior@ifsudestemg.edu.br

Aurélia Dornelas de Oliveira Martins

Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG campus Rio Pomba

e-mail: aurelia.dornelas@ifsudestemg.edu.br

Aureliano Claret da Cunha

Docente do Departamento de Alimentos - Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto

e-mail: aurelianocunha@hotmail.com

Betânia Cristina Rosa Soares

Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba.

e-mail: betania.cristina@ifsudestemg.edu.br

Cleuber Raimundo da Silva

Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG campus Rio Pomba.

e-mail: cleuber.raimundo@ifsudestemg.edu.br

Cristina Henriques Nogueira

Docente do Departamento de Matemática, Física e Estatística do IF Sudeste MG campus Rio Pomba.

e-mail: cristina.nogueira@ifsudestemg.edu.br

Daniela Aparecida Ferreira Souza

Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba.

e-mail: daniela.ferreira72@hotmail.com

Diana Clara Nunes de Lima

Docente do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ.

e-mail: dianaclara.nunes@gmail.com

Eliane Maurício Furtado Martins

Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG campus Rio Pomba

e-mail: eliane.martins@ifsudestemg.edu.br

Erik Flores Fernandes

Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo IF Sudeste MG campus Rio Pomba

e-mail: fernandeserikflores@gmail.com

Fabíola Cristina de Oliveira

Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG campus Rio Pomba

e-mail: fabiola.oliveira@ifsudestemg.edu.br

Frederico Souzalima Caldoncelli Franco

Docente do Núcleo de Educação Física do IF Sudeste MG - Campus Rio Pomba.

E-mail: frederico.franco@ifsudestemg.edu.br

Giovana Moreira da Costa

Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo IF Sudeste MG campus Rio Pomba

e-mail: giovana.moreira@gmail.com

Gustavo dos Santos Emiliano

Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa.

E-mail: gustavodseemiliano@gmail.com

Isabela Campelo de Queiroz

Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba.

e-mail: isabela.queiroz@ifsudestemg.edu.br

Jéssica Soares Miranda

Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba.

e-mail: jjessicasm@yahoo.com.br

José Manoel Martins

Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG campus Rio Pomba.

E-mail: jose.manoel@ifsudestemg.edu.br

Leila Francisca Campos de Sá

Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo IF Sudeste MG campus Rio Pomba.

E-mail: leilacampos92@gmail.com

Luzia das Dores de Assis

Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo IF Sudeste MG campus Rio Pomba

e-mail: luziajequeri@hotmail.com

Maria Paula Jensen Rodrigues

Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo IF Sudeste MG campus Rio Pomba.

e-mail: mariapaula.jensen@hotmail.com

Maurício Henriques Louzada Silva

Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG campus Rio Pomba

e-mail: mauricio.louzada@ifsudestemg.edu.br

Maurilio Lopes Martins

Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG - Campus Rio Pomba.

E-mail: maurilio.martins@ifsudestemg.edu.br

Raquel Amaral Cunha

Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba.

E-mail: raquelrp96@hotmail.com

Roselir Ribeiro da Silva

Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG campus Rio Pomba

e-mail: roselir.silva@ifsudestemg.edu.br

Vanessa Riani Olmi Silva

Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG campus Rio Pomba

e-mail: vanessa.riani@ifsudestemg.edu.br

Wellington Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto

Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba.

e-mail: wellingta.benevenuto@ifsudestemg.edu.br

Welliton Fagner da Cruz

Doutor em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas

e-mail: wellitondacruz@yahoo.com.br

CAPÍTULO 1 - ADIÇÃO DE INGREDIENTES FUNCIONAIS EM SORVETES

Daniela Aparecida Ferreira Souza
Augusto Aloísio Benevenuto Júnior
Eliane Maurício Furtado Martins
Roselir Ribeiro da Silva
Wellington Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto

1 INTRODUÇÃO

Os alimentos funcionais são alimentos naturais ou processados que apresentam compostos biologicamente ativos conhecidos que, quando administrados em quantidades definidas, conferem benefícios para a saúde (NEFFE-SKOCIŃSKA *et. al.*, 2018). Os alimentos que contêm extratos vegetais com propriedades antioxidantes, ácidos graxos poliinsaturados, probióticos, vitaminas e minerais são alvos dessa tendência de consumo de produtos funcionais (DIAS *et. al.*, 2017).

Os alimentos probióticos apresentam rápido crescimento entre os alimentos funcionais, sendo amplamente aceitos pelos consumidores. A adição de probióticos em produtos lácteos é comum, no entanto, a indústria alimentícia busca produzir diferentes alimentos probióticos, além de produtos lácteos com potenciais benefícios para a saúde (BAKR, 2015).

A produção de alimentos funcionais contendo ingredientes prebióticos também é uma área de interesse na indústria de alimentos, sendo um mercado muito promissor, não apenas por razões econômicas, mas por evidências científicas de seus benefícios (ROLIM, 2015). Segundo Rios *et. al.* (2014) o aumento da obesidade levou a um aumento da preocupação com a saúde. Diante disso, os alimentos com baixo teor de gordura também vêm despertando interesse dos consumidores, tornando-se assim uma nova tendência de mercado (AKBARI; ESKANDARI; DAVOUDI, 2019, RIOS *et. al.*, 2014), uma vez que a população está cada vez mais exigente e consumindo cada vez mais produtos saudáveis (VILLALVA *et. al.*, 2017).

De acordo com Akbari; Eskandari; Davoudi (2019) os sorvetes apresentam aproximadamente 12% de gordura e esta desempenha um papel significativo nas propriedades estruturais e sensoriais do mesmo. Entretanto, o elevado teor de gordura e

alto valor calórico, tornam seu consumo limitado por indivíduos que apresentam restrição calórica e ao consumo de gordura.

A instabilidade em relação à temperatura é um fator que limita o consumo e a comercialização dos sorvetes. Segundo Leducq; NDoye; Alvarez (2015) sorvete é um produto sensível às variações de temperatura e essas variações durante as etapas de armazenamento e distribuição podem resultar em uma redução da qualidade.

Diante disso, a substituição parcial da gordura por um prebiótico pode ser uma alternativa para melhorar as características nutricionais e reológicas do sorvete. A biomassa de banana verde é conhecida pela grande concentração do prebiótico amido resistente, o que torna seu uso promissor como substituta da gordura.

Estudos apontam que a biomassa de banana verde apresenta funcionalidade de amaciamento comum à gordura, além de possuir um sabor neutro após o cozimento e o amido resistente de baixo índice glicêmico. Souza *et. al.* (2018) concluíram que foi possível substituir 25% da gordura por purê de banana verde em bolo de libra. Wrobel; Teixeira (2017) também obtiveram resultados interessantes a nível tecnológico com uso da biomassa de banana verde em sorvete.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Sorvete

De acordo com a RDC nº 267 de setembro de 2003 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), os gelados comestíveis são produtos alimentícios obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas, com ou sem a adição de outros ingredientes e substâncias, ou de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes e substâncias que tenham sido submetidas ao congelamento, em condições que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante o armazenamento, o transporte, a comercialização e a entrega ao consumo (BRASIL, 2003).

Os gelados comestíveis devem ser designados por denominações consagradas pelo uso, podendo ser usadas expressões relativas ao ingrediente que caracteriza o produto e/ou ao processo de obtenção e/ou forma de apresentação e/ou característica específica (BRASIL, 2005). Além do sorvete, existem também os gelados e as

sobremesas congeladas que são popularmente conhecidos em todo o mundo e têm composições diferentes (TOPOLSKA *et. al.*, 2017, ZANJANI *et. al.*, 2017).

O sorvete é um produto lácteo consumido mundialmente por um público bem amplo, que vai desde crianças até adultos (SONGTUMMIN; LEENANON, 2016). Diante do aumento da preocupação com a saúde, o setor de sorvetes vem passando por transformações devido às novas expectativas e exigências dos consumidores em busca de produtos mais saudáveis.

Entretanto, considerando que o sorvete é uma matriz alimentar complexa que contém várias fases físicas, a remoção de um ingrediente pode afetar não apenas as propriedades físicas, mas também várias características sensoriais que podem ou não serem relevantes para os consumidores. A remoção de gordura pode alterar algumas características sensoriais e estruturais do sorvete, visto que, a mesma contribui para a textura, sensação na boca e sabor, além de servir também como um elemento estrutural (ROLON *et. al.*, 2017). Alguns consumidores exigem produtos com baixo teor de gordura, mas ao mesmo tempo exigem que esses produtos tenham as mesmas propriedades daqueles com gordura integral (NARVHUS; ØSTBY; ABRAHAMSEN, 2019).

O desenvolvimento de produtos com reduzido de teor de gordura que apresentem boa aceitação e os avanços percebidos nessa área são muito positivos para o mercado consumidor, que busca cada vez mais alternativas saudáveis e com maior valor agregado (RIOS *et. al.*, 2014).

O setor de sorvetes está inserido nessa tendência de incorporação de compostos funcionais, o que pode ser constatado pela oferta de produtos com adição de prebióticos, probióticos, simbióticos, fibras alimentares, antioxidantes naturais como polifenóis, ácidos graxos essenciais e poli-insaturados, misturas de baixo índice glicêmico, além daquelas enriquecidas com minerais ou elementos-traço (SOUKOULIS; FISK; BOHN, 2014).

2.2 Ingredientes funcionais

A demanda por alimentos funcionais está alinhada ao estilo de vida saudável devido ao aumento da preocupação e percepção dos consumidores de que a dieta está diretamente relacionada à saúde (KSTER-BOLUDA; VIDAL-CAPILLA, 2017). No entanto, manter a qualidade e as características dos alimentos funcionais, semelhantes às dos produtos originais, é primordial para atender o público consumidor.

A indústria alimentícia está em constante busca no desenvolvimento de alimentos funcionais para satisfazer a crescente demanda dos consumidores (PARUSSOLO *et. al.*, 2017, VILLALVA *et. al.*, 2017). Assim, vários setores da indústria de alimentos têm buscado enriquecer alimentos com compostos funcionais, sendo o principal desafio a manutenção da estabilidade destas propriedades funcionais durante o processamento e armazenamento até o consumo (DIAS *et. al.*, 2017).

Os prebióticos são encontrados em várias hortaliças e frutas e são considerados componentes funcionais que apresentam vantagens tecnológicas significativas. Sua adição melhora as características sensoriais, como sabor e textura, estabilidade de espumas, emulsões e sensação bucal em uma grande variedade de aplicações alimentares, como produtos lácteos e pães (AL-SHERAJI *et. al.*, 2013).

Além dos prebióticos, a incorporação de culturas probióticas em sorvetes também é muito promissora, visto que este tipo de produto agrada a maioria dos consumidores e o setor está em constante crescimento, possibilitando inovação industrial. Vários estudos comprovam que produtos lácteos congelados são excelentes veículos carreadores de bactérias probióticas (SILVA *et. al.*, 2014, AKIN; SONGTUMMIN; LEENANON, 2016, ABOULFAZLI; SHORI; BABA 2016, CHIQUETTI *et. al.*, 2016, ABDELAZEZ *et. al.*, 2017).

A introdução de prebióticos e probióticos como suplementos alimentares diários é uma forma promissora para o controle de infecções entéricas ou outras infecções crônicas, promovendo a saúde intestinal (PENG; REICHMANN; BISWAS, 2015). Para Miremadi; Sherkat; Stojanovska (2016) a intervenção dietética mais popular inclui o uso de probióticos e prebióticos no desenvolvimento de alimentos funcionais.

Os simbióticos são basicamente uma combinação sinérgica de probióticos e prebióticos, com efeitos terapêuticos, pois estes favorecem o crescimento dos probióticos no cólon, sendo, portanto, os simbióticos, essenciais para uma boa saúde colônica, atuando na prevenção de doenças e/ou como alternativas para reduzir o risco associado a doenças (MOHANTY *et. al.*, 2018).

2.3 Prebióticos como substitutos de gordura

Os prebióticos são geralmente definidos como "ingredientes alimentares não digeríveis que afetam benéficamente o hospedeiro ao estimular seletivamente o

crescimento e/ou a atividade de uma ou um número limitado de espécies bacterianas já estabelecidas no cólon e, assim, melhorar a saúde do hospedeiro" (FAO/WHO, 2001).

No intestino, os prebióticos são fermentados por bactérias benéficas para produzir ácidos graxos de cadeia curta (AL-SHERAJI *et. al.*, 2013), desempenhando, assim, um papel importante na melhoria do crescimento das bactérias intestinais (ASHWINI *et. al.*, 2019). Os prebióticos podem ser encontrados em várias fontes naturais de alimentos, como frutas e verduras ou obtidos sinteticamente por digestões enzimáticas (KHANGWAL; SHUKLA, 2019, ASHWINI *et. al.*, 2019).

Quando consumidos permanecem inalterados no trato gastrointestinal, pelo fato de as enzimas gástricas não atuarem sobre os mesmos. Dessa forma, eles atingem o intestino grosso intactos, e são seletivamente fermentados para promover efeitos benéficos (MOHANTY *et. al.*, 2018).

De acordo com Mohanty *et. al.* (2018) os prebióticos apresentam mecanismos de ação direta e indireta na saúde. Além de fornecerem nutrientes para a microbiota intestinal, eles também oferecem benefícios diretos como inibição do crescimento das bactérias patogênicas, estímulo às células imunológicas, inibição de células cancerígenas, remoção do colesterol, redução do risco de doenças cardiovasculares, prevenção da obesidade, melhora na absorção de minerais e regulação do metabolismo de lipídeos, além de aumento da densidade óssea (MOHANTY *et. al.*, 2018, ASHWINI *et. al.*, 2019).

Atualmente, os prebióticos são adicionadas como suplemento em vários produtos alimentícios, como laticínios, bebidas, fórmulas infantis e produtos cárneos (ASHWINI *et. al.*, 2019) e alguns prebióticos apresentam funcionalidade tecnológica no setor de sorvetes, sendo utilizados como substitutos de gordura nas formulações de sorvetes e sobremesas lácteas congeladas. Os substitutos de gordura mais comuns incluem , maltodextrina, polidextrose, proteínas do leite, proteínas de soja, fibras alimentares, tais como inulina, e amidos (AKBARI; ESKANDARI; DAVOUDI, 2019).

A gordura é um ingrediente multifuncional no sorvete, sendo responsável pela promoção de sabor, cor, textura e sensação na boca (RIOS *et. al.*, 2014). Muitos substitutos de gordura vêm sendo utilizados em sorvetes, no entanto eles podem ocasionar defeitos texturais e sensoriais causados pela redução do conteúdo de gordura (AKBARI; ESKANDARI; DAVOUDI, 2019).

Atributos, como textura suave e cremosa, aparência leitosa e cremosa, sabor agradável e os efeitos de saciedade são influenciados pelas partículas de gordura. Essas características são relevantes para os consumidores e, conseqüentemente, cruciais para o sucesso do produto no mercado. Portanto, é importante identificar estratégias comercialmente viáveis que sejam capazes de remover ou reduzir o conteúdo de gordura dos alimentos sem alterar suas características sensoriais e nutricionais (RIOS *et. al.*, 2014).

A cremosidade é reconhecida como um atributo sensorial complexo, sendo descrita como uma propriedade agradável e desejável que está intimamente relacionada a outros atributos como espessura, maciez, revestimento bucal e sabor lácteo (DICKINSON, 2018).

Produtos com baixo teor de gordura são cada vez mais populares sendo, portanto, requerida a manutenção das propriedades funcionais (NARVHUS; ØSTBY; ABRAHAMSEN, 2019). O desenvolvimento bem sucedido de produtos com reduzido teor de gordura ainda é um desafio, devido ao fato da gordura desempenhar diversos papéis na determinação dos atributos físico-químicos e sensoriais desejáveis e porque os consumidores que desejam ou necessitam substituir esse ingrediente buscam produtos com características semelhantes às do produto original (RIOS *et. al.*, 2014).

Alguns estudos foram realizados utilizando prebióticos como substitutos da gordura. Rolon *et. al.* (2017) avaliaram o efeito da substituição de gordura por maltodextrina nas propriedades físicas de sorvete de baunilha e na aceitação do consumidor. Akbari *et. al.* (2016) investigaram a possibilidade de substituir a gordura do sorvete por inulina na obtenção de sorvete com baixo teor de gordura e com propriedades prebióticas. Balthazar *et. al.* (2017) avaliaram os efeitos da substituição da gordura em sorvetes de leite de ovelha por fibras prebióticas e obtiveram resultados favoráveis.

Souza *et. al.* (2018) utilizaram purê de banana verde como substituta de gordura em bolo e obteve resultados satisfatórios com substituição de 25% da gordura pelo purê de banana verde. Além da gordura, foi possível também obter uma redução de 20% a 40% de açúcar nos bolos com baixo teor de gordura.

Diante da necessidade de atender às demandas dos consumidores por produtos com reduzido teor de gordura é importante avaliar a possibilidade da substituição deste

componente por prebióticos, os quais possibilitariam a obtenção de alimentos com menor valor calórico, sendo uma opção atrativa para a adição em sorvetes (CRUZ *et. al.*, 2011).

2.4 Biomassa de banana verde

A biomassa de banana verde é o produto obtido da banana verde cozida, separando a casca da polpa e seguida da trituração desta para obtenção do purê. A banana verde é uma fonte complexa de carboidratos, principalmente amido resistente, além de minerais, vitaminas e fibras (ALVARENGA *et. al.*, 2011). Diante disso, o consumo de produtos obtidos da banana verde vem crescendo devido aos benefícios nutricionais e fisiológicos conferidos à saúde humana (RIQUETTE *et. al.*, 2019).

Para Mesquita *et. al.* (2018) a banana verde tem sido estudada como uma fonte potencial de amido para uso em várias aplicações. O amido da banana verde é conhecido como uma boa fonte de amido resistente à digestão (JIANG *et. al.*, 2015), não sendo degradado pelas enzimas digestivas humanas e, portanto, fermentado no cólon, produzindo ácidos graxos de cadeia curta (ASHWAR *et. al.* 2016).

Costa *et. al.* (2017a) avaliaram o potencial prebiótico da banana verde devido ao seu conteúdo de amido resistente, produzindo iogurtes fermentados por culturas de *Lactobacillus delbrueckii*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium bifidum* e *Lactobacillus acidophilus* enriquecidos com três concentrações de polpa de banana verde industrializada (3%, 5% e 10% p/v). A polpa de banana verde adicionada ao iogurte estimulou a multiplicação de *L. acidophilus* após o primeiro dia de fermentação e *B. bifidum* após sete dias de armazenamento refrigerado em comparação com o controle que consistiu em iogurte sem adição de polpa de banana verde. Os resultados mostram que a polpa de banana verde apresentou potencial prebiótico sem interferir nas características físico-químicas ou sensoriais, promovendo efeitos positivos no perfil de textura.

2.5 Amido resistente

O amido é o polissacarídeo de armazenamento mais abundante nas plantas, mas nem todo amido presente em um alimento é digerível (RAIGOND; EZEKIEL; RAIGOND, 2014). O amido resistente abrange essa forma de amido, que não é acessível às enzimas digestivas humanas e é fermentado no cólon, produzindo ácidos graxos de cadeia curta

(ASHWAR *et. al.*, 2016). Ele consiste em uma molécula linear de α -1,4-*d*-glucano e deriva principalmente da amilose retrógrada (RAIGOND; EZEKIEL; RAIGOND, 2014).

A taxa e a extensão da digestão são afetadas por um grande número de fatores, todos interligados, o que complica a compreensão da natureza resistente dos grânulos de amido (RAIGOND; EZEKIEL; RAIGOND, 2014).

A banana verde é conhecida como uma boa fonte de amido resistente à digestão. No entanto, há poucas informações sobre as transformações estruturais durante a digestão e relações causais entre a digestibilidade e as características estruturais do amido da banana. A distribuição de amilopectina no comprimento da cadeia sugere que a alta ramificação, longas cadeias internas e grande proporção de cadeias curtas tornam o amido de banana resistente à digestão (JIANG *et. al.*, 2015).

De acordo com Fabbri; Schacht; Crosby (2016) este amido está associado a muitos benefícios à saúde atribuídos à fibra dietética. O amido resistente pode alterar a função do trato gastrointestinal melhorando a saúde humana, particularmente em adultos com risco para diabetes (MARLLAT *et. al.*, 2018). Segundo Bi *et. al.* (2017) o alto teor de amido resistente nas bananas verdes pode ajudar a aliviar a constipação, controlar o diabetes e a obesidade e prevenir o câncer de cólon.

Para Lei *et. al.* (2015) o amido resistente promove efeitos benéficos na regulação do nível de glicose no sangue e no metabolismo lipídico, podendo reduzir o acúmulo de gordura, aumentar a sensibilidade à insulina, pode ser promissor para a prevenção ou tratamento da obesidade e de suas doenças relacionadas. Além disso, favorece, também, o aumento da absorção de minerais e tem potencial para modificar a oxidação da gordura (ASHWAR *et. al.*, 2016).

Devido às suas características físico-químicas e propriedades funcionais, o amido resistente pode ser utilizado em ampla gama de produtos alimentícios possibilitando a obtenção de produtos de elevada qualidade (ASHWAR *et. al.*, 2016), sendo utilizados como ingredientes ou aditivos básicos adicionados em pequenas quantidades para aumentar rendimento apresentação e preservação de produtos (FONTES *et. al.*, 2017).

2.6 Probióticos em sorvete

Probióticos são microrganismos que quando administrados em quantidades adequadas conferem benefícios para a saúde (FAO/WHO, 2001). Eles apresentam uma

vasta e bem sucedida aplicabilidade. As estirpes dos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* são clássicas e possuem propriedades probióticas com potencial uso na profilaxia, bem como no tratamento de uma variedade de distúrbios do trato gastrointestinal (KICH *et. al.*, 2016).

De acordo com Ayar *et. al.* (2017) os probióticos não são apenas microrganismos vivos, mas também estirpes seguras que beneficiam a saúde humana. Estes microrganismos têm várias funções de promoção da saúde, como prevenção de infecções do trato intestinal, melhora no metabolismo da lactose, redução do nível de colesterol, aumento da imunidade, estímulo na absorção de cálcio, melhora na digestibilidade das proteínas, síntese de vitaminas (vitamina B, ácido nicotínico e ácido fólico) efeitos na redução de atuação de patógenos de origem alimentar, entre outros (PANGHAL *et. al.*, 2018). Eles auxiliam também na diminuição da diarreia e constipação, sintomas digestivos, controle glicêmico, lipídeos sanguíneos e melhora na saúde bucal (SCOURBOUTAKOS *et. al.*, 2017).

Devido aos inúmeros benefícios conferidos à saúde, o consumo desses microrganismos tem aumentado constantemente (ETCHEPARE *et. al.*, 2015). Esse fato levou a um aumento no interesse por essas bactérias, principalmente, para a preparação de alimentos funcionais (TARRAH *et. al.*, 2019).

O mercado global de probióticos cresceu muito nos últimos anos, orientado pela crescente demanda de consumidores por dietas saudáveis. Isso fez com que as indústrias alimentícias desenvolvessem novos produtos contendo essas bactérias, aumentando o número de pesquisas sobre suas características específicas, bem como seus efeitos sobre a saúde humana (ESPITIA *et. al.*, 2016).

As bactérias probióticas são adequadas para serem adicionadas a uma variedade de alimentos (KEMSAWASD; CHAIKHAM; RATTANASENA, 2016), sendo estes, responsáveis por efeitos de suporte imunológico no trato gastrointestinal (MOHANTY *et. al.*, 2018).

De acordo com Moumita *et. al.* (2017) a tolerância gastrointestinal é indispensável para permitir que as células vivas cheguem ao cólon intestinal em números suficientes para conferir benefícios à saúde do hospedeiro. Alguns estudos já foram realizados para avaliar a tolerância dos probióticos expostos a pH baixos e alta concentração de bile, visto

que são condições que as bactérias probióticas devem enfrentar no trato gastrointestinal (MALEKI *et. al.*, 2015).

Alguns microrganismos conseguem desenvolver mecanismos de adaptação para manterem-se viáveis no estômago e no intestino. Os fatores presentes no trato gastrointestinal, como o pH baixo, os sais biliares, o estresse oxidativo e osmótico, juntamente com a falta de nutrientes, levaram *Lactobacillus* a desenvolverem essa adaptação. Algumas respostas que permitem que as células probióticas resistam e se adaptem ao ambiente do trato gastrointestinal (TGI) incluem a biossíntese de exopolissacarídeos, a formação de biofilmes, a regulação da síntese protéica e a produção de polifosfato inorgânico (COSTA *et. al.*, 2017b).

Produtos lácteos fermentados, como iogurte e bebidas fermentadas de soro, compreendem a maioria dos alimentos que contêm culturas probióticas, além de queijos, sorvetes e sobremesas lácteas (GRANATO *et. al.*, 2018). As culturas probióticas não tendem a modificar significativamente as características sensoriais dos sorvetes e sobremesas congeladas e apresentam uma boa viabilidade durante o período de armazenamento do produto (CRUZ *et. al.*, 2011).

Assim, o sorvete pode representar um bom veículo para culturas probióticas, devido à sua composição, a qual inclui, entre outros, proteínas do leite, gordura e lactose. Estes fatores e baixas temperaturas favorecem a manutenção da viabilidade celular das culturas e, em virtude da sua menor acidez, apresenta grande aceitação pelos consumidores, especialmente entre aqueles que preferem produtos de sabor suave (CRUZ *et. al.*, 2011). Além disso, o armazenamento congelado ajuda a estabilizar as culturas probióticas (GRANATO *et. al.*, 2018).

Estudos recentes vêm sendo realizados e diferentes espécies e estirpes de probióticos tem sido testadas em sorvetes (QUADRO 1).

Quadro 1 - Estudos relacionados à adição probióticos em sorvetes

| Probiótico | Matriz | Produto alimentício | Referência |
|---|--|---|----------------------------------|
| <i>Lactobacillus rhamnosus</i> (ASCC 290); <i>Lactobacillus casei</i> (ATCC 334) | Leite de vaca | Sorvete | Farias <i>et. al.</i> (2019) |
| <i>Lactobacillus rhamnosus</i> B442, <i>Lactobacillus rhamnosus</i> 1937, <i>Lactococcus lactis</i> JBB 500 | Leite | Sorvete | Góral <i>et. al.</i> (2018) |
| <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Bifidobacterium lactis</i> (Bb12) | Leite | Sorvete | Akalin <i>et. al.</i> (2018) |
| <i>Lactobacillus casei</i> (431) | Leite de cabra | Sorvetes com frutas brancas e azuis escuras de <i>Myrtus communis</i> | Öztürk; Demirce; Akin (2018) |
| <i>Lactobacillus casei</i> 01 | Leite de ovelha | Sorvete | Balthazar <i>et. al.</i> (2018) |
| <i>Lactobacillus casei</i> 01 <i>Lactobacillus acidophilus</i> LA 5 | Leite desnatado | Sorvete de baixo teor de gordura | Chaikham; Rattanasena (2017) |
| <i>Bifidobacterium lactis</i> (BI-04) | Leite e butiá | Sorvete butiá | Cruxen <i>et. al.</i> (2017) |
| <i>Lactobacillus acidophilus</i> | Sorvete | Sorvete | Ergin <i>et. al.</i> (2016) |
| <i>Lactobacillus acidophilus</i> (LA-05) ou <i>Bifidobacterium bifidum</i> (BB-12) | Leite de vaca, soja e leite de coco | Sorvete fermentado | Aboulfazli; Shori; Baba (2016) |
| <i>Lactobacillus acidophilus</i> LA5 e <i>Bifidobacterium animalis</i> BB-12 | Leite em pó desnatado; extrato de soja e / ou soro de leite proteína isolada + inulina | Sorvete de maçã | Matias <i>et. al.</i> (2016) |
| <i>Bifidobacterium animalis</i> subsp <i>lactis</i> BLC1 | Leite de cabra | Sorvete | Silva <i>et. al.</i> (2015) |
| <i>Lactobacillus acidophilus</i> (LA 5) | Leite e purê de maçã | Sorvete à base de frutas | Senanayake <i>et. al.</i> (2013) |
| <i>Lactobacillus acidophilus</i> LA-5 <i>Bifidobacterium animalis</i> subsp <i>lactis</i> BB-12, <i>Propionibacterium jensenii</i> 702 | Leite de cabra e iogurte | Sorvete | Ranadheera <i>et. al.</i> (2012) |

Fonte: dos autores

2.7 *Lactobacillus casei*

As bactérias do gênero *Lactobacillus* são bastonetes de cadeias longas, Gram positivos e catalase negativos, imóveis, apresentam necessidade de nutrientes complexos, sendo seu crescimento facilitado pela presença de CO₂. São bactérias que fermentam carboidratos produzindo ácido láctico, podendo ser homo ou heterofermentativos. Devido a essa característica, os lactobacilos podem ser bastante úteis na produção de alimentos, sendo encontrados normalmente em produtos lácteos (FRANCO; LANDGRAF, 2008, JAY, 2005).

Lactobacillus casei é uma bactéria ácido láctica, Gram positiva utilizada em fermentações lácteas e presente na microbiota natural do intestino humano (VINOGRADOV *et. al.*, 2016). Pertence a uma subclasse de comensais que modulam as respostas inatas da mucosa e possivelmente exibem propriedades anti-inflamatórias (TIEN *et. al.*, 2006).

Farias *et. al.* (2019) investigaram a viabilidade e avaliaram a sobrevivência de *Lactobacillus rhamnosus* e *Lactobacillus casei* em sorvete de cajá amarelo. Foram realizados testes comparando a resistência das culturas em baixa temperatura, eficiência na forma encapsulada com quitosana alginato de cálcio e sobrevivência das células na simulação do ambiente gastrointestinal. O sorvete foi armazenado a -18 °C por 150 dias. Os resultados encontrados mostraram que *L. rhamnosus* ASCC 290 encapsulado apresentou melhor resistência à baixa temperatura, enquanto o *L. casei* ATCC 334 mostrou maior sobrevivência durante o processo de encapsulamento e no ambiente gastrointestinal. Observou-se que a melhor opção para a preparação do sorvete funcional de cajá amarelo, considerando a redução na viabilidade sofrida, foi *L. rhamnosus* livre ASCC 290 ou *L. casei* ATCC 334 encapsulado.

Balthazar *et. al.* (2018) avaliaram a viabilidade de *L. casei* 01 em sorvete probiótico e simbiótico com adição de *L. casei* e inulina e os resultados mostraram que em todas as formulações *L. casei* 01 manteve viabilidade acima do nível terapêutico mínimo (> 6 log UFC/mL) durante os 150 dias de armazenamento a -18°C. Em relação o teste *in vitro*, a inulina não afetou a sobrevivência de *L. casei* após a passagem pelo trato gastrointestinal simulado, pois a contagem no primeiro dia de armazenamento era de 7,06 ± 0,01 Log UFC/mL, e no tempo 150 dias de armazenamento a contagem foi de 5,18 ± 0,06 Log UFC/mL.

Homayouni; Norouzi (2016) avaliaram a sobrevivência de *L. casei* CRL-431 em sorvete fermentado de soja. A contagem de bactéria probiótica foi determinada antes do congelamento e imediatamente após o congelamento, bem como no final de cada semana durante 1 mês. Em seguida, foi realizada a contagem de todos os meses até 180 dias de armazenamento a - 24 °C e os autores observaram que não houve uma redução significativa na viabilidade de *L. casei* no sorvete. A contagem de células viáveis de *L. casei* era de $3,1 \times 10^6$ UFC/g antes do congelamento e passou para 1×10^6 UFC/g ao final do estudo.

A viabilidade bacteriana é um requisito para probióticos em aplicações alimentares, sendo a manutenção de uma alta taxa de viabilidade, importante para garantir seus efeitos benéficos (LIAO *et. al.*, 2017).

3 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O aumento da preocupação com a saúde e a busca por produtos mais saudáveis vem impulsionando o mercado dos produtos com alegação de funcionalidade. Diante desse novo cenário na alimentação, a indústria alimentícia está em constante busca por ingredientes com apelo funcional e que mantenham as características originais dos produtos.

Os prebióticos vem sendo cada vez mais utilizados na produção de alimentos e como substituta de gordura. A biomassa de banana verde é rica em prebióticos, conhecido como amido resistente, que pode ser utilizada como substituta da gordura em produtos como sorvetes.

Além dos prebióticos, os probióticos também são uma tendência na indústria de alimentos. Resultados promissores utilizando essas bactérias na indústria de alimentos já foram relatados em diversos estudos.

Em relação à biomassa de banana verde, mais estudos devem ser realizados para caracterização da mesma em relação à composição nutricional e para avaliar possibilidades da sua utilização na indústria de alimentos.

REFERÊNCIAS

- ABDELAZEZ, A.; MUHAMMAD, Z.; ZHANG, Q. X.; ZHU, Z.T.; ABDELMOTAAL, H.; SAMI, R.; MENG, X. C. Production of a Functional Frozen Yogurt Fortified with *Bifidobacterium* spp. **BioMed Research International**, v. 2017, p.1-10, 2017.
- ABOULFAZLI, F.; SHORI, A.B.; BABA, A.S. Effects of the replacement of cow milk with vegetable milk on probiotics and nutritional profile of fermented ice cream. **LWT - Food Science and Technology**, v. 70, p. 261-270, 2016.
- AKALIN, A.S.; KESENKAS, H.; DINKCI, N.; UNAL, G.; OZER, E.; KINIK, O. Enrichment of probiotic ice cream with different dietary fibers: Structural characteristics and culture viability. **Journal of Dairy Science**, v.101, n. 1, p. 37-46, 2018.
- AKBARI, M.; ESKANDARI, M.H.; NIAKOSARI, M.; BEDELTAVANA, A. The effect of inulin on the physicochemical properties and sensory attributes of low-fat ice cream. **International Dairy Journal**, v. 57, p. 52-55, 2016.
- AKBARI, M; ESKANDARI, M.H.; DAVOUDI, Z. Application and functions of fat replacers in low-fat ice cream: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 86, p. 34-40, 2019.
- AKIN, M.B.; DASNIK, F. Effects of ascorbic acid and glucose oxidase levels on the viability of probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in symbiotic ice-cream. **Mljekarstvo**, v.65, n. 2, p. 121-129, 2015.
- AL-SHERAJI, S.H.; ISMAIL, A.; MANAP, M.Y.; MUSTAFA, S.; YUSOF, R.M.; HASSAN, F.A. Prebiotics as functional foods: A review. **Journal of Functional Foods**, v. 5, p. 1542-1553, 2013.
- ALVARENGA, N.B.; BORRALHO, E.; ESCOLA, H.; ANDRÉ, S.; CAROLA, T.; RIBEIRO, C.M.; DIAS, J.M.; TAIPINA, M.S.; LAMARDO, L.C.A.; BALIAN, S.C.; CANADA, J.S.B. Sensory properties of macaroni with and without green banana pulp and the application of ⁶⁰ Cobalt Ionizing Radiation. **Procedia Food Science**, v. 1, p. 1987-1991, 2011.
- ASHWAR, B.A.; GANI, A.; SHAH, A.; WANI, I.A.; MASOODI, F.A. Preparation, health benefits and applications of resistant starch - a review. **Starch/Stärke**, v.68, p. 287-301, 2016.
- ASHWINI, A.; RAMYA, H.N.; RAMKUMAR, C.; REDDY, K.R.; KULKARNI, R.V.; ABINAYA, V.; NAVEEN, S.; RAGHU, A.V. Reactive mechanism and the applications of bioactive prebiotics for human health: Review. **Journal of Microbiological Methods**, v.159, p. 128-137, 2019.
- AYAR, A.; SIÇRAMAZ, H.; ÖZTÜRK, S.; YILMAZ, S.Ö. Probiotic properties of ice creams produced with dietary fibres from by-products of the food industry. **International Journal of Dairy Technology**, v. 70, p. 1-9, 2017.

BAKR, S.A. The potential applications of probiotics on dairy and non-dairy foods focusing on viability during storage. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 4, p. 423-431, 2015.

BALTHAZAR, C.F.; SILVA, H.L.A.; CAVALCANTI, R.N.; ESMERINO, E.A.; CAPPATO, L.P.; ABUD, Y.K.D.; MORAES, J.; ANDRADE, M.M.; FREITAS, M.Q.; SANT'ANNA, C.; RAICES, R.S.L.; SILVA, M.C.; CRUZ, A.G. Prebiotics addition in sheep milk ice cream: A rheological, microstructural and sensory study. **Journal of Functional Foods**, v. 35, p.564-573, 2017.

BALTHAZAR, C.F.; SILVA, H.L.A.; ESMERINO, E.A.; ROCHA, R.S.; MORAES, J.; CARMO, M.A.V.; AZEVEDO, L.; CAMPS, I.; ADUDE, Y.K.D.; SANT'ANNA, C.; FRANCO, R.M.; FREITAS, M.Q.; SILVA, M.C.; RAICES, R.S.L.; ESCHER, G.B.; GRANATO, D.; RANADHEERA, C.S.; NAZARRO, F.; CRUZ, A.G. The addition of inulin and *Lactobacillus casei* 01 in sheep milk ice cream. **Food Chemistry**, v. 246, p. 464-472, 2018.

BI, Y.; ZHANG, Y.; JIANG, H.; HONG, Y.; GU, Z.; CHENG, L.; LI, Z.; LI, C. Molecular structure and digestibility of banana flour and starch. **Food Hydrocolloids**, v. 72 p. 219-227, 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 267, de 25 de setembro de 2003. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Industrializadores de Gelados Comestíveis e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Industrializadores de Gelados Comestíveis. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 de setembro de 2003.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005. Aprova o "Regulamento Técnico para Gelados Comestíveis e Preparados para Gelados". **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 de setembro de 2005.

CHAIKHAM, P.; RATTANASENA, P. Combined effects of low-fat ice cream supplemented with probiotics on colon microfloral communities and their metabolites during fermentation in a human gut reactor. **Food Bioscience**, v. 17, p. 35-41, 2017.

CHIQUETTI, R.L.; CASTRO, E.M.; VALÉRIO, G.D.; BERNINI, L.J.; SUGUIMOTO, H.H.; SANTANA, E.H.W.; ALEGRO, L.C.A.; SOUZA, C.H.B. Viability of the probiotic *Lactobacillus acidophilus* La-5 in ice cream: effect of lactose hydrolysis and overrun. **International Food Research Journal**, v. 23, n.6, p. 2631-2637, 2016.

COSTA, E.L. da; ALENCAR, N.M.M.; RULLO, B.G. dos S.; TARALO, R.L. Effect of green banana pulp on physicochemical and sensory properties of probiotic yoghurt. **Food Science and Technology**, v.37, n.3, p.363-368, 2017a.

COSTA, M.G.M.; OOKI, G.N.; VIEIRA, A.D.S.; BEDANI, R.; SAAD, S.M.I. Synbiotic Amazonian palm berry (açai, *Euterpeoleracea* Mart.) ice cream improved *Lactobacillus rhamnosus* GG survival to simulated gastrointestinal stress. **Food Function**, v. 8, n. 731, 2017b.

CRUXEN, C.E. dos S.; HOFFMANN, J. F.; ZANDONÁ, G. P.; FIORENTINI, A. M.; ROMBALDI, C. V.; CHAVES, F. C. Probiotic butia (*Butia odorata*) ice cream: Development, characterization, stability of bioactive compounds, and viability of *Bifidobacterium lactis* during storage. **LWT - Food Science and Technology**, v.75, p. 379-385, 2017.

CRUZ, A.G. da; ANTUNES, A.E.C.; HARAMI, J.B.; SOUZA, A.L.O.P. de; FARIA, J.A.F.; SAAD, S.M.I. Sorvetes probióticos e prebióticos. In: SAAD, S.M.I.; CRUZ, A.G. da; FARIA, J.A.F. 1. ed. **Probióticos e prebióticos em alimentos: fundamentos e aplicações tecnológicas**. São Paulo: Varela, 2011.

DIAS, D.R.; BOTREL, D.A.; FERNANDES, R.V.D.B.; BORGES, S.V. Encapsulation as a tool for bioprocessing of functional foods. **Current Opinion in Food Science**, v.13, p. 31-37, 2017.

DICKINSON, E. On the road to understanding and control of creaminess perception in food colloids. **Food Hydrocolloids**, v. 77, p. 372-385, 2018.

ERGIN, F.; ATAMER, Z.; ARSLAN, A.A.; GOCER, E.M.C.; DEMIR, M.; SAMTLEBE, M.; HINRICHS J.; KÜCÜKCETIN, A. Application of cold- and heat-adapted *Lactobacillus acidophilus* in the manufacture of ice cream. **International Dairy Journal**, v. 59, p. 72-79, 2016.

ESPITIA, P.J.P.; BATISTA, R.A.; AZEREDO, H.M.C.; OTONI, C.G. Probiotics and their potential applications in active edible films and coatings. **Food Research International**, v. 90, p. 42-52, 2016.

ETCHEPARE, M. de A.; BARIN, J.S.; CICHOSKI, A.J.; JACOB-LOPES, E.; WAGNER, R.; FRIES, L.L.M.; MENEZES, C.R. de. Microencapsulation of probiotics using sodium alginate. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.7, p.1319-1326, 2015.

FABBRI, A.D.T.; SCHACHT, R.W; CROSBY, G.A. Evaluation of resistant starch content of cooked black beans, pinto beans, and chickpeas. **NFS Journal**, v. 3, p. 8-12, 2016.

FARIAS, T.G.S. de; LADISLAU, H.F.L.; STAMFORD, T.C.M.; MEDEIROS, J.A.C.; SOARES, B.L.M.; ARNAUD, T.M.S.; STAMFORD, T.L.M. Viabilities of *Lactobacillus rhamnosus* ASCC 290 and *Lactobacillus casei* ATCC 334 (in free form or encapsulated with calcium alginate-chitosan) in yellow mombin ice cream. **LWT - Food Science and Technology**, v. 100, p. 391-396, 2019.

FONTES, S. de M.; CAVALCANTI, M.T.; CANDEIA, R.A.; ALMEIDA, E.L. Characterization and study of functional properties of banana starch green variety of Mysore (*Musa AAB - Mysore*). **Food Science and Technology**, Campinas, v. 37, n.2, p. 224-231, 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS (FAO) WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Evaluation of Health and Lactic Acid Bacteria**. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Córdoba, Argentina, 2001.

FRANCO, B.D.G. de M.; LANDGRAF, M. Importância dos microrganismos nos alimentos. *In*: FRANCO, B.D.G. de M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. 1. ed. São Paulo, Editora Atheneu, 2008. chapter 1.,p.10a.

GÓRAL, M.; KOZLOWICZ, K.; PANKIEWICZ, U.; GÓRAL, D. Magnesium enriched lactic acid bacteria as a carrier for probiotic ice cream production. **Food Chemistry**, v. 239, p. 1151-1159, 2018.

GRANATO, D.; NAZZARO, F.; PIMENTEL, T.C.; ESMERINO, E.A.; CRUZ, A.G. da. Probiotic Food Development: An Updated Review Based on Technological Advancement. **Reference Module in Food Science**. doi:10.1016/b978-0-08-100596-5.22271-3, 2018.

HOMAYOUNI, A.; NOROUZI, S. Evaluation of physicochemical traits, sensory properties and survival of *Lactobacillus casei* in fermented soy-based ice cream. **Jornal of Food Processing and Preservation**, v. 40, n. 2016, p. 681-687, 2016.

JAY, J.M. Fermentação e Produtos Lácteos Fermentados. *In*: JAY, J.M. **Microbiologia de Alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711 p.

JIANG, H.; ZHANG, Y.; HONG, Y.; BI, Y.; GU, Z.; CHENG, L.; LI, Z.; LI, C. Digestibility and changes to structural characteristics of green banana starch during *in vitro* digestion. **Food Hydrocolloids**, v. 49, p.192-199, 2015.

KEMSAWASD, V.; CHAIKHAM, P.; RATTANASENA, P. Survival of immobilized probiotics in chocolate during storage and with an *in vitro* gastrointestinal model. **Food Bioscience**, v. 16, p. 37-43, 2016.

KHANGWAL, I.; SHUKLA, P. Potential prebiotics and their transmission mechanisms: Recent approaches. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 27, p. 649-656, 2019.

KICH, D.M., VINCENZI, A.; MAJOLO, F.; SOUZA, C.F.V. de; GOETTERT, M.I. Probiotic: effectiveness nutrition in cancer treatment and prevention. **Nutrición Hospitalaria**, v. 33, n. 6, p.1430-1437, 2016.

KÜSTER-BOLUDA, I.; VIDAL-CAPILLA, I. Consumer attitudes in the election of functional foods. **Spanish Journal of Marketing – ESIC**, v. 21, n. S1, p. 65-79, 2017.

LEDUCQ, D.; NDOYE, F.T.; ALVAREZ, G. Phase change material for the thermal protection of ice cream during storage and transportation. **International Journal of Refrigeration**, v. 52, p.133-139, 2015.

LEI, Z.; TING, L.H.; LI, S.; CHEN, F.Q.; LING, Q.L.; PING, J.W. Effect of Dietary Resistant Starch on Prevention and Treatment of Obesity-related Diseases and Its Possible Mechanisms. **Biomed Environ Sci**, V. 28, n.4, p. 291-297, 2015.

LIAO, L.-K.; WEI, X.-Y.; GONG, X.; L.-I., J.-H.; HUANG, T.; XIONG, T. Microencapsulation of *Lactobacillus casei* LK-1 by spray drying related to its stability and *in vitro* digestion. **LWT - Food Science and Technology**, v. 82, p. 82-89, 2017.

MALEKI, D.; AZIZI, A.; VAGHEF, E.; BALKANI, S.; HOMAYOUNI, A. Methods of increasing probiotic survival in food and gastrointestinal conditions. **Prensa Medica Argentina**, v. 101, n. 4, 2015.

MARLATT, K.L.; WHITE, U.A.; BEYL, R.A.; PETERSON, C.M.; MARTIN, C.K.; MARCO, M.L.; KEENAN, M.J.; MARTIN, R.J.; ARYANA, K.J.; RAVUSSIN, E. Role of resistant starch on diabetes risk factors in people with prediabetes: Design, conduct, and baseline results of the STARCH trial. **Contemporary Clinical Trials**, v. 65, p. 99-108, 2018.

MATIAS, N.S.; PADILHA, M.; BEDANI, R.; SAAD, S.M.I. In vitro gastrointestinal resistance of *Lactobacillus acidophilus* La-5 and *Bifidobacterium animalis* Bb-12 in soy and/or milk-based synbiotic apple ice creams. **International Journal of Food Microbiology**, v. 234 p. 83-93, 2016.

MESQUITA, C. de B.; GARCIA, E.L; BOLFARINI, A.C.B.; LEONEL, S.; FRANCO, C.M.L.; LEONEL, M. Phosphate fertilization changes the characteristics of 'Maçã' banana starch. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 112, p. 1138-1145, 2018.

MIREMADI, F.; SHERKAT, F.; STOJANOVSKA, L. Hypocholesterolaemic effect and anti-hypertensive properties of probiotics and prebiotics: A review. **Journal of Functional Foods**, v. 25, p.497-510, 2016.

MOHANTY, D.; MISRA, S.; MOHAPATRA, S.; SAHU, P.S. Prebiotics and synbiotics: Recent concepts in nutrition. **Food Bioscience**, v. 26, p. 152-160, 2018.

MOUMITA, S.; GODERSKA, K.; JOHNSON, E.M.; DAS, B.; INDIRA, D.; YADAV, R.; KUMARI, S.; JAYABALAN, R. Evaluation of the viability of free and encapsulated lactic acid bacteria using *in-vitro* gastro intestinal model and survivability studies of synbiotic microcapsules in dry food matrix during storage. **LWT - Food Science and Technology**, v. 77, p. 460-467, 2017.

NARVHUS, J.A.; ØSTBY, N.; ABRAHAMSEN, R.K. Science and technology of cultured cream products: A review. **International Dairy Journal**, v. 93, p. 57-71, 2019.

NEFFE-SKOCIŃSKA, K.; RZEPKOWASKA, A.; SZYDLOWASKA, A.; KOŁOZYN-KRAJEWSKA, D.– Trends and Possibilities of the Use of Probiotics in Food Production. *In: Alternative and Replacement Foods*. A volume in Handbook of Food Bioengineering, 2018. chapter 3, p. 65-94.

ÖZTÜRK, H.I.; DEMIRCI, T.; AKIN, N. Production of functional probiotic ice creams with white and dark blue fruits of *Myrtus communis*: The comparison of the prebiotic potentials on *Lactobacillus casei* 431 and functional characteristics. **LWT - Food Science and Technology**, v. 90, p. 339-345, 2018.

PANGHAL, A.; JANGHU, S.; VIRKAR, K.; GAT, Y.; KUMAR, V.; CHHIKARA, N. Potential non-dairy probiotic products – A healthy approach. **Food Bioscience**, v. 21 p. 80-89, 2018.

PARUSSOLO, G.; BUSATTO, R.T.; SCHMITT, J.; PAULETTO, R.; SCHONS, P.F.; RIES, E.F. Synbiotic ice cream containing yacon flour and *Lactobacillus acidophilus* NCFM. **LWT - Food Science and Technology**, v. 82, p.192-198, 2017.

PENG, M.; REICHMANN, G.; BISWAS, D. *Lactobacillus casei* and its byproducts alter the virulence factors of food borne bacterial pathogens. **Journal of Functional Foods**, v.15, p. 418-428, 2015.

RAIGOND, P.; EZEKIEL, R.; RAIGOND, B. Resistant starch in food: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n.10, p.1968-1978, 2014.

RANADHEERA, C.S.; EVANS, C.A; ADAMS, M.C.; BAINES, S.K. *In vitro* analysis of gastrointestinal tolerance and intestinal cell adhesion of probiotics in goat's milk ice cream and yogurt. **Food Research International**, v. 49, p. 619-625, 2012.

RIOS, R.V.; PESSANHA, M.D.F.; ALMEIDA, P.F.de; VIANA, C.L.; LANNES, S.C. da S. Application of fats in some food products. **Food Science and Technology**, v. 34, n.1, p. 3-15, 2014.

RIQUETTE, R.F.R.; GINANI, V.C.; LEANDRO, E. dos S.; ALENCAR, E.R. de; MALDONADE, I.R.; AGUIAR, L.A. de; ACÁCIO, G.M. de S.; MARIANO D.R.H.; ZANDONADI, R.P. Do production and storage affect the quality of green banana biomass? **LWT - Food Science and Technology**, v. 111, p. 190-203, 2019.

ROLIM, P.M. Development of prebiotic food products and health benefits. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 35, n.1, p. 3-10, 2015.

ROLON, M.L.; BAKKE, A.J.; COUPLAND, J.N.; HAYES, J.E.; ROBERTS, R.F. Effect of fat content on the physical properties and consumer acceptability of vanilla ice cream. **Journal of Dairy Science**, v.100, ed. 7, p. 5217-5227, 2017.

SCOURBOUTAKOS, M.J.; FRANCO-ARELLANO, B.; MURPHY, S. A.; NORSEN, S.; COMELLI, E.L.; L'ABBÉ, M. R. Mismatch between Probiotic Benefits in Trials versus Food Products. **Nutrients**, v.9, n. 400, 2017.

SENANAYAKE, S.A.; FERNANDO, S.; BAMUNUARACHCHI, A.; ARSEKULARATNE, M. Application of *Lactobacillus acidophilus* (LA 5) strain in fruit-based ice cream. **Food Science & Nutrition**, v.1, n.6, p.428-431, 2013.

SILVA, P.D.L. da; BEZERRA, M. de F.; SANTOS, K.M.O. dos; CORREIA, R.T.P. Potentially probiotic ice cream from goat's milk: Characterization and cell viability during processing, storage and simulated gastrointestinal conditions. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, 1. ed., part.2, p. 452-457, 2015.

SILVA, V.M. da; MINIM, V.P.R.; FERREIRA, M.A.A.M.; SOUZA, P.H. de P.; MORAES, L.E. da S.; MINIM, L.A. Study of the perception of consumers in relation to different ice cream concepts. **Food Quality and Preference**, v. 36, p.161-168, 2014.

SONGTUMMIN, S.; LEENANON, B. Survival of *Lactobacillus acidophilus* TISTR1338 and *Lactobacillus casei* TISTR390 in probiotic Gac ice cream. **International Food Research Journal**, v. 23, n.2, p. 790-796, 2016.

SOUKOULIS, C.; FISK, I.D.; BOHN, T. Ice Cream as a Vehicle for Incorporating Health-Promoting Ingredients: Conceptualization and Overview of Quality and Storage Stability. **Comprehensive Reviews In Food Science and Food Safety**, v. 13, 2014.

SOUZA, N.C.O. de; OLIVEIRA, L. de L. de; ALENCAR, E.R. de; MOREIRA, G.P.; LEANDRO, E. dos S.; GINANI, V.C.; ZANDONADI, R.P. Textural, physical and sensory impacts of the use of green banana puree to replace fat in reduced sugar pound cakes. **LWT - Food Science and Technology**, v. 89, p. 617-623, 2018.

TARRAH, A.; DUARTE, V. da S.; CASTILHO, J. de; PAKROO, S.; JÚNIOR, W.J.F.L.; LUCHESE, R.H.; GUERRA, A.F.; ROSSI, R.C.; ZIEGLER, D.R.; CORICH, V.; GIACOMINI, A. Probiotic potential and biofilm inhibitory activity of *Lactobacillus casei* group strains isolated from infant feces. **Journal of Functional Foods**, v. 54, p. 489-497, 2019.

TIEN, M.T.; GIRARDIN, S.E.; REGNAULT, B.; LE BOURHIS, L.; DILLIES, M.A.; COPPÉE, J.Y.; PÉDRON, T. Anti-inflammatory effect of *Lactobacillus casei* on *Shigella*-infected human intestinal epithelial Cells. **The Journal of Immunology**, v. 176, n. 2, p. 1228-1237, 2006.

TOPOLSKA, K.; FILIPIAK-FLORKIEWIEZ, A.; FLORKIEWIEZ, A.; CIESLIK, E. Fructan stability in strawberry sorbets in dependence on their source and the period of storage. **European Food Research and Technology**, v. 243, p. 701-709, 2017.

WROBEL, A.M.; TEIXEIRA, E.C.O. **Elaboração e avaliação sensorial de um sorvete de chocolate com adição de biomassa de banana verde (*Musa spp.*)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior em Tecnólogo em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

VILLALVA, F.J.; CRAVERO BRUNERO, A.P.; VINDEROLA, G.; GONÇALVES DE OLIVEIRA, E.; PAZ, N.F.; RAMÓN, A.N. Formulation of a peach ice cream as potential symbiotic food. **Food Science and Technology**, v. 37, n. 3, p. 456-461, 2017.

VINOGRADOV, E.; SADOVSKAYA, I.; GRARD, T.; CHAPOT-CHARTIER, M.-P. Structural studies of the rhamnose-rich cell wall polysaccharide of *Lactobacillus casei* BL23. **Carbohydrate Research**, v. 435, p. 156-161, 2016.

ZANJANI, M.A.K.; EHSANI, M.R.; TARZI, B.G.; SHARIFAN, A. Promoting *Lactobacillus casei* and *Bifidobacterium adolescentis* survival by microencapsulation with different starches and chitosan and poly L-lysine coatings in ice cream. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 42, n.1, 2017.

CAPÍTULO 2 - ENRIQUECIMENTO DE BALAS E CONFEITOS COM BACTÉRIAS PROBIÓTICAS E POLPA DE FRUTAS: UMA ALTERNATIVA INOVADORA

Jéssica Soares Miranda
Diana Clara Nunes de Lima
Wellington Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto
Maurílio Lopes Martins
Isabela Campelo de Queiroz
Eliane Maurício Furtado Martins

1 INTRODUÇÃO

A demanda por alimentos funcionais que beneficiem o organismo e contribuam para uma vida saudável, tem aumentado devido à busca pela melhoria da qualidade de vida (PEREIRA, 2014; MAJEED *et. al.*, 2016). Com isso, alguns fatores influenciam e conduzem o mercado de confeitos, que busca por tendências de controle e adequação, nutrição e funcionalidade, naturalidade e autenticidade, sustentabilidade e transparência (QUEIROZ; REGO; JARDIM, 2014).

Sessler, Weiss e Vodovotz (2013) consideram que os confeitos, tais como gomas de mascar, geleias e “gummies” são matrizes de alimentos que, devido à sua popularidade entre os consumidores, seriam adequados para a adição de ingredientes funcionais, como vitaminas, antioxidantes, fibras e microrganismos probióticos.

O Brasil se destaca na produção mundial de balas e possui um padrão internacional de qualidade, sendo o sexto maior produtor em 2017, atrás da China, EUA, Alemanha, Índia e Rússia (EUROMONITOR INTERNATIONAL, 2017).

As balas são constituídas basicamente por açúcares, pela combinação de sacarose e xarope de glicose, além dos corantes, aromas e ácidos (HOPPE; MALLMANN; OLIVEIRA, 2015). Desta forma, a indústria cada vez mais atenta às tendências e ao advento dos alimentos funcionais, tem aprimorado seu portfólio de produtos com novos ingredientes que atendam às necessidades dos consumidores, cada vez mais exigentes.

Entre esses ingredientes, é crescente a utilização de microrganismos probióticos, que são microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro (FAO/WHO, 2002). Eles são conhecidos e bem aceitos pelos consumidores, no entanto, estão presentes majoritariamente em produtos lácteos refrigerados (leite fermentado, bebidas lácteas e iogurtes), sendo,

portanto, uma barreira para os consumidores que possuem intolerância à lactose ou que sejam alérgicos às proteínas do leite, como também, para os consumidores adeptos ao vegetarianismo (MESTRY; MUJUMDAR; THORAT, 2011; PERRICONE *et. al.*, 2015). Além disso, há também, questões religiosas, que não permitem o consumo de produtos de origem bovina e suína (PORTAL BRASIL, 2011), havendo, portanto, a necessidade do desenvolvimento de produtos probióticos não lácteos ou de origem vegetal.

Além da adição de probióticos, agregar valor nutricional e substituir os tradicionais corantes e aromas artificiais em balas é uma tendência. Assim, a adição de polpa de fruta em confeitos também vem se tornando mais usual, sendo uma alternativa que atende à demanda por produtos mais naturais. Além de seu sabor característico, a atividade antioxidante, compostos fenólicos, pigmentos, vitaminas e minerais presentes nas frutas chama atenção dos consumidores cada vez mais exigentes, ampliando suas possibilidades de escolha.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Balas

Segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias de Chocolate, Cacau, Amendoim, Balas e Derivados, o Brasil ocupou a sexta colocação no *ranking* mundial de países com o maior volume de vendas para o mercado interno e externo no varejo de confeitos de açúcar e goma de mascar. A produção de balas, caramelos, pirulitos e produtos similares foi de 278 mil toneladas em 2018 e o setor de Balas e Gomas faturou, no ano de 2019, 13,8 bilhões de reais, sendo o consumo médio nacional de 1,4 kg por habitante/ano (ABICAB, 2019).

Dentre os diversos tipos de bala disponíveis no mercado brasileiro são encontradas as marcas, Fini®, Halls®, Peccin®, Mentos®, Haribo®, Mondelēz®, Belo®, Valda®, Arcor®, Gomets®, Natur®, Docile®, DuBalaCo®, Tictac®, entre outras, que são consumidas por indivíduos de todas as faixas etárias.

Conforme a RDC nº. 265 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), bala é o produto constituído por açúcar e/ou outros ingredientes, podendo apresentar recheio, cobertura, formato e consistência variada (BRASIL, 2005). Os ingredientes básicos utilizados em sua produção são água e açúcares como sacarose e xarope de

glicose, combinados com corantes, essências e ácidos (HOPPE; MALLMANN; OLIVEIRA, 2015).

As balas são obtidas com diferentes matérias primas e podem passar por variados processos de fabricação, dando origem as balas de goma, duras e mastigáveis.

As balas de goma apresentam consistência firme, textura elástica, aparência transparente e brilhante, sendo a textura fornecida pelo agente gelificante, podendo este ser goma arábica, ágar, gelatina, pectina ou amidos especiais (LAZZAROTTO *et. al.*, 2008). As balas de goma estão entre os principais confeitos, consumidos por um grande número de consumidores, desde crianças a idosos (AMJADI *et. al.*, 2018).

Já as balas duras, recheadas e pirulitos, caracterizam-se como uma mistura líquida de sacarose e xarope de glicose, levados ao cozimento em altas temperaturas (149 °C a 152 °C), até quase toda a água ser removida, atingindo apenas 2 a 3% de umidade (SPANEMBERG, 2010). As balas moles ou mastigáveis são obtidas pela cocção de açúcares com percentual de umidade residual, entre 6 a 10%, apresentando composição semelhante à das balas duras. No entanto, as balas mastigáveis são adicionadas de gordura e submetidas a tratamento mecânico de estiramento, após o cozimento, até a obtenção de consistência desejada (GONÇALVES; ROHR, 2009).

Muito utilizada na elaboração de confeitos, para a fabricação de balas de “goma”, a gelatina é responsável pela característica de textura do produto, como firmeza, coesividade e dureza sendo que maiores concentrações acarretam maior mastigabilidade final, fator esse que influencia diretamente na aceitação sensorial do produto (DALMAGRO, 2014).

2.2 Uso de gelatina e pectina como agentes gelificantes em balas

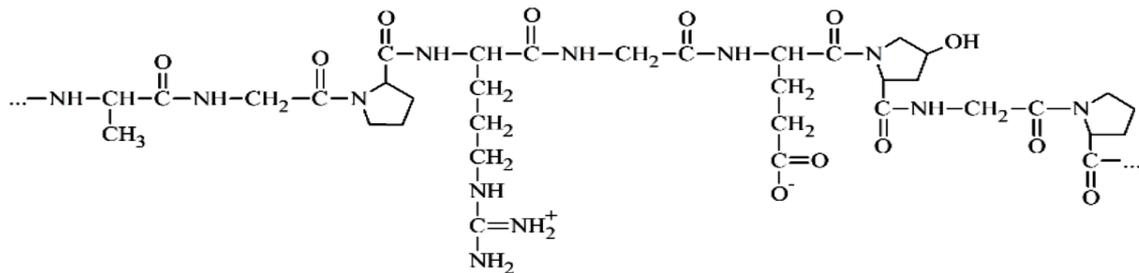
2.2.1 Gelatina

A gelatina é uma proteína solúvel em água a 50 °C, proveniente da hidrólise parcial do colágeno animal, principalmente de suínos e bovinos. É composta de 84% a 90% de proteínas, 2% a 4% de sais minerais e 8% a 12% de água (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011). Por meio de ligações peptídicas, os aminoácidos que compõe a molécula são ligados formando, assim, sua estrutura (FIGURA 1).

A gelatina comestível disponível comercialmente apresenta-se em folhas, escamas, fragmentos, pó fino ou grosso de coloração esbranquiçada a amarelada. É amplamente

utilizada na indústria de alimentos, devido à sua atuação como espessante, gelificante, estabilizante, emulsificante, aeradora, formadora de filmes, para prevenção de sinérese e para dar cremosidade a diferentes produtos (SERNA-COCK; VELÁSQUEZ; AYALA, 2010; SILVA et al., 2011; FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2017).

Figura 1- Estrutura química de uma unidade de gelatina.



Fonte: Chaplin (2014) adaptado por Nishihora (2015).

Estudos sobre a elaboração de balas de gelatina tem sido realizados. Fontoura *et. al.* (2013) desenvolveram bala à base de gelatina enriquecida com ferro, cálcio, beta-caroteno, licopeno e vitamina C para o público infantil, e avaliaram suas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. Os autores verificaram a estabilidade dos nutrientes nas balas que apresentaram resultados microbiológicos e físico-químicos satisfatórios, além de boa aceitação sensorial, sendo a gelatina considerada essencial por promover características desejáveis na formulação das balas.

Lele *et. al.* (2018) elaboraram diferentes formulações de suplementos gomosos utilizando bactérias probióticas (*Lactobacillus plantarum* LUHS135 e *Lactobacillus paracasei* LUHS244), prebióticos (casca de *psyllium*) e bagaço de maçã como fonte de pectina, e avaliaram a contagem de bactérias lácticas viáveis, compostos fenólicos totais, atividade antioxidante, cor, textura e aceitabilidade das gomas. Os autores constataram que o produto contendo gelatina apresentou maior luminosidade e melhor aceitabilidade. A formulação desenvolvida apresentou 6,4 Log UFC/g de bactérias probióticas viáveis, sendo a melhor formulação aquela contendo gelatina, bagaço de maçã, *L. paracasei* LUHS244 e casca de *psyllium*.

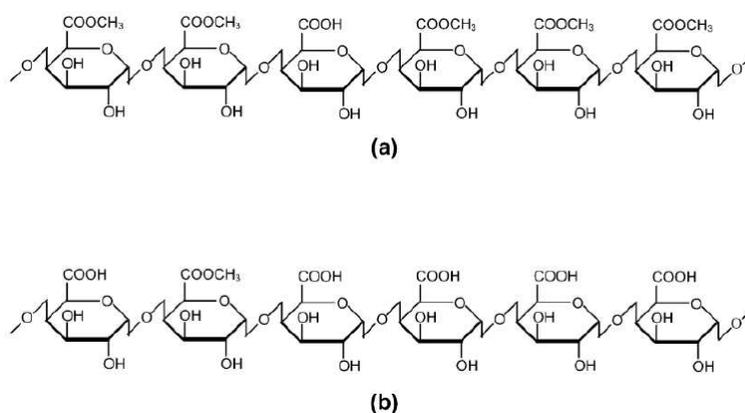
O desenvolvimento e a aceitação sensorial de balas de gelatina elaboradas com as frutas do Cerrado, cagaita, ananás e marolo foi avaliado por Avelar *et. al.* (2016), que constataram que as balas foram bem aceitas em relação aos atributos sensoriais avaliados.

2.2.2 Pectina

As pectinas comerciais são polissacarídeos complexos de elevado peso molecular, encontradas na parede celular primária e nas camadas intercelulares de diferentes frutas, casca de frutas cítricas e bagaço de maçã (MARAN; PRAKASH, 2015). Sua molécula é heterogênea e constituída por diversos açúcares em sua composição, que variam de acordo com a fonte de obtenção e as condições ambientais (SANTI; BERGER; SILVA, 2014).

A estrutura química da pectina é composta por uma cadeia linear principal de unidades repetidas de resíduos de ácido α -D-galacturônico unidos por ligações covalentes α (1 \rightarrow 4) com grupos carboxílicos metil esterificados em diferentes extensões (NAZZARO *et. al.*, 2012). Elas podem ser classificadas de acordo com seu grau de metoxilação (FIGURA 2), que está relacionado à quantidade de grupos carboxílicos esterificados existentes na molécula. Dessa forma, preparações em que mais de 50% dos grupos carboxila encontram-se na forma de éster metílico são chamadas pectinas de alto grau de metoxilação (ATM).

Figura 2- Estruturas da pectina de alto teor de metoxilação (a) e de baixo teor de metoxilação (b).



Fonte: Tharanathan (2003).

O restante dos grupos carboxila estão presentes como uma mistura de formas de ácido livre e de sal (-COO-Na⁺). Já preparações em que menos de 50% dos grupos carboxila encontram-se sob a forma éster metílico são chamadas de pectinas de baixo grau de metoxilação (BTM) (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

O grau de esterificação das pectinas influencia na sua aplicação industrial, devido o tipo de gel a ser formado. Aquelas com alto grau de metoxilação (ATM) são utilizadas na

produção de geleias convencionais e, com isso, proporcionam a formação de géis firmes e estáveis, em meios com conteúdo de sólidos solúveis acima de 55% e com um baixo valor de pH. Entretanto, as pectinas de baixo grau de metoxilação (BTM), podem formar géis estáveis na ausência de açúcares, mas necessitam da presença de íons bivalentes, como o cálcio, que permite a formação de ligações cruzadas entre as moléculas, formando uma rede tridimensional. Sua aplicação se dá, então, em produtos com teor reduzido de açúcares, ou com zero adição de açúcar (SILVA, 2017). As pectinas são muito utilizadas em produtos alimentícios, abrangendo os produtos lácteos, geleias, polpas de fruta, produtos cárneos e de panificação, de confeitaria, cerveja, entre outros. Sua importância vem sendo atribuída às suas propriedades gelificante, estabilizadora, espessante e emulsionante (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2017).

De acordo com a “Food Ingredients Brasil” (2014), a utilização de pectina em balas e confeitos é importante e precisa, uma vez que a mesma é capaz de conferir brilho, textura elástica e fortalecer naturalmente o aroma da fruta presente nos produtos. Dessa forma, na literatura é possível encontrar trabalhos inovadores sobre a fabricação e benefícios de balas a base de pectina.

Zimke e Scheibel (2014) desenvolveram uma bala a base de pectina e avaliaram suas características de umidade, açúcar e aceitação sensorial comparada à bala de gelatina. A partir dos resultados obtidos os autores observaram que não houve diferença significativa em relação aos valores de umidade e açúcares das balas, mas as balas de pectina foram as preferidas pelos provadores.

Junior *et. al.* (2015), estudaram o efeito da adição de corante natural oleoresina de páprica microencapsulado em balas a base de pectina. O corante foi aplicado na forma livre e encapsulado e os autores observaram que foi possível produzir balas a base de pectina, com corante encapsulado de forma eficiente, pois o corante apresentou alta estabilidade térmica durante o processamento.

Bala mastigável de pectina sabor açaí foi estudada por Souza *et. al.* (2016). Os autores avaliaram as características nutricionais e aceitação do produto, e observaram elevado valor nutricional devido à adição do açaí, além de boa aceitação sensorial, mostrando que a incorporação de frutas em balas se apresenta como alternativa potencial de adequação das indústrias de confeitaria à crescente demanda do consumidor por produtos saudáveis.

Apesar das balas de pectina não serem encontradas com facilidade no mercado brasileiro, a pectina vem sendo usada como uma boa alternativa para produção de balas no exterior, uma vez que as indústrias estão buscando inovar seus produtos. De visual semelhante às balas de gelatinas, se diferenciam principalmente em relação à textura, sendo mais macias.

2.2.3 Avaliação da textura em balas

O perfil de textura pode ser determinado de duas maneiras, pelo método sensorial ou o instrumental. Em relação aos métodos instrumentais, as avaliações sensoriais demandam grande investimento, fator que tem estimulado a aplicação dos métodos instrumentais. As medidas sensoriais apresentam uma verificação imediata da percepção humana. Entretanto, as medidas instrumentais, fornecem dados objetivos, podendo ser considerado mais preciso (ROSS, 2009).

O entendimento das características de textura dos alimentos é um ponto fundamental para a elaboração de produtos. A compreensão desse atributo é utilizada desde a fase de colheita das frutas e hortaliças, indicando o estágio de maturação adequado, até as demais etapas de processamento como por exemplo nas operações de aquecimento, fritura e secagem, indicando os atributos de qualidade desejados para o produto final, auxiliando nos processos de fabricação e desenvolvimento de novos produtos. Assim, o conhecimento das propriedades de textura dos alimentos é de importância para toda cadeia, envolvendo os produtores, processadores, comerciantes e consumidores de alimentos (CHEN; OPARA 2013).

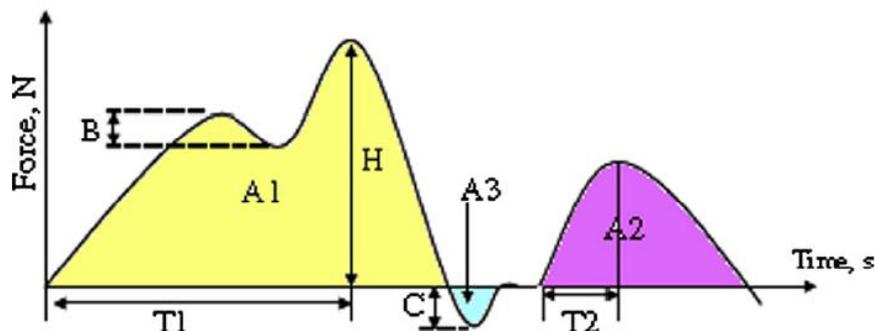
Ao mastigarmos um alimento aplicamos força, ocasionando sua deformação ou corte, e a análise do perfil de textura (TPA), simula as condições de mastigação do alimento na boca. Nesse método, o alimento é comprimido pelo menos duas vezes e são obtidas variáveis mecânicas a partir de curvas força-deformação (MATUDA, 2004). O ponto chave do método é a aplicação de força versus o tempo/distância/deformação (CHEN; OPARA, 2013).

A Figura 3 apresenta o gráfico da curva de força-deformação para a análise de perfil de textura (TPA) correlacionando a Força (N) versus o tempo (seg). A curva gerada apresenta propriedades mecânicas de textura, tais como dureza, elasticidade, coesividade, adesividade, resiliência, gomosidade, fraturabilidade, mastigabilidade e viscosidade (JAWORSKA; BERNAS, 2010; GUINÉ; BARROCA, 2012).

De acordo com Gunasekaran e Ak (2003), Matuda (2004) e Chen e Opara (2013) as variáveis mecânicas físicas relacionam características importantes na estrutura dos alimentos, sendo explicadas como:

- Dureza ou firmeza: força máxima que deve ser aplicada para o material atingir a deformação;
- Coesividade: capacidade de extensão do material até que o mesmo seja deformado antes de se romper;
- Elasticidade: tendência que o material deformado tem em voltar para o estado inicial (não deformado);
- Mastigabilidade: força necessária para desintegrar um alimento sólido em um estado pronto para ser engolido;
- Fraturabilidade: força requerida para quebrar o alimento;
- Gomosidade: força necessária para desintegrar uma amostra semissólida;
- Adesividade: força necessária para que sobreponha a força de atração entre a superfície do alimento e a superfície de contato;
- Resiliência: capacidade que o material possui em retornar à sua altura inicial.

Figura 3- Curva força-tempo da análise de perfil de textura (TPA) gerada por analisador de textura de dupla compressão. Dureza = H, Adesividade = A3, Coesividade = $A2/A1$, Fraturabilidade = B, Elasticidade = $T2/T1$, Mastigabilidade = $H \times A2/A1 \times T2/T1$, Gomosidade = $H \times A2/A1$.



Fonte: Chen; Opara, 2013.

As balas podem apresentar texturas diversas, variando de muito macias, cristalizadas, com textura de corte e com rápida dissolução na boca ou, bastante elásticas, com adesividade, sendo a mastigação prolongada e com maior tempo de dissolução na boca. A textura das balas é variável ao longo do seu consumo, mudando ao decorrer da mastigação, portanto, quanto maior o tempo de permanência na boca, mais macia a bala se torna (JELTEMA; BECKLEY; VAHALIK, 2016).

A composição dos alimentos e a relação entre eles influencia a textura dos produtos, como os teores de gordura (FADINI *et. al.*, 2003) e umidade (FIGIEL; TAJNER-CZOPEK, 2006). No caso das balas, as matérias primas utilizadas e o método de fabricação afetam diretamente a textura, assim como as concentrações de gelatina, açúcar, xarope, gordura e emulsificantes (OLIVEIRA, 2006).

A avaliação do perfil de textura dos alimentos é utilizada como parâmetro de qualidade para a produção de diferentes produtos alimentícios, como na elaboração de queijos (DIAMANTINO *et. al.*, 2014), doce de leite (ALCÂNTARA, 2019), pães (RONDA *et. al.*, 2014), chocolate (OSTROWSKA-LIGEZA, 2019). Na elaboração de balas, esse perfil também é utilizado, como foi o caso de Avelar (2017), que estudou a influência da incorporação de resíduos obtidos no processamento de frutas na elaboração de confeitos drageados. O autor avaliou a textura das balas por metodologia sensorial e instrumental e com o estudo verificou a grande influência dos ingredientes constituintes das balas sobre os parâmetros físicos. Os resultados obtidos na determinação da textura sensorial e instrumental foram importantes para verificar que as balas com maior aceitabilidade eram aquelas com menor dureza.

As características da gelatina, como suas propriedades reológicas e sua capacidade de derretimento na boca, são fundamentais para auxiliar nas texturas desejadas dos alimentos. A gelatina está diretamente relacionada às características de textura como dureza, elasticidade, e coesividade na produção de balas, sendo imprescindível para o melhor entendimento da estabilidade durante o armazenamento, uma vez que as características de textura influenciam na escolha do produto frente aos consumidores.

2.3 Suplementação de confeitos com ingredientes funcionais

Os alimentos funcionais representam uma das áreas mais interessantes de investigação, o que pode ser constatado pelo aumento do número de trabalhos científicos relacionados a este assunto (PERRICONE *et. al.*, 2015).

Por se tratar de um segmento crescente, essa área começou a ser explorada pela indústria de confeitos que está focada na melhoria da qualidade de seus produtos, a fim de torná-los mais diferenciados e competitivos para atender a demanda dos consumidores. De acordo com Gonçalves e Rohr (2009) e Batista *et. al.* (2017), a

indústria de doces e balas em geral, está atenta ao advento dos alimentos funcionais, aperfeiçoando seus produtos por meio da adição de novos ingredientes, uma vez que seus produtos podem deixar de serem vistos como vilões e passar a fazer parte de um seleto grupo dentro de um mercado que cresce em todo o mundo.

Assim, a suplementação de balas com vitaminas, pigmentos, fibras e microrganismos probióticos (QUADRO 1), torna-se uma alternativa promissora nesse segmento.

Quadro 1 - Trabalhos relacionados à suplementação de balas e doces com ingredientes funcionais

| Produto | Sabor | Gelificante | Ingrediente funcional | Referência |
|-----------------|----------------------------|--------------------|--|--------------------------------|
| Bala de "goma" | Morango e abacaxi | Gelatina | Cálcio e vitamina D | Tosin <i>et. al.</i> (2017) |
| Pastilha | Menta | Gelatina | <i>Enterococcus faecium</i> CRL 183 | Witzler <i>et. al.</i> (2017) |
| Bala de "goma" | Morango | Gelatina | Frutooligossacarídeo | Unoki, Silva e Silva (2017) |
| Bala mastigável | Araçá vermelho | Gelatina | Antocianinas | Vergara <i>et. al.</i> (2016) |
| Bala mastigável | Açaí | Pectina | Antocianinas | Souza <i>et. al.</i> (2016) |
| Bala de "goma" | Morango | Gelatina | Isomaltose | Periche <i>et. al.</i> (2014) |
| Bala de "goma" | Laranja e morango | Gelatina | Ferro, cálcio, beta-caroteno, licopeno e vitamina C | Fontoura <i>et. al.</i> (2013) |
| Goma de mascar | Menta | - | <i>Lactobacillus reuteri</i> DSM 17938 e <i>L. reuteri</i> ATCC PTA 5289 | Keller <i>et. al.</i> (2012) |
| Bala mastigável | Morango e leite condensado | - | Inulina | Gonçalves; Rohr (2009) |
| Bala de "goma" | Morango | Gelatina | Polidextrose | Lazzarotto (2008) |
| Bala de "goma" | Morango | Gelatina | Vitaminas A, C e E | Garcia; Penteado (2005) |

Fonte: dos autores

2.3.1 Adição de bactérias probióticas em confeitos e balas

Dentre os confeitos funcionais, temos aqueles acrescidos de bactérias probióticas. Várias definições de probióticos foram publicadas, no entanto, a definição aceita internacionalmente é que, probióticos são microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro (FAO/WHO, 2001). Não existe um consenso sobre a quantidade mínima destes microrganismos a ser consumida que garanta sua funcionalidade. Alguns autores recomendam uma quantidade maior que 10^6 e 10^7 UFC/g (BANSAL *et. al.*, 2016; HUSSAIN *et. al.*, 2016) enquanto outros sugerem uma ingestão diária de 10^8 a 10^9 UFC por dia (FOLIGNÉ; DANIEL; POT, 2013; MARTINS *et. al.*, 2016), no entanto, valores inferiores podem ser aceitos desde que comprovada a eficácia do produto.

Inúmeros são os benefícios à saúde atribuídos a estes microrganismos, destacando-se a capacidade de prevenir infecções intestinais, diminuir o nível de colesterol, melhorar o sistema imunológico, auxiliar no metabolismo da lactose, neutralizar os efeitos de bactérias patogênicas e contribuir na absorção de cálcio e vitaminas (PANGHAL *et. al.*, 2018).

Não há dúvida de que os alimentos contendo microrganismos probióticos ganham cada vez mais espaço nas prateleiras dos supermercados (GRANATO *et. al.*, 2018). Entretanto, estes produtos são em sua maioria de base láctea, havendo uma demanda por alimentos probióticos de base não láctea direcionados à indivíduos com galactosemia, com restrições de consumo de gordura, com alergia às proteínas do leite, vegetarianos, além dos consumidores em geral (MESTRY; MUJUMDAR; THORAT, 2011; PERRICONE *et. al.*, 2015; MARTINS *et. al.*, 2016). Dessa forma, as indústrias de alimentos vêm associando o uso de microrganismos probióticos em diversos alimentos não lácteos, como carnes, sucos, geleias, frutas secas, produtos à base de vegetais, à base de cereais e leguminosas, produtos de confeitaria e cereais matinais (SALMERÓN; THOMAS; PANDIELLA, 2015; ALVES *et. al.*, 2017; PANGHAL *et. al.*, 2018).

Produtos de confeitaria apresentam-se como uma excelente alternativa para a incorporação dessas bactérias, como relatam Keller *et. al.* (2012), que avaliaram a adição das estipes DSM 17938 e ATCC PTA 5289 de *Lactobacillus reuteri* em goma de mascar e sua influência sobre o mau hálito e obtiveram resultados positivos.

Toiviainen *et. al.* (2015) administraram pastilhas de xilitol e sorbitol contendo *Lactobacillus rhamnosus* e *Bifidobacterium lactis* a adultos jovens e saudáveis, com o objetivo de estudar o efeito desses microrganismos na microbiota oral. Após quatro semanas de uso, os microrganismos auxiliaram a diminuição do índice de placa e de inflamação das gengivas, sem afetar a microbiota bucal dos indivíduos.

Pastilha adicionada de *Enterococcus faecium* CRL 183 e inulina foi desenvolvida por Witzler *et. al.* (2017). Os autores avaliaram as características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais das pastilhas que permaneceram microbiologicamente seguras por 28 dias. Além disso, os autores constataram que a bactéria probiótica resistiu à saliva e inibiu o crescimento de *Streptococcus mutans* ATCC 25175, inibindo a cárie dentária.

Estudos que avaliam a adição de microrganismos probióticos em balas de "gomas" de gelatina são escassos. Acredita-se que o maior desafio seja manter a estabilidade da estirpe frente à tecnologia de processamento, sendo necessário utilizar um microrganismo que resista a etapa de tratamento térmico, além de se manter viável durante toda vida de prateleira do produto a temperatura ambiente.

Bacillus coagulans é uma bactéria probiótica de importância para a indústria de alimentos (CUTTING, 2011) devido à sua termorresistência e capacidade de formar esporos, possuindo melhor viabilidade e estabilidade em comparação a outras estirpes probióticas não esporuladas pertencentes ao gênero *Lactobacillus ssp.* *B. coagulans* é capaz de manter sua estabilidade a elevadas temperaturas durante o processamento e armazenamento à temperatura ambiente, além de sobreviver à barreira gástrica e a baixos valores de pH, o que torna a estirpe excelente ingrediente alimentar (FARES *et. al.*, 2015). As espécies de bacilos mais estudadas como probióticos são *Bacillus subtilis*, *Bacillus clausii*, *Bacillus cereus*, *B. coagulans* e *Bacillus licheniformis* (CUTTING, 2011).

Por se tratar de uma bactéria formadora de esporos, *B. coagulans* têm a capacidade de resistir às condições e meios inadequados de crescimento, permanecendo na fase latente por muitos anos. No entanto, quando as condições de pH, temperatura, umidade e presença de nutrientes específicos se tornam favoráveis, suas células saem da forma esporulada e retomam a viabilidade por meio do processo de germinação (MAATHUIS; KELLER; FARMER, 2010; SETLOW, 2014).

B. coagulans são Gram-positivos, móveis, produtores de ácido láctico, catalase positiva e anaeróbios facultativos. Sua temperatura ótima de crescimento é de 50 °C, crescendo entre 30 °C e 55 °C (KELLER *et. al.*, 2010).

Estudos comprovam que a utilização de *B. coagulans* como probiótico não oferece riscos à saúde e, sim, bem-estar aos consumidores. Diversos ensaios e testes toxicológicos foram realizados demonstrando a segurança da espécie, mesmo quando o produto foi consumido em grandes quantidades (ENDRES *et. al.*, 2009).

Algumas formulações probióticas comerciais contendo *B. coagulans* estão disponíveis, incluindo *B. coagulans* GBI-30 – 6086, caracterizado por sua capacidade de sobreviver à fabricação de alimentos com tratamentos térmicos moderados, permanecendo estáveis durante a vida de prateleira, mantendo suas propriedades probióticas (CUTTING, 2011).

Estudos relatam que *B. coagulans* GBI-30 melhora os sintomas relacionados a distúrbios gastrointestinais, como síndrome do intestino irritável e gases, melhora a resposta imunológica à infecções virais comuns das vias respiratórias e atua como um coadjuvante na resposta aos patógenos na colite (KIMMEL *et. al.*, 2010; FITZPATRICK *et. al.*, 2012; JURENKA, 2012).

O uso de outra estirpe de *B. coagulans*, MTCC 5856, foi relatado em diferentes preparações comerciais, como em muffins de banana, *waffles*, cobertura de chocolate, manteiga de amendoim e conserva de morango, durante o processamento e armazenamento (MAJEED *et. al.*, 2016), como ingrediente probiótico, sendo comprovado a sua elevada estabilidade a diferentes condições de processamento que seriam improváveis no caso de outra forma vegetativa de probiótico (CUTTING, 2011).

Mesmo havendo na literatura alguns estudos com *B. coagulans*, pouco se sabe a respeito do comportamento do mesmo em balas de “goma” de gelatina, o que reforça a importância de mais estudos, a fim de verificar sua viabilidade após o processamento e durante o armazenamento.

2.3.2 Utilização de polpa de frutas no processamento de confeitos e balas

De acordo com a FAO (2016), o Brasil é o terceiro maior produtor de frutas, ficando atrás da China e da Índia no *ranking* mundial, sendo considerado o sétimo maior país com

produção de frutas tropicais frescas, o que mostra a relevância desse setor do agronegócio para a economia brasileira.

Grande variedade de frutas é encontrada no Brasil, apesar de muitas ainda serem pouco conhecidas e utilizadas pela população local, com potencial de serem amplamente comercializadas, tanto *in natura* como processadas (MIYAZAWA, 2009; DONADO-PESTANA *et. al.*, 2015).

Os consumidores, cada vez mais atentos, buscam alimentos com propriedades funcionais (SOUZA *et. al.*, 2013; PEREIRA, 2014; MAJEED *et. al.*, 2016). Assim, o enriquecimento de balas com polpas de frutas se apresenta como alternativa promissora de adequação das indústrias à crescente demanda do consumidor por estes produtos (FONTOURA *et. al.*, 2013).

As frutas vêm chamando atenção dos consumidores que prezam por saúde e bem estar, devido ao seu sabor característico e, sobretudo, por apresentarem pigmentos com atividade antioxidante, compostos fenólicos, vitaminas e minerais, o que as torna um aditivo natural no desenvolvimento de novos produtos funcionais. Batista *et. al.* (2017) afirmaram que a incorporação de frutas em confeitos se apresenta como alternativa potencial de adequação da indústria à crescente demanda do consumidor por produtos mais saudáveis. Os sólidos presentes nas frutas, em alguns casos, podem substituir parte da sacarose, e as frutas podem também saborizar e colorir os alimentos, permitindo o abandono dos corantes artificiais, cuja relação com doenças crônicas têm sido muito questionada.

Técnicas de manutenção de qualidade e de elaboração de balas com valores nutricionais agregados é tendência para as próximas décadas (BATISTA *et. al.*, 2017). Já existem no mercado balas elaboradas com suco concentrado e polpa de fruta, como é o exemplo da marca “Natur”, que apresenta uma linha com suco concentrado de frutas vermelhas e de frutas amarelas, sem conservantes, aromatizantes, corantes e adoçantes artificiais. Entretanto, poucas marcas comercializam esse tipo de produto no país, devido ao seu elevado custo.

Doce cristalizado de cupuaçu “tipo jujuba” foi desenvolvido por Carvalho *et. al.* (2018). Os autores avaliaram a influência de diferentes doses de camu-camu na qualidade da jujuba de cupuaçu e constataram que o produto possui grande potencial para comercialização.

Batista *et. al.* (2017) adicionaram polpa de maracujá em balas duras e avaliaram suas características microbiológicas e físico-químicas. Os autores constataram que a adição da polpa não alterou as características das balas produzidas, as quais apresentaram parâmetros físico-químicos e microbiológicos semelhantes à literatura e conforme o estabelecido pela legislação. Além disso, sua adição muitas vezes torna desnecessário o uso de corantes e conservantes artificiais, tornando o produto ainda mais diferenciado.

Santos, Tavares e Coelho (2016) avaliaram as características sensoriais de balas tipo jujuba visando o aproveitamento total de acerola e observaram que a aprovação do público foi satisfatória. Para os autores o processamento da bala é uma alternativa de utilização de resíduos para as indústrias, contribuindo para agregação de valor desta fruta.

Balas mastigáveis utilizando polpas de araçás e de pitanga foram desenvolvidas por Vergara (2016). A avaliação sensorial do produto com crianças entre 5 a 10 anos, apresentou índice de aceitabilidade superior a 70 %, indicando que as balas têm um bom potencial para consumo. Este resultado é bastante interessante considerando-se que confeitos como balas são largamente consumidos por crianças. Portanto, a inserção de frutas nativas, a exemplo do araçá vermelho, araçá amarelo e pitanga vermelha na formulação de balas mastigáveis é uma alternativa promissora, pois permite que se obtenha o produto sem adição de aromas e corantes ao mesmo tempo em que agrega compostos da fruta que estão associados a benefícios à saúde.

3 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Produtos de confeitaria como balas, caramelos, pirulitos, gomas e similares são considerados vilões da alimentação saudável em função do elevado teor de açúcar e de outros aditivos como aromas e corantes artificiais usados em sua formulação, a fim de realçar a aparência e a aceitabilidade pelo público. Entretanto, a utilização desses aditivos, principalmente de corantes, tem sido investigada devido ao seu potencial tóxico, que promove efeitos alérgicos e prejudiciais aos consumidores. Portanto, estudos que visam substituir corantes artificiais pela adição de polpas naturais em balas, além da adição de probióticos, começaram a ser realizados no departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG – *Campus Rio Pomba* e os resultados

parcialmente obtidos indicam que o processo é promissor, por oferecer ao consumidor produtos mais saudáveis e mais naturais.

REFERÊNCIAS

ABICAB. Associação Brasileira da Indústria de chocolates, cacau, amendoim, balas e derivados. 2019. Disponível em: <http://www.abicab.org.br/paginas/balas/consumo-1/>. Acesso em: 15 maio 2020.

ALCÂNTARA, V. M.; PESSOA, M. O. P. M. O.; JÚLIA, A. J. D. B. A.; ARAÚJO, B., HERBERT, V. H. D. A. R.; SANTOS, N. C. S. C. Elaboração, estudo microbiológico e perfil de textura de doces de leite caprino saborizados com ameixa (*Prunus domestica* L.). **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, n. 1, p. 7663, 2019.

ALVES, N.N.; SANCHO, S.O.; SILVA, A.R.A.; DESOBRY, S.; COSTA, J.M.C.; RODRIGUES, S. Spouted bed as an efficient processing for probiotic orange juice drying. **Food Research International**, v.101, p. 54–60, 2017.

AMJADI, S.; GHORBANI, M.; HAMISHEHKAR, H.; ROUFEGARINEJAD, L. Improvement in the stability of betanin by liposomal nanocarriers: Its application in gummy candy as a food model. **Food Chemistry**, v. 256, p. 156-162, 2018.

AVELAR, M. H. M. **Aproveitamento de subprodutos do processamento de frutas na coloração de confeitos drageados duros**. 2017. 135 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. 2017.

AVELAR, M.H.M.; RODRIGUES, C.G.; ARRUDA, A.C.; SILVA, E.C.; CARLOS, L.A. Desenvolvimento de balas de goma elaboradas com frutas do Cerrado. **Magistra**, v.28, n. 1, p. 514-521, 2016.

BANSAL, S.; MANGAL, M.; SHARMA, S.K.; YADAV, D.N.; GUPTA, R.K. Optimization of process conditions for developing yoghurt like probiotic product from peanut. **LWT - Food Science and Technology**, v. 73, p. 6-12, 2016.

BATISTA, L.N.; LIMA, E.J.; FERREIRA, R.S.; NETO, J.F.; OLIVEIRA, D.M.; MONTEIRO, A. R.G. Adição de polpa de maracujá na elaboração de balas comestíveis. **Revista Principia**, v. 1, n. 37, p. 27-33, 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 265, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para balas, bombons e gomas de mascar. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 set. 2005.

CARVALHO, G. F. de.; DURIGAN, M. F. M.; LIMA, J. M. T.; GRIGIO, M. L. Avaliação de qualidade do doce cristalizado de cupuaçu com diferentes dosagens de polpa de camu-camu. *In*: CONGRESSO SUL BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS, IV, ENCONTRO PARAENSE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS, 7., 2018, Guarapuava. **Anais ...** Guarapuava, 2018.

CHEN, L.; OPARA, U. L. Approaches to analysis and modeling texture in fresh and processed foods – A review. **Journal of Food Engineering**, v.119, p.497-507, 2013.

CUTTING, S.M. *Bacillus* probiotics. **Food Microbiology**, v. 28, n. 2, p. 214-220, 2011.

DALMAGRO, M.F. **Desenvolvimento de uma bala adicionada de ingredientes funcionais e sialogogos**. 2014. 67 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição de alimentos) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, 2014.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900p.

DIAMANTINO, V.R.; BERALDO, F. A.; SUNAKOZAWA, T. N.; PENNA, A. L. B. Effect of octenyl succinylated waxy starch as a fat mimetic on texture, microstructure and physicochemical properties of Minas fresh cheese. **LWT - Food Science and Technology**, v. 56, n. 2, p. 356–362, 2014.

DONADO-PESTANA, C.M.; BELCHIOR, T.; FESTUCCIA, W.T.; GENOVESE, M.I. Phenolic compounds from cambuci (*Campomanesia phaea* O. Berg) fruit attenuate glucose intolerance and adipose tissue inflammation induced by a high-fat, high-sucrose diet. **Food Research International**, v. 69, p. 170–178, 2015.

ENDRES, J.R.; CLEWELL, A.; JADE, K.A.; FARBER, T.; HAUSWIRTH, J.; SCHAUSS, A.G. Safety assessment of a proprietary preparation of a novel probiotic, *Bacillus coagulans*, as a food ingredient. **Food Chemistry and Toxicology**, v. 47, p. 1231- 1238, 2009.

EUROMONITOR INTERNATIONAL. **Confectionery in Brasil. 2017**. Disponível em: <http://www.euromonitor.com/confectionery-in-brazil/report>. Acesso em: 18 jun. 2018.

FADINI, A.L.; FACCHINI, F.; QUEIROZ, M.B.; ANJOS, V.D.D.A.; YOTSUYANAGI, K. Influência de diferentes ingredientes na textura de balas moles produzidas com e sem goma gelana. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 21, n. 1, p. 131-140. 2003.

FAO. **Food and Agriculture Organization of United Nations**. 2016. Disponível em: <http://www.fao.org/news/archive/news-by-date/2016/pt/>. Acesso em: 20 abr. 2018.

FAO/WHO. Food and Agriculture Organization of United Nations/World Health Organization. **Evaluation of Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria**. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Córdoba, Argentina, 2001.

FAO/WHO. Working Group Report on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. **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, Canada, 2002.

FARES, C.; MENGA, V.; MARTINA, A.; PELLEGRINI, N.; SCAZZINA, F.; TORRIANI, S. Nutritional profile and cooking quality of a new functional pasta naturally enriched in phenolic acids, added with b-glucan and *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086. **Journal of Cereal Science**, v. 65, p. 260-266, 2015.

FIGIEL, A.; TAJNER-CZOPEK, A. The effect of candy moisture content on texture. **Journal of Food Service**, v. 17, n. 4, p. 189-195, 2006.

FITZPATRICK, L.R.; SMALL, J.S.; GREENE, W.H.; KARPA, K.D.; FARMER, S.; KELLER, D. *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086 limits the recurrence of *Clostridium difficile*-Induced colitis following with drawal in mice. **Gut Pathogens**, v. 4, n. 13, p. 1-9, 2012.

FOLIGNÉ, B.; DANIEL, C.; POT, B. Probiotics from research to market: the possibilities, risks and challenges. **Current Opinion in Microbiology**, v. 16, p. 284-292, 2013.

FONTOURA, L. M.; CORREA, A.F.; VICENTE, J.; MELEIRO, C.H.A.; FORALOSSO, F.B. Formulação de balas enriquecidas com ferro, cálcio, beta-caroteno, licopeno e vitamina C. **Acta Tecnológica**, v. 8, n. 2, p. 36-43, 2013.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Espessantes. **Revista Food Ingredientes Brasil**, n. 40, 2017.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Pectinas. Propriedades e Aplicações. **Revista Food Ingredientes Brasil**, n. 29, 2014.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. A gelatina e seus benefícios para a saúde humana. **Revista Food Ingredientes Brasil**, n.18, 2011.

GARCIA, T.; PENTEADO, M.V.C. Qualidade de balas de gelatina fortificadas com vitaminas A, C e E. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 743-749, 2005.

GONÇALVES, A.A.; ROHR, M. Desenvolvimento de balas mastigáveis adicionadas de inulina. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 3, p. 472-478, 2009.

GRANATO, D.; NAZZARO, F.; PIMENTEL, T.C.; ESMERINO, E.A.; CRUZ, A.G. Probiotic Food Development: An Updated Review Based on Technological Advancement. **Reference Module in Food Science**, 2018.

GUINÉ, R. P. F.; BARROCA, M. J. Effect of drying treatments on texture and color of vegetables (pumpkin and green pepper). **Food and Bioproducts Processing**, v. 90, n. 1, p. 58-63, 2012.

GUNASEKARAN, S.; AK, M.M. **Cheese Rheology and Texture**. CRC Press LLC, Florida, 2003, 637p.

- HOPPE, C.D.; MALLMANN, P.R.; OLIVEIRA, E.C. Determinação de umidade em balas duras e balas mastigáveis. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 7, n. 4, p. 185-192, 2015.
- HUSSAIN, S.A.; PATIL, G.R.; YADAV, V.; SINGH, R.R.B.; SINGH, A.K. Ingredient formulation effects on physico-chemical, sensory, textural properties and probiotic count of Aloe vera probiotic dahi. **Food Science and Technology**, v. 65, p. 371-380, 2016.
- JAWORSKA, G.; BERNAS, E. Effects of pre-treatment, freezing and frozen storage on the texture of *Boletus edulis* (Bull: Fr.) mushrooms. **International Journal of Refrigeration**, v. 33, n. 4, p. 877-885, 2010.
- JELTEMA, M.; BECKLEY, J.; VAHALIK, J. Food texture assessment and preference based on mouth behavior. **Food Quality and Preference**, v. 52, p. 160–171, 2016.
- JUNIOR, E.M.S.; QUEIROZ, M.B.; KIMURA, L.D.; ALVIM, I.D. Microencapsulação de corante natural por gelificação iônica: ajuste de metodologia de obtenção das micropartículas e aplicação em balas à base de pectina. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 9., 2015, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: CIIC, 2015. p.1-8.
- JURENKA, J.S. *Bacillus coagulans*: Monograph. **Alternative medicine review: a journal of clinical therapeutic**, v. 17, n. 1, p. 76-81, 2012.
- KELLER, D.; FARME, S.; MCCARTNEY, A.; GIBSON, G. *Bacillus coagulans* as a probiotic. **Food Science and Technology Bulletin Functional Foods**, v. 7, n. 7, p. 103–109, 2010.
- KELLER, M.K.; BARDOW, A.; JENSDOTTIR, T.; LYKKEAA, J.; TWETMAN, S. Effect of chewing gums containing the probiotic bacterium *Lactobacillus reuteri* on oral mal odour. **Acta Odontologica Scandinavica**, v. 70, n. 3, p. 246-250, 2012.
- KIMMEL, M.; KELLER, D.; FARMER, S.; WARRINO, D.E. A controlled clinical trial to evaluate the effect of ganedenbc³⁰ on immunological markers. **Methods and Findings in Experimental and Clinical Pharmacology**, v. 32, n. 2, p. 129-132, 2010.
- LAZZAROTTO, E.; da CUNHA, M.A.A.; RODRIGUES, M.B.; MENDONÇA, S.N.T.G. Bala de gelatina com fibras: caracterização e avaliação sensorial. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 2, n. 1, p. 22-34, 2008.
- LELE, V.; RUZAUSKAS, M.; ZAVISTANAVICIUTE, P.; LAURUSIENE, R.; RIMENE, G.; KIUDULAITE, D.; TOMKEVICIUTE, J.; NEMEIKSTYTE, J.; STANKEVICIUS, R.; BARTKIENE, E. Development and characterization of the gummy–supplements, enriched with probiotics and prebiotics. **CYTA – Journal of Food**, v. 16, n. 1, p. 580–587, 2018.
- MAATHUIS, A.J.H.; KELLER, D.; FARMER, S. Survival and metabolic activity of the Ganeden BC³⁰ strain of *Bacillus coagulans* in a dynamic *in vitro* model of the stomach and small intestine. **Beneficial Microbes**, v. 1, n. 1, p. 31-361, 2010.

MAJEED, M.; NAGABSHUSHANA, K.; NATARAJAN, S.; SIVAKUMAR, A.; ALI, F.; PANDE, A.; MAJEED, S.; KARRI, S.K. *Bacillus coagulans* MTCC 5856 supplementation in the management of diarrhea predominant Irritable Bowel Syndrome: a double blind randomized placebo controlled pilot clinical study. **Nutrition Journal**, v. 15, n. 21, p. 01-10, 2016.

MARAN, J. P.; PRAKASH, K. A. Process variables influence on microwave assisted extraction of pectin from waste Carica papaya L. peel. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 73, p. 202–206, 2015.

MARTINS, C.H.G.; PIRES, R.H.; CUNHA, A.O.; PEREIRA, C.A.M.; SINGULANI, J.L.; ABRÃO, F.; MORAES, T.; MENDES-GIANNINI, M.J.S. Candida/Candida biofilms. First description of dual-species *Candida albicans*/*C. rugosa* biofilm. **Fungalbiology**, v. 120, p. 530-537, 2016.

MATUDA, T. G. **Análise térmica da massa de pão francês durante os processos de congelamento e descongelamento: otimização do uso de aditivos**. 2004. 142p. Dissertação (Mestre em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MESTRY, A.P.; MUJUMDAR, A.S.; THORAT, B.N. Optimization of spray drying of an innovative functional food: Fermented mixed juice of carrot and watermelon. **Drying Technology**, v. 29, n. 10, p. 1121–1131, 2011.

MIYAZAWA, T.M. **Compostos voláteis da uvaia (*Eugenia pyriformis* cambess)**. 2009. 109 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2009.

NAZZARO, F.; FRATIANNI, F.; NICOLAUS, B.; POLI, A.; ORLANDO, P. The prebiotic source influences the growth, biochemical features and survival under simulated gastrointestinal conditions of the probiotic *Lactobacillus acidophilus*. **Anaerobe**, v. 18, n. 3, p. 280–285, 2012.

NISHIHORA, R.K. **Propriedades de Filmes de Gelatina Reticulados por Via Enzimática e Física**. 2015. 96f. Dissertação (Mestrado Engenharia Química.) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2015.

OLIVEIRA, G. A. **Modelagem e análise de um processo de cozimento de balas mastigáveis**. 2006. 69 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2006.

OSTROWSKA-LIGEŻA, E.; MARZEC, A.; GÓRSKA, A.; WIRKOWSKA-WOJDYŁA, M.; BRYŚ, J.; REJCH, A.; CZARKOWSKA, K. A. Comparative study of thermal and textural properties of milk, white and dark chocolates. **Thermochimica acta**, v. 671, p. 60-69, 2019.

PANGHAL, A.; JANGHU, S.; VIRKAR, K.; GAT, Y.; KUMAR, V.; CHHIKARA, N. Potencial non-dairy probiotic products-A healthy approach. **Food Bioscience**, v. 21, p. 80-89, 2018.

- PEREIRA, A.F.C. **Potenciais alimentos funcionais com base em extratos de vinho de uva ou de videira**. 2014. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2014.
- PERICHE, A.; HEREDIA, A.; ESCRICHE, I.; ANDRÉS, A.; CASTELLÓ, M. L. Optical, mechanical and sensory properties of based-isomaltulose gummy confections. **Food Bioscience**. v. 7, p. 37-44, 2014.
- 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.
- PORTAL BRASIL. **Indústrias brasileiras fazem abate religioso de carnes para garantir mercados estrangeiros**. 2011. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2011/01/industrias-brasileiras-fazem-abate-religioso-de-carnes-para-garantir-mercados-estrangeiros>. Acesso em: 25 ago. 2018.
- QUEIROZ, G. C.; REGO, R. A.; JARDIM, D. C. P. (Ed.). **Brasil Bakery & Confectionery Trends 2020**. São Paulo: ITAL, 2014. 324 p.
- RONDA, F.; QUILEZ, J.; PANDO, V.; ROOS, Y. H. Fermentation time and fiber on recrystallization of starch components and staling of bread from frozen part-baked bread. **Journal of food engineering**, v. 131, p. 116-123, 2014.
- ROSS, C. F. Sensory science at the human-machine interface. **Trends in Food Science & Technology**, v. 20, n. 2, p. 63–72, 2009.
- SALMERÓN, I.; THOMAS, K.; PANDIELLA, S.S. Effect of potentially probiotic lactic acid bacteria on the physicochemical composition and acceptance of fermented cereal beverages. **Journal of Functional Foods**, v. 15, p. 106–115, 2015.
- SANTI, L.; BERGER, M.; SILVA, W.O.B. Pectinases e pectina: aplicação e potencial biotecnológico. **Caderno pedagógico**, Lajeado, v. 11, n. 1, p. 130-139, 2014.
- SANTOS, T.R.J.; TAVARES, M. da C.; COELHO, E.M. Elaboração e análise sensorial de bala tipo jujuba visando o aproveitamento total de acerola (*Malpighia glabra*). In: CONGRESSO DE ATIVIDADE FÍSICA, NUTRIÇÃO E SAÚDE. 2., 2016, Aracajú, SE. **Anais...** Aracajú: Universidade Tiradentes. 2016.
- SERNA-COCK, L.; VELÁSQUEZ, M.; AYALA, A.A. Efecto de la ultrafiltración sobre las propiedades reológicas de gelatina comestible de origen bovino. **Información tecnológica**, v. 21, n. 6, p. 91-102, 2010.
- SESSLER, T.; WEISS, J.; VODOVOTZ, Y. Influence of pH and soy protein isolate addition on the physicochemical properties of functional grape pectin confections. **Food Hydrocolloids**, v. 32, n. 2, p. 294-302, 2013.

SETLOW, P. Germination of spores of *Bacillus* species: what we know and do not know. **Journal of Bacteriology**, v. 196, p. 1297-1305, 2014.

SILVA, L.B. **Efeito do uso de polióis e açai (*Euterpe oleracea* Mart.) nas características físico-químicas, sensoriais e tecnológicas de balas mastigáveis.** 2017. 181 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

SILVA, R.S.G.; BANDEIRA, S.F.; PETRY, F.C.; PINTO, L.A.A. Extração de gelatina a partir das peles de cabeças de carpa comum. **Ciência Rural**, v.41, n.5, p. 904-909, 2011.

SOUZA, F.S.Z.; ANDRADE, L.S.; LIMA, L.C.S.; ALVES, M.A.R.; SRUR, A.U.O.S. Desenvolvimento de bala de açai adicionada de cafeína. **Acta Tecnológica**, v. 11, n. 2, 2016.

SOUZA, R.C.P.; SANTOS, D.C.; NEVES, L.T.B.C.; CHAGAS, E.A. Tecnologia de bioprocesso para produção de alimentos funcionais. **Revista Agroambiente On-line**, Boa Vista, v.7, n.3, p.366- 372, 2013.

SPANEMBERG, F.E.M. **Planejamento de experimentos com mistura no estudo da vida útil de balas duras.** 2010. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara D'oeste, 2010.

THARANATHAN, R. N. Biodegradable films and composite coatings: past, present and future. **Trends in Food Science & Technology**. v.14, n.3, p.71-78, 2003.

TOIVIAINEN, A.; JALASVUORI, H.; LAHTI, E.; GURSOY, U.; SALMINEN, S.; FONTANA, M.; SÖDERLING, E. Impact of orally administered lozenges with *Lactobacillus rhamnosus* GG and *Bifidobacterium animalis* subsp. lactis BB-12 on the number of salivary *Streptococci mutans*, amount of plaque, gingival inflammation and the oral microbiome in healthy adults. **Clinical oral investigations**, v. 19, n. 1, p. 77-83, 2015.

TOSIN, P.B.; CARNEIRO, J.N.; SCHATSPAR, A.P.B.; BOGARIN, G.M.; SOUZA, A.L. Bala de gelatina enriquecida com cálcio e vitamina D para suplementação em indivíduos autistas. **Anais do EVINCI-UniBrasil**, v. 3, n. 1, p. 267-267, 2017.

UNOKI, M.T.; SILVA, L. L.D.; SILVA, A.R.Z. Estabilidade físico-químico de balas moles enriquecidas com frutooligossacarídeo para farmácia magistral. **Cadernos da Escola de Saúde**, v. 2, n. 10, p. 153-163, 2017.

VERGARA, L. P.; CHIM, J.F.; RODRIGUES, R.S.; FRANZON, R.C. Estudo das características físico-químicas em balas mastigáveis, convencionais e de reduzido valor calórico formuladas com polpa de araçá vermelho. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, XXV, 2016, Gramado. **Anais...** Gramado: XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2016.

VERGARA, L.P. **Balas mastigáveis convencionais e de reduzido valor calórico formuladas com polpa de araçá vermelho, de araçá amarelo e de pitanga vermelha.** 2016. 103f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

WITZLER, J.J.P.; PINTO, R.A.; VALDEZ, G.F.; CASTRO, A.D.; CAVALLINI, D.C.U. Development of a potential probiotic lozenge containing *Enterococcus faecium* CRL 183. **LWT - Food Science and Technology**, v. 77, p. 193-199, 2017.

ZIMKE, D.; SCHEIBEL, D.L. **Bala de pectina: elaboração e avaliação sensorial.** 2014. 17 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso Técnico em Química) - Centro Universitário Univates, Lajeado, 2014.

CAPÍTULO 3 - KEFIR ADICIONADO DE COPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS: ALTERNATIVA DE ALIMENTO PARA O CONSUMIDOR

Adriana da Conceição Teixeira de Moura
Aurélia Dornelas de Oliveira Martins
Eliane Maurício Furtado Martins
Vanessa Riani Olmi Silva
Roselir Ribeiro da Silva
Welliton Fagner da Cruz

1 INTRODUÇÃO

Os alimentos funcionais têm ganhado popularidade entre os consumidores e são alimentos convencionais consumidos como parte da dieta diária normal dos indivíduos (REIS *et. al.*, 2017) que proporcionam benefícios como prevenção e redução de fatores de risco para diferentes doenças ou estimulam múltiplas funções fisiológicas (YAHFOUFI *et. al.*, 2018).

Dentre os alimentos funcionais encontra-se o kefir que é considerado um alimento probiótico (SATIR; GUZEL-SEYDIM, 2016). O kefir é um leite fermentado produzido por coculturas de bactérias lácticas e de ácido acético e leveduras que são encapsuladas por um exopolissacarídeo (EPS). Esse alimento oferece muitos benefícios, incluindo efeitos antimicrobianos contra muitos agentes patogênicos (JEONG *et. al.*, 2017) e é um dos produtos do leite fermentado mais populares em todo o mundo devido às suas potenciais funções de promoção da saúde provenientes das espécies microbianas dos grãos de kefir (DERTLI; ÇON, 2017).

O kefir pode ser consumido puro ou adicionado de mel, fibras, polpa de frutas ou outros alimentos. No setor de processamento de frutas, a geração de resíduos tais como às cascas e sementes oriundos das indústrias processadoras de suco de laranja e maracujá e do processamento da banana, por exemplo, tem acarretado problemas ambientais (CRIZEL *et. al.*, 2013). No entanto, o resíduo dessas matérias-primas é uma excelente fonte de fibra, um potencial componente prebiótico, e que pode ser beneficiado e inserido em outras formulações alimentares, como no kefir por exemplo.

Os prebióticos são carboidratos que não são digeríveis por enzimas digestivas em seres humanos e melhoram seletivamente a atividade de alguns grupos de bactérias, estimulando, preferencialmente, o crescimento de bactérias probióticas (bifidobactérias e

bactérias do ácido láctico) (AL-SHERAJI *et. al.*, 2013). Os probióticos são microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, proporcionam benefícios à saúde do hospedeiro (FAO/WHO, 2001).

Aliando as características do kefir à possibilidade de aproveitar resíduos da indústria de alimentos existe a viabilidade de desenvolver produtos a partir do kefir e de coprodutos do processamento de frutas como o maracujá, laranja e banana, adicionado de bactéria probiótica, para potencializar os benefícios à saúde.

2 ALIMENTOS FUNCIONAIS

Na última década, um notável progresso foi observado no campo da medicina preventiva. Estudos identificaram a nutrição como um dos principais pontos determinantes e modificáveis que desempenham um papel na promoção da saúde e na prevenção de doenças crônicas (YAHFOUFI *et. al.*, 2018).

Em consonância com a crescente preocupação e atenção à saúde, os alimentos funcionais e suplementos dietéticos ganharam popularidade (WONG; LAI; CHAN, 2015). Os alimentos funcionais proporcionam benefícios adicionais em relação ao seu valor nutricional básico, contribuindo para a prevenção e redução de fatores de risco para diferentes doenças ou estimulando múltiplas funções fisiológicas (YAHFOUFI *et. al.*, 2018).

No entanto, a legislação brasileira não define alimento funcional, e sim a alegação de propriedade funcional e de saúde, estabelecendo diretrizes para sua aplicação. As características funcionais abrangem o papel metabólico ou fisiológico que o composto tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais no organismo humano, enquanto a de saúde compreende a existência da relação entre o alimento ou ingrediente com doença ou condição relacionada à saúde (BRASIL, 1999). O desenvolvimento destes produtos tornou-se uma área de pesquisa interessante na academia e na indústria (WONG; LAI; CHAN, 2015).

Os alimentos funcionais contendo prebióticos e probióticos fazem parte de um novo nicho de mercado que busca o reconhecimento, satisfação e aceitação do consumidor que têm atraído o interesse da indústria de alimentos por razões econômicas e devido a evidências científicas relacionadas à seus benefícios para a saúde (BALTHAZAR *et. al.*, 2017).

2.1 Alimentos probióticos

Nos últimos vinte anos houve um aumento rápido e significativo nas vendas de produtos probióticos que se deu pelo lançamento de produtos lácteos probióticos, particularmente pelas marcas Yakult, Danone e Valio. A ênfase colocada por estas e algumas outras empresas em probióticos que foram cientificamente e clinicamente testados, lançou as bases para o crescimento futuro (REID, 2015).

Segundo o Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcionais e/ou de Saúde, entende-se por probióticos os microrganismos vivos capazes de melhorar o equilíbrio microbiano intestinal produzindo efeitos benéficos à saúde do indivíduo (BRASIL, 2002). Os alimentos probióticos ajudam na manutenção de um bom equilíbrio e composição da microbiota intestinal e aumentam a resistência contra a invasão de agentes patogênicos (TRIPATHI; GIRI, 2014).

Butel (2014) sugere que a resistência dos probióticos contra à colonização de bactérias patogênicas pode ser devido à produção de bacteriocinas de inibição de amplo espectro, a metabólitos como ácidos graxos de cadeia curta que induzem uma diminuição do pH pouco favorável ao crescimento bacteriano ou a biosurfactantes com atividade antimicrobiana. Este efeito de barreira também pode atuar por meio de alguns mecanismos como competição por sítios de ligação, inibição de adesão e, ainda, que os probióticos também melhoram a função de barreira da mucosa intestinal.

Os alimentos probióticos devem ser seguros e conter os microrganismos em número suficiente no momento do consumo. Portanto, as estirpes probióticas selecionadas devem ser adequadas para a produção industrial em grande escala com a capacidade de sobreviver e reter sua funcionalidade durante a produção e armazenamento como culturas congeladas ou liofilizadas. Deve sobreviver durante as operações do processamento de alimentos e durante toda a vida de prateleira do produto (TRIPATHI; GIRI, 2014). Um alimento probiótico deve apresentar uma contagem de células viáveis de, pelo menos, 10^6 a 10^7 UFC.g⁻¹ (FAO/WHO, 2001) e valores inferiores podem ser aceitos desde que comprovada a eficácia do produto (BRASIL, 2008).

Dentre as espécies bacterianas, as listadas como probióticas são *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei shirota*, *Lactobacillus casei* variedade *ramnosus*, *Lactobacillus casei* variedade *defensis*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactococcus lactis*,

Bifidobacterium bifidum, *Bifidobacterium animalis* (incluindo a subespécie *B. lactis*), *Bifidobacterium longum* e *Enterococcus faecium* (BRASIL, 2008).

Entre as espécies de *Lactobacillus sp.*, *L. acidophilus* é provavelmente a mais estudada (JAFAREI; EBRAHIMI, 2011). *L. acidophilus* são bastonetes Gram-positivos, com extremidades arredondadas, ocorrendo em pares ou cadeias curtas (SELLE; KLAENHAMMER; RUSSELL, 2014).

No estudo realizado por Oliveira *et. al.* (2017), ao analisarem cinco culturas de bactérias probióticas, os autores concluíram que *L. acidophilus* apresentou o melhor desempenho em relação as demais culturas probióticas, pois causou menor alteração nas características sensoriais do leite fermentado produzido e apresentou características microbiológicas adequadas.

2.1.1 Kefir

Ao longo dos séculos, a fermentação láctica tem sido utilizada como método para preservar, manter a qualidade ou modificar o sabor dos produtos lácteos. As bactérias de ácido láctico (LAB), como as do gênero *Lactobacillus sp.*, *Lactococcus sp.*, *Leuconostoc sp.*, *Pediococcus sp.* e *Streptococcus sp.*, são as principais responsáveis pela fermentação do leite (GEMECHU, 2015). O Kefir é um exemplo de produto obtido pela fermentação de leite com grãos de kefir. Os grãos consistem em um polissacarídeo composto por uma associação microbiana complexa entre bactérias e leveduras (FIORDA *et. al.*, 2017) responsável pela produção desta tradicional bebida de leite fermentado com propriedades de sabor únicas (DERTLI; ÇON, 2017).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento define o kefir como "produto da fermentação de leite pasteurizado ou esterilizado por culturas de ácido láctico preparadas com grãos de kefir, *Lactobacillus kefir*, espécies dos gêneros *Leuconostoc*, *Lactococcus* e *Acetobacter*, com a produção de ácido láctico, etanol e dióxido de carbono". Além disso, os grãos de kefir contêm leveduras fermentadoras de lactose (*Kluyveromyces marxianus*) e leveduras não fermentadoras de lactose (*Saccharomyces omnisporus*, *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces exiguus*), *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium spp.* e *Streptococcus salivarius* subsp. *termófilo*. A legislação preconiza que a contagem de bactérias de ácido láctico total e contagens de leveduras específicas sejam de pelo menos 10^7 UFC/g e 10^4 UFC/g, respectivamente. Além disso, o kefir deve apresentar características específicas, como a homogeneidade e uma consistência cremosa;

sabor acidulado, picante e ligeiramente alcoólico; acidez inferior a 1,0 g de ácido láctico/100 g; e teor de álcool entre 0,5 e 1,5 (% v / m) (BRASIL, 2007).

Mesmo com a dificuldade de produção em larga escala, por conta da distribuição heterogênea do grão kefir no leite, uma vez que a maioria dos grãos de kefir afunda ou flutua (KIM, *et. al.* 2018), Dertli; Çon (2017) afirmam que o kefir é um dos produtos de leite fermentado mais populares em todo o mundo devido às suas potenciais funções de promoção da saúde.

Além do kefir de leite, outro tipo de kefir bastante conhecido é o kefir de água, caracterizado por ser uma bebida produzida e iniciada pela fermentação de uma solução de extrato de fruta/sacarose com grãos de kefir insolúveis (FELS *et. al.*, 2018). Esse substrato representa um meio rico para o crescimento microbiano que promove um aumento rápido da biomassa do grão de kefir. O etanol é o principal produto biológico do processo de fermentação e sua concentração aumenta em um padrão linear atingindo valores superiores a 10% do volume total. Os principais produtos finais da fermentação do kefir açucarado são etanol, ácido láctico, ácido acético e outros metabólitos úteis como manitol, glicerol, ésteres e outros ácidos orgânicos (FIORDA *et. al.*, 2017).

Em relação à composição das bactérias, observa-se uma diversidade mais estável ao comparar ambos os substratos de leite e de água com sacarose, com forte dominância do grupo *Lactobacillus* sp. No entanto, é possível observar uma maior presença de espécies de bactérias ácido acéticas em kefir de água com sacarose em relação ao kefir de leite, indicando que o metabolismo desse grupo de microrganismos é estimulado em matrizes açucaradas que utilizam o etanol produzido para o seu crescimento e o metabolismo do ácido acético (FIORDA *et. al.*, 2017).

Os microrganismos nos grãos de kefir se multiplicam e produzem enzimas e outros elementos biogênicos que causam alterações físico-químicas no meio. Por esta razão, o kefir tem sido cada vez mais consumido, pois representa uma ótima fonte de probióticos naturais e pode ser facilmente digerido (SATIR; GUZEL-SEYDIM, 2016).

O leite de vaca, ovelha ou cabra tem sido utilizado como substrato para fermentação do kefir (PRADO *et. al.*, 2015). Além de ser produzido a partir de leite, a síntese de certas vitaminas, hidrólise de proteínas e lactose e a formação de compostos bioativos durante a produção culminam com o aumento do valor nutricional do produto. Além disso, muitos estudos demonstraram que o kefir têm propriedades anticancerígenas,

antimutagênicas, anti-inflamatórias, anti-hipertensivas, antimicrobianas e antidiabéticas. Também tem efeitos benéficos na osteoporose, intolerância à lactose, hipercolesterolemia e sistema imunológico (KESENKAS; GURSOY; OZBAS, 2017).

Apesar dos diversos benefícios à saúde associados ao kefir produzido tradicionalmente, seu empacotamento e vazamento da embalagem, causado pela fermentação secundária durante o armazenamento, limita sua fabricação em grande escala. Os produtos comerciais de kefir foram projetados para reduzir esses efeitos usando uma cultura iniciadora pura consistindo em uma mistura de bactérias e leveduras que dão um sabor semelhante ao kefir tradicional, mas alguns benefícios para a saúde podem ser perdidos na produção comercial devido à diversidade microbiana reduzida e falta de exopolissacarídeos benéficos (O'BRIEN *et. al.*, 2016).

Na literatura é possível encontrar alguns estudos sobre o desenvolvimento de produtos a base de kefir. Boudjou *et. al.* (2014) avaliaram a suplementação de kefir com farinha de feijão faba e constataram que a adição de 4% de farinha de feijão faba estimulou o crescimento microbiano bifidogênico, aumentando a acidez titulável linearmente do primeiro aos 21 dias de fabricação

Karaca *et. al.* (2018) avaliaram as propriedades da manteiga produzida usando a cultura natural do kefir durante 21 dias de armazenamento refrigerado. A formulação controle apresentou 6,64 log UFC/g de *Lactococcus spp.* enquanto as formulações de manteiga cultivadas com kefir apresentaram 8,58 log UFC/g. A manteiga cultivada de kefir e a controle apresentaram, respectivamente, 5,24 log UFC/g e ausência de *L. acidophilus* no primeiro dia de fabricação.

“Tarhana” é conhecido como um produto de cereal fermentado elaborado tradicionalmente a partir de farinha de trigo e iogurte (DEMIRCI *et. al.*, 2019). Como novidade, os autores investigaram a substituição do iogurte pelo kefir. A adição de kefir aumentou a atividade de fermentação, uma vez que o aumento nos valores de acidez foi observado em comparação com as formulações de “tarhana” preparadas com iogurte. Além disso, as contagens de bactérias lácticas em ágar M17 e MRS de “tarhana” enriquecido com 100% de kefir foram maiores que as de outras formulações durante o período de fermentação.

Weschenfelder *et. al.* (2018) avaliaram duas formulações de queijo e soro por meio da coagulação microbiana do leite utilizando grãos de kefir, e avaliaram a atividade

antibacteriana *in situ* do queijo e soro contra *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. Os resultados mostraram que o queijo kefir, independente da formulação, continha em sua composição substâncias com potencial antibacteriano, uma vez que a concentração de microrganismos confrontados diminuiu, independentemente da concentração a ser testada.

2.2 Alimentos prebióticos

Prebióticos são ingredientes alimentares não digeríveis que afetam benéficamente o hospedeiro, estimulando seletivamente o crescimento e/ou a atividade de um ou limitado número de espécies bacterianas residentes no cólon contribuindo, assim, para a melhoria da saúde. Para os autores, o termo simbiótico refere-se a alimentos que apresentam uma mistura de pré e probióticos com propriedades nutricionais produzidas pelos ingredientes alimentares funcionais, capazes de promoverem melhoria da saúde do hospedeiro (GIBSON; ROBERFROID, 1995)

No intestino, os prebióticos são fermentados por bactérias para produzir ácidos graxos de cadeia curta. Produzem ainda, muitos outros benefícios para a saúde no intestino grosso, como redução do risco de câncer e aumento da absorção de cálcio e magnésio, influenciando também os níveis de glicose no sangue e melhorando os lipídios plasmáticos (AL-SHERAJI *et. al.*, 2013).

A introdução de compostos funcionais como prebióticos na dieta parece ser uma alternativa atrativa para melhorar a qualidade de vida de indivíduos com obesidade, câncer, hipersensibilidade, doenças vasculares e doenças degenerativas (LAM; CHEUNG, 2013).

Os prebióticos são encontrados em várias hortaliças e frutas e apresentam vantagens tecnológicas significativas. Sua aplicação pode melhorar as características sensoriais, como sabor e textura, e a estabilidade de espumas, emulsões e sensação bucal em uma grande variedade de aplicações alimentares, como produtos lácteos e pães (AL-SHERAJI *et. al.*, 2013).

A maioria dos prebióticos disponíveis no mercado são derivados de oligossacarídeos não digeríveis (LAM; CHEUNG, 2013).

3 USO DE COPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS COMO FONTE DE PREBIÓTICOS

O uso de coprodutos agroindustriais na elaboração de alimentos é importante (KEBAILI *et. al.*, 2018), tendo em vista que aproximadamente 40% do total de alimentos desperdiçados em todo o mundo é proveniente do processamento de frutas e legumes (cerca de 640 milhões de toneladas/ano) que, além de causar enormes prejuízos econômicos (FAO, 2013), também provocam sérios problemas ambientais (PÉREZ-CHABELA; HERNÁNDEZ-ALCÁNTARA, 2018).

Estudos mostram que coprodutos são boas fontes de fibras (LÓPEZ-VARGAS *et. al.*, 2013; SILVA *et. al.*, 2017). Coprodutos são os resíduos gerados pela indústria por meio do processamento na indústria, são de baixo custo, que muitas vezes são descartados de forma inadequada, provocando danos ao meio ambiente. O aproveitamento dos coprodutos é muito limitado, devido ao desconhecimento de sua composição nutricional e falta de dados sobre o desempenho deles na nutrição e na produção de alimentos. A análise da composição química desses resíduos de origem industrial é essencial para se verificar se os mesmos podem ser utilizados no desenvolvimento de produtos alimentícios (LITZ *et. al.*, 2014).

Para Serrano-Casas *et. al.* (2017) os resíduos do processamento de alimentos estão sendo amplamente estudados devido ao conteúdo de ingredientes de valor agregado, como fibra alimentar e compostos bioativos. Os carboidratos complexos de cadeia longa, como polissacarídeos bioativos de vários materiais vegetais, como cereais, cogumelos, ervas, raiz de chicória, citrinos, soja e batatas têm sido utilizados como prebióticos (CHOU; SHEIH; FANG, 2013).

Algumas fibras dietéticas são potenciais substâncias prebióticas (RAMUSSEN; HAMAKER, 2017), e de acordo com Gibson; Roberfroid (1995), prebióticos são ingredientes alimentares não digeríveis que afetam benéficamente o hospedeiro, estimulando seletivamente o crescimento e/ou a atividade de um ou limitado número de espécies bacterianas residentes no cólon contribuindo, assim, para a melhoria da saúde. Para os autores, o termo simbiótico refere-se a alimentos que apresentam uma mistura de pré e probióticos com propriedades nutricionais produzidas pelos ingredientes alimentares funcionais, capazes de promoverem melhoria da saúde do hospedeiro.

Farinhas de albedo de maracujá, de casca de laranja e de banana verde são utilizadas na elaboração de produtos alimentícios (LÓPEZ-VARGAS *et. al.*, 2013; SILVA *et. al.*, 2017; BORGES, PEREIRA, LUCENA, 2009).

Na Tabela 1 é possível observar os resultados da composição dos coprodutos avaliados em diferentes estudos. A partir dessa composição observa-se o alto teor de fibra insolúvel no albedo de maracujá e na casca de laranja. Já na banana verde destaca-se o teor de amido resistente que, assim como a fibra insolúvel, também é um tipo de componente prebiótico.

Tabela 1 - Composição de farinha de albedo de maracujá, farinha de casca de laranja e farinha de banana verde

| Composição (g/100g) | Farinha de Albedo de Maracujá | Farinha de Casca de Laranja | Farinha de Banana Verde |
|--------------------------------|--|--|---------------------------------------|
| Umidade | - | 9,01 | - |
| Lipídeos | 1,00 | 4,53 | 0,70 |
| Cinzas | 8,08 | 3,68 | 2,68 |
| Proteína | 0,35 | 6,38 | 4,73 |
| Fibras insolúveis | 52,34 | 30,80 | - |
| Fibras solúveis | 19,45 | 17,00 | - |
| Fibras Totais | 71,79 | 47,81 | 1,17 |
| Carboidratos | - | 37,30 | 90,72 |
| Amido | - | - | 75,20 |
| Referência | LÓPEZ-VARGAS <i>et. al.</i> , (2013) | SILVA <i>et. al.</i> , (2017) | BORGES, PEREIRA, LUCENA, (2009) |

Fonte: López-Vargas *et al.* (2013); Silva *et al* (2017); Borges, Pereira, Lucena (2009).

Na indústria de suco, o maracujá produz milhares de toneladas de sementes e cascas como coprodutos agrícolas durante sua extração. Coelho *et. al.* (2017) relataram que a casca de maracujá possui propriedades comparáveis aos aditivos alimentares. O principal componente da casca de maracujá é o albedo, que é um tecido branco, esponjoso e celulósico, rico em pectina e pode ser usado como ingrediente na preparação de alimentos funcionais, além de poder ser adicionado aos produtos que exigem um aumento da viscosidade (LÓPEZ-VARGAS *et. al.*, 2014).

O processamento de laranjas também leva à produção de grandes quantidades de resíduos (CALABRÒ; PAONE; KOMILIS, 2018). De acordo com Russo *et. al.* (2015) o

resíduo sólido da laranja proveniente de cascas e polpas esgotadas, utilizado para alimentação animal, pode ser direcionado para a indústria farmacêutica e alimentícia como importantes fontes de fibra alimentar e componentes antioxidantes.

Além do maracujá e laranja, outra fruta que gera resíduo é a banana verde. Esta, quando em tamanho muito menor do que aquelas comercializáveis, são na maioria das vezes descartadas. Conforme Batista *et. al.* (2017) a farinha de banana provou ser um ingrediente alternativo na formulação de leite fermentado, contribuindo para o desenvolvimento de um alimento funcional simbiótico, com estabilidade de amido resistente durante 21 dias de armazenamento refrigerado a 5 °C.

4 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Estudos mostram que kefir é utilizado no tratamento de doenças gastrointestinais, e, quando produzido a partir do leite, sintetiza certas vitaminas e compostos bioativos que aumentam o valor nutricional do produto.

Coprodutos agroindustriais possuem potencial de serem utilizados na alimentação humana, pois além de possuírem propriedades nutricionais, podem reduzir o custo de produção dos alimentos e diminuir os impactos ambientais devido ao descarte inadequado no meio ambiente.

Por serem produtos de baixo custo, alto valor nutricional e de fácil acesso pela população, faz-se necessário realizar pesquisas com kefir associado a coprodutos agroindustriais.

REFERÊNCIAS

AL-SHERAJI, S. H.; ISMAIL, A.; MANAP, M. Y.; MUSTAFA, S.; YUSOF, R. M.; HASSAN, F. A. Prebiotics as functional foods: a review. **Journal of Functional Foods**, v. 4, p. 1542-1553, 2013.

BALTHAZAR, C. F.; PIMENTEL, T. C.; FERRÃO, L. L.; ALMADA, C. N.; SANTILLO, A.; ALBENZIO, M.; MOLLAKHALILI, N.; MORTAZAVIAN, A. M.; NASCIMENTO, J. S.; SILVA, M. C.; FREITAS, M. Q.; SANT'ANA, A. S.; GRANATO, D.; CRUZ, A. G. Sheep Milk: Physicochemical Characteristics and Relevance for Functional Food Development. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, v. 16, p. 247-262, 2017.

BATISTA, A. L. D.; SILVA, R.; CAPPATO, L.P.; FERREIRA, M. V. S.; NASCIMENTO, K. O.; SCHMIELE, M.; ESMERINO, E. A.; BALTHAZAR, C. F.; SILVA, H. L. A.; MORAES, J.; PIMENTEL, T. C.; FREITAS, M. Q.; RAICES, R. S. L.; SILVA, M. C.; CRUZ, A. G.

Developing a synbiotic fermented milk using probiotic bacteria and organic green banana flour. **Journal of functional foods**, v. 38, p. 242-250, 2017.

BOUDJOU, S.; ZAIDI, F.; HOSSEINIAN, F.; OOMAH, B. D. Effects of faba bean (*Vicia faba* L.) flour on viability of probiotic bacteria during kefir storage. **Journal of Food Research**, v. 3, p. 13, 2014.

BUTEL, M. J. Probiotics, gut microbiota and health. **Médecine et maladies infectieuses**, v. 44, n. 1, p. 1-8, 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 18, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de Propriedades Funcionais e/ou Saúde alegadas em rotulagem de alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 de maio de 1999.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, ANVISA. Resolução RDC nº 2, de 07 de janeiro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e probióticos isolados com alegação de Propriedade funcional e ou de Saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 janeiro 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 46 de 23 de outubro de 2007. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 de outubro de 2007.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, ANVISA. Resolução n. 18, de 30 de abril de 1999. **Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ ingredientes, substâncias biotivas e probióticos: lista de alegações de propriedade funcional aprovadas**. Atualizado em junho de 2008. Disponível em: Acesso: 21 mai.,2019.

BORGES, A. M.; PEREIRA, J.; LUCENA, E. M. P. Caracterização da Farinha de Banana Verde. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, p. 333-339, 2009.

CALABRÒ, P. S.; PAONE, E.; KOMILIS, D. Strategies for the sustainable management of orange peel waste through anaerobic digestion. **Journal of Environmental Management**, v. 212, p. 462-468, 2018.

CHOU, W.T.; SHEIH, I.C.; FANG, T.J. The applications of polysaccharides from various mushroom wastes as prebiotics in different systems. **Journal of Food Science**, v. 78, p. M1041 - M1048, 2013.

COELHO, E. M.; GOMES, R. G.; MACHADO, B. A. S.; OLIVEIRA, R. S.; LIMA, M. S.; AZÊVEDO, L. C.; GUEZ, M. A. U. Passion fruit peel flour – Technological properties and application in food products. **Food Hydrocolloids**, v. 62, p. 158-164, 2017.

CRIZEL, T. de M.; JABLONSKI, A.; RIOS, A. de O.; RECH, R.; FLÔRES, S. H. Dietary fiber from Orange byproducts as a potential fat replacer. **LWT – Food science and technology**, v. 53, p. 9-14, 2013.

DEMIRCI, A. S.; PALABIYIK, I.; OZALP, S.; TIRPANCI SIVRI, G. Effect of using kefir in the formulation of traditional “Tarhana”. **Food Science and Technology**, v.39, n.2, p.358-364, 2019.

DERTLİ, E.; ÇON, A. H. Microbial diversity of traditional kefir grains and their role on kefir aroma. **LWT – Food science and technology**, v. 85, p. 151-157, 2017.

FAO/WHO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS /WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria**. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Córdoba, 48 Argentina, 2001.

FAO. **FAOSTAT**. Rome, 2013. Disponível em: <http://faostat3.org>. Acesso em: 08 set. 2019.

FELS, L.; JAKOB, F.; VOGEL, R. F.; WEFERS, D. Structural characterization of the exopolysaccharides from water kefir. **Carbohydrate Polymer**, v. 189, p. 296-303, 2018.

FIORDA, F. A.; PEREIRA, G. V. de M.; THOMAZ-SOCCOL, V.; RAKSHIT, S. K.; PAGNONCELLI, M. G. B.; VANDENBERGHE, L. P. de S.; SOCCOL, C. R. Microbiological, biochemical, and functional aspects of sugary kefir fermentation - A review. **Food Microbiology**, v. 66, p. 86-95, 2017.

GEMECHU, T. Review on lactic acid bacteria function in milk fermentation and preservation. **African Journal of Food Science**, v. 9, p. 170 -175, 2015.

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **The Journal of Nutrition**, v. 125, n. 6, p.1401-1412, 1995.

JAFAREI, P.; EBRAHIMI, M. T. *Lactobacillus acidophilus* cell structure and application. **African Journal of Microbiology**, v. 5, p. 4033-4042, 2011.

JEONG, D.; KIM, D.H.; KANG, II. B.; KIM, H.; SONG, K.Y.; KIM, H. S.; SEO, K. H. Characterization and antibacterial activity of a novel exopolysaccharide produced by *Lactobacillus kefirifaciens* DN1 isolated from kefir. **Food control**, v. 78, p. 436-442, 2017.

KARACA, Y.; GÜN, I.; SEYDIM, A. C.; GUZEL-SEYDIM, Z. B. Production and quality of kefir cultured butter. **Mljekarstvo**, v. 68, p. 64-72, 2018.

KEBAILI, M.; DJELLALI, S.; RADJAI, M.; DROUICHE, N.; LOUNICI, H. Valorization of orange industry residues to form a natural coagulant and adsorbent. **Journal of Industrial and Engineering Chemistry**, v. 64, p. 292-299, 2018.

KESENKAS, H.; GURSOY, O.; OZBAS, H. Kefir. In: FRIAS, J.; MARTINEZ-VILLABUENGA, C.; PEÑAS, E. (Ed.). **Fermented foods in health and disease**

prevention. Academic Press, p. 339-361, 2017.

KIM, D.H.; JEONG, D.; SONG, K.Y.; SEO, K.H. Comparison of traditional and backslipping methods for kefir fermentation based on physicochemical and microbiological characteristics. **LWT - Food Science and Technology**, v. 97, p. 503-507, 2018.

LAM, K. L.; CHEUNG, P. C. K. Non-digestible long chain beta-glucans as novel prebiotics. **Bioactive carbohydrates and dietary fibre**, v. 2, p. 45-64, 2013.

LITZ, F. H.; FERNANDES, E. A.; PIMENTA, C. C.; FAGUNDES, N. S.; FERREIRA, I. C.; GONÇALVES, M. F. Avaliação bromatológica e digestibilidade "in vitro" de rações para bovinos formuladas com coprodutos da indústria do milho e do ácido cítrico. **Veterinária Notícias**, v.20, n. 2, p.42-47, 2014.

LÓPEZ-VARGAS, J. H.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A.; VIUDA-MARTOS, M. Chemical, physico-chemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of dietary fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. **Food Research International**, v. 51, p. 756-763, 2013.

LÓPEZ-VARGAS, J. H.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A.; VIUDA-MARTOS, M. Quality characteristics of pork burger added with albedo-fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. **Meat science**, v. 97, p. 270-276, 2014.

O'BRIEN, K. V.; ARYANA, K. J.; PRINYAWIWATKUL, W.; CARABANTE ORDONEZ, K. M.; BOENEKE, C. A. Short communication: The effects of frozen storage on the survival of probiotic microorganisms found in traditionally and commercially manufactured kefir. **Journal of dairy science**, v. 99, p. 7043-7048, 2016.

OLIVEIRA, D.; VIDAL, L.; ARES, G.; WALTER, E.H.M.; ROSENTHAL, A.; DELIZA, R. Sensory, microbiological and physicochemical screening of probiotic cultures for the development of non fermented probiotic milk. **LWT - Food Science and Technology**, v. 79, p. 234-241, 2017.

PÉREZ-CHABELA, M. L.; HERNÁNDEZ-ALCÁNTARA, A. M. Agroindustrial coproducts as Sources of Novel Functional Ingredients. *In: Food Processing for Increased Quality and Consumption*. Academic Press, p. 219-250, 2018.

PRADO, M. R.; BLANDÓN, L. M.; VANDENBERGHE, L. P. S.; RODRIGUES, C.; CASTRO, G. R.; THOMAZ-SOCCOL, V.; SOCCOL, C. R. Milk kefir: composition, microbial cultures, biological activities, and related products. **Frontiers in Microbiology**, v. 6, p. 1-12, 2015.

REID, G. The growth potential for dairy probiotics. **International Dairy Journal**, v. 49, p. 16-22, 2015.

REIS, F. S.; MARTINS, A.; VASCONCELOS, M. H.; MORALES, P.; FERREIRA, I. C. F. R. Functional foods based on extracts or compounds derived from mushrooms. **Trends in**

Food Science & Technology, v. 2017, p. 48-62, 2017.

RUSSO, M.; BONACCORSI, I.; INFERRERA, V.; DUGO, P.; MONDELLO, L.
Underestimated sources of flavonoids, limonoids and dietary fiber: Availability in orange's by-products. **Journal of Functional Foods**, v. 12, p. 150-157, 2015.

SATIR, G.; GUZEL-SEYDIM, B. How kefir fermentation can affect product composition?
Small Ruminant Research, v. 134, p. 1-7, 2016.

SELLE, K. M.; KLAENHAMMER, T. R.; RUSSELI, W. M. *Lactobacillus acidophilus*.
Encyclopedia of Food Microbiology, v. 2, p. 1151-1157, 2014.

SERRANO-CASAS, V.; PÉREZ-CHABELA, M. L.; CORTÉS-BARBERENA, E.;
TOTOSAUS, A. Improvement of lactic acid bacteria viability in acid conditions employing agroindustrial co-products as prebiotic on alginate ionotropic gel matrix co-encapsulation.
Journal of Functional Foods, v. 38, p. 293-297, 2017.

SILVA, J. G. S.; REBELLATO, A. P.; GREINER, R.; PALLONE, J. A. L. Bioaccessibility of calcium, iron and magnesium in residues of citrus and characterization of macronutrients.
Food Research International, v. 97, p. 162-169, 2017.

TRIPATHI, M. K.; GIRI, S. K. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. **Journal of Functional Foods**, v. 9, p. 225-241, 2014.

WESCHENFELDER, S.; PAIM, M. P.; GERHARDT, C.; CARVALHO, H. H. C.; WIEST, J. M. Antibacterial activity of different formulations of cheese and whey produced with kefir grains. **Revista Ciência Agronômica**, v. 49, p. 443-449, 2018.

WONG, A. Y. T.; LAI, J.M.C.; CHAN, A.W.K. Regulations and protection for functional food products in the united states. **Journal of functional foods**, v. 17, p. 540-551, 2015.

YAHFOUFI, N.; MALLETT, J. F.; GRAHAN, E.; MATAR, C. Role of Probiotics and Prebiotics in Immunomodulation. **Current Opinion in Food Science**, v. 20, p. 82-91, 2018.

CAPÍTULO 4 - PERSPECTIVAS DA ADIÇÃO DE *LACTOBACILLUS* PROBIÓTICOS E SORO DE LEITE EM ALIMENTOS

Gustavo dos Santos Emiliano
Raquel Amaral Cunha
Adriana Couto Guerra
Eliane Maurício Furtado Martins
Frederico Souzalima Caldoncelli Franco
Maurilio Lopes Martins

1 INTRODUÇÃO

Em decorrência da elevada produção de derivados lácteos, principalmente, queijos, há uma grande produção de soro no Brasil, sendo este considerado muitas vezes como poluente. As leis ambientais cada vez mais rígidas forçam as indústrias a criarem meios para evitar que este co-produto afete o ambiente. Contudo, alimentos processados a partir de soro se tornam uma possibilidade de solucionar esse problema.

Por outro lado, situações de estresse, dieta não equilibrada, uso constante de antibióticos, infecções e intoxicações alimentares, além do avanço na idade são fatores que interferem no equilíbrio da microbiota gastrointestinal e no sistema imunológico, acarretando o surgimento de doenças crônicas (NAGALINGAM; LYNCH, 2012).

No entanto, é comprovado que alimentos lácteos, por seu efeito tamponante e protetor, permitem a resistência dos microrganismos probióticos ao suco gástrico (ROSS; DESMON; STANTON, 2005), sendo estes os responsáveis por restabelecer o equilíbrio da microbiota intestinal (ISOLAURI; SALMINEN; OUWEHAND, 2004; SLOVER; DANZIGER, 2008).

Dessa forma, a utilização de soro de leite ou de seus derivados como o Isolado Proteico de Soro (WPI) no desenvolvimento de alimentos probióticos de base láctea e não láctea se faz interessante por suas características nutricionais, principalmente devido ao conteúdo de proteínas de alto valor biológico, e por reduzir o impacto ambiental (SOARES *et. al.*, 2011).

2 ALIMENTOS FUNCIONAIS

Os alimentos têm objetivo de fornecer os nutrientes necessários e recomendados para o desempenho das reações metabólicas efetuadas no organismo, e consequentemente, transmitir ao consumidor satisfação e bem-estar (MENRAD, 2003). O

consumo balanceado dos alimentos em uma dieta saudável, com propósito de oferecer vitaminas, fibras, ácidos graxos, compostos antioxidantes, proteínas de alto valor biológico, probióticos, dentre outros, têm apresentado respostas significativas para a manutenção da saúde e possivelmente, a redução dos riscos de doenças (FARIA *et. al.*, 2011).

A preferência dos consumidores tem se voltado à ingestão de alimentos que, além de práticos, sejam saborosos, de alto valor biológico e capazes de prevenir doenças. Tais exigências dos consumidores estão relacionadas à expansão do conceito entre dieta e saúde, sedentarismo, cuidados com a estética e, também, ao estilo de vida agitado (estresse) que pode resultar em doenças crônicas até mesmo na população jovem. Por conseguinte, em resposta a esse fato, a indústria juntamente com os cientistas, desenvolvem alimentos funcionais (MATSUBARA, 2001; SIQUEIRA; MACHADO; STAMFORD, 2013; CORBO *et. al.*, 2014; PEREIRA, 2014).

Na década de 1980 os japoneses constataram as potencialidades de alguns alimentos que influenciavam as funções fisiológicas humanas e acreditavam no poder terapêutico do consumo de uma dieta balanceada. Assim, o Ministério da Saúde e Bem-estar japonês, estabeleceu uma categoria de alimentos para o uso dietético especial, que podiam associar o seu consumo a alguns efeitos benéficos de saúde em sua rotulagem. O governo japonês determinou que, para alegar nos rótulos dos produtos alguma propriedade funcional o consumo do alimento deve exercer um efeito melhorador ou regulador de algum processo biológico ou mecanismo de prevenção a uma doença específica; ser um ingrediente ou alimento convencional e ser consumido como integrante de uma dieta normal (ARAYA; LUTZ, 2003; NITZKE, 2012).

No Brasil, segundo o artigo n.º446 do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 2017), para alegar que determinado alimento de origem animal possui propriedade funcional ou de saúde, o produto deve ser previamente aprovado pelo órgão regulador da saúde, atendendo aos critérios estabelecidos em legislação específica.

A Portaria n.º398 (BRASIL, 1999), da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), define alegação de propriedade funcional como o papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano devido conter compostos

bioativos capazes de atuar como moduladores de processos metabólicos, prevenindo o surgimento precoce de doenças degenerativas (BASHO; BIN, 2010). O alimento ou ingrediente que alegar propriedades funcionais ou de saúde pode, além de funções nutricionais básicas, quando se tratar de nutriente, produzir efeitos metabólicos e ou fisiológicos e ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica.

A ANVISA estabeleceu no Brasil, que a propriedade funcional e de saúde dos alimentos funcionais está condicionada ao consumo equilibrado e hábitos de vida saudáveis, promovendo benefícios ao consumidor (STRINGHETA; AQUINO; VILELA, 2010).

O mercado de suplemento dietético, alimentos funcionais e bebidas é uma categoria que está em ascensão no mercado internacional, crescendo 10% ao ano, com um faturamento em torno de US\$ 150 bilhões (HILTON, 2017). A indústria brasileira de alimentos, responsável por R\$ 614,30 bilhões do faturamento do setor industrial (sendo 81% os alimentos e 19% as bebidas) e por empregar mais de 1,6 milhões de pessoas, tem conseguido seguir as tendências internacionais na área de produção, gerando um aumento de 9,3%, em 2016, mas ainda precisa desenvolver trajetórias mais consistentes na área de inovação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTAÇÃO - ABIA, 2016).

Por outro lado, de acordo com Pesquisa de Mercado de Transparência (2013), o mercado estimado mundial de probióticos correspondia a, aproximadamente, US\$ 44,9 bilhões em 2018 e deverá atingir US\$ 46,5 bilhões em 2020.

Essas tendências convergem com as necessidades de saudabilidade e bem-estar, resultando no aumento da demanda por alimentos convenientes, tais como bebidas à base de WPI com frutas, *snacks* de vegetais, iogurtes, dentre outros. Assim, o cenário aponta para consumidores mais preocupados com a qualidade de vida e com a saúde os quais tenderão a valorizar aqueles produtos com mais atributos de qualidade.

3 PROBIÓTICOS E SAÚDE

A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação e Organização Mundial da Saúde (FAO/WHO) definem probióticos como microrganismos vivos, que

quando ingeridos em quantidades adequadas conferem benefícios à saúde do consumidor (FAO/WHO, 2002).

A ANVISA prescreve que a quantidade mínima viável de probiótico em qualquer produto seja de 10^8 a 10^9 Unidades Formadoras de Colônias (UFC) por porção, ressaltando que estes são valores baseados em um consumo diário e de um produto pronto para sua deglutição, sendo que valores menores podem ser encontrados, desde que o fabricante comprove sua eficácia. A ANVISA ainda faz obrigatória a comprovação da quantidade mínima do microrganismo viável até o prazo final da vida de prateleira do alimento, sendo confirmado por meio de análises que submetam o probiótico a uma simulação do sistema gastrointestinal, onde a cultura em questão será exposta à acidez gástrica e aos sais biliares (BRASIL, 2008).

Em sua Resolução de Diretoria Colegiada - RDC n.º241, a ANVISA dispõe sobre os requisitos para a comprovação da segurança e dos benefícios à saúde dos probióticos para uso em alimentos. Também dispõe da alegação geral e específica referente à linhagem como benefício (eficácia), identidade e segurança (BRASIL, 2018).

Para a seleção do microrganismo probiótico a ser usado para a adição em alimentos funcionais, este precisa atender aos seguintes requisitos: ser de origem humana, apresentar estabilidade quando submetido ao ácido estomacal e à bile, facilidade de aderência à mucosa intestinal, capacidade de colonização do trato gastrointestinal humano, capacidade de sintetizar substâncias antimicrobianas ou antagônicas, ser metabolicamente ativo no intestino, não ser patogênico, não estar associado a doenças e não apresentar genes de resistência a antibióticos (COLLINS; THORNTON; SULLIVAN, 1998; LEE *et. al.*, 1999; PEREIRA *et. al.*, 2018).

Os microrganismos probióticos mais adicionados em alimentos são pertencentes aos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* (MARTINS *et. al.*, 2013; RANADHEERA; PRASANNA; VIDANARACHCHI, 2014), pois apresentam ótima aderência à mucosa intestinal, produzem compostos antimicrobianos, são metabolicamente ativos e competem com bactérias patogênicas (KOLIDA; GIBSON, 2011). Lee *et. al.* (1999) descreveram que a ingestão de produtos formulados com *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium bifidum* melhoraram os movimentos peristálticos no intestino, proporcionaram o aumento da absorção de nutrientes, preveniram contra infecções intestinais, eliminaram patógenos e inativaram enterotoxinas.

Para Stanton *et. al.* (2005), as bactérias probióticas utilizadas na indústria de alimentos precisam se manter viáveis durante o período de armazenamento, para tal, cuidados precisam ser tomados na produção, pois determinados probióticos são sensíveis a oxigênio, variação de pH, calor e meios ácidos. Assim, em alimentos fermentados, o desempenho dos microrganismos tende a ser reduzido devido ao abaixamento do pH. Produtos com menor tempo de validade, como iogurte e leites fermentados, são mais empregados em escala industrial. Entretanto, além desses, Peres *et. al.* (2012) relataram que matrizes de origem vegetal, em especial frutas e hortaliças têm sido estudadas com potencial promissor na veiculação de microrganismos probióticos, principalmente com aumento do número de indivíduos vegetarianos, hipercolesterolêmicos e intolerantes à lactose.

Os probióticos quando ingeridos aderem ao intestino e são somados a microbiota já existente no organismo humano e auxiliam na absorção dos nutrientes oriundos da dieta (VARAVALLO; THOMÉ; TESHIMA, 2008). O mecanismo de ação dos probióticos está associado à competição por sítios de ligação ou à exclusão competitiva. Assim, as bactérias probióticas por meio da projeção das fímbrias (estruturas formadas por fosfoglicoproteínas de aderência bacteriana), se ligam a mucosa intestinal, formando uma barreira física contra as bactérias patogênicas, culminado na exclusão desses patógenos por meio da competição por espaço (DOBROGOSZ *et. al.*, 1989).

Existem ainda outros benefícios conferidos ao consumidor pela ingestão de probióticos, os quais segundo Ferreira (2009) são: equilíbrio da microbiota intestinal, controle de *Helicobacter pylori*, assim como prevenção da constipação intestinal, diarreias de diferentes origens, intolerância à lactose, episódios alérgicos, doenças inflamatórias intestinais, encefalopatia portal sistêmica, infecções urogenitais e da síndrome de fadiga crônica; contribuem também para o fortalecimento do sistema imune, para a atividade anticancerígena e anti-hipertensiva. Panghal *et. al.* (2018) também relataram que esses microrganismos têm funções de promoção da saúde, como: redução do nível de colesterol sérico, estimulação da absorção de cálcio, melhora na digestibilidade de proteínas e síntese de vitaminas (vitamina B, ácido nicotínico e ácido fólico).

O uso de probióticos também aumenta a imunidade específica e diminui o risco de resistência a antibióticos. Com o aparecimento de agentes patogênicos resistentes a múltiplas drogas e a depleção de opções de antibióticos, os probióticos são necessários

para controlar estes microrganismos indesejáveis (THEURETZBACHER, 2012; SPELLBERG *et. al.*, 2015). Segundo Yang *et. al.* (2014), os probióticos colonizam com sucesso o intestino após seis semanas de intervenção e também alteram a microbiota intestinal, o que pode modular a resposta imune, tanto local como sistêmica, inclusive reduzindo a produção de citocinas ou de células T.

A utilização de probióticos também pode minimizar a incidência de infecções do trato respiratório superior (PUMPA; MCKUNE; HARNETT, 2019) e influenciar na resposta às vacinas, melhorando sua eficácia e duração da proteção (ZIMMERMANN; CURTIS, 2018). Estudos recentes demonstram que indivíduos respondem satisfatoriamente a terapias com antibióticos (ROUTY *et. al.*, 2018), com medicamentos com ação anticâncer (YAMANE *et. al.*, 2018) e antidepressão (AIZAWA *et. al.*, 2016; RUDZKI *et. al.*, 2019) quando em tratamento associado à ingestão de probióticos. Também possuem propriedades anti-inflamatórias, prevenindo a inflamação aguda das vias aéreas devido ao aumento da produção de anticorpos (WU *et. al.*, 2019), alterando a resposta imune associada ao estresse (SOLDI *et. al.*, 2019), a obesidade (KIM *et. al.*, 2018; LEE *et. al.*, 2018; PARK *et. al.*, 2018) e ao diabetes (KHALILI *et. al.*, 2019; LIU *et. al.*, 2018).

Estudos usando modelos animais indicam que a microbiota intestinal tem impactos de longo alcance no desenvolvimento do cérebro, funções e comportamentos do hospedeiro (DINAN; CRYAN, 2017a). Evidências sugerem que a microbiota intestinal interage com o sistema nervoso central do hospedeiro através do eixo intestino-cérebro (DINAN; CRYAN, 2017b). Além disso, vários estudos mostraram que a disbiose microbiana intestinal pode estar implicada em problemas neuropsiquiátricos, como esquizofrenia, transtorno bipolar e depressão (ROGERS *et. al.*, 2016).

Pesquisas mostraram ainda que interrupções na microbiota intestinal podem desencadear uma cascata inflamatória, através do eixo intestino-cérebro, podendo induzir inflamações significativas no sistema nervoso central (SNC) que influenciam na função cognitiva, na expressão de ansiedade e depressão (humor), aparecimento de anormalidades comportamentais, como transtorno do autismo, transtorno do déficit de atenção com hiperatividade e síndrome de Asperger. Também desempenham um papel importante na síndrome da fadiga crônica e encefalomielite miálgica, desmielinização nervosa, esclerose múltipla, doenças de Parkinson e Alzheimer (TUNGLAND, 2018).

3.1 Gênero *Lactobacillus*

O gênero *Lactobacillus* é composto por bastonetes longos e finos e, algumas vezes, curvos e pequenos, Gram-positivos, regulares e não esporulados. Existem mais de 200 espécies de *Lactobacillus*, sendo o maior e mais diverso gênero de bactérias do ácido láctico (SUN *et. al.*, 2015). Apresenta uma ampla diversidade filogenética e funcional. Conta com muitas espécies (KANT *et. al.*, 2010; KLEEREBEZEM *et. al.*, 2010), destacando-se como probióticas *L. acidophilus*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus casei* e *Lactobacillus plantarum* (FERREIRA; SILVA, 2010).

Lactobacillus spp. fazem parte da microbiota de humanos e animais (CASEY *et. al.*, 2004) e colonizam o trato gastrointestinal e o trato urogenital (PAROLIN *et. al.*, 2015). Eles também são encontrados em uma variedade de produtos alimentícios de frutas e legumes (SAVINO *et. al.*, 2012) e em uma gama de produtos fermentados naturalmente (AO *et. al.*, 2012; OWUSU-KWARTENG *et. al.*, 2015).

Bactérias lácticas do gênero *Lactobacillus* são exigentes nutricionalmente, por isso necessitam de aminoácidos, ácidos graxos, vitaminas, peptídeos, sais minerais, derivados de ácido nucléico e carboidratos susceptíveis à fermentação. Possuem condições de crescimento com pouco ou ausência de oxigênio, portanto são classificadas em microaerófilas ou anaeróbicas, respectivamente. Apresentam temperatura de crescimento na faixa de 27 °C a 40 °C, podendo se desenvolver na faixa de 15 °C a 45 °C, dependendo da espécie, e são microrganismos acidúricos, pois crescem em pH baixo, em torno de 4,5 (BERGEY; HOLT, 1994).

Lactobacilos spp. foram estudados extensivamente como culturas iniciadoras de fermentação (ARYANA; OLSON, 2017) e como probióticos (RYAN *et. al.*, 2015; PACE; PACE; QUARTARONE, 2015). Sua longa história de uso em produtos fermentados levou ao seu reconhecimento como Geralmente Reconhecidos como Seguros (GRAS) pela Autoridade de Alimentos e Medicamentos dos EUA (FDA), e garantiu a eles um lugar na lista de Presunção Qualificada de Segurança (QPS) montada pelas Autoridades Europeias para a Segurança dos Alimentos (EFSA, 2016).

Além de serem frequentemente adicionados em produtos lácteos existe uma tendência de se incorporar esses microrganismos em alimentos não lácteos, devido o seu consumo por pessoas intolerantes à lactose, alérgicas às proteínas do leite, hipercolesterolêmicas e as que se recusam a ingerir produtos lácteos por razões

particulares, como pessoas vegetarianas ou, ainda, quando estes produtos são inacessíveis, seja por fatores econômicos ou de disponibilidade no mercado (SOUZA *et. al.*, 2018).

Com o aumento do número de consumidores vegetarianos nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, há também uma alta demanda por produtos probióticos à base de vegetais, que possuem alto valor nutricional, juntamente com fatores promotores da saúde, destacando-se as frutas, vegetais, cereais e leguminosas (PANGHAL *et. al.*, 2017; MONTANARI *et. al.*, 2020). Esses alimentos atuam como agentes tecnológicos e terapêuticos, sendo considerados veículos bons para o fornecimento de probióticos ao trato gastrointestinal humano pelo efeito protetor sobre as células durante a passagem no mesmo até o seu local de ação (ROLIM *et. al.*, 2014).

L. rhamnosus se destaca por apresentar viabilidade e estabilidade quando usado em frutas, saladas de frutas e produtos vegetais (MARTINS *et. al.*, 2013; OLIVEIRA *et. al.*, 2014; MARTINS *et. al.*, 2015). Suco misto de manga Ubá e juçara contendo *L. rhamnosus* GG foi considerado um alimento funcional, uma vez que essa bactéria foi viável durante o armazenamento e não afetou a aceitação sensorial do produto (MOREIRA *et. al.*, 2017; PRATES *et. al.*, 2020). No entanto, *L. rhamnosus* GG não apresenta bom crescimento em produtos de base láctea, em decorrência de não fermentar a lactose diferenciando-se, assim, de outras estirpes de lactobacilos. Também produz pouca quantidade de ácido lático e grande quantidade de ácido acético, modificando o sabor dos produtos lácteos (GOLDIN *et. al.*, 1992).

4 SORO DE LEITE E ISOLADO PROTEICO DO SORO

De acordo com o artigo n.º400 do RIISPOA (BRASIL, 2017), o soro de leite é o produto lácteo líquido extraído da coagulação do leite utilizado no processo de fabricação de queijos, de caseína e de produtos similares. É descrito ainda nessa legislação, que o soro pode ser submetido à desidratação parcial ou total por meio de processos tecnológicos específicos.

O soro oriundo da produção de queijo, com pH entre 6,00 e 7,00, é um produto secundário da indústria queijeira, resultante do processo de coagulação enzimática do leite (RODRIGUES; TEIXEIRA; OLIVEIRA, 2006). É considerado fonte de lactose, cálcio, proteínas e vitaminas hidrossolúveis (GONZÁLEZ-MARTÍNEZ *et. al.*, 2002).

As proteínas do soro possuem quase todos os aminoácidos essenciais, aqueles que o organismo não sintetiza e por isso precisam ser adquiridos na alimentação, estando em elevada quantidade triptofano, cisteína, leucina, isoleucina e lisina (SGARBIERI, 2004). Essas proteínas são altamente digeríveis e facilmente absorvidas pelo organismo (DANGIN *et. al.*, 2001). Elas têm potencial funcional e podem contribuir para a regulação do peso corporal, fornecendo sinais de saciedade que afetam a ingestão de alimentos a curto e longo prazo. Também mostraram potencial na prevenção da osteoporose, devido à sua capacidade de estimular a proliferação e diferenciação das células osteoblásticas, bem como suprimir a reabsorção óssea (SHARMA, 2019).

O alto poder poluente do soro de leite, com uma Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) cerca de 175 vezes maior do que os típicos efluentes de esgoto, levou os governos e outras autoridades reguladoras a restringir o escoamento do soro de leite não tratado. Mesmo comprovadas as potencialidades do soro como matéria-prima, muitas indústrias ainda o consideram como resíduo e o descartam como um efluente (BALDISSERA *et. al.*, 2011). Portanto, a utilização de soro do leite se faz interessante por suas características nutricionais e por reduzir o impacto ambiental, sendo então economicamente viável e ecologicamente correto.

O WPI contém entre 80 a 95% de proteína, e é considerado uma das formas, comerciais, mais puras de proteínas do soro (BRANS *et. al.*, 2004). Sua obtenção ocorre através da aplicação de diferentes tecnologias de separação por membrana (utilizadas para o fracionamento de componentes do leite, já que muitos destes podem ser separados por diferença de tamanho) e secagem por *spray drying* (ALVES *et. al.*, 2014; PRICE, 2019).

O WPI representou um valor no comércio global de, aproximadamente, US\$ 7,7 bilhões em 2016, e esse valor deve chegar a US\$ 9 bilhões até 2021, correspondendo a um crescimento médio anual de 4% (WHEY book, 2017). Isso se deve ao fato desse alimento ser constituído de proteínas de alta qualidade que contém todos os aminoácidos essenciais, sendo especialmente abundante em leucina (ALI; LEE; RUTHERFURD-MARKWICK, 2019).

Fassina *et. al.* (2019) também definiram WPI como uma fonte alimentar altamente nutritiva que fornece aminoácidos essenciais e peptídeos bioativos, muito utilizado na nutrição esportiva para aumentar a hipertrofia muscular, desempenho físico, resposta à

lesão muscular e perda de peso. Ainda segundo esses autores, a suplementação com WPI foi relacionada ao aumento da síntese proteica muscular.

Assim, as proteínas do soro do leite podem ser utilizadas de diversas formas em produtos alimentícios, tais como: fórmulas infantis, sobremesas, produtos cárneos, sopas, molhos, bebidas à base de leite e destinadas à atletas. Estudos vêm evidenciando a influência positiva da aplicação dessas proteínas, em relação à melhora não só da composição química, mas também das características tecnológicas e sensoriais, como aroma, sabor e textura (ALVES *et al.*, 2014; MARQUES *et al.*, 2016; KELLY, 2019). Portanto, há um forte interesse no consumo de bebidas contendo proteínas do soro devido às implicações nos resultados de saúde (FIGURA 1).

Figura 1 - Implicações na saúde pelo consumo de proteína do soro.



Fonte: dos autores.

5 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Alimentos lácteos e não lácteos probióticos enriquecidos com proteínas de alto valor biológico estão ganhando espaço em um nicho de mercado dominado pela indústria de suplementos proteicos, como também na área de nutrição. Portanto, o desenvolvimento de novos produtos probióticos enriquecidos com proteínas, a exemplo de WPI, e prontos para o consumo é uma tendência devido às mudanças no estilo de vida

e nas exigências dos consumidores que estão mais informados em relação à saúde e bem estar.

REFERÊNCIAS

- AIZAWA, E.; TSUJI, H.; ASAHARA, T.; TAKAHASHI, T.; TERAISHI, T.; YOSHIDA, S.; OTA, N.; KOGA, N.; HATTORI, K.; KUNUGI, H. Possible association of *Bifidobacterium* and *Lactobacillus* in the gut microbiota of patients with major depressive disorder. **Journal of Affective Disorders**, v. 202, p. 254-257, 2016.
- ALI, A.; LEE, S. J.; RUTHERFURD-MARKWICK, K. J. Sports and exercise supplements whey proteins. In: HILTON, C.; DEETH, H. C.; BANSAL, N. (Eds.). **Whey Proteins: From Milk to Medicine**. Academic Press. Cap.16, p. 579-635. 2019.
- ALLERTON, D. M.; RUMBOLD, P. L.; WEST, D. J.; STEVENSON, E. J. Effect of supplemental whey protein timing on postprandial glycaemia in centrally obese males. **British Journal of Nutrition**, v. 121, n. 6, p. 637-646, 2019.
- ALVES, M. P.; MOREIRA, R. O.; JÚNIOR, P. H. R.; MARTINS, M. C. F.; PERRONE, I. T.; CARVALHO, A. F. Soro de leite: tecnologias para o processamento de coprodutos. **Revista do Instituto Laticínios Cândido Tostes**, v. 69, n. 3, p. 212-226, 2014.
- AO, X.; ZHANG, X.; SHI, L.; ZHAO, K.; YU, J.; DONG, L.; CAO, Y.; CAI, Y. Identification of lactic acid bacteria in traditional fermented yak milk and evaluation of their application in fermented milk products. **Journal of dairy science**, v. 95, n. 3, p. 1073–1084, 2012.
- ARAYA, H.; LUTZ, M.R. Alimentos funcionales y saludables. **Revista Chilena de Nutrición**, v. 30, p. 8-14, 2003.
- ARYANA, K. J.; OLSON, D. W. A. 100-year review: yogurt and other cultured dairy products. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 12, p. 9987-10013, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTAÇÃO. ABIA. **Relatório anual 2016**. Disponível em: <http://www.abia.br>. Acesso em: 02 abr. 2019.
- BALDISSERA, A. C.; BETTA, F. D.; PENNA, A. L. B.; LINDNER, J. D. D. Alimentos funcionais: uma nova fronteira para o desenvolvimento de bebidas proteicas a base de soro de leite. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1497-1512, 2011.
- BASHO, S. M.; BIN, M. C. Properties of functional foods and their role in the prevention and control of hypertension and diabetes. **Interbio**, v. 4, 2010.
- BERGEY, D. H.; HOLT, J. G. **Bergey's manual of determinative bacteriology**. 9. ed. Lippincott Williams & Wilkins, 1994.

BRANS, G.; SCHROËN, C. G. P. H.; VAN DER SMAN, R. G. M.; BOOM, R. M. Membrane fractionation of milk: state of the art and challenges. **Journal of Membrane Science**, v. 243, n. 2, p. 263-272, 2004.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde, Novos Alimentos/Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos. **IX Lista de alegações de propriedade funcional aprovadas – Atualizada em julho/2008**. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm. Acesso em: 16 abr. 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n.º 398, de 30 de abril de 1999. Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 maio. 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto n.º 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei n.º 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei n.º 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal-RIISPOA. **Diário Oficial da União**. Brasília, Distrito Federal, 29 mar. 2017. Seção 1, p. 3.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n.º 241 de 26 de julho de 2018. Requisitos para a comprovação da segurança e dos benefícios à saúde dos probióticos para uso em alimentos e alegação geral e específica referente à linhagem: benefício (eficácia), identidade e segurança. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 jul. 2018.

BUMRUNGPET, A.; PAVADHGUL, P.; NUNTHANAWANICH, P.; SIRIKANCHANAROD, A.; ADULBHAN, A. Whey protein supplementation improves nutritional status, glutathione levels, and immune function in cancer patients: a randomized, double-blind controlled trial. **Journal of medicinal food**, v. 21, n. 6, p. 612-616, 2018.

CASEY, P. G.; CASEY, G. D.; GARDINER, G. E.; TANGNEY, M.; STANTON, C.; ROSS, R. P.; Fitzgerald, G. F. Isolation and characterization of anti-*Salmonella* lactic acid bacteria from the porcine gastrointestinal tract. **Letters Applied Microbiology**, v. 39, p. 431–438, 2004.

COLLINS, J.K., THORNTON, G., SULLIVAN, G.O. Selection of probiotic strains for human applications. **International Dairy Journal**, v.8, p. 487-490, 1998.

CORBO, M. R.; BEVILACQUA, A.; PETRUZZI, L.; CASANOVA, F. P.; SINIGAGLIA, M. Functional beverages: The emerging side of functional foods commercial trends, research, and health implications. **Comprehensive Review in Food Science and Food Safety**, v. 13, p. 1192-1206, 2014.

CORROCHANO, A. R.; ARRANZ, E.; DE NONI, I.; STUKNYTÉ, M.; FERRARETTO, A.; KELLY, P. M.; BUCKIN, V.; GIBLIN, L. Intestinal health benefits of bovine whey proteins

after simulated gastrointestinal digestion. **Journal of Functional Foods**, v. 49, p. 526-535, 2018.

DANGIN, M.; Boirie Y.; Garcia-Rodenas C.; Gachon P.; Fauquant J.; Callier P.; Ballèvre O.; Beaufrère B. The digestion rate is an independent regulating factor of post prandial protein retention. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, v. 280, n. 2, E340-E348, 2001.

DINAN, T. G.; CRYAN, J. F. Gut brain axis in 2016: Brain gut microbiota axis mood, metabolism and behaviour. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, v. 14, n. 2, p. 69, 2017a.

DINAN, T. G.; CRYAN, J. F. The microbiome gut brain axis in health and disease. **Gastroenterology Clinics**, v. 46, n. 1, p. 77-89, 2017b.

DOBROGOSZ, W. J.; CASAS, I. A.; PAGANO, G. A.; TALARICO, T. L.; SJORBERG, B.; KARLSON, M. *Lactobacillus reuteri* and the enteric microbiota. In: Grubb, R.; Midtvedt, T.; Norin E. (eds). **The Regulatory and Protective Role of the Normal Microflora**. London: Macmillan Ltd, p. 69–96, 1989.

EFSA. Update of the list of Qps-recommended biological agents intentionally added to food or feed as notified to EFSA 4: suitability of taxonomic units notified to EFSA until March 2016. **EFSA Journal**, v. 14, n. 7, p. e04522, 2016.

FAO/WHO. (2002). Food and Agriculture Organization of United Nations/World Health Organization. **Working Group Report on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. 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, Canada, 2002.

FARIA, N.; TORRES, D.; ROCHA, I.; RODRIGUES, L. R. Biotempo: Alimentos Funcionais & Nutrição. **Boletim de Biotecnologia**, p. 16-22, 2011.

FASSINA, P.; NUNES, G. Q.; ADAMI, F. S.; GOETTERT, M. C.; SOUZA, C. F. V. Importance of Cheese Whey Processing: Supplements for Sports Activities—a Review. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, v. 69, n. 1, p. 83-99, 2019.

FERREIRA, C. L. L. F. Benefícios das culturas lácticas probióticas. In: OLIVEIRA, M. N. (Org.). **Tecnologia de produtos lácteos funcionais**. São Paulo: Atheneu Editora, cap. 6, p. 213-234, 2009.

FERREIRA, C. L. L. F.; SILVA, A. C. Probióticos e prebióticos na saúde da criança. In: COSTA, N.M.B.; ROSA, C.O.B. (Eds.). **Alimentos Funcionais – componentes bioativos e efeitos fisiológicos**. Rio de Janeiro: Rubio. Cap. 6, p. 97-110. 2010.

GOLDIN, B. R.; GORBACH, S. L.; SAXELIN, M.; BARAKAT, S.; GUALTIERI, L.; SALMINEN, S. Survival of *Lactobacillus species* (strain GG) in human gastrointestinal tract. **Digestive Diseases and Sciences**, v. 37, n. 1, p. 121-128, 1992.

GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C.; BECERRA, M.; CHÁFER, M.; ALBORS, A.; CAROT, J. M.; CHIRALT, A. Influence of substituting milk powder for whey powder on yogurt quality. **Trends Food Science and Technology**, v.13, n. 9, p. 334-340, 2002.

HILTON, J. Growth Patterns and Emerging Opportunities in Nutraceutical and Functional Food Categories: Market Overview. In: Bagchi, D.; Srcejayan, N. (Eds.). **Developing Novel Functional Foods and Nutraceutical Products**. Academic Press, Chapter 1, p. 1-28. 2017.

ISOLAURI, E.; SALMINEN, S.; OUWEHAND, A. Probiotic. **Best Practice e Research, Clinical Gastroenterology**, v. 18, p. 299-313, 2004.

KADAM, B.; AMBADKAR, R.; RATHOD, K.; LANDGE, S. Health Benefits of Whey-A Brief Review. **International Journal of Livestock Research**, v. 8, n. 5, p. 31-49, 2018.

KANT, R.; BLOM, J.; PALVA, A.; SIEZEN, R. J.; VOS, W. M. Comparative genomics of *Lactobacillus*. **Microbial Biotechnology**, p. 1-10, 2010.

KELLY, P. Whey protein ingredient applications. In: Deeth, H. C. Bansal, N. (Eds.). **Whey Proteins: From Milk to Medicine**. Academic Press. Chapter 9, p. 335-375. 2019.

KHALILI, L.; ALIPOUR, B.; JAFAR-ABADI, M. A.; FARAJI, I.; HASSANALILOU, T.; ABBASI, M. M.; VAGHEF-MEHRABANY, E.; SANI, M. A. The effects of *Lactobacillus casei* on glycemic response, serum Sirtuin1 and Fetuin-A levels in patients with type 2 diabetes mellitus: a randomized controlled trial. **Iranian Biomedical Journal**, v. 23, n.1, p. 68, 2019.

KIM, S.; HUANG, E.; PARK, S.; HOLZAPFEL, W.; LIM, S. D. Physiological characteristics and anti-obesity effect of *Lactobacillus plantarum* K10. **Korean Journal for food Science Animal Resources**, v. 38, n. 3, p. 554-569, 2018.

KLEEREBEZEM, M.; HOLS, P.; BERNARD, E.; ROLAIN, T.; ZHOU, M.; SIEZEN, R. J.; BRON, P. A. The extracellular biology of the lactobacilli. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 34, n. 2, p. 199–230, 2010.

KOLIDA, S.; GIBSON, G. R. Symbiotics in health and disease. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 2, p. 373-393, 2011.

LAGRANGE, V.; CLARK, D. C. Nutritive and Therapeutic Aspects of Whey Proteins. In: Deeth, H. C. Bansal, N. (Eds.). **Whey Proteins: From Milk to Medicine**. Academic Press. Chapter 15, p. 549-577. 2019.

LEE, E.; JUNG, S. R.; LEE, S. Y.; LEE, N. K.; PAIK, H. D.; LIM, S. I. *Lactobacillus plantarum* strain Ln4 attenuates diet-induced obesity, insulin resistance, and changes in hepatic mRNA levels associated with glucose and lipid metabolism. **Nutrients**, v. 10, n. 5, p. 643, 2018.

LEE, Y. K.; NOMOTO, K.; SALMINEN, S.; GORBACH, S. L. **Handbook of probiotics**. New York: Wiley, 1999. 211p.

LIU, W. C.; YANG, M. C.; WU, Y. Y.; CHEN, P. H.; HSU, C. M.; CHEN, C. M. *Lactobacillus plantarum* reverse diabetes-induced Fmo3 and ICAM expression in mice through enteric dysbiosis-related c-Jun NH2-terminal kinase pathways. **PLoS One**, v. 13, n. 5, p. e0196511, 2018.

MARQUES, G. A.; SÃO JOSÉ, J. F. B.; SILVA, D. A.; SILVA, E. M. M. Whey protein as a substitute for wheat in the development of no added sugar cookies. **LWT- Food Science and Technology**, v. 67, p. 118-126, 2016.

MARTINS, E. M. F.; RAMOS, A. M.; MARTINS, M. L.; OLIVEIRA, P. M.; STRINGHETA, P. C. **African Journal of Biotechnology**, v. 14, n. 24, p. 2022-2027, 2015.

MARTINS, E. M. F.; RAMOS, A. M.; VANZELA, E. S. L.; STRINHETA, P. C.; PINTO, C. L. O.; MARTINS, J. M. Products of vegetable origin: A new alternative for the consumption of probiotic bacteria. **Food Research International**, v. 51, n. 2, p. 764-770, 2013.

MATSUBARA, S. Alimentos Funcionais: uma tendência que abre perspectivas aos laticínios. **Revista indústria de laticínios**, v. 6, n. 34, p. 10-18, 2001.

MENRAD, K. Market and marketing of functional food in Europe. **Journal of Food Engineering**, v. 56, p. 181-188, 2003.

MONTANARI, S. R.; LEITE JÚNIOR, B. R. C.; MARTINS, M. L.; RAMOS, A. M.; BONOTI, M. L.; CAMPOS, R. C. A. B.; CAMPOS, A. N. R.; MARTINS, E. M. F. *In vitro* gastrointestinal digestion of a peanut, soybean, guava and beet beverage supplemented with *Lactobacillus rhamnosus* GG. **Food Bioscience**, v. 36, p. 100623, 2020.

MOREIRA, M. R.; MARTINS, L. M.; JÚNIOR, L. C. R. B.; MARTINS, F. M. E.; RAMOS, M. A. C.; RISTIANI, M.; CAMPOS, R. N. A.; STRINGHETA, C. P.; SILVA, O. R. V.; CANUTO, W. J.; OLIVIER, A. C. D.; PEREIRA, S. C. D. Development of a juçara and Uba mango juice mixture with added *Lactobacillus rhamnosus* GG processed by high pressure. **LWT- Food Science and Technology**, v. 77, p. 259-268, 2017.

NAGALINGAM, N. A.; LYNCH, S. V. Role of the microbiota in inflammatory bowel diseases. **Inflammatory Bowel Disease**, v. 18, n. 5, p. 968-980, 2012.

NITZKE, J. A. Alimentos funcionais: uma análise histórica e conceitual. *In*: DÖRR, A. C.; ROSSATO, M. V.; ZULIAN, A. (org.). **Agronegócio**: panorama, perspectivas e influência do mercado de alimentos certificados. Curitiba: Appris, 2012. p. 11-23.

OLIVEIRA, P. M.; LEITE JUNIOR, B. R. C.; MARTINS, M. L.; MARTINS, E. M. F.; RAMOS, A. M. Melão minimamente processado enriquecido com bactéria probiótica. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 5, p. 2415-2426, 2014.

- OWUSU-KWARTENG, J.; TANO-DEBRAH, K.; AKABANDA, F.; JESPERSEN, L. Technological properties and probiotic potential of *Lactobacillus fermentum* strains isolated from West African fermented millet dough. **BMC microbiology**, v. 15, n. 1, p. 261, 2015.
- PACE, F.; PACE, M.; QUARTARONE, G. Probiotics in digestive diseases: focus on *Lactobacillus* GG. **Minerva gastroenterologica e dietologica**, v. 61, n. 4, p. 273-292, 2015.
- PAL, S.; MCKAY, J.; JANE, M.; HO, S. Dairy Whey Proteins and Obesity. In: WATSON, R. R. **Nutrition in the Prevention and Treatment of Abdominal Obesity**. Academic Press. Chapter 20, p. 261-278. 2019.
- PANGHAL, A.; JANGHU, S.; VIRKAR, K.; GAT, Y.; KUMAR, V.; CHHIKAR, N. Potential non-dairy probiotic products – A healthy approach. **Food Bioscience**, v. 21, p. 80-89, 2018.
- PANGHAL, A.; VIRKAR, K.; KUMAR, V.; DHULL, S. B.; GAT, Y.; CHHIKARA, N. Development of probiotic beetroot drink. **Current Research in Nutrition and Food Science Journal**, v. 5, n. 3, 2017.
- PARK, S. S.; LEE, Y. J.; SONG, S.; KIM, B.; KANG, H.; OH, S.; KIM, E. *Lactobacillus acidophilus* NS1 attenuates diet-induced obesity and fatty liver. **Journal of Endocrinology**, v. 237, n. 2, p. 87-100, 2018.
- PAROLIN, C.; MARANGONI, A.; LAGHI, L.; FOSCHI, C.; ÑAHUI PALOMINO, R. A.; CALONGHI, N.; CEVENINI, R.; VITALI, B. Isolation of vaginal lactobacilli and characterization of anti-candida activity. **PLoS One**, v. 10, n. 6, p. e0131220, 2015.
- PEREIRA, A. F. C. **Potenciais alimentos funcionais com base em extratos de vinho de uva ou de videira**. 2014. 49f. Dissertação (Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2014.
- PEREIRA, G. V. de M.; COELHO, B. de O.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. I. M.; THOMAZ-SOCCOL, V.; SOCCOL, C. R. How to select a probiotic? A review and update of methods and criteria. **Biotechnology Advances**, v. 36, n. 8, p. 2060-2076, 2018.
- PERES, C. M.; PERES, C.; HERNÁNDEZ-MENDOZA, A.; MALCATA, F. X. Review on fermented plant materials as carriers and sources of potentially probiotic lactic acid bacteria – With an emphasis on table olives. **Trends in Food Science & Technology**, v. 26, n. 1, p. 31-42, 2012.
- PESQUISA DE MERCADO DE TRANSPARÊNCIA DE PROBIÓTICOS, 2013. **Tamanho, participação, tendências, análise, crescimento e previsão da indústria global 2012-2018**. Disponível em: <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/probiotic-marketadvanced-technologies-and-global-market-69.html>. Acesso em: 21 de abr. 2020.
- PRATES, F. C., LEITE JÚNIOR, B. R. C., MARTINS, E. M. F., CRISTIANINI, M., DA SILVA, R. R., CAMPOS, A. N. R., GANDRA, S. O. S., DE OLIVEIRA, P. M., MARTINS, M.

L. Development of a mixed jussara and mango juice with added *Lactobacillus rhamnosus* GG submitted to sub-lethal acid and baric stresses. **Journal of Food Science and Technology**. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04491-6>. 2020.

PRICE, J. History of the development and application of whey protein products. *In*: DEETH, H. C.; BANSAL, N. (Eds.). **Whey proteins: From Milk to Medicine**. Academic Press. Chapter 2, p. 51-95. 2019.

PUMPA, K. L.; MCKUNE, A. J.; HARNETT, J. A new role for probiotics in enhancing rugby elite athlete: a double-blind controlled study randomized. **Journal of Science and Medicine in Sport**, 2019.

RANADHEERA, C. S.; PRASANNA, P. H. P.; VIDANARACHCHI, J. K. Fruit juice as probiotic carriers. *In*: ELDER, K. E. (Ed.). **Fruit Juices: Types, Nutritional Composition and Health Benefits**. Nova Science Publishers: Hauppauge, p. 1-19, 2014.

RODRIGUES, L. R.; TEIXEIRA, J. A.; OLIVEIRA, R. Lowcost fermentative medium for biosurfactant production by probiotic bacteria. **Biochemical Engineering Journal**, v. 32, n. 3, p. 135-142, 2006.

ROGERS, G.; KEATING, D.; YOUNG, R.; WONG, M.; LICINIO, J.; WESSELINGH, S. From gut dysbiosis to altered brain function and mental illness: mechanisms and pathways. **Molecular Psychiatry**, v. 21, n. 6, p. 738, 2016.

ROLIM, F. R. L.; SANTOS, K. M. O.; BARCELOS, S. C.; RIBEIRO, T. S.; CONCEIÇÃO, M. L.; OLIVEIRA, M. E. G.; MAGNANI, M.; QUEIROGA, R. C. R. E. Avaliação *in vitro* do Potencial Probiótico de Queijo Coalho Caprino Adicionado de *Lactobacillus rhamnosus*. **Blucher Food Science Proceedings**, v. 1, n. 1, 2014.

ROSS, R. P.; DESMOND, C.; STANTON, C. Overcoming the technological hurdles in the development of probiotic foods. **Journal of Applied Microbiology**, v. 98, n. 6, p.1410-1417, 2005.

ROUTY, B.; LECHATELIER, E.; DEROSA, L.; DUONG, C. P. M.; ALOU, M. T.; DAILLIERE, R.; FLUCKIGER, A.; MESSAOUDENE, M.; RAUBER, C.; ROBERTI, M. P.; FIDELLE, M.; FLAMENT, C.; POIRIER-COLAME, V.; OPOLON, P.; KLEIN, C.; IRIBARREN, K.; MONDRAGÓN, L.; JACQUELOT, N.; QU, B.; FERRERE, G.; CLEMENSON, C.; MEZQUITA, L.; MASIP, J. R.; NALTET, C.; BROSSEAU, S.; KADERBHAI, C.; RICHARD, C.; RIZVI, H.; LEVENEZ, F.; GALLERON, N.; QUINQUIS, B.; PONS, N.; RYFFEL, B.; MINARD-COLIN, V.; GONIN, P.; SORIA, J. C.; DEUTSCH, E.; LORIOT, Y.; GHIRINGHELLI, F.; ZALCMAN, G.; GOLDWASSER, F.; ESCUDIER, B.; HELMANN, M. D.; EGGERMONT, A.; RAOULT, D.; ALBIGES, L.; KROEMER, G.; ZITVOGEL, L. Gut microbiome influences efficacy of PD-1-based immunotherapy against epithelial tumors. **Science**, v. 359, n. 6371, p. 91-97, 2018.

RUDZKI, L.; OSTROWSKA, L.; PAWLAK, D.; MATUS, A.; PAWLAK, K.; WASZKIEWICZ, N.; SZULC, A. Probiotic *Lactobacillus plantarum* 299v decreases kynurenine concentration and improves cognitive functions in patients with major depression: A double-blind,

randomized, placebo controlled study. **Psychoneuroendocrinology**, v. 100, p. 213-222, 2019.

RYAN, P. M.; ROSS, R. P.; FITZGERALD, G. F.; CAPLICE, N. M.; STANTON, C. Sugar-coated: exopolysaccharide producing lactic acid bacteria for food and human health applications. **Food & function**, v. 6, n. 3, p. 679-693, 2015.

SAVINO, M. J.; SANCHEZ, L. A.; SAGUIR, F. M.; DE NADRA, M. C. Lactic acid bacteria isolated from apples are able to catabolise arginine. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 28, n. 3, p. 1003-1012, 2012.

SGARBIERI, V. C. Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro de leite. **Revista de Nutrição**, v. 17, n. 4, p. 397-409, 2004.

SHARMA, R. Whey proteins in functional foods. *In*: DEETH, H.C., BANSAL, N. (Eds.). **Whey proteins: From Milk to Medicine**. Academic Press. Chapter 17, p. 637-663. 2019.

SIQUEIRA, A. M. O.; MACHADO, E. C. L.; STAMFORD, T. L. M. Bebidas lácteas com soro de queijo e frutas. **Ciência Rural**, v. 43, n. 9, p. 1693-1700, 2013.

SLOVER, C. M.; DANZIGER, L. *Lactobacillus*: a review. **Clinical Microbiology Newsletter**, v.30, n.4, p. 23-27, 2008.

SOARES, D. S.; FAI, A. E. C.; OLIVEIRA, A. M.; PIRES, E. M. F.; STAMFORD, T. L. M. Aproveitamento de soro de queijo para produção de iogurte probiótico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 4, p. 996-1002, 2011.

SOLDI, S.; TAGLIACARNEB, S. C.; VALSECCHIC, C.; PERNAD, S.; RONDANELLE, M.; ZIVIANIF, L.; MILLERIF, S.; ANNONIG, A.; CASTELLAZZIB, A. Effect of a multistrain probiotic (Lactoflorene® Plus) on inflammatory parameters and microbiota composition in subjects with stress-related symptoms. **Neurobiology of Stress**, v. 10, p. 100, 2019.

SOUZA, A. L. C.; SOUZA, R. R.; LOBATO, L. P.; CAVALCANTE, R. C. M.; SILVA, G. F. Estudo prospectivo de produtos probióticos não lácteos de patentes depositados no Brasil. **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologia**, v. 8, n. 3, p. 4533-4539, 2018.

SPELLBERG, B.; BARTLETT, J.; WUNDERINK, R.; GILBERT, D. N. Novel approaches are needed to develop tomorrow's antibacterial therapies. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, v. 191, p. 135-140, 2015.

STANTON, C.; ROSS, R. P.; FITZGERALD, G. F.; VANSINDEREN, D. Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites. **Current Opinion in Biotechnology**, v.16, n. 2, p.196-203, 2005.

STEVENSON, E. J.; ALLERTON, D. M. The role of whey protein in postprandial glycaemic control. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 77, n. 1, p. 42-51, 2018.

STOBAUGH, H. Maximizing Recovery and Growth When Treating Moderate Acute Malnutrition with Whey-Containing Supplements. **Food and nutrition bulletin**, v. 39, n. 2, p. S30-S34, 2018.

STRINGHETA, P. C.; AQUINO, A. M.; VILELA, M. A. P. Legislação Brasileira sobre Alimentos “Funcionais”. In: COSTA, N. M. B.; ROSA, C. O. B. (Eds.). **Alimentos Funcionais - componentes bioativos e efeitos fisiológicos**. Rio de Janeiro: Rubio, Cap. 2, p. 09-35, 2010.

SUN, Z.; HARRIS, H. M. B.; MCCANN, A.; GUO, C.; ARGIMON, S.; ZHANG, W.; YANG, X.; JEFFERY, I. B.; COONEY, J. C.; KAGAWA, T. F.; LIU, W.; SONG, Y.; SALVETTI, E.; WROBEL, A.; RASINKANGAS, P.; PARKHILL, J.; REA, M. C.; O’SULLIVAN, O.; RITARI, J.; DOUILLARD, F. P.; ROSS, R. P.; YANG, R.; E.; FELIS, G. E.; VOS, W. M.; BARRANGOU, R.; KLAENHAMMER, T. R.; CAUFIELD, P. W.; CUI, Y.; ZHANG, H.; O’TOOLE, P. W. Expanding the biotechnology potential of lactobacilli through comparative genomics of 213 strains and associated genera. **Nature communications**, v. 6, p. 8322, 2015.

THEURETZBACHER, U. Accelerating resistance, inadequate antibacterial drug pipelines and international responses. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v. 39, p. 295-299, 2012.

TUNGLAND, B. Gut Microbiota in Brain Development and Disorders of the CNS: Therapeutic Strategies Involving Dietary Modification, Pro- and Prebiotic Intervention, and Fecal Microbiota Transplantation (FMT) Therapy. **Human Microbiota in Health and Disease From Pathogenesis to Therapy**. Chapter 12, p. 517-594. 2018.

VARAVALLO, M. A.; THOMÉ, J. N.; TESHIMA, E. Aplicação de bactérias probióticas para profilaxia e tratamento de doenças gastrointestinais. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 29, n. 1, p.83-104, 2008.

VASCONCELOS, J. S.; BACHUR, T. P. R.; ARAGÃO, G. F. Whey Protein: Composition, Uses and Benefits - A Narrative Review. **European Journal of Physical Education and Sport Science**, v. 4, n. 1, 2018.

WHEY BOOK 2017. IWC Limited Edition. **Global market for whey and lactose ingredients 2017-2021**. Whey and lactose markets will remain on growth track protein trend a strong driver for whey protein. Disponível em: <https://www.3abc.dk/wp-content/uploads/2017/06/Report-information-Whey-Book-2017-The-Global-Market-for-Whey-and-Lactose-Ingredients-2017-2021.pdf>. Acesso em: 20 de mai. 2020.

WIRUNSAWANA, K.; UPALA, S. Impact of Whey Protein on Bone Mineral Density: a Systemic Review and Meta-analysis. **Journal of Clinical Densitometry**, v. 21, n. 4, p. 1, 2018.

WU, C. A.; LIN, F. H.; LEE, Y. T.; KU, M. S.; LUE, K. H. Effect of *Lactobacillus rhamnosus* GG immunopathologic changes in chronic mouse asthma model. **Journal of Microbiology, Immunology and Infection**, 2019.

YAMANE, T.; SAKAMOTO, T.; NAKAGAKI, T.; NAKANO, Y. Lactic acid bacteria from kefir increase cytotoxicity of natural killer cells to tumor cells. **Foods**, v. 7, n. 4, p. 48, 2018.

YANG, H. J.; MIN, T. K.; LEE, H. W.; PYUN, B. Y. Efficacy of probiotic therapy on atopic dermatitis in children: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. **PubMed**, v. 6, p. 208-215, 2014.

ZIMMERMANN, P.; CURTIS, N. The influence of probiotics on vaccine responses - A review systematic. **Vaccine**, v. 36, n. 2, p. 207-213, 2018.

CAPÍTULO 5 - PERSPECTIVAS SOBRE O USO DE GRÃOS INTEGRAIS EM PRODUTOS CÁRNEOS

Betânia Cristina Rosa Soares
Wellington Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto
Vanessa Riani Olmi Silva
Maurício Henriques Louzada Silva
Augusto Aloísio Benevenuto Júnior

1 INTRODUÇÃO

A crescente preocupação e percepção do consumidor de que a alimentação afeta diretamente a saúde tem motivado as comunidades industrial e científica a unirem esforços no sentido de ofertar alimentos industrializados que, além de nutrir, promovam o bem-estar e atuem como redutores dos riscos de doenças crônicas (KÜSTER-BOLUDA; VIDAL-CAPILLA, 2017).

A carne, apesar de ser uma das principais fontes de proteínas com alto valor biológico e excelente fonte de vitaminas do complexo B e de minerais, como o ferro e o zinco, apresenta quantidades desprezíveis carboidratos e não é fonte de alguns constituintes, como a fibra alimentar. Além disto, enfrenta críticas negativas em razão da presença de gorduras saturadas.

O processamento da carne possibilita uma maior diversificação nutricional de produtos à base de carne. Assim, a introdução de grãos integrais como ingrediente na elaboração de derivados da carne, pode possibilitar um maior equilíbrio nutricional dos produtos cárneos, por meio da introdução de fibras alimentares e/ou gorduras insaturadas.

2 CARNES E DERIVADOS

As carnes e seus derivados são fontes importantes de proteínas, minerais e vitaminas, fornecendo proteínas de alto valor biológico e micronutrientes importantes para saúde humana (CELADA; BASTIDA; SÁNCHEZ-MUNIZ, 2016; SMED; VOSSEN, 2016). O alto valor biológico se deve a presença de aminoácidos essenciais em proporções adequadas para atender as necessidades nutricionais e a elevada digestibilidade destas proteínas (PARDI *et. al.*, 2006).

Em termos de micronutrientes, a carne é fonte importante de vitaminas do complexo B e dos minerais fósforo, potássio, zinco e ferro, entretanto é deficiente em vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), vitamina C e cálcio (LAWRIE, 2005).

Cabe destacar que os carboidratos estão presentes em quantidades desprezíveis na carne, tendo assim, pouco efeito no valor nutricional. Imediatamente após o abate do animal, os músculos contêm cerca de 1% de carboidratos, representados principalmente pelo glicogênio, que desaparece quase por completo na resolução do *rigor mortis* e chega a níveis finais da ordem de 0,1% na carne (GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2013).

Outro componente não presente na carne, importante nutricionalmente, é a fibra alimentar que é encontrada somente em alimentos integrais como hortaliças, frutas, grãos inteiros e legumes (OLIVO; OLIVO, 2006).

Um aspecto importante sobre a composição química da carne é que, apesar de fornecer nutrientes de alta qualidade, ela também constitui uma fonte relevante de colesterol e ácidos graxos saturados (BOADA; HENRÍQUEZ-HERNÁNDEZ; LUZARDO, 2016).

Já, os produtos ou derivados cárneos são aqueles obtidos de carnes, de miúdos e de partes comestíveis das diferentes espécies animais, com as propriedades originais das matérias-primas modificadas por meio de tratamento físico, químico ou biológico, ou ainda pela combinação destes métodos em processos que podem envolver a adição de ingredientes, aditivos ou coadjuvantes de tecnologia (BRASIL, 2017).

Os consumidores costumam associá-los a uma imagem negativa, em função dos teores de sódio, aditivos químicos e ao alto teor gordura que apresentam (OLIVEIRA *et. al.*, 2014).

O teor de carboidratos nos produtos cárneos se deve a alguns ingredientes não cárneos que são adicionados. Os mais comumente utilizados são amidos (fécula de mandioca), açúcares (maltodextrinas) e hidrocolóides (carragena) e são denominados extensores (ITAL, 2005). São utilizados objetivando o aumento de rendimento, a redução do custo de formulação e melhoria da textura (OLIVO; OLIVO, 2006).

Na perspectiva de melhorar os aspectos nutricionais das carnes processadas, vários estudos estão sendo desenvolvidos para obtenção de um melhor equilíbrio nutricional, aproveitando a possibilidade de incorporação dos grãos integrais durante o processamento de produtos cárneos.

3 ADIÇÃO DE GRÃOS INTEGRAIS EM PRODUTOS CÁRNEOS

O enriquecimento de produtos alimentícios com a adição de grãos é uma alternativa promissora da indústria de alimentos podendo ser uma escolha capaz de suprir as preferências de consumidores preocupados com alimentos mais saudáveis (GUIMARÃES *et. al.*, 2013; OLIVEIRA *et. al.*, 2014; PAGAMUCINI *et. al.*, 2014; PORFÍRIO; HENRIQUE; REIS, 2014; BORRAJO; LIMA; TRINDADE, 2016; PINTADO *et. al.*, 2018).

Componente nutricional de destaque dos grãos integrais, a fibra dietética está associada com a redução de risco de desenvolvimento várias doenças crônicas, incluindo doenças cardiovasculares, diabetes tipo 2 e alguns tipos de câncer, e ainda está associada com menores pesos corporais (DAHL; STEWART, 2015). O consumo de duas a três porções por dia (aproximadamente 45 g) de grãos inteiros, fontes importantes de fibras, pode ser uma estratégia eficaz de saúde pública (RAE, 2017).

Além de fonte de fibras, os grãos integrais oleaginosos têm uma proporção mais alta de ácidos graxos insaturados quando comparado com gorduras animais (UNICAMP, 2011; USP, 2017; USDA, 2018). Óleos de linhaça, oliva, soja e canola podem ser utilizados em produtos cárneos, resultando em perfil de ácidos graxos e teores de colesterol mais adequados nutricionalmente, quando comparados aos tradicionais (YOUSSEF; BARBUT, 2011). Segundo Liu *et. al.* (2015), a substituição de gordura saturada pela insaturada contribui para saúde por meio da redução do risco de doenças coronarianas.

Os óleos ricos em ácidos graxos poli-insaturados (PUFA) podem atender a demanda dos consumidores por alimentos mais saudáveis (RUBILAR *et. al.*, 2012).

O uso de grãos como alternativa para adição de fibras e gordura insaturada nos alimentos é uma estratégia da indústria alimentícia para produção de alimentos potencialmente funcionais. Dentre os principais grãos que vêm sendo utilizados para enriquecimento de produtos cárneos, pode-se destacar: a aveia, a chia, a linhaça, a quinoa e o sorgo.

3.1 Aveia

A aveia, grão de cereal amplamente conhecido, é usada para alimentação animal e como alimento humano devido ao seu valor nutricional (TABELA 1) e benefícios adicionais para a saúde (MENON *et. al.*, 2016; TOSH; MILLER, 2016).

Sua composição única de macronutrientes, micronutrientes e fitonutrientes, alto valor nutricional e requisitos de insumos agrícolas relativamente baixos, coloca a aveia em destaque entre as culturas de cereais (MENON *et. al.*, 2016).

Tabela 1 - Composição centesimal da aveia crua em flocos segundo tabelas de composição química de alimentos e dados de informação nutricional em produto disponível no mercado

| Composição Centesimal | USDA (2018) | USP (2017) | UNICAMP (2011) | Vitao Alimentos |
|------------------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|
| Energia (Kcal) | 389 | 380 | 394 | 390 |
| Carboidratos (g) | 66,3 | 65,7 | 66,6 | 66,7 |
| Proteína (g) | 16,9 | 15,4 | 13,9 | 16,7 |
| Lipídeos (g) | 6,9 | 8,4 | 8,5 | 7,0 |
| Ácidos graxos saturados (g) | 1,2 | 1,5 | 1,5 | 1,3 |
| Ácidos graxos monoinsaturados (g) | 2,2 | 3,2 | 3,2 | 2,3 |
| Ácidos graxos poli-insaturados (g) | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 2,7 |
| Fibra alimentar (g) | 10,6 | 9,8 | 9,1 | 10,7 |
| Umidade (g) | 8,2 | 8,9 | 9,1 | NA |
| Cinzas (g) | NA | 1,7 | 1,8 | NA |

Fonte: USDA United States Department of Agriculture, 2018; USP Universidade de São Paulo, 2017; UNICAMP Universidade Estadual de Campinas, 2011; Informação Nutricional da embalagem do produto da marca Vitao Alimentos.

*Não Avaliado

Os benefícios da aveia para a saúde estão se tornando bem estabelecidos, sendo comprovada a associação entre a fibra betaglucano da aveia na redução do risco de doença cardiovascular e no controle da glicemia. Todavia, existem outros benefícios potenciais na aveia, incluindo a modulação da microbiota intestinal e inflamação que continuam sendo explorados. Contudo, os avanços na tecnologia de alimentos continuam a expandir a diversidade de alimentos à base de aveia (MENON *et. al.*, 2016).

Segundo Tosh; Miller (2016), o consumo de aveia demonstra reduzir o risco de doenças cardiovasculares, melhorar a resposta glicêmica e prolongar a saciedade. A molécula solúvel de ligação mista betaglucano e os compostos fenólicos avenantramidas foram identificados como os dois compostos bioativos presentes na aveia.

Outro ponto de destaque da aveia, demonstrado em estudo realizado por Wolever *et. al.* (2016), é a sua capacidade de minimizar a glicemia pós-prandial, tornando-se um indicador valioso e útil para resposta glicêmica.

Portanto, a adição de aveia em produtos alimentícios, incluindo os produtos cárneos, torna-se uma estratégia da indústria alimentícia para elaboração de alimentos funcionais, considerando os inúmeros benefícios para a saúde do consumidor (LIMA *et. al.*, 2015).

3.2 Chia

A chia (*Salvia hispanica L.*) é uma semente fonte natural de ácidos graxos ômega-3, ômega-6, fibras, proteínas e compostos fenólicos com ação antioxidante. Na antiguidade, era utilizada pelos maias e astecas como alimento para aumentar a resistência física (COELHO; SALAS-MELLADO, 2014).

Ao avaliar a composição nutricional da chia (TABELA 2), além do valor considerável de fibras, destaca-se os valores relevantes de ácidos graxos insaturados, tornando-se uma alternativa viável para enriquecer produtos alimentícios e, assim, aumentar a proporção ácidos graxos insaturados na dieta.

Tabela 2 - Composição centesimal da semente de chia segundo tabelas de composição química de alimentos e dados de informação nutricional em produto disponível no mercado

| Composição Centesimal | USDA (2018) | USP (2017) | Vitao Alimentos |
|------------------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|
| Energia (Kcal) | 486 | 443 | 486,7 |
| Carboidratos (g) | 42,1 | 42,2 | 42,0 |
| Proteína (g) | 16,6 | 16,6 | 16,7 |
| Lipídeos (g) | 30,7 | 30,8 | 30,7 |
| Ácidos graxos saturados (g) | 3,3 | 3,3 | 3,3 |
| Ácidos graxos monoinsaturados (g) | 2,3 | 2,3 | 2,0 |
| Ácidos graxos poli-insaturados (g) | 23,7 | 6,7 | 24,0 |
| Fibra alimentar (g) | 34,4 | 34,4 | 34,7 |
| Umidade (g) | 5,8 | 5,8 | NA |
| Cinzas (g) | NA | 4,8 | NA |

Fonte: USDA United States Department of Agriculture, 2018; USP Universidade de São Paulo, 2017; Informação Nutricional da embalagem do produto da marca Vitao Alimentos.

*Não Avaliado

Segundo Coelho; Salas-Mellado (2014), a chia possui aplicações que deveriam ser mais exploradas na indústria alimentícia, tais como: extração de compostos fenólicos, obtenção de diferentes tamanhos de peptídeos biologicamente ativos com diferentes

propriedades físico-químicas e atividades biológicas. Além disto, necessita-se de mais estudos sobre os parâmetros para a extração da mucilagem de chia e para a utilização de fibras solúveis como substitutos de emulsificantes nas indústrias de alimentos.

Portanto, devido aos seus componentes funcionais, a chia tem aplicação importante no enriquecimento de produtos, tais como: pães, bolos e barras de cereais (COELHO; SALAS-MELLADO, 2014). Contudo, sua aplicação pode ser ampliada para outros produtos alimentícios, incluindo os produtos cárneos (PINTADO *et. al.*, 2018).

3.3 Linhaça

Em relação ao valor nutricional da linhaça (TABELA 3), destacam-se os ácidos graxos ômega-3, além de outros componentes com potencial aplicação na melhoria da saúde humana, descobertos por meio da extensa análise bioquímica do seu óleo (ZUK *et. al.*, 2015).

Tabela 3 - Composição centesimal da semente de linhaça segundo tabelas de composição química de alimentos e dados de informação nutricional em produto disponível no mercado

| Composição Centesimal | USDA (2018) | UNICAMP (2011) | Vitao Alimentos |
|------------------------------------|------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Energia (Kcal) | 534 | 495 | 533,3 |
| Carboidratos (g) | 28,9 | 43,3 | 28,7 |
| Proteína (g) | 18,3 | 14,1 | 18,0 |
| Lipídeos (g) | 42,2 | 32,3 | 42,0 |
| Ácidos graxos saturados (g) | 3,7 | 4,2 | 3,3 |
| Ácidos graxos monoinsaturados (g) | 7,5 | 7,1 | 7,3 |
| Ácidos graxos poli-insaturados (g) | 28,7 | 25,3 | 28,7 |
| Fibra alimentar (g) | 27,3 | 33,5 | 27,3 |
| Umidade (g) | 6,9 | 6,7 | NA |
| Cinzas (g) | NA | 3,7 | NA |

Fonte: USDA United States Department of Agriculture, 2018; UNICAMP Universidade Estadual de Campinas, 2011; Informação Nutricional da embalagem do produto da marca Vitao Alimentos.

*Não Avaliado

Além da biomassa de lignocelulose, os fenilpropanóides e os terpenóides são os constituintes principais que contribuem para propriedades bioativas dos subprodutos de linhaça, com atividades antibacterianas, antifúngicas, anticancerígenas e anti-inflamatórias. Essas descobertas levaram à diversificação da aplicação da planta de linhaça (ZUK *et al.*, 2015).

Segundo Guimarães *et. al.* (2013), as sementes de linhaça podem ser consumidas como ingredientes funcionais na dieta humana por serem fontes importantes de ácidos graxos insaturados e conseqüentemente apresentarem propriedades cardioprotetoras.

Com isso, devido às suas características nutricionais, a linhaça se tornou foco de interesse para a indústria de nutrição humana (ZUK *et. al.*, 2015). Portanto, assim como os outros grãos, o uso de linhaça pode contribuir para melhoria do perfil nutricional dos produtos alimentícios, incluindo dos produtos cárneos.

3.4 Quinoa

A quinoa, grão que tradicionalmente era utilizado pelas civilizações pré-hispânicas na América, é subdividida em grãos brancos, negros, amarelos e vermelhos-violetas. As plantas são cultivadas em vastas áreas do Peru, Bolívia e Equador e é utilizada, principalmente, como uma cultura agrônômica comestível tradicional na região andina (ESCRIBANO *et. al.*, 2017).

A diversidade de cores presentes neste pseudo-cereal ocorreu devido à descoberta de betaxantinas e a identificação de novas betacianinas em grãos de quinoa. A coexistência de pigmentos gera diferentes tons que podem ser usados para atender às exigências de cores específicas dos produtos para as indústrias, em destaque a indústria alimentícia. A quinoa destaca-se pelas altas atividades antioxidantes e de eliminação de radicais livres, com a identificação da dopaxantina como constituinte significativo (ESCRIBANO *et. al.*, 2017).

A quinoa vem ganhando atenção devido à sua qualidade nutricional (TABELA 4) e ausência de glúten (VASCONCELOS *et. al.*, 2016).

Tabela 4 - Composição centesimal da quinoa crua em grão segundo tabelas de composição química de alimentos e dados de informação nutricional em produto disponível no mercado

| Composição Centesimal | USDA (2018) | USP (2017) | Vitao Alimentos |
|-----------------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|
| Energia (Kcal) | 368 | 354 | 364,4 |
| Carboidratos (g) | 64,2 | 64,2 | 64,4 |
| Proteína (g) | 14,1 | 14,2 | 13,3 |
| Lipídeos (g) | 6,1 | 6,1 | 6,0 |
| Ácidos graxos saturados (g) | 0,7 | 0,7 | 0 |
| Ácidos graxos monoinsaturados (g) | 1,6 | 1,6 | NA |
| Ácidos graxos poliinsaturados (g) | 3,3 | 3,3 | NA |
| Fibra alimentar (g) | 7,0 | 7,0 | 6,6 |
| Umidade (g) | 13,3 | 13,3 | NA |
| Cinzas (g) | NA | 2,4 | NA |

Fonte: USDA United States Department of Agriculture, 2018; USP Universidade de São Paulo, 2017; Informação Nutricional da embalagem do produto da marca Vitao Alimentos.

*Não Avaliado

Segundo estudo realizado por Lorusso *et. al.* (2017), a utilização de quinoa contribuiu para o enriquecimento de farinhas com maior teor de fibras e proteínas, bem como menor índice glicêmico e alto potencial antioxidante. Isso mostra o potencial da quinoa na melhoria na qualidade nutricional de produtos industrializados em geral.

3.5 Sorgo

O grão de sorgo é amplamente consumido na África Subsaariana e na Ásia, como alimento básico devido à sua adaptação a ambientes hostis, principalmente em regiões tropicais e subtropicais propensas à seca do mundo (ROONEY; SALDIVAR, 2016; WANISKA; ROONEY; DONOUGH, 2016; WU *et. al.*, 2017).

Na África, Ásia e América Central é usado em uma grande variedade de alimentos tradicionais, tais como pães e mingaus. Já no hemisfério ocidental e Japão, pequenas quantidades de sorgo são usadas para alimentos (WANISKA; ROONEY; DONOUGH, 2016).

O sorgo, quinto cereal mais produzido no mundo, é uma fonte de nutrientes importantes (TABELA 5) e compostos bioativos para a dieta humana. O sorgo é composto basicamente de amido, que é digerido mais lentamente do que o de outros cereais, possui proteínas de baixa digestibilidade e lipídios insaturados e é fonte de alguns minerais e vitaminas. Além disso, a maioria das variedades de sorgo são ricas em compostos fenólicos, especialmente 3-desoxi antocianinas e taninos. Os resultados obtidos *in vitro* e

em animais mostraram que compostos fenólicos e compostos solúveis em gordura (policosanóis) isolados de sorgo beneficiam a microbiota intestinal e parâmetros relacionados à obesidade, estresse oxidativo, inflamação, diabetes, dislipidemia, câncer e hipertensão (CARDOSO *et. al.*, 2017).

Tabela 5 - Composição centesimal do sorgo segundo tabela de composição química de alimentos e dados de informação nutricional em produto disponível no mercado

| Composição Centesimal | USDA (2018) | Vitao Alimentos |
|------------------------------------|--------------------|------------------------|
| Energia (Kcal) | 329 | 328,9 |
| Carboidratos (g) | 72,1 | 71,1 |
| Proteína (g) | 10,6 | 10,7 |
| Lipídeos (g) | 3,5 | 3,6 |
| Ácidos graxos saturados (g) | 0,6 | 0,7 |
| Ácidos graxos monoinsaturados (g) | 1,1 | NA |
| Ácidos graxos poli-insaturados (g) | 1,6 | NA |
| Fibra alimentar (g) | 6,7 | 6,7 |
| Umidade (g) | 12,4 | NA |
| Cinzas (g) | NA | NA |

Fonte: USDA United States Department of Agriculture, 2018; Informação Nutricional da embalagem do produto da marca Vitao Alimentos.

*Não Avaliado

Os principais componentes do grão de sorgo, incluindo amidos, fibras dietéticas, proteínas, lipídios e fitoquímicos possuem propriedades funcionais que podem impactar a saúde. Os estudos desses componentes implicam efeitos no balanço energético, controle glicêmico, lipídico, microbiota intestinal e respostas imunes mediadas por células, incluindo efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios (STEFOSKA-NEEDHAM *et. al.*, 2015).

Outra característica de destaque do sorgo é a ausência de glúten, já que as proteínas de armazenamento de prolamina de sorgo diferem substancialmente das proteínas do trigo e seus derivados e, portanto, podem ser categorizadas como isentas de glúten (TAYLOR; TAYLOR, 2017).

O uso do sorgo como alimento humano, para produzir produtos que vão de mingaus a cervejas, contribui ainda para aumentar o teor em antioxidantes que são usados para aplicações de alimentos saudáveis (ROONEY; SALDIVAR, 2016). Segundo Queiroz *et. al.* (2018), os taninos de sorgo são excelentes antioxidantes e podem contribuir para a saúde com potencial para ser inserido como ingrediente, mais frequentemente, em alimentos humanos, podendo proporcionar benefícios à saúde para futuros consumidores.

Alguns estudos apontam que o sorgo pode ser uma opção viável e segura como substituto da soja na produção de carne processada, pois é menos alergênica, sendo este cereal uma fonte natural de vários compostos bioativos (ácidos fenólicos, flavonóides e taninos condensados), fibras solúveis e insolúveis, vários minerais, fitoesteróis, policosanóis e amido resistente (CARDOSO *et. al.*, 2017; TEIXEIRA e al., 2016).

Do ponto de vista tecnológico, o sorgo também apresenta características desejáveis para produtos cárneos, como boa capacidade de retenção de água e gordura e presença de antioxidantes naturais (MALAV *et. al.*, 2015).

4 PRODUTO CÁRNEO MULTIGRÃO

Recentemente foi finalizado no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sudeste de Minas Gerais - Campus Rio Pomba um trabalho de Dissertação de Mestrado que desenvolveu e caracterizou um Produto Carneio Multigrão (SOARES, 2019).

Foram definidas três formulações com diferentes combinações e concentrações de grãos de aveia, chia, linhaça, quinoa e sorgo. Todas as formulações continham um total de 15% dos grãos, sendo a formulação A com equilíbrio nas concentrações dos cinco grãos, a formulação B com priorização de grãos mais ricos em fibras e lipídeos e a formulação C com priorização de grãos com teores mais elevados de carboidratos (TABELA 6).

Tabela 6 - Formulações do produto cárneo suíno multigrão com diferentes combinações e concentrações de grãos de aveia, chia, linhaça, quinoa e sorgo

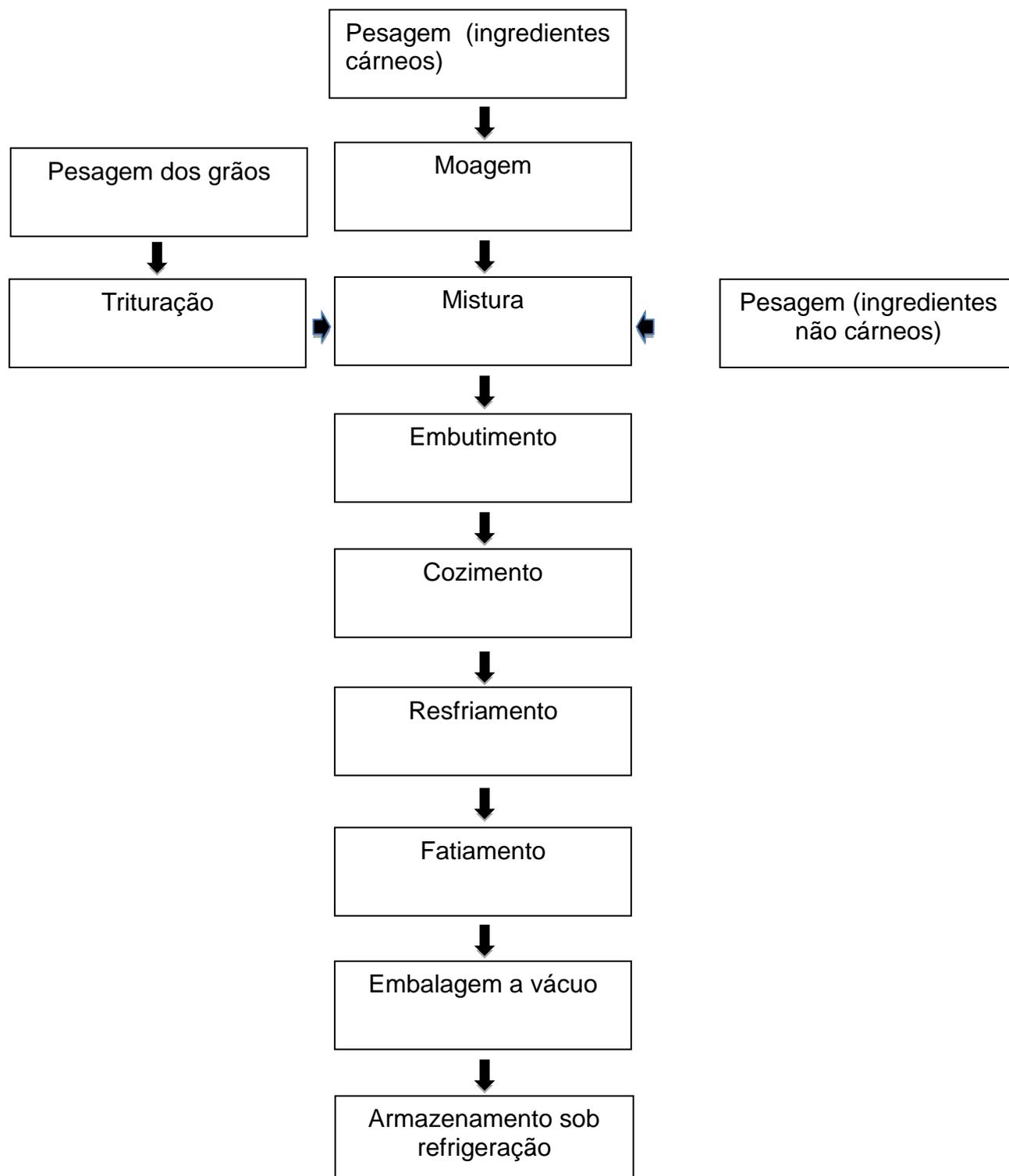
| Ingrediente | Formulação (%) | | |
|---|----------------|-------|-------|
| | A | B | C |
| Pernil suíno, sem gordura | 38,30 | 38,30 | 38,30 |
| Toucinho | 20,00 | 20,00 | 20,00 |
| Água | 22,00 | 22,00 | 22,00 |
| Aveia | 3,00 | 1,00 | 4,00 |
| Chia | 3,00 | 6,00 | 1,50 |
| Linhaça | 3,00 | 6,00 | 1,50 |
| Quinoa | 3,00 | 1,00 | 4,00 |
| Sorgo | 3,00 | 1,00 | 4,00 |
| Condimento Califórnia | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Cebola | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Sal | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Alho | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| Tripolifosfato de sódio | 0,40 | 0,40 | 0,40 |
| Glutamato monossódico | 0,30 | 0,30 | 0,30 |
| Eritorbato de sódio | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Sal de cura (NaCl 90%, Nitrito de sódio 6% e Nitrato de sódio 4%) | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Total | 100 | 100 | 100 |

Legenda: A = Formulação com equilíbrio nas concentrações dos grãos (3% de aveia, 3% de chia, 3% de linhaça, 3% de quinoa e 3% de sorgo); B = Formulação com priorização dos grãos mais ricos em fibras e gorduras (1% de aveia, 6% de chia, 6% de linhaça, 1% de quinoa e 1% de sorgo); C = Formulação com priorização dos grãos mais ricos em carboidratos (4% de aveia, 1,5% de chia, 1,5% de linhaça, 4% de quinoa e 4% de sorgo)

Fonte: SOARES (2019).

As três formulações do produto cárneo suíno multigrão foram elaboradas conforme fluxograma apresentado na Figura 1.

Figura 2 - Fluxograma de processamento do produto cárneo suíno multigrão



Fonte: SOARES (2019).

Foram analisadas a composição centesimal, o grau de aceitação, em que se utilizou escala hedônica para aparência, aroma, sabor, textura e impressão global, e a intenção de compra.

A composição centesimal das formulações do produto cárneo multigrão, referente ao valor calórico, macronutrientes, perfil lipídico e fibra alimentar, apresentou variações de acordo com as peculiaridades dos grãos utilizados em cada formulação (TABELA 7).

Tabela 7 - Composição centesimal das formulações do produto cárneo multigrão

| Composição centesimal | Formulação | Formulação | Formulação |
|------------------------------------|------------|------------|------------|
| | A | B | C |
| Energia (kcal) | 238,99 | 246,49 | 235,24 |
| Carboidrato total (g) | 8,57 | 6,82 | 9,45 |
| Proteína (g) | 12,47 | 12,68 | 12,37 |
| Lipídeo (g) | 17,25 | 18,94 | 16,40 |
| Colesterol (mg) | 37,22 | 37,22 | 37,22 |
| Ácidos graxos saturados (g) | 4,98 | 5,03 | 4,95 |
| Ácidos graxos monoinsaturados (g) | 5,65 | 5,83 | 5,56 |
| Ácidos graxos poli-insaturados (g) | 3,96 | 5,07 | 3,40 |
| Fibra alimentar (g) | 2,65 | 4,12 | 1,91 |

Legenda: A = Formulação com equilíbrio nas concentrações dos grãos (3% de aveia, 3% de chia, 3% de linhaça, 3% de quinoa e 3% de sorgo); B = Formulação com priorização dos grãos mais ricos em fibras e gorduras (1% de aveia, 6% de chia, 6% de linhaça, 1% de quinoa e 1% de sorgo); C = Formulação com priorização dos grãos mais ricos em carboidratos (4% de aveia, 1,5% de chia, 1,5% de linhaça, 4% de quinoa e 4% de sorgo)

Fonte: SOARES (2019).

Verifica-se que a fibra alimentar foi o que apresentou maior variação entre as formulações, sendo a B com maior teor de fibras. Isso foi devido a predominância dos grãos de chia e linhaça nessa formulação, uma vez que os teores de fibra destes grãos são superiores aos demais.

Em relação ao teor de lipídeos e de ácidos graxos insaturados, nota-se que, a formulação B se sobressaiu quantitativamente. A explicação para essa característica se assemelha à fibra alimentar, ou seja, houve priorização dos grãos de chia e linhaça, que se destacam no teor lipídico e quantidade de ácidos graxos insaturados.

Os resultados da análise sensorial das formulações A, B e C estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Escores médios da aceitação sensorial das formulações do produto cárneo multigrão para os atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global

| Formulação | Atributo sensorial | | | | |
|------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Aparência | Aroma | Sabor | Textura | Impressão global |
| A | 7,53 ^a | 7,75 ^a | 7,59 ^a | 7,51 ^a | 7,63 ^a |
| B | 7,10 ^b | 7,41 ^b | 6,96 ^b | 6,92 ^b | 6,92 ^b |
| C | 7,47 ^a | 7,69 ^a | 7,65 ^a | 7,37 ^a | 7,65 ^a |

Legenda: A = Formulação com equilíbrio nas concentrações dos grãos (3% de aveia, 3% de chia, 3% de linhaça, 3% de quinoa e 3% de sorgo); B = Formulação com priorização dos grãos mais ricos em fibras e gorduras (1% de aveia, 6% de chia, 6% de linhaça, 1% de quinoa e 1% de sorgo); C = Formulação com priorização dos grãos mais ricos em carboidratos (4% de aveia, 1,5% de chia, 1,5% de linhaça, 4% de quinoa e 4% de sorgo). Letras minúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as formulações pelo teste de Tukey ($p>0,05$)

Fonte: SOARES (2019).

Para todos os parâmetros sensoriais, a formulação B foi a menos aceita ($p<0,05$). Considerando que essa formulação é a que possui maior teor dos grãos de chia e linhaça, esse resultado demonstra uma relação negativa entre estes grãos e aceitação sensorial dos produtos.

Apesar das notas inferiores para formulação B, as pontuações gerais de aceitabilidade atribuídas às formulações do produto cárneo multigrão foram positivas, uma vez que variou entre “gostei ligeiramente” e “gostei muito”.

Essa relação positiva na aceitabilidade do produto também foi verificada ao avaliar a intenção de compra, em que a atitude dos avaliadores frente à possibilidade do produto no mercado variou entre “talvez sim/talvez não” e “provavelmente compraria” (TABELA 9).

Tabela 9 - Escores médios da intenção de compra das formulações do produto cárneo multigrão

| Formulação | Escore médio da intenção de compra |
|------------|------------------------------------|
| A | 3,90 ^a |
| B | 3,43 ^c |
| C | 3,71 ^b |

Legenda: A = Formulação com equilíbrio nas concentrações dos grãos (3% de aveia, 3% de chia, 3% de linhaça, 3% de quinoa e 3% de sorgo); B = Formulação com priorização dos grãos mais ricos em fibras e gorduras (1% de aveia, 6% de chia, 6% de linhaça, 1% de quinoa e 1% de sorgo); C = Formulação com priorização dos grãos mais ricos em carboidratos (4% de aveia, 1,5% de chia, 1,5% de linhaça, 4% de quinoa e 4% de sorgo). Letras minúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as formulações pelo teste de Tukey ($p>0,05$)

Fonte: SOARES (2019).

Para intenção de compra, a formulação A obteve notas mais favoráveis do que a formulação C e está apresentou escores mais altos do que a formulação B, todos com

diferença significativa ($p < 0,05$). Os resultados da intenção de compra reforçaram que a formulação B foi a menos aceita pelos avaliadores.

5 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O consumidor tem se tornado cada vez mais exigente face às suas escolhas alimentares, procurando cada vez mais produtos que sejam equilibrados nutricionalmente. Assim, as indústrias alimentares procuram corresponder a estas exigências com o desenvolvimento de produtos usando ingredientes que visam compensar alguma deficiência de nutrientes com a finalidade de reforçar seu valor nutricional e/ou também seu melhorar o equilíbrio nutricional.

Neste espectro, o uso de ingredientes no setor de carnes é bastante amplo. São adicionados como conservantes e antioxidantes ou com outras funções tecnológicas como: realçar o sabor, proporcionar um aumento da suculência, modificar a textura, adicionar volume, melhorar a cor, a fatiabilidade e possibilitar menores custos de formulação.

Os ingredientes de origem vegetal que proporcionam um teor de carboidratos aos produtos cárneos já comumente utilizados pela indústria cárnea são amidos (fécula de mandioca), açúcares (maltodextrinas) e hidrocolóides (carragena).

Ainda não é comum o uso de grãos integrais pela indústria em produtos cárneos, apesar de já ser possível depararmos com inúmeras pesquisas sobre o tema, com a justificativa de estarem proporcionado um melhor equilíbrio nutricional devido a incorporação de fibra alimentar e gordura insaturada, o que pode ser visto como uma boa perspectiva futura para o setor de carnes.

Vale ressaltar também a boa aceitabilidade apresentada pelas três formulações do Produto Carne Multigrão avaliadas no trabalho de Mestrado, em que foi utilizado 5 tipos de grãos diferentes com um percentual total de 15%, uma vez que, os estudos normalmente realizados com estes grãos avaliam um único tipo e com concentrações menores que 10%.

REFERÊNCIAS

BOADA, L. D.; HENRÍQUEZ-HERNÁNDEZ, L. A.; LUZARDO, O. P. The impact of red and processed meat consumption on cancer and other health outcomes: Epidemiological evidences. **Food and Chemical Toxicology**, v. 92, p. 236-244, 2016.

BORRAJO, K. H. T.; LIMA, C. G.; TRINDADE, M. A. Saciedade subjetiva, aceitação

sensorial e aspectos tecnológicos de salsicha com adição de fibra de trigo. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal, que disciplina a fiscalização e a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 29 de março de 2017.

CARDOSO, L. M.; PINHEIRO, S. S.; MARTINO, H. S. D.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Sorghum (*Sorghum bicolor* L.): Nutrients, bioactive compounds, and potential impact on human health. **Journal Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 57, 2017.

CELADA, P.; BASTIDA, S.; SÁNCHEZ-MUNIZ, F. J. To eat or not to eat meat. That is the question. **Nutrición Hospitalaria**, v. 33, n.1, p. 177-181, 2016.

COELHO, M. S.; SALAS-MELLADO, M. M. Revisão: Composição química, propriedades funcionais e aplicações tecnológicas da semente de chia (*Salvia hispanica* L) em alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 4, p. 259-268, 2014.

DAHL, W. J.; STEWART, M. L. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Health Implications of Dietary Fiber. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 115, p. 1861-1870, 2015.

ESCRIBANO, J.; CABANES, J.; JIMÉNEZ-ATIÉNZAR, M.; IBAÑEZ-TREMOLADA, M.; GÓMEZ-PANDO, L. R.; GARCÍA-CARMONA, F.; GANDÍA-HERRERO, F. Characterization of betalains, saponins and antioxidant power in differently colored quinoa (*Chenopodium quinoa*) varieties. **Food Chemistry**, v. 234, p. 285-294, 2017.

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. **Ciência e Qualidade da Carne: fundamentos**. Editora UFV, Viçosa, 2013.

GUIMARÃES, R. C. A.; MACEDO, M. L. R.; MUNHOZ, C. L.; FILIU, W.; VIANA, L. H.; NOZAKI, V. T.; HIANE, P. A. Sesame and flaxseed oil: nutritional quality and effects on serum lipids and glucose in rats. **Food Science and Technology**, v. 33, p. 209-217, 2013.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, ITAL, **Princípios do Processamento de Embutidos Cárneos**. Campinas: ITAL, 2005.

KÜSTER-BOLUDA, I.; VIDAL-CAPILLA, I. Consumer attitudes in the election of functional foods. **Spanish Journal of Marketing - ESIC**, v. 21(S1), p. 65-79, 2017.

LAWRIE, R. A. **Ciência da Carne**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384 p.

LIMA, C. V.; ALVES, V. R.; COSTA, K. R. T.; SOUSA, A. B. B.; SOARES, D. J. Elaboração e avaliação sensorial de linguças toscanas de carne caprina com adição de farinha de aveia. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 4, p. 72-75, 2015.

LIU, J.; SHIM, Y. Y.; TSE, T. J.; WANG, Y.; REANEY, M. J. T. Flaxseed gum a versatile natural hydrocolloid for food and non-food applications. **Trends in Food Science & Technology**, v. 75, p. 146-157, 2018.

LORUSSO, A.; VERNI, M.; MONTEMURRO, M.; CODA, R.; GOBBETTI, M.; RIZZELO, C. G. Use of fermented quinoa flour for pasta making and evaluation of the technological and nutritional features. **Food Science and Technology**, v. 78, p. 215-221, 2017.

MALAV, O. P.; SHARMA, B. D.; TALUKDER, S.; MENDIRATTA, S. K.; KUMAR, R. R. Quality characteristics and storage stability of restructured chicken meat blocks extended with different combinations of vegetative extenders. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 1, p. 391-398, 2015.

MENON, R.; GONZALEZ, T.; FERRUZZI, M.; JACKSON, E.; WINDERL, D.; WATSON, J. **Advances in Food and Nutrition Research**. Fidel Toldrá, Department of Food Science, Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (CSIC), Valencia, Spain, v. 77, p. 1-55, 2016.

OLIVEIRA, D. F.; MILESKI, J. P. F.; CARLI, C. G.; MARCHI, J. F.; SILVA, D. C.; COELHO, A. R.; TONIAL, I. B. Farinha de linhaça dourada como substituto de gordura animal em hambúrguer de carne bovina com redução de sódio. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 4, p. 273-282, 2014.

OLIVO, R.; OLIVO, N. **O mundo das Carnes: ciência, tecnologia & mercado**. 4.ed. Criciúma: Varela, 2006. 209 p.

PAGAMUNICI, L. M.; SOUZA, A. H. P.; GOHARA, A. K.; SOUZA, N. E.; GOMES, S. T. M.; MATSUSHITA, M. Development, characterization and chemometric analysis of a gluten-free food bar containing whole flour from a new cultivar of amaranth. **Ciênc. Agrotec.**, v. 38, p. 270-277, 2014.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**, v. 1. 2. ed. Goiânia: UFG, 2006. 624 p.

PINTADO, T.; HERRERO, A. M.; JIMENEZ-COLMENERO, F.; C, CAVALHEIRO, C. P.; RUIZ-CAPILLAS, C. Chia and oat emulsion gels as new animal fat replacers and healthy bioactive sources in fresh sausage formulation. **Meat Science**, v. 135, p. 6-13, 2018.

PORFÍRIO, E.; HENRIQUE, V. S. M.; REIS, M. J. A. Elaboração de farofa de grãos, sementes oleaginosas e castanha de caju: composição de fibras, ácidos graxos e aceitação. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 3, p. 185-191, 2014.

QUEIROZ, V. A. V.; AGUIAR, A. S.; MENEZES, C. B.; CARVALHO, C. W. P.; PAIVA, C. L.; FONSECA, P. C.; CONCEIÇÃO, R. R. P. A low calorie and nutritive sorghum powdered drink mix: Influence of tannin on the sensorial and functional properties. **Journal of Cereal Science**, v. 79, p. 43-49, 2018.

RAE, M. P. Health Benefits of Dietary Whole Grains: An Umbrella Review of Meta-analyses. **Journal of Chiropractic Medicine**, v. 16, p. 10-18, 2017.

ROONEY, L. W.; SALDIVAR, R. S. O. S. Sorghum. **Reference Module in Food Science**, Encyclopedia of Food and Health, 2016.

RUBILAR, M.; MORALES, E.; CONTRERAS, K.; CEBALLOS, C.; ACEVEDO, F.; VILLARROEL, M.; & SHENE, C. Development of a soup powder enriched with microencapsulated linseed oil as a source of omega-3 fatty acids. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 114, n. 4, p. 423–433, 2012.

SMED, S.; VOSSEM, E. Meat: The balance between nutrition and health. A review. **Meat Science**, v. 120, p. 145-146, 2016.

SOARES, B. C. R. **Desenvolvimento e caracterização de produto cárneo multigrão**. 2019. 81f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais - Campus Rio Pomba, 2019.

STEFOSKA-NEEDHAM, A.; BECK, E. J.; JOHNSON, S. K.; TAPSELL, L. C. Sorghum: An Underutilized Cereal Whole Grain with the Potential to Assist in the Prevention of Chronic Disease. **Journal Food Reviews International**, v. 31, 2015.

TAYLOR, J. R. N; TAYLOR, J. Chapter 5 – Proteins From Sorghum and Millets. **Sustainable Protein Sources**, p. 79- 04, 2017.

TEIXEIRA, N. D. C.; QUEIROZ, V. A. V.; ROCHA, M. C.; AMORIM, A. C. P.; SOARES, T. O.; MONTEIRO, M. A. M.; JUNQUEIRA, R. G. Resistant starch content among several sorghum (*Sorghum bicolor*) genotypes and the effect of heat treatment on resistant starch retention in two genotypes. **Food Chemistry**, v. 197, p. 291-296, 2016.

TOSH, S. M.; MILLER, S. S. **Reference Module in Food Science**. Encyclopedia of Food and Health, p. 119-125, 2016.

USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **National Nutrient Database for Standard Reference**. Disponível em: <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/list>. Acesso em: 15 ago. 2018.

USP. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA)**. São Paulo, SP, 2017. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tbca/>. Acesso em: 15 ago. 2018.

UNICAMP. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO)**. 4. ed. Campinas, SP, 2011. 161 p.

VASCONCELOS, E. S.; HOEPERS, L. M. L.; AMARAL, R. G.; EGEWARTH, V. A.; STRENSKE, A. Genetic parameters and productivity of quinoa in western Paraná State, Brazil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 38, n. 2, p. 185-191, 2016.

WANISKA, R. D.; ROONEY, L. W.; DONOUGH, C. M. Sorghum: Utilization. **Encyclopedia of Food Grains**, 2. ed., v. 3, p. 116-123, 2016.

WOLEVER, T. M. S.; KLINKEN, B. J.; SPRUILL, S. E.; JENKINS, A. L.; CHU, Y.; HARKNESS, L. Effect of serving size and addition of sugar on the glycemic response elicited by oatmeal: A randomized, cross-over study. **Clinical Nutrition ESPEN**, v. 16, p. 48-54, 2016.

WU, G.; BENNETT, S. J.; BORNMAN, J. F.; CLARKE, M. W.; FANG, K.; JOHNSON, S. K. Phenolic profile and content of sorghum grains under different irrigation managements. **Food Research International**, v. 97, p. 347-355, 2017.

YOUSSEF, M. K.; BARBUT, S. Fat reduction in comminuted meat products-effects of beef fat, regular and pre-emulsified canola oil. **Meat Science**, v. 87, n. 4, p. 356-360, 2011.

ZUK, M.; RICHTER, D.; MATULA, J.; SZOPA, J. Linseed, the multipurpose plant. **Industrial Crops and Products**, v. 75, p. 165-177, 2015.

CAPÍTULO 6 - POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE COCO E CALDO DE CANA NA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL

Erik Flores Fernandes
Vanessa Riani Olmi Silva
Fabiola Cristina de Oliveira
Aureliano Claret da Cunha
Welliton Fagner da Cruz
Maurício Henriques Louzada Silva

1 INTRODUÇÃO

Sendo uma das bebidas alcoólicas mais consumidas no mundo, a cerveja faz parte da cultura da maioria das civilizações (CAMPOS, 2017). No Brasil, até mesmo em regiões com pouca tradição, como norte e nordeste, a produção de chope e cerveja tem se popularizado. Esta popularização da cultura cervejeira estimula o consumo e o surgimento de micro cervejarias, fortalecendo toda cadeia produtiva do setor inclusive atividades complementares como o turismo cervejeiro (PELLIN; MANTOVANELI, 2016).

No Brasil, o setor gera cerca de 2,7 milhões de empregos e sua receita corresponde a 2% do Produto Interno Bruto (PIB), contribuindo com R\$ 23 bilhões de impostos ao ano. Com mais de 1.190 empresas registradas e produção de 14 bilhões de litros por ano, o setor cervejeiro brasileiro é o terceiro maior do mundo. (BRASIL, 2019b).

Para Rebello (2009), mesmo sendo a cerveja uma das bebidas mais antigas do mundo, existem diversas pesquisas com o intuito de substituir alguns componentes e novas tecnologias estão sendo implantadas com o objetivo de melhorar sua produtividade e seu sabor.

Duas tendências têm se destacado no universo cervejeiro: a obtenção de cervejas a partir de mostos concentrados e a elaboração de cervejas utilizando adjuntos especiais, os quais podem aromatizar ou não as mesmas, visando a obtenção de atributos sensoriais singulares nos produtos (OLIVEIRA; FABER; PLATA-OVIEDO, 2015). O aumento crescente no consumo e na produção de cerveja no Brasil e no mundo, principalmente no segmento “artesanal” enseja a busca e descoberta de matérias naturais alternativas à cevada e que agreguem valor, seja na diminuição de custos, na dinamização dos processos ou no desenvolvimento de atributos sensoriais que despertem o interesse dos consumidores. O caldo de cana e a água de coco apresentam

características que os qualificam, seja pela disponibilidade, segurança, atributos sensoriais e/ou preço.

Enquanto o preço da tonelada de cana-de-açúcar está em média R\$67,00 o preço da tonelada de cevada, em abril de 2018, ficou acima de R\$550,00 (AGROLINK, 2019). Levando-se em conta que o rendimento médio de extração do caldo de cana é de 96,5% a 97,5% em relação à massa bruta da (NAZATO et. al, 2011), o custo do litro é menor que o do quilograma de cevada. Considerando que o processo de malteação da cevada agrega valor e eleva o preço do quilograma do produto e que o caldo de cana tem concentração de açúcares elevada, 18 a 25%, e alto potencial para desenvolvimento de atributos sensoriais, a exemplo do que acontece na produção de cachaça, o caldo de cana se apresenta como matéria alternativa de qualidades evidentes para ser usado na produção de cerveja tendo em vista o desenvolvimento de atributos de aroma e sabor desejáveis.

A água de coco é um produto natural e vem ganhando espaço no mercado como uma bebida de vasto potencial comercial, possui baixo teor calórico, considerável valor nutricional e apresenta aroma e sabor suaves e agradáveis. É uma bebida leve, refrescante e pouco calórica, composta de água, açúcares, proteínas, vitaminas e sais minerais (LIMA et. al., 2015a). A água de coco possui minerais e açúcares importantes para o desenvolvimento e manutenção das células das leveduras e se adicionado, em quantidades precisas ao mosto cervejeiro, tem potencial para funcionar como fornecedor de nutrientes durante a fermentação da cerveja.

A literatura com referências ao emprego de caldo de cana e água de coco na produção de cerveja é escassa. Desse modo, nosso grupo de pesquisa tem desenvolvido, recentemente, projetos relacionados à adição de matérias vegetais alternativas na produção de cervejas artesanais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Histórico da cerveja

Segundo Wendland (2014), as fermentações alcoólicas acompanharam as civilizações humanas ao longo da nossa história. Já com os primeiros dias dos assentamentos, leveduras e seres humanos compartilhavam uma estreita associação. Os primeiros registros de produção intencional de bebidas fermentadas datam de 6 a 8 mil

anos nos escritos sumérios e babilônios onde a bebida era tratada como mercadoria e como moeda. De acordo com Giorgi e Júnior (2016), descobertas arqueológicas e estudos históricos indicaram que a cerveja provavelmente surgiu no Oriente Médio ou no Egito, sendo a Mesopotâmia a região que possui registros mais antigos sobre a prática de produção da bebida.

O processo de fabricação de cerveja era conhecido pelos sumérios em 6.000 aC, e rituais de fabricação de cerveja foram descritos, através de pinturas, em um antigo túmulo egípcio, na cidade de Luxor, a mais de 3.3 mil anos (WENDLAND, 2014). Na Idade Média, vários mosteiros fabricavam cerveja, empregando diversas ervas para aromatizá-la como miríca, rosmarinho, louro, sálvia, gengibre e o lúpulo, utilizado até hoje e introduzido no processo entre os anos 700 e 800 pelos monges do mosteiro de San Gallo na Suíça. A variação da proporção entre os ingredientes (água, malte, lúpulo e leveduras) e do processo de fabricação resultava em diferentes tipos de cerveja (ROSA; AFONSO, 2015). Giorgi e Júnior (2016) relataram que ao longo do período medieval, lentas transformações operaram no que tange à fabricação e comercialização da cerveja. Na transição do medievo para a Idade Moderna, com a crescente urbanização e a intensificação da atividade burguesa, a produção passou aos poucos do âmbito privado para o público.

As descobertas de Louis Pasteur sobre o levedo e a conservação de alimentos, trouxeram profundas mudanças na qualidade da bebida, graças à esterilização de materiais, o trabalho à vácuo, e o processo de pasteurização. No fim do século XX, já se podia fabricar a cerveja com segurança microbiológica e com atributos sensoriais característicos, garantindo uma maior vida de prateleira, podendo expandir assim sua comercialização (REBELLO, 2009).

2.2 Legislação brasileira de cerveja

Até o ano de 2019, a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, entre elas a cerveja, era regulada pelo decreto 6.871 de 2009 (BRASIL, 2009). Em julho de 2019 foi lançado o decreto 9.902 que fez algumas alterações e revogações no decreto 6.871 (BRASIL, 2019c).

O novo decreto alterou o Art. 36º, que traz a definição de cerveja. A nova redação é: “Cerveja é a bebida resultante da fermentação, a partir da levedura cervejeira, do mosto de cevada malteada ou de extrato de malte, submetido previamente a um processo de

cocção adicionado de lúpulo ou extrato de lúpulo, hipótese em que uma parte da cevada malteada ou do extrato de malte poderá ser substituída parcialmente por adjunto cervejeiro. A cerveja poderá ser adicionada de ingrediente de origem vegetal, de ingrediente de origem animal, de coadjuvante de tecnologia e de aditivo a serem regulamentados em atos específicos” (BRASIL, 2019c).

A Instrução Normativa nº 65, de 10 de dezembro de 2019 reitera definição para *chopp* ou *chope*: “A expressão “*chopp*” ou “*chope*” é permitida apenas para a cerveja que não seja submetida a processo de pasteurização, tampouco a outros tratamentos térmicos similares ou equivalentes (BRASIL, 2019a). Novos critérios também foram estabelecidos para os parâmetros físico-químicos para cervejas, como apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Parâmetros Físico-químicos para cervejas no Brasil

| Parâmetros | Mínimo | Máximo |
|---|---------|--------|
| Graduação alcoólica, %v/v à 20°C, para cervejas (art. 2º) | 0,5 | 54 |
| Graduação alcoólica, %v/v à 20°C, para cervejas sem álcool (art. 11, I) | - | 0,5 |
| Graduação alcoólica, %v/v à 20°C, para cervejas com teor alcoólico reduzido (art. 11 inciso II) | 0,51 | 2,0 |
| Extrato primitivo Ep, % m/m (art. 7º, §1º) | 5 | - |
| Quantidades de adjuntos na cerveja em porcentagem de massa do Ep, em (% m/m) | - | 45 |
| Quantidades de adjuntos na cerveja puro malte | Ausente | |
| Corantes artificiais | Ausente | |
| Edulcorantes | Ausente | |

Fonte: Brasil (2019a).

2.3 Matérias-primas

2.3.1 Água

A produção de cerveja é uma atividade que consome água de maneira intensiva, utilizando de 5 a 10 volumes de água para cada volume de cerveja produzido. A maior parte desta água é usada para limpeza e uma parte é perdida por evaporação (PALMER; KAMINSKI, 2013). Quantitativamente a água é a principal matéria-prima usada na produção de cerveja, entre 90% e 94% (KUNZE, 2004; FIX, 1999). Existem dois tipos de água utilizados na fabricação da cerveja: Água cervejeira e a água de serviço. A água cervejeira é usada no preparo do malte para a moagem, transferência de produtos em

elaboração, rinsagem final na lavagem de garrafas, latas e barris. A água de serviço, utilizada em procedimentos, locais e equipamentos que não entram em contato com o produto (ROSA; AFONSO, 2015).

A água desempenha um papel muito importante em todos os aspectos do processo de fabricação de cerveja (ALLEN; CANTWELL, 1998). Certas propriedades da água são especialmente relevantes para a cerveja. A água é um excelente solvente, graças a sua polaridade (FIX, 1999). Para produção de cerveja a água deve cumprir os mesmos requisitos de qualidade da água potável (KUNZE, 2004; ROSA; AFONSO, 2015).

Eumann e Schildbach (2012) relataram que houve um tempo em que a água bruta naturalmente disponível influenciou no desenvolvimento de estilos típicos de cerveja regional. Com o desenvolvimento de tecnologias de tratamento de água confiáveis e eficientes, as cervejarias tornaram-se independentes da qualidade da água bruta local. A proliferação de grandes cervejarias ainda está intimamente ligada ao progresso no tratamento de água, incluindo métodos tradicionais como o amaciamento com cal e troca iônica, bem como sistemas de tratamento mais recentes.

Para os fabricantes que usam seu próprio suprimento de água na produção de cerveja, a água dura pode ser um problema real (KLUNGLE, 2012). Os minerais dissolvidos na água e suas quantidades dependerão dos tipos de rochas dispostas em seu caminho no solo. Se a água tem alta concentração de minerais é considerada como dura, se a concentração de minerais for baixa, é mole (HUGHES, 2014). As quantidades e tipos de sais e o pH da água contribuem grandemente para a qualidade da cerveja (PALMER; KAMINSKI, 2013). Segundo Dornbusch (2000), a água mais dura geralmente fornece mosto mais alcalino (aumenta o pH do mosto) e a água mais macia fornece um mosto mais ácido (reduz o pH do mosto). Quanto mais dura a água, mais ela tende a acentuar a amargura percebida do lúpulo. De um modo geral, a baixa alcalinidade é desejável para cervejas de cor mais clara e a necessidade de alcalinidade aumenta para as mais escuras e mostos mais ácidos. Em última análise, o sabor da cerveja deve ser o guia para a composição adequada da água. Palmer e Kaminski (2013) reportaram que embora o cálcio e a alcalinidade sejam aspectos muito importantes da água, vários outros íons podem ter efeitos substanciais sobre o sabor de cerveja. A relação sulfato-cloro na água pode afetar significativamente o equilíbrio de sabor maltado/amargo, a impressão global e de secura na cerveja. Sais de sódio, magnésio, cobre e zinco podem ser muito

benéficos em pequenas quantidades, mas produzir *off-flavors* (gosto e/ou sabor ruim ou estranho para o estilo de cerveja) em excesso.

Pode-se melhorar a qualidade da cerveja, através da água, de duas maneiras, uma técnica outra estética. A parte técnica é o estabelecimento de um pH adequado do mosto, a parte estética tem a ver com o sabor da água. Pode-se usar a água como ela é; pode-se modificá-la adicionando íons deficientes e removendo os que estão presentes em excesso; ou usar água que passou por filtro de osmose reversa e adicionar apenas os sais que se deseja nas quantidades adequadas para cada estilo de cerveja (PALMER; KAMINSKI, 2013).

2.3.2 Malte

Grãos de cereais foram uma fonte estável e confiável de alimentos, permitindo que humanos primitivos tivessem mais estabilidade social e biológica. Para aproveitar os nutrientes contidos nos grãos foram experimentadas técnicas de preparação para torná-los mais fáceis de comer, esses processos envolveram calor e água. Outro método mais simples de preparar grãos que não exigia uma etapa de cozimento também foi descoberto. Se os grãos fossem embebidos em água, amoleceriam, brotariam e se tornariam mais palatáveis. Provavelmente foi assim que os primeiros grãos armazenados foram consumidos. Também é concebível que o fermento selvagem e as bactérias que colonizaram estas infusões produziram a primeira cerveja (MALLETT, 2014).

A cevada é uma espécie que exige solos de boa fertilidade. Na escolha da área deve ser levado em conta que esta cultura é muito suscetível à acidez do solo (MINELLA, 2015). Entende-se por cevada os grãos provenientes de cultivares da gramínea *Hordeum vulgare* (BRASIL, 1996). Cevada é um grão de cereal, semelhante à aveia, centeio e trigo. O que torna a cevada diferente e mais adequada para a fabricação de cerveja é que ela retém sua casca após a debulha. Estas cascas insolúveis criam uma cama de filtro que resulta em melhor fluxo e separação do mosto depois do cozimento do que outros grãos de cereais (PALMER, 2017).

De acordo com Minella (2015), a produção brasileira de cevada, para fins cervejeiros, concentrava-se nos três estados da Região Sul do Brasil (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná). Clima, genética e manejo são fatores determinantes da produção de cevada com padrão de qualidade para malteação, particularmente em

relação ao poder germinativo, tamanho, teor de proteína e à sanidade dos grãos. Kunze (2004) reportou que a cevada é classificada em dois tipos e muitas variedades e nem todas são igualmente úteis no que diz respeito à produção de malte e fabricação de cerveja. A classificação principal é baseada no tipo de grão: cevada de duas fileiras de grãos, cevada de seis fileiras de grãos.

O mercado de cevada cervejeira segue os padrões de qualidade estabelecidos na Portaria 691/96, de 22 de novembro de 1996 (BRASIL, 1996), segundo a qual a cevada para malte deve apresentar índices mínimos de 95% de poder germinativo e máximos de 13% para umidade, 12% para proteínas, 3% para matérias estranhas e 5% para grãos avariados. Além disso, é desejável que os grãos apresentem cor e cheiro característicos de palha (BRASIL, 1996).

Os seres humanos têm sido malteadores de grãos por milhares de anos, intencionalmente ou acidentalmente. A maioria das malteações durante a idade média eram feitas em uma escala pequena. Maltear e fazer cerveja eram tarefas domésticas executadas principalmente pelas mulheres do agregado familiar, com as habilidades que iam sendo passadas de mãe à filha. O processo de malteação consiste na germinação controlada dos grãos de cevada e posterior secagem, a fim de produzir as características desejadas do malte, bem como a ativação de enzimas necessárias à etapa de cozimento no processo de produção (MALLETT, 2014). O processo convencional de malteação pode ser dividido em três etapas consecutivas: maceração 1, germinação 2 e secagem 3 (PINHEIRO, 2016).

No processo de maceração 1 a cevada é induzida a germinar 2, e, para que isso ocorra os grãos tem seu conteúdo de umidade aumentado até em torno de 43% (VIVIAN, 2016). O grão é hidratado, ou embebido em água. Durante o processo a água é trocada pelo menos uma vez, o ar pode ser incorporado entre as imersões. Além da umidade a temperatura também é ajustada e controlada para que a semente germine e emita raízes.

A germinação desbloqueia várias enzimas na semente, que começam a degradação da matriz proteica em torno das reservas de amido. Esta reserva de amido é o que os cervejeiros usam para fazer cerveja (PALMER, 2017). Nos estágios iniciais da germinação hidrolases são liberadas do *scutellum* (fina camada de tecido junto ao embrião). Após um tempo, o embrião libera hormônios Giberelina (GA₁ e GA₃, ácido giberélico), que se difundem ao longo do grão desencadeando a formação de algumas

enzimas na camada do aleuroma e ocorre a liberação destas e outras enzimas para o endosperma (BRIGGS *et. al.*, 2004). Estas enzimas geralmente são preservadas durante a moagem e são ativadas então pela água quente durante o cozimento e degradam o amido da cevada em açúcares solúveis. Outras enzimas do malte quebram as proteínas, durante a malteação e às vezes durante a trituração, que é importante para a nutrição do fermento e a claridade da cerveja (MILLER, 2012).

Quando o malteador está satisfeito com o grau de modificação, o malte é seco 3 com ar quente em condições cuidadosamente controladas. Isso preserva as enzimas que posteriormente serão usadas para converter as reservas de amido em açúcares fermentáveis (PALMER, 2017; VIVIAN, 2016; MILLER, 2012). Quando o malte é seco, o material modificado é facilmente esmagado e moído em moinhos de rolos, em contraste com a cevada *in natura* (BRIGGS *et. al.*, 2004). Ao aquecer os grãos, remover a umidade, e parar a germinação as cores e o sabor começam a se desenvolver (MALLETT, 2014).

O desenvolvimento do sabor do malte vem principalmente das reações de *Maillard*, que são reações de escurecimento não enzimáticas comuns a todos os processos de cozimento. As reações de *Maillard* envolvem a reações químicas de açúcares simples com aminoácidos para criar melanoidinas (compostos de cor castanha) e vários compostos heterocíclicos que são a fonte dos aromas e sabores de alimentos cozidos que são conhecidos. A caramelização é um conjunto diferente de reações químicas que envolvem apenas açúcares, também ocorre durante o aquecimento e assar do malte, criando o sabor doce de caramelo encontrado em maltes Cristal (tipo de malte que confere dulçor e cor) (PALMER, 2017).

Para Pinheiro (2016), a consolidação da tecnologia de malteação brasileira, em termos de abastecimento de malte, necessita de pesquisas que viabilizem a criação de novos produtos ou que reduzam o tempo dos processos convencionais para que possam atender as novas demandas do mercado cervejeiro. No Brasil, o processo se resume a produção comercial de malte *Pilsen*, o qual está de acordo com o mercado nacional cervejeiro, uma vez que o maior volume de produção de cerveja são os conhecidos como “*mainstream*”, ou seja, as “*cervejas principais*” as quais são classificadas como cerveja tipo *Pilsen*. A indústria nacional não é capaz de suprir a demanda existente o que faz do Brasil um grande importador de malte, tanto *Pilsen* quanto especiais, porém a carência por maltes especiais é mais expressiva (PINHEIRO, 2016; SILVA NETO *et. al.*, 2016)

Das matérias-primas utilizadas para a produção de cervejas, o malte de cevada é o mais usado para fornecer os carboidratos necessários às leveduras durante a fermentação para a produção do álcool, do gás carbônico, do corpo e da espuma característicos da bebida (MALLETT, 2014; D'AVILA *et. al.*, 2012; KUNZE, 2004; JANSON, 1996). Há uma grande e diversificada variedade de carboidratos na cevada, no malte e no mosto. Em torno de 70% a 85% do peso da cevada e do malte, e 90% a 92% de sólidos do mosto. Os mesmos tipos de carboidratos também são encontrados em outros grãos, como milho ou arroz (MALLETT, 2014).

Malte é o produto obtido pela germinação e secagem da cevada, devendo o malte de outros cereais ter a designação acrescida do nome do cereal de sua origem (BRASIL, 2009). O malte é a principal matéria-prima da cerveja, cuja qualidade no processo de transformação da cevada em malte bem como todo processo, até a obtenção da cerveja deve ser devidamente monitorado (MINELLA, 2015).

O malte base pode ser secado ou tostado em temperaturas mais elevadas para desenvolver sabores torrado ou tostado, tais como de bolo, biscoito, crosta de pão escuro, e mesmo sabores de cacau e café (PALMER, 2017). A maior temperatura durante a secagem a quente desnatura as enzimas de conversão em maltes especiais, destruindo assim a sua capacidade de transformar amidos em açúcares. Qualquer malte que tenha enzimas suficientes para converter os amidos que contém é capaz de ser usado como um malte base (MALLETT, 2014).

Diferentes tipos de malte têm níveis variáveis de Poder Diastático (PD), modificação e proteína. O poder diastático é o poder enzimático do malte, ou a capacidade do grão para converter seus amidos em carboidratos menores. A modificação é basicamente o grau em que o malte é parcial ou totalmente solúvel e pronto para a sacarificação (STRONG, 2011). A proporção de açúcares fermentescíveis e não fermentescíveis afeta a secura da cerveja. Se todos os açúcares são consumidos, a cerveja ficará "seca", os açúcares não consumidos pela levedura transmitirão doçura para a cerveja. Os açúcares de cadeias longas não são particularmente doces, mas contribuem para o corpo desejado em muitas cervejas (MALLETT, 2014).

Segundo Miller (2012), os maltes podem ser divididos em quatro classes: Maltes pálidos, Maltes de alta secagem, Maltes de caramelo, outros grãos maltados. Os maltes base tem cor palha e compõem a maioria das formulações de cervejas (MALLETT, 2014).

Maltes base são secos em baixas temperaturas para preservar enzimas. Alguns exemplos são malte *Pilsner*, malte *Pale*, malte *Viena* (MILLER, 2012; STRONG, 2011).

A maioria dos maltes especiais são produzidos aplicando o calor adicional durante o estágio de secagem na casa de malteação ou usando o equipamento especializado para tostar (MALLETT, 2014). Maltes de alta secagem são parecidos com malte *Pale*, mas secos em uma temperatura mais elevada. Podem ser citados o malte de *Munique*, *Light* malte de *Munique*, malte de *Munique* escuro, malte *Víctori*. Maltes de caramelo são feitos aquecendo o malte ainda verde e ainda molhado. Os mais conhecidos são: cristal claro, cristal escuro, caramelo 10, caramelo 40, *Caramunich*, *Special B*. Outros grãos maltados mais comuns são o trigo maltado e o centeio maltado. O sabor é diferente de malte de cevada e no caso de centeio, bastante distintivo (MILLER, 2012).

A maioria de maltes base têm o potencial de liberar aproximadamente 80 % de sua massa seca no mosto. O malte pronto contém aproximadamente 4 % de água, assim, 100g do malte contribuiria aproximadamente com 80 % de 96 gramas (ou 76,8 g) do extrato em circunstâncias ideais (MALLETT, 2014). Os constituintes de malte e grãos mais relevantes para a fabricação de cerveja podem ser classificados da seguinte forma: carboidratos, compostos nitrogenados, lipídios, fenóis, compostos de enxofre e constituintes diversos (FIX, 1999). Embora uma série de fatores como pH, intensidade de ebulição e eficiência da cervejaria influenciam a cor da cerveja, a cor do malte é o principal fator. As interações sutis de sabor de malte, em última análise, dão à cerveja sua beleza harmoniosa (MALLETT, 2014). O malte deve ser provado sempre para verificar se tem o perfil de sabor certo e se não ficou velho ou mofado. O malte deve ser armazenado seco, uma vez que muitos insetos não prosperarão em um ambiente de baixa umidade (STRONG, 2011). A prova do malte é uma parte vital da formulação da cerveja; é a melhor maneira de explorar e analisar a combinação de diferenças sutis entre variedades (MALLETT, 2014).

2.3.3 Lúpulo

Os lúpulos são uma cultura que consome muita água e energia (LI; WANG; LIU, 2017). Sua área de cultivo é restrita a duas faixas: uma no hemisfério sul e outra no hemisfério norte (entre os paralelos 35° e 55°), sendo difícil sua produção em diversos países (SCHUINA, 2018; BRIGGS, 2004). O lúpulo (*Humulus lupulus*) é uma planta

trepadeira perene (BRIGGS, 2004), dióica da família *Cannabaceae* e pertence à ordem *Urticales* que também inclui a família de urtigas (KUNZE, 2004; STELLE, 2012; HIERONYMUS, 2012; SCHUINA, 2018). A parte aérea dessa planta é colhida ou morre, mas o rizoma permanece no solo, às vezes por muitos anos (BRIGGS, 2004). Após a colheita do lúpulo, as inflorescências são secas e processadas para evitar uma redução em seu valor. A estrutura da flor de lúpulo e sua composição fornecem informações importantes para sua avaliação (KUNZE, 2004). A flor do lúpulo, ou cone do lúpulo possui de uma a quatro polegadas de comprimento e assemelha-se a um cone verde pequeno de pinha, com pétalas de sobreposição. Escondido na base interior de cada folha ou pétala há um aglomerado de material amarelo e pegajoso, a lupulina (FIGURA 1). As glândulas de lupulina, contêm as resinas do lúpulo (ácidos alfa, ácidos beta e óleos essenciais), os principais contribuintes do lúpulo para o sabor, aroma, e amargor da cerveja (STELLE, 2012; HIERONYMUS, 2012).

Figura 1-Flor feminina de Lúpulo em corte transversal



Fonte: JANISH (2019).

O desenvolvimento do lúpulo está nos primeiros estágios em sofisticação e aplicação de técnicas clássicas e moleculares quando comparada a outras culturas cultivadas (HENNING, 2006). O lúpulo cultivado destina-se sobretudo à utilização na indústria cervejeira (RODRIGUES; MORAES; CASTRO, 2015). Os lúpulos são indispensáveis na cerveja (Li; Wang; Liu, 2017; KUNGLE, 2012), porque fornecem à bebida compostos de sabor, atividade antibacteriana, e efeitos na saúde. As flores da

planta do lúpulo fornecem o sabor “*hopping*” (sabor característico de lúpulo) à cerveja (Li; Wang; Liu, 2017), com graus variando de amargor a picante, dependendo da variedade usada, equilibrando com a doçura do malte (KUNGLE, 2012). Existem diferenças significativas na composição química de variedades de lúpulo, e isso influencia fundamentalmente seu potencial aromatizante (FIX, 1999; STEELE, 2012).

Os lúpulos podem ser divididos em cultivares de amargor e cultivares de aroma. A principal característica das cultivares de amargor é apresentarem um elevado teor de alfa ácidos, ao contrário das cultivares de aroma que apresentam sempre um teor de alfa ácidos mais baixo (STEELE, 2012; RODRIGUES; MORAES; CASTRO, 2015). Diferentes sabores e aromas de lúpulo são obtidos dependendo de quando são adicionados no processo e quanto tempo eles são expostos ao mosto fervente ou às leveduras durante a fermentação (STEELE, 2012). O aroma de lúpulo na cerveja acabada pode ser significativamente diferente daquele de um lúpulo antes de entrar na fervura, e muda à medida que a cerveja envelhece (HIERONYMUS, 2012; FIX, 1999). É de importância crucial para os fabricantes de cerveja ter certeza sobre a origem botânica da variedade de lúpulo (OCVIRK; GRDADOLNIK; JOŽEKOŠIR, 2016). Um fator que não pode ser subestimado é que as características do lúpulo dependem de onde são cultivadas. Há diferença significativa entre as variedades Saaz cultivadas nos Estados Unidos e os da região de Saaz na Boêmia (FIX, 1999). Alguns ácidos do lúpulo são pouco solúveis em mosto, em condições de ebulição, no entanto, alguns são isomerizados a iso-alfa-ácidos (BRIGGS, 2004), que são mais solúveis em água (FIX, 1999; STEELE, 2012; HIERONYMUS, 2012). Além de transmitir amargor, os iso-alfa-ácidos também contribuem significativamente para a retenção e estabilidade da espuma na cerveja (KUNGLE, 2012; STEELE, 2012), o que explica por que as cervejas altamente lupuladas normalmente têm espuma muito mais espessa e densa do que as cervejas menos lupuladas (STEELE, 2012).

Embora os lúpulos tenham sido usados primeiramente por seu valor conservante, introduziram o amargor, um sabor agradável, que foi aprovado, e que é a razão para seu uso continuado. Estes sabores se originam, principalmente, nas resinas e óleos essenciais encontrados nas glândulas de lupulina do lúpulo (KUNZE, 2004; FIX, 1999). Existem dois tipos de resinas: duras e moles. Resinas duras são aquelas que são insolúveis em hexano. Em lúpulo fresco, elas consistem em no máximo 5% a 6% do teor

de resina total em peso, embora esta porcentagem geralmente aumente à medida que o lúpulo se deteriora durante o envelhecimento no armazenamento. As *resinas moles* são aquelas que são solúveis em hexano. Elas foram subdivididas em alfa-ácidos, beta-ácidos e resinas moles não caracterizadas (FIX,1999). Os três alfa ácidos principais no lúpulo são *humulone*, *cohumulone* e *adhumulone*. A relação entre estes três alfa ácidos varia com cada variedade de lúpulo (STEELE, 2012). O sabor amargo do lúpulo vêm, em grande parte, de compostos fenólicos que consistem em *humulone* e seus análogos. Lúpulos como *Brewers Gold*, *clusters*, *Eroica* e *Galena* invariavelmente têm níveis de *cohumulone* em excesso de 35% do total de ácidos alfa e são realmente conhecidos por seu amargor muito pungente. Em contraste, variedades nobres como *Hallertau*, *Saaz* e *Tettnang* sempre têm níveis de *cohumulone* abaixo de 25% (FIX,1999). O amargor na cerveja é medido em Unidades de Amargor Internacional International Bitterness Units). A faixa típica costumava ser entre 20 e 50 IBU, com cervejas com IBUs ainda maiores considerados extraordinários. Observa-se nos últimos anos uma tendência muito clara para cervejas leves, entre 10 e 25 IBU e às vezes até tão baixo quanto 6 ou 7IBU (SCHÖNBERGER, 2006). Um (1) IBU corresponde a 1 mg de iso-alfa-ácido por litro de cerveja e é estimado através do cálculo de absorvância de luz (275 nm) da amostra em solvente isooctano. A fórmula usada no cálculo é a que segue:

$$\text{IBU} = 50 \times \text{absorbância.}$$

Embora as resinas forneçam o amargor preliminar, os óleos essenciais são responsáveis pela impressão global do lúpulo, particularmente o aroma do lúpulo. Os óleos essenciais incluem hidrocarbonetos, hidrocarbonetos oxigenados e compostos que contêm enxofre (BRIGGS, 2004). O teor de ácido alfa, os óleos essenciais, e em menor grau, os ácidos beta e os polifenóis são os mais importantes para o cervejeiro. Os óleos essenciais contribuem para o aroma e o sabor da cerveja (LI; WANG; LIU, 2017; STEELE, 2012). Os óleos essenciais também conhecidos como óleos de lúpulo, constituem até 4 % do cone de lúpulo. Incluem 50 a 80 % de hidrocarbonetos, 20 a 50 % de hidrocarbonetos oxigenados e menos de 1 % de compostos de enxofre (HIERONYMUS, 2012). Os óleos do lúpulo podem conter milhares de compostos diferentes, mas os três principais são *myrcene*, *humulene* e *caryophyllene* (STEELE, 2012; BRIGGS, 2004; FIX,1999). *Myrcene* é o óleo de lúpulo mais abundante, de 30 a 60 por cento do total, e é perdido rapidamente

por evaporação quando os lúpulos são cozidos (BRIGGS, 2004; STEELE, 2012). Em tanques abertos a maior parte dos constituintes do óleo essencial são vaporizados durante este período de ebulição e os cervejeiros podem adicionar uma porção de lúpulo de “aroma” no final da fervura para substituir essa perda. Alternativamente, o lúpulo seco pode ser adicionado à cerveja, seja em tanques de acondicionamento ou barril, para introduzir o aroma de lúpulo em um processo conhecido como dry hopping (BRIGGS, 2004).

A adição de lúpulo durante o processo de produção da cerveja pode ser feita sob a forma de inflorescências, *pellets* e extratos (RODRIGUES; MORAES; CASTRO, 2015; SCHÖNBERGER, 2006). Os cones do lúpulo, ou lúpulo inteiro, são o produto tradicional do lúpulo (STEELE, 2014). O lúpulo *in natura* é um produto volumoso, pegajoso não adequado ao uso automatizado. Contêm somente aproximadamente 20% de materiais úteis que são concentrados nas glândulas da lupulina (BRIGGS, 2004). Alguns dos compostos bioativos mais valiosos da cerveja provêm dos polifenóis do lúpulo, principalmente flavonoides, alguns dos quais são exclusivos das inflorescências dessa planta. Embora longe de concentrações farmacologicamente relevantes, doses baixas de *xanthohumol* e *prenilflavonóides* encontrados na cerveja contribuem para a atividade antioxidante geral da bebida, bem como para a ação quimiopreventiva significativa sobre certas doenças, como cardiovasculares, neurodegenerativas e alguns tipos de câncer (CIRIMINNA *et. al.*, 2018). Trabalhos revelaram possíveis atributos de saúde no lúpulo, o que pode influenciar a importância do lúpulo como matéria-prima, não apenas para a fabricação de cerveja, mas também para outras áreas, como “nutracêuticos” e alimentos funcionais (SCHÖNBERGER, 2006).

2.3.4 Levedura

Alguns historiadores acreditam que a civilização se desenvolveu a partir de um desejo de beber cerveja. Eles especularam que a transição de caçador coletor para agricultor e o início da civilização foi, para muitas culturas, para fazer cerveja. Há milhares de anos na Mesopotâmia, ninguém entendia que a levedura que ocorre naturalmente em solos e plantas foi fundamental para criar a fermentação (WHITE; ZAINASHEFF, 2010). Uma célula de levedura de cerca de 5 a 10 microm em tamanho com formato ovoide é dez vezes maior que uma bactéria, mas ainda demasiado pequena para ser visto a olho nu

(HILL, 2015). As leveduras da cerveja são organismos heterotróficos capazes de utilizar uma grande variedade de nutrientes para crescer e gerar energia. Uma propriedade de tais organismos é que são capazes de absorção seletiva. Assim, a assimilação de nutrientes do mosto se torna complexa pela resposta do fermento à mistura de componentes presentes (BOULTON; QUAIN, 2001). O crescimento de uma cultura de levedura abrange tanto um aumento na massa celular total (biomassa) quanto um aumento no número de células. Assim, o crescimento envolve a síntese de novas células de levedura, isto é, a síntese de macromoléculas constituintes de células de levedura. Os mecanismos pelos quais essas sínteses ocorrem são encontradas nas reações bioquímicas dos metabolismo das células de levedura (PRIEST; CAMPBELL, 1996). *Saccharomyces cerevisiae* acumula duas classes de carboidratos de armazenamento que supostamente têm papéis na fermentação de cervejaria, nomeadamente glicogênio e trealose. Glicogênio aparentemente serve como uma verdadeira reserva de energia, que pode ser mobilizada durante períodos de inanição. A trealose também pode desempenhar um papel semelhante, embora haja evidência de que ela tem outra função e que é um protetor usado pela levedura para ajudar a suportar tensões impostas (BOULTON; QUAIN, 2001).

O ponto central da fabricação de cerveja é, obviamente, um processo microbiológico (HILL, 2015). A parte mais importante da fermentação é a levedura (LI; WANG; LIU, 2017; WHITE; ZAINASHEFF, 2010). As leveduras dão às cervejas sabor, aromas e textura. São os agentes biológicos que transformam o mosto cervejeiro em cerveja. Para cada tipo de cerveja como as Belgas, Inglesas e outras, são selecionadas determinadas cepas de leveduras (BORTOLI *et. al.*, 2013). As leveduras transformam o açúcar em álcool, dióxido de carbono e outros compostos que influenciam o sabor das cervejas (FIGUEIRÊDO, 2017; HILL, 2015; WHITE; ZAINASHEFF, 2010; PRIEST; CAMPBELL, 1996).

A bioquímica da fermentação da cerveja é complexa e muitos de seus aspectos ainda não foram totalmente elucidados. É influenciada pela a composição do mosto, o genótipo da cepa de levedura e a expressão fenotípica do genótipo. As reações que sustentam o crescimento do fermento durante fermentação e a conversão concomitante de mosto em cerveja abrangem quase todos os aspectos do metabolismo celular (BOULTON; QUAIN, 2001). As fontes de açúcares podem afetar as condições de

fermentação através das diferenças em nutrientes e precursores de aroma (WHITE; ZAINASHEFF, 2010). Dissacarídeos como sacarose (açúcar de cana) e maltose também são fermentadas pela levedura, que no entanto não fermenta lactose (açúcar do leite). Trissacarídeos como maltotriose e rafinose também são fermentadas por leveduras de cerveja embora no caso da rafinose algumas cepas conduzam apenas a uma hidrólise. Os compostos orgânicos glicerol, etanol e lactato não são fermentados, mas o fermento pode crescer aerobicamente pela respiração usando esses compostos como fontes de carbono e energia (PRIEST; CAMPBELL, 1996). A capacidade da levedura de suportar altas concentrações de etanol é obviamente a chave para fermentação bem-sucedida, particularmente no caso de fermentação de alta gravidade usando mosto concentrado. Vários fatores podem ser considerados como contribuintes para a tolerância ao etanol: Componentes genéticos, Influência do ambiente físico, Influência da composição do mosto, toxicidade do etanol (ou intermediários), influência da condição fisiológica (BOULTON; QUAIN, 2001).

Embora todas as cepas de *Saccharomyces cerevisiae* façam basicamente o mesmo trabalho de transformar carboidratos em etanol e gás carbônico, o sabor do produto obtido difere de uma cepa para outra, em função de pequenas diferenças bioquímicas de metabolismo e consequente formação de substâncias capazes de conferir aroma e sabor, mesmo estando presentes em quantidades muito pequenas (CARVALHO; BENTO; SILVA, 2006; WHITE; ZAINASHEFF, 2010). O espectro de metabólitos de sabor ativo produzidos é tão determinado pela levedura quanto pelas condições estabelecidas durante a fermentação (BOULTON; QUAIN, 2001).

As leveduras do gênero *Saccharomyces* apresentam várias cepas consideradas seguras (CARVALHO; BENTO; SILVA, 2006; WHITE; ZAINASHEFF, 2010). O termo *Saccharomyces* é derivado do grego latinizado e significa “fungo de açúcar”. O tipo de levedura usada determina a categoria da cerveja, se *Lager* ou *Ale* (LI; WANG; LIU, 2017; HILL, 2015 WHITE; ZAINASHEFF, 2010). *S. cerevisiae* (levedura *Ale*) e *Saccharomyces pastorianus* (levedura *Lager*). As leveduras *Lager* têm uma tradição de proporcionar cerveja fresca com sabor limpo. O fermento *Lager* trabalha em temperaturas (8–15 ° C), fermenta lentamente, e utiliza mais açúcares de mosto, deixando um sabor mais limpo e fresco (BAXTER; HUGHES, 2001; HILL, 2015; WENDLAND, 2014). As cepas de levedura utilizadas para a fermentação de cervejas *Lager* foram há muito reconhecidas como

híbridos entre duas espécies de *Saccharomyces* (WENDLAND, 2014). Uma característica marcante das leveduras *Lager* (*S. Carlsbergensis*) é se depositar no fundo do fermentador ao final da fermentação (HILL, 2015). As leveduras *Ale* (*Saccharomyces cerevisiae*) são de alta fermentação e fermentam com temperaturas entre 18 e 22 °C. No final da fermentação (3 a 5 dias), as células adsorvidas nas bolhas de CO₂, são carregadas até a superfície do mosto onde são coletadas (OLIVEIRA, 2011; HILL, 2015). Taxonomistas ainda discutem sobre se *S. pastorianus* é um membro da espécie *S.cerevisiae* ou é sua própria espécie. Eles consideram como separados, e isso concorda com o mundo cervejeiro. O fermento de Lager passou por outros nomes no passado, *Saccharomyces uvarum* e *Saccharomyces carlsbergensis* (WHITE; ZAINASHEFF, 2010). O aumento da fabricação de cerveja artesanal levou a um aumento o uso de outras cepas de leveduras, como *Brettanomyces spp.*, tradicionalmente usadas na produção de cerveja *Lambic* (HILL, 2015). As espécies de leveduras não convencionais têm grande capacidade para produzir perfis de sabores diversos na produção de bebidas alcoólicas (HOLT *et. al.*, 2018). Leveduras selecionadas se estabelecem facilmente no meio, evitando contaminações indesejadas, além de apresentarem, geralmente, altas taxas de rendimento, produtividade e eficiência na fermentação (WHITE; ZAINASHEFF, 2010).

Para a obtenção de cerveja de alta qualidade, não basta o fermento ser eficaz em consumir os nutrientes necessários do meio, ser capaz de tolerar as condições ambientais predominantes (pressão osmótica, temperatura e tolerância ao etanol) e conferir o sabor desejado à cerveja, mas os próprios microrganismos devem ser efetivamente removidos da fermentação por floculação, centrifugação e / ou filtração após terem cumprido a sua papel metabólico (HILL, 2015). De particular relevância para a fermentação na cervejaria é assimilação de carboidratos e compostos de nitrogênio. Quando apresentados com uma escolha de nutrientes, as células de levedura tendem a usar primeiro aqueles que são mais facilmente assimilados. Não são apenas alguns componentes utilizados preferencialmente a outros, mas também a presença de alguns nutrientes inibe a utilização de outros. Em consequência, a absorção de carboidratos e as várias fontes de nitrogênio presentes no mosto são processos ordenados (BOULTON; QUAIN, 2001).

2.3.5 Matérias primas vegetais alternativas

Adjuntos cervejeiros são as matérias-primas que substituem, em até 45% em peso em relação ao extrato primitivo, o malte ou o extrato de malte na elaboração do mosto cervejeiro. Consideram-se adjuntos cervejeiros a cevada cervejeira não malteada e os demais cereais malteados ou não-malteados aptos para o consumo humano como alimento. Também são considerados adjuntos cervejeiros o mel e os ingredientes de origem vegetal, fontes de amido e de açúcares, aptos para o consumo humano como alimento. A quantidade máxima empregada dos adjuntos cervejeiros, em seu conjunto, deve ser menor ou igual a 25% em peso em relação ao extrato primitivo. A cerveja poderá ser adicionada de ingrediente de origem vegetal, de ingrediente de origem animal, de coadjuvante de tecnologia e de aditivo a serem regulamentados em atos específicos (BRASIL, 2019^a).

O emprego de adjuntos é uma alternativa viável para a diminuição de custos e à complementação de carboidratos do malte de cevada, desde que não se ultrapassem as quantidades máximas estabelecidas (MANZOLLI, 2016; D'Avila *et. al.*, 2012; BRIGGS *et. Al.*, 2004). Adjuntos são usados porque produzem extrato mais barato do que o de malte e/ou transmitem características desejáveis ao produto. Eles podem diluir os níveis de nitrogênio solúvel, taninos e polifenóis no mosto, permitindo o uso de maltes ricos em proteínas e a produção de cerveja menos propensa a formar aglutinados de proteínas (neblina). Alguns adjuntos aumentam a formação e retenção da espuma (BRIGGS *et. Al.*, 2004). Nos últimos anos, duas tendências têm se destacado no universo cervejeiro: a obtenção de cervejas a partir de mostos concentrados e a elaboração de cervejas utilizando adjuntos especiais, os quais podem aromatizar ou não as mesmas, visando a obtenção de atributos sensoriais singulares nos produtos obtidos (OLIVEIRA; FABER e PLATA-OVIEDO, 2015).

A escolha dos adjuntos requer cuidados. O material escolhido deve estar regularmente disponível em quantidades adequadas e ser de boa qualidade. O uso deste material deve melhorar, ou pelo menos não reduzir, a qualidade da cerveja que está sendo produzida (BRIGGS *et. Al.*, 2004). Para D'Avila *et. al.* (2012), a complementação do mosto com adjuntos é recomendada para corrigir propriedades que não foram atingidas, mas este não deve interferir na qualidade da cerveja. Li, Wang e Liu (2017) reportaram que o fermento, o malte, o lúpulo e a água são os principais ingredientes para a cerveja,

mas, às vezes, outros adjuntos como o arroz e o xarope são usados igualmente como os materiais de fabricação de cerveja.

Adjuntos podem ser divididos em três classes: aqueles que podem ser misturados no *grist* (triturado) sem pré-cozimento, tais como farinhas de trigo; aqueles que são pré-cozidos antes do esmagamento começar (por exemplo, milho em flocos, trigo torrefiado) e aqueles que são cozidos na cervejaria, como parte do programa de *mashing*, como milho, arroz e *gritz* de sorgo (BRIGGS et. Al, 2004). Existem outros grupos de adjuntos como os açucarados ou extensores de mosto (sacarose, açúcar invertido e xaropes de amido hidrolisados) e os substitutos de mosto (extrato de malte e xaropes feitos de cereais hidrolisados) também tem ampla aplicação, por não necessitarem sofrer hidrólise enzimática, pois são prontamente fermentáveis. Produtos de cultivo nacional, como a mandioca, podem ser utilizados, especialmente para produção de xaropes de alto teor de maltose (D'AVILA et. al., 2012; BRIGGS et. Al, 2004).

Soares et. al. (2015) estudaram a substituição parcial de cevada por bagaço de uva na produção de cerveja estilo Porter e não encontraram diferença significativa para o atributo cor.

Para Pinto et. al. (2015), a utilização das polpas de abacaxi e acerola como adjuntos no processamento de cerveja apresentou-se como uma alternativa viável para o processo de fabricação de cerveja artesanal. As características físico-químicas e a avaliação sensorial, definiram o produto como uma cerveja ácida/frutada.

Fialkoski et. al. (2018) produziram cervejas com adição de abóbora, amora-preta e maçã como adjuntos cervejeiros e os resultados mostraram importante atividade antioxidante e presença de compostos fenólicos.

Dentre os adjuntos não convencionais, destacam-se arroz preto, banana, pupunha, cana de açúcar e frutas tropicais (MANZOLLI, 2016).

Dentre as matérias primas vegetais alternativas com bom potencial para adjuntos cervejeiros destacam-se o caldo de cana, por seu alto teor de açúcares, e a água de coco verde, por seu alto teor de minerais e baixo pH. Outra vantagem dessas matérias é a ampla disponibilidade.

2.3.5.1 Caldo de cana

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) é uma cultura perene, podendo produzir por 4 a 6 anos (TOWNSEND, 2000). O Brasil é considerado o maior produtor de cana-de-açúcar no mundo e a cultura possui grande importância para o agronegócio nacional (SILVA et. Al, 2015a). A área colhida está estimada em 8,38 milhões de hectares, retração de 2,4% se comparada com a safra 2018/19. A produção de cana-de-açúcar, estimada para a safra 2019/20, é de 622,3 milhões de toneladas, acréscimo de 0,3% em relação à safra anterior (CONAB, 2019). A cana-de-açúcar é utilizada para diversas finalidades, sendo a produção de açúcar e álcool a predominante na economia nacional, gerando empregos e renda na área rural. A cana-de-açúcar é também utilizada como alternativa na alimentação de bovinos de leite e na produção de cachaça, açúcar mascavo, rapadura, melado e caldo (VIANA; FERREIRA; RIBAS FILHO, 2012).

O caldo de cana é rico em açúcares, o que possibilita a obtenção de uma bebida com graduação alcoólica mais elevada. Oliveira *et. al.* (2006) reportaram que o caldo de cana ou garapa é uma bebida saborosa, energética, não alcoólica, muito apreciada no Brasil, sendo normalmente comercializado em vias públicas por vendedores denominados garapeiros.

Segundo Aizemberg (2015), o caldo de cana de açúcar constitui-se de uma matéria-prima de grande potencial para a produção de cerveja, pois apresenta baixo custo, ampla disponibilidade e é rica em carboidratos e micronutrientes, podendo ser usada como adjunto do malte. Na Tabela 1, podem ser observados os principais componentes do caldo de cana de açúcar e sua composição média.

Tabela 1 – Composição centesimal do caldo de cana-de-açúcar

| Componentes | Valores (mg) |
|--------------------|---------------------|
| Ferro | 0,8 |
| Magnésio | 12 |
| Cálcio | 9,0 |
| Potássio | 18 |
| Manganês | 0,21 |
| Fósforo | 5 |
| Vitamina B6 | 0,03 |
| Vitamina C | 2,8 |
| Carboidratos | 18.200 |

Fonte: Adaptado de TACO/NEPA (2011).

Em experimento utilizando caldo de cana como adjunto de cerveja, verificou-se que houve relação direta entre aumento dos níveis de compostos fenólicos e atividade antioxidante e o aumento da concentração do adjunto (AIZEMBERG, 2015).

2.3.5.2 Água de coco

O consumo do coco verde no Brasil é crescente (entre 10 e 20% ao ano), com demanda suprida pelo comércio do fruto e, principalmente, pela extração e envasamento da água, o que envolve pequenas, médias e grandes empresas (LIMA *et. al.*, 2015bc). O Decreto 6.871 de 2009 define a água de coco como sendo a bebida obtida da parte líquida do fruto do coqueiro (*Cocus nucifera*) não diluída e não fermentada, extraída e conservada por processo tecnológico adequado, (BRASIL, 2009). *Cocos nucifera* (L.) (*Arecaceae*) é comumente chamado de “coqueiro” e é a planta frutífera mais naturalmente disseminada na Terra. Os constituintes de *C. nucifera* têm alguns efeitos biológicos, como anti-helmínticos, anti-inflamatórios, atividades antinociceptiva, antioxidante, antifúngica, antimicrobiana e antitumoral (LIMA *et. al.*, 2015c).

A água de coco vem ganhando espaço no mercado como uma bebida de vasto potencial comercial, pois além de ser um produto natural, possui baixo teor calórico, considerável valor nutricional e apresenta aroma e sabor suaves e agradáveis. (LIMA *et. al.*, 2015b). As propriedades e composição físico-química da água de coco variam de acordo com a maturidade do fruto de coco (TAN *et. al.*, 2014). Considerada uma bebida peculiar, a água de coco possui sabor característico e propriedades terapêuticas, como a de promover reposição eletrolítica por ser rica em minerais, em especial o potássio, contendo também proteínas e vitaminas (LIMA *et. al.*, 2015a; QUEIROZ, 2015).

Prades *et. al.* (2012) analisaram a água de coco fermentada e encontraram entre os compostos voláteis; álcool (45,4%), seguido de cetonas (25,8%), aldeídos (17,9%), outros (5,4%), ácidos (3,8%), ésteres (1,3%) e lactonas (0,4%).

Tan *et. al.* (2014) reportaram que o teor de proteínas nos frutos tende a aumentar com o avanço da maturação e registraram a presença de aminoácidos livres (lisina, triptofano, ácido glutâmico, ácido aspártico, alanina e glicina). Rosa; Abreu (2000) avaliaram a composição físico-química da água de coco, conforme a apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição físico-química de água de coco anão verde

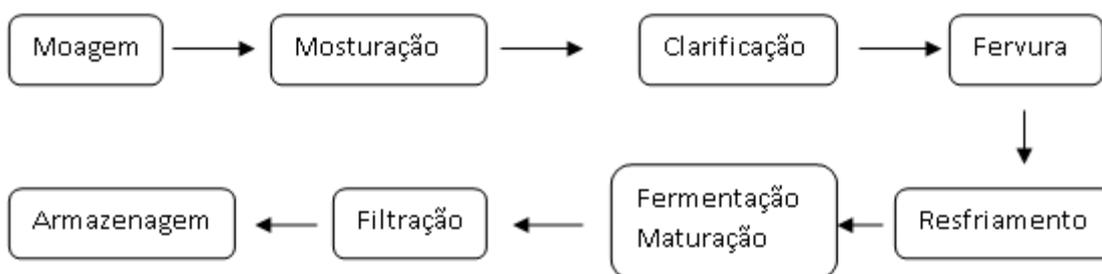
| Parâmetros | valores |
|-----------------------|---------|
| Sacarose (mg/100mL) | 280,00 |
| Glicose (mg/100mL) | 2378,00 |
| Frutose (mg/100mL) | 2400,00 |
| P (mg/100g) | 7,40 |
| Ca (mg/100g) | 17,10 |
| Na (mg/100g) | 7,05 |
| Mg (mg/100g) | 4,77 |
| Mn (mg/100g) | 0,52 |
| Fe (mg/100g) | 0,04 |
| K (mg/100g) | 156,86 |
| Acidez (%v/p) | 1,11 |
| pH | 4,91 |
| °Brix | 5,00 |
| Vitamina C (mg/100mL) | 1,20 |
| Proteína (mg/100g) | 370,00 |

Fonte: Adaptado de Rosa; Abreu (2000).

2.4 Processamento da cerveja

A produção da cerveja envolve a moagem, mosturação, clarificação, fervura, resfriamento, fermentação do mosto e maturação da cerveja verde, filtração da cerveja e armazenamento da cerveja em tanque de estocagem (TROMMER, 2014). As etapas de produção de cerveja estão representadas na Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma da produção de cerveja



Fonte: dos autores

2.4.1 Moagem dos grãos

Triturar é o processo mais importante na produção de mosto (KUNZE, 2004). A moagem quebra os grãos e expõe seu conteúdo (MORADO, 2017). O malte, às vezes pré misturado com adjuntos, é quebrado de maneira controlada para criar o *Grist*. Se a trituração for a seco, o *Grist* é coletado em um recipiente (BRIGGS et. al, 2004). A moagem deve ser equilibrada. Se os grãos são moídos muito finos, podem causar problemas com o escoamento e clarificação do mosto. Se são muito grossos, não haverá extração de açúcar do malte como deveria (MILLER, 2012; ALWORTH, 2013). Este processo de extração começa com a preparação adequada dos grãos maltados por esmagamento suave, para evitar, por exemplo a passagem de taninos da casca para o mosto (JANSON, 1996). No esmagamento molhado (*doughing-in*) o *Grist* é misturado com água e ambos fluem em taxa e temperatura controladas para as tinas de mosturação (BRIGGS et. al, 2004). As substâncias presentes na mistura são parcialmente solúveis. Durante o esmagamento, os grãos e a água são misturados e amassados, o conteúdo do malte é solubilizado e com a ajuda de enzimas, o extrato é obtido (KUNZE, 2004).

2.4.2 Mosturação

A mosturação é uma etapa muito importante do processo de produção de cerveja. Com efeito, ela envolve a quebra dos principais constituintes de grãos, notadamente, amido e proteínas, em unidades mais simples (STRONG, 2011; FIX, 1999). O objetivo desta fase de fabricação de cerveja é, transformar em mosto os ingredientes crus à base de grãos, principalmente cevada maltada, mas também outros grãos maltados e não maltados (STRONG, 2011). Todas as substâncias que entram em solução são referidos como extrato. AS substâncias solúveis são açúcares, dextrinas, substâncias inorgânicas e proteínas. As substâncias insolúveis incluem amido, celulose, parte da proteína de alto peso molecular e outros componentes que permanecem com os grãos fragmentados até o fim do processo de lavagem (KUNZE, 2004). Alguns grãos podem simplesmente ser mergulhados (embebidos em água) para extrair os componentes de interesse (STRONG, 2011).

A mosturação é a mistura de grãos de cereais maltados esmagados (o *grist*) com água em uma certa proporção por tempos e temperaturas específicos (BRIGGS et. al, 2004; STRONG, 2011; ALWORTH, 2013; MORADO, 2017). Em solução aquosa quente,

uma grande quantidade de água é incorporada nas moléculas de amido. Isto resulta em um aumento de volume que causa a gelatinização do amido. Os grânulos de amido gelatinizados sofrem ação direta das enzimas contidas no purê líquido. Diferentemente, a degradação do amido não gelatinizado leva vários dias. (KUNZE, 2004).

O mosto é viscoso, doce, denso, pegajoso e mais ou menos colorido. Sua composição é altamente complexa (provavelmente milhares de componentes estão presentes) e nunca foi completamente analisada (BRIGGS et. al, 2004). O grau de viscosidade depende da extensão da captação de água, mas é diferente para diferentes tipos de cereal. Por exemplo, o amido de arroz aumenta sua viscosidade muito mais que o amido de malte (KUNZE, 2004). As substâncias presentes no mosto incluem açúcares simples, dextrinas, glucanos, pentosanas, fosfatos, íons inorgânicos dissolvidos, proteínas, peptídeos e aminoácidos, partes de ácido nucleico, lipídios, fatores de crescimento de levedura (vitaminas), ácidos orgânicos, bases e compostos fenólicos (BRIGGS et. al, 2004). É na mosturação que se define o quanto de açúcares fermentescíveis serão produzidos. A relação entre a quantidade de açúcares fermentescíveis e não fermentescíveis determinará o quão a cerveja será encorpada. Quanto menos açúcares fermentescíveis houver no mosto, menor será seu teor alcoólico e mais encorpada será a cerveja (MORADO, 2017).

A concentração de mosto é expressa em uma variedade de diferentes unidades. No caso mais simples, a gravidade específica é usada como medida. Quanto maior a gravidade específica, mais concentrada é a solução de sólidos do mosto (BRIGGS et. al, 2004). A consistência do mosto é mais importante para obter uma distribuição de temperatura uniforme, facilitando a agitação e protegendo enzimas, do que para aumentar sua fermentabilidade (STRONG, 2011). O mosto é parcialmente caracterizado por sua "força", a quantidade de sólidos, ou "extrato" que estão em solução e o volume de líquido em que os sólidos são dispersos (BRIGGS et. al, 2004).

Os maltes contêm enzimas diferentes que agem em faixas de temperatura e pH, mas que tem temperaturas e pH ótimos para melhor atuação (JANSON, 1996; STRONG, 2011). A melhor temperatura e pH para uma enzima pode limitar a eficácia das demais e pode até destruí-las. Portanto, o binômio temperatura/pH mais desejável para a conversão do amido deve significar o melhor para as enzimas como um todo. As faixas temperatura/pH ideais são: 65°C a 71.1°C e pH 5,3 a 5,4 (JANSON, 1996). A temperatura

ideal para alfa-amilase é de 70°C no amido gelatinizado e seu pH ideal é 5,6. A temperatura ideal para beta-amilase é de 62,5°C no amido gelatinizado e o pH ideal é 5.8 (LI; WANG; LIU, 2017)

2.4.3 Filtração

Após a inativação enzimática, realizada no final da mosturação, inicia-se a clarificação do mosto realizando a filtração por meio da recirculação inicial, que consiste em passar o filtrado por um filtro tipo *bazooka* (malha de aço em formato cilíndrico com diâmetro e comprimento variável) e pela camada filtrante de sólidos insolúveis, as cascas dos grãos moídos. O procedimento ocorre até que o mosto se torne límpido, então é transferido para fervura (ROSSONI; KNAPP; BAINY, 2016). Existem duas formas de se fazer a filtração: em filtro de placas, processo mais usado em grandes cervejarias, e em tina de clarificação, utilizada em cervejarias de menor porte (MORADO, 2017). A clarificação em tina pode ser feita retirando o mosto pela torneira da panela e levando de volta ao topo, isso pode ser feito manualmente ou com auxílio de uma bomba (MILLER, 2012). A tina de clarificação utiliza um fundo falso, uma placa circular com vários furos pequenos, que serve de suporte para a camada de cascas do malte (palhas) que realiza a filtração propriamente dita (MORADO, 2017).

2.4.4 Fervura

A fervura se inicia após a separação do mosto e lavagem dos açúcares residuais retidos no bagaço de malte, o que torna o mosto física e microbiologicamente estável (MORADO, 2017). A fervura do mosto é o único passo obrigatoriamente comum a todos os cervejeiros, de iniciantes, que trabalham com extratos de malte, a especialistas que trabalham com equipamentos sofisticados (FIX,1999). O processo de ebulição é importante para uma série de razões, o primeiro é para a destruição de todos os microrganismos contaminantes. Ferver também ajuda a solubilizar os açúcares e proteínas para a fermentação adequada, criando bons sabores na cerveja. Lúpulos também são adicionados durante a fervura em momentos diferentes e em quantidades selecionadas (JANSON, 1996; ALWORTH, 2013, MORADO, 2017). A ebulição tem várias virtudes, mas a mais importante é a isomerização de ácidos de lúpulo tornando-os solúveis no mosto (ALWORTH, 2013). É também na fervura que vários compostos

indesejados de aroma são formados e evaporados. A fervura deve ser intensa e contar com boa exaustão (MORADO, 2017).

É na fervura que se forma o *trub* quente (resíduos de lúpulo, proteínas e materiais que não foram retidos na recirculação e que se precipitam no fundo da panela de fervura). A formação do *trub* quente depende de vários fatores: (i) da cevada (local da colheita, fatores sazonais e influência genética e o tipo de proteína existente); (ii) das altas temperaturas na secagem do malte (produção de malte escuro), que resulta em poucas moléculas de peso molecular alto no mosto e portanto menos *trub* ; (iii) da intensidade da mosturação que favorece a maior formação de *trub* ; (iv) do tipo de cerveja (cervejas feitas de puro malte) e (v) do tipo de processo (*high gravity*) que produzem mais *trub* (TELES, 2007).

Durante a ebulição do mosto podem formar-se produtos resultantes da reação de Maillard. Essas reações ocorrem entre açúcares redutores e aminoácidos na presença de calor. Os produtos Maillard existem na cerveja em três formas básicas: os melanóides elementares, que são universalmente apreciados pelas suas características de sabor “malte fino”; os intermediários e os produtos complexos que trazem sabores especiais à cerveja, podendo ou não serem desejáveis (FIX,1999). Os produtos da reação de *Maillard* entre o aminoácido prolina (aminoácido principal do malte) e o açúcar redutor (maltose), são responsáveis pelo escurecimento não enzimático durante a fervura (TELES, 2007).

2.4.5 Resfriamento do mosto

Após a fervura é feito o resfriamento em preparação para a adição do fermento (JANSON, 1996). O mosto quente deve ser resfriado rapidamente em condições assépticas (ANDREWS, 2006; ALWORTH, 2013; MORADO, 2017). A temperatura de refrigeração final dependerá do tipo de fermento que será usado e, até certo ponto, o estilo de cerveja que está será fabricado (JANSON, 1996). Durante o resfriamento uma névoa se forma no mosto, chamada *trub* frio, e consiste em partículas, geralmente com menos de um micron de diâmetro, composta de proteínas, polifenóis e carboidratos que precipitam no fundo da solução (ANDREWS, 2006; MORADO, 2017). Na formação do *trub* frio aproximadamente 15-25% de toda proteína, se liga com polifenóis, formando complexos de proteína-polifenóis a baixas temperaturas, notadamente abaixo de 76 °C (TELES, 2007).

Após refrigerar, a mistura líquida é transferida a um fermentador. Esta transferência deve ser feita sob agitação, para oxigenação (JANSON, 1996). O mosto frio pronto para a levedura deve ser oxigenado. Esse oxigênio será usado na primeira fase da fermentação (ANDREWS, 2006; MORADO, 2017). A injeção de ar filtrado estéril ainda é amplamente utilizado, mas é difícil atingir mais de 8 a 10 ppm por esse método (ANDREWS, 2006).

2.4.6 Fermentação e maturação

O processo de fermentação é essencialmente um processo microbiológico, uma série de reações bioquímicas (HILL, 2015). Antes que a fermentação propriamente dita se inicie, o oxigênio dissolvido no mosto é consumido no processo de respiração, que permite uma maior produção de energia, se comparada com a fermentação. Essa energia pode ser usada na multiplicação e desenvolvimento das células de leveduras, melhorando sua capacidade fermentativa.

A primeira, parte da fermentação é chamada de primária e caracterizada por grande atividade metabólica da levedura, durante a qual quase todo extrato fermentescível é convertido em etanol e gás carbônico (PRESTES; CORDEIRO, 2008). Vários outros compostos são formados durante a fermentação, alguns tem aromas agradáveis, outros não (MORADO, 2017). Nessa etapa a concentração de açúcares é elevada. Os principais açúcares fermentescíveis são a maltose e a glicose (MORADO, 2017). A liberação do gás pode, às vezes, ser vigorosa. Um *Crud* marrom viscoso chamado *Krausen* (encaracolado) se forma, na parte superior do líquido. Após alguns dias, a fermentação forte diminui e um borbulhamento suave e lento começa, em intervalos de 1,5 a 2 minutos. A formação de *Krausen*, que é constituído por vários óleos de lúpulo amargo, é um sinal de fermentação adequada e ajuda na eliminação de sabores ruins da cerveja (JANSON, 1996). A forma e a temperatura no fermentador tem uma enorme influência no comportamento do fermento. A fermentação primária leva apenas alguns dias para cervejas *Ales* e até dez dias para cervejas *Lagers* (ALWORTH, 2013).

Durante a fermentação a densidade inicial vai diminuindo ou se atenuando até a que se atinja a densidade final. A atenuação representa o grau em que as leveduras consumiram açúcares fermentescíveis. Por meio da diferença entre as medidas da densidade inicial e final, obtém-se um valor para ser usado no cálculo da porcentagem de álcool (ALWORTH, 2013).

Após concluída a primeira etapa da fermentação, a cerveja é enviada aos tanques de condicionamento para a maturação (ALWORTH, 2013). A fermentação secundária, diz respeito ao período de maturação da cerveja, quando extrato fermentável residual da cerveja verde continua a ser lentamente fermentado. Esse processo continua por um longo tempo, mesmo depois do envase (PRESTES; CORDEIRO, 2008). A maturação ocorre, geralmente, em temperaturas inferiores às de fermentação. Durante esta fase ocorrem reações físico-químicas que transformam o aspecto visual e produzem aromas e sabores. Essa etapa é considerada por muitos o “arredondamento” da cerveja (MORADO, 2009). Vários grupos importantes de compostos foram identificados durante a maturação da cerveja com consequente efeito positivo no sabor. Os mais importante são: dicetonas (especialmente diacetil), compostos de enxofre, aldeídos e ácidos graxos voláteis (BRIGGS et. al, 2004).

2.4.7 Filtração

Nem toda a cerveja é filtrada. A filtração tem a vantagem de adicionar clareza à cerveja, remove partículas como células mortas, que limitam o prazo de validade (ALWORTH, 2013; MORADO, 2017). Dois métodos podem ser usados para remover partículas das cervejas: filtração e centrifugação. O primeiro usa elementos filtrantes como terra diatomácea, formada por esqueletos de algas, e perlita, constituída de rocha de origem vulcânica triturada (MORADO, 2017). Algumas cervejarias usam um processo chamado “filtragem estéril”. Nesse processo, também chamado de “esterilização a frio” ou “filtragem de tiragem”, as cervejarias usam um filtro extremamente fino para remover as células de leveduras e microorganismos. Não muda a química da cerveja como a pasteurização, mas remove o sabor e substâncias aromáticas (ALWORTH, 2013). Como a microfiltração funciona por mecanismo de exclusão de tamanho, membranas com poros de 0,45 a 0,65 μm , proteínas hidrofóbicas (que são responsáveis pela qualidade da espuma) e proteínas hidrofílicas (que têm tamanhos muito semelhantes e são responsáveis pela névoa de frio) não são efetivamente separados. Consequentemente, resulta em uma bebida sem coloidal estabilidade, ou seja, a formação de espuma fica comprometida (BERNARDI et. al, 2019). A centrifugação é feita em equipamento e funciona com base no peso dos componentes a serem removidos (MORADO, 2017).

2.4.8 Carbonatação e envase

Para a carbonatação natural, deve-se acrescentar um pouco mais de açúcar para que o fermento produza mais gás carbônico e transfere-se a cerveja com mínima agitação (MORADO, 2017; JANSON, 1996). Pode-se realizar a carbonatação forçada injetando-se gás carbônico na cerveja após a filtração (MORADO, 2017). Engarrafar, enlatar ou embarrilhar é o passo final antes da cerveja sair da cervejaria. O tipo de contêiner é ditado um pouco pelo custo, pois as linhas de engarrafamento são muito caras, as linhas de enlatados mais baratas, mas também pelo estilo de cerveja (ALWORTH, 2013). No caso do embarrilhamento, o enchimento é feito sobre pressão. É comum o uso de gás carbônico ou nitrogênio ou uma mistura desses gases, para favorecer a estabilidade da espuma (MORADO, 2017).

2.4.9 Pasteurização

A pasteurização da cerveja pode ser feita de duas maneiras e o microorganismo alvo e mais comum deteriorante é *Lactobacillus brevis*. A "pasteurização do túnel" expõe a cerveja embalada a um spray de água por 10 minutos a 60 °C; na "pasteurização instantânea", as cervejarias aquecem a cerveja a 71 °C por menos de um minuto antes de esfriá-lo rapidamente (MORADO, 2017; ALWORTH, 2013). Mas a pasteurização exige que a cerveja seja aquecida, o que poderia acelerar o processo de formação de sabores e odores indesejáveis (ALWORTH, 2013).

2.5 Mercado de cervejas

O Brasil é consolidado um dos maiores produtores de cerveja do mundo, apresentando a terceira maior produção mundial (PINHEIRO, 2016). A partir da década de 1990, mas principalmente após a virada do século XX, ocorreu um fenômeno no Brasil intimamente ligado a um "renascimento cervejeiro" observado nos Estados Unidos e em partes da Europa e que vem alterando o mercado da cerveja nacional: o surgimento e rápido crescimento da produção e do consumo de cervejas artesanais (GIORGI; JÚNIOR, 2016). A justificativa para estas mudanças são as alterações nas necessidades e vontades dos consumidores, e especialmente mudanças demográficas (FERREIRA et. al, 2011).

Soares *et. al.* (2015) verificaram que o mercado de cervejas especiais no Brasil ocupava 5% do total naquele ano, com previsão de dobrar em cinco anos. Giorgi e Júnior (2016) observaram que existe um mercado bi polarizado entre as grandes indústrias e as micro e nano cervejarias. As grandes indústrias cervejeiras, que monopolizam o setor, produzindo basicamente as mesmas variedades da bebida de forma massificada, com destaque para a hegemônica variedade *standard lager*.

O mercado está a cada dia buscando mais produtos diferenciados e até exclusivos (PINTO *et. al.*,2015). O conhecimento do mercado é imprescindível para aqueles que desejam trabalhar com cervejas artesanais (COELHO-COSTA, 2015). Existe uma tendência crescente em colocar no mercado mais alternativas para os apreciadores de cerveja (BARBOSA, 2014). Devido às expectativas dos consumidores em busca de alta qualidade e novos sabores dos produtos, a demanda por produção em escala artesanal vem tomando lugar da escala industrial (TOZETTO, 2017). Nos últimos anos, as cervejas especiais, artesanais ou não, vêm conquistando espaço entre os apreciadores de cerveja e até mesmo invadindo o mercado dos vinhos e das bebidas brancas (BARBOSA, 2014).

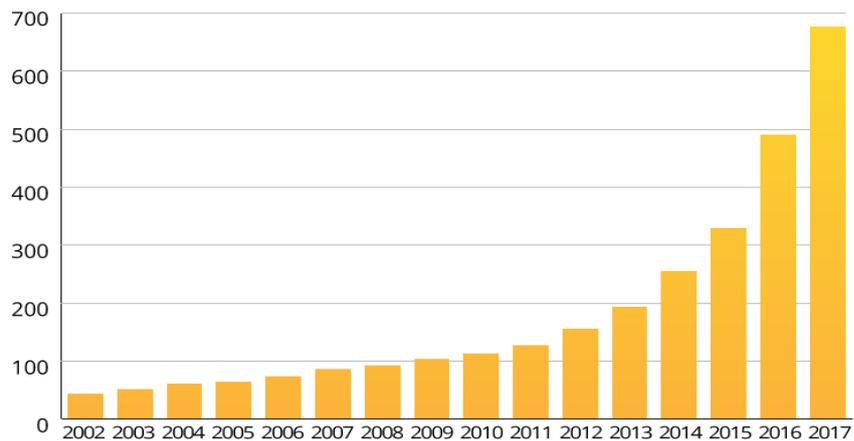
As cervejarias especiais adicionam a produção de cerveja a necessidade de matérias-primas diferenciadas, uma vez que exigem produtos de qualidade superior para ingressar no mercado (PINHEIRO, 2016). Os fabricantes criaram diversos produtos que atendessem aos diferentes estilos de vida e personalidade de seus consumidores. Para os mais exigentes, as micro cervejarias e nano cervejarias buscam atendê-los com produtos de menor escala, mas de alto valor agregado (FERREIRA *et. al.*, 2011).

Rebello (2009) reportou que o setor cervejeiro brasileiro é o mais importante do mercado sul-americano e um dos maiores do mundo. Se comparado a países como a Alemanha e República Tcheca, o Brasil apresenta baixo consumo per capita. Porém, este consumo tem aumentado nos últimos anos (COELHO-COSTA, 2015).

De acordo com Coelho-Costa (2015), no mercado artesanal de cervejas, o preço não é o elemento que traz competitividade e sucesso para as cervejarias, mas o apelo ao tradicional, ao artesanal e a qualidade dos ingredientes utilizados na fabricação da bebida, que ainda explora o lúdico pelo visual dos rótulos chamativos e bem humorados, uso de ingredientes exóticos na composição da bebida, o que não prende o mestre cervejeiro a estilos e padrões.

Em 2017, o total de produtos registrados de cervejarias, cervejas e chopes, chega a 8.903 produtos (MARCUSO; MÜLLER, 2017). Na figura 3 estão representados os dados do aumento do número de cervejarias no Brasil do ano 2002 ao ano de 2017.

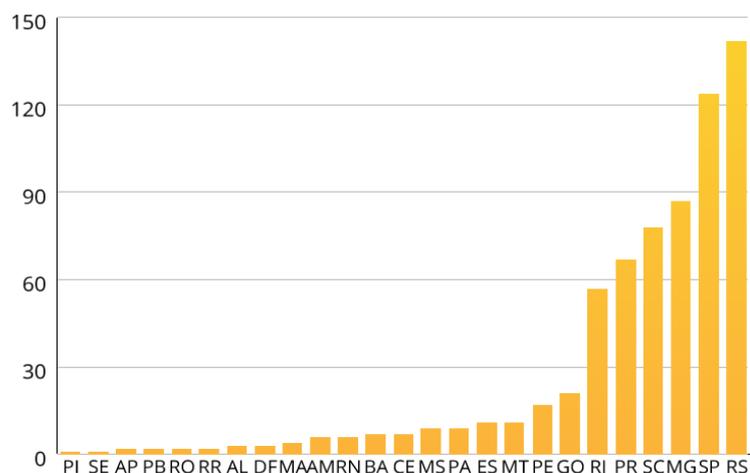
Figura 3 - Aumento do número de cervejarias por ano



Fonte: BRASIL (2017).

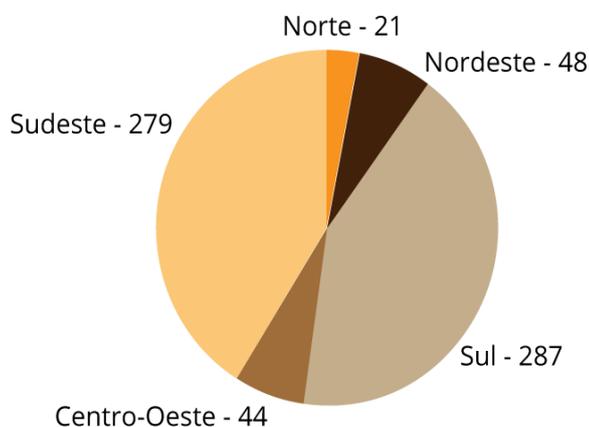
As figuras 4 e figura 5 apresentam, respectivamente, dados da concentração de cervejarias por estado e região do Brasil. A maioria das cervejarias se encontram nas regiões sul e sudeste, principalmente nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais e Santa Catarina.

Figura 4 - Concentração de cervejarias por Estado no Brasil



Fonte: BRASIL (2017).

Figura 5 - Distribuição de cervejarias registradas por região brasileira



Fonte: BRASIL (2017).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento instalou no dia 30 de novembro de 2019 a Câmara da Cerveja, com o objetivo de abrir um espaço de debates para o fomento e a diversificação da produção nacional, além de servir de canal para as demandas do setor, que responde por cerca de 2% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, movimentando R\$ 100 bilhões por ano e gerando 2,7 milhões de empregos. O Brasil tem atualmente 1.190 cervejarias registradas, com uma produção de 14 bilhões de litros por ano, sendo o terceiro maior produtor mundial de cerveja (BRASIL, 2019b).

3 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O mercado de cervejas é muito importante para a economia do país, principalmente na geração de impostos e de empregos.

Um cuidado especial deve ser tomado na escolha e seleção dos ingredientes, principalmente a água, que é maior em quantidade. Na produção de cerveja há uma enorme gama de possibilidades no que diz respeito à utilização de ingredientes, principalmente depois das mudanças na legislação brasileira sobre o assunto no ano de 2019.

Cervejarias artesanais e industriais usam criatividade e tecnologia para atender as demandas dos consumidores. O Brasil, dada a sua grande diversidade de produtos

vegetais comestíveis, tem alto potencial para produzir cervejas com os mais variados sabores e aromas atendendo aos mais variados gostos.

O caldo de cana e a água de coco são ingredientes promissores na elaboração de cervejas artesanais pois podem agregar atributos desejáveis enriquecendo a cerveja, agradando aos consumidores e dinamizando o mercado.

REFERÊNCIAS

AGROLINK. **O Portal do Conteúdo Agropecuário**. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/cotacoes/graos/>. Acesso em: 02 dez. 2019.

AIZEMBERG, R. **Emprego do caldo de cana e do melado como adjunto de malte de cevada na produção de cervejas**. 2015. 272f. Tese (Doutorado em Biotecnologia Industrial) - Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de Lorena, Lorena, 2015.

ALLEN, F., CANTWELL, D. **Barley Wine**: History, Brewing Techniques, Recipes. n. 11. Boulder: Brewers Publications.1998. 203p. (Classic Beer Style Series)

ALWORTH, J. **The beer bible**. New York: Workman publishing, 2013. 744p.

ANDREWS, J.M.H. The brewhouse. In: BAMFORTH C.W. **Brewing**: New Technologies. 1 ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2006. p.208- 227.

BARBOSA, M. C. **Estudo da utilização de farinha de castanha no processo de produção de cerveja**. 2014. 107f. Dissertação (Mestrado integrado em Engenharia Biológica, área de especialização em Tecnologias Química e Alimentar). Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Portugal, 2014.

BAXTER, E.D., HUGHES, P.S. **Beer: Quality, Safety and Nutritional Aspects**. 1 ed. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 2001. 138p.

BERNARDI, G.S.; MAGRO, J.; MAZUTTI, M.A.; OLIVEIRA, J.V.; M.L.; ZABOT, G. L.; TRES, M.V. Microfiltration for filtration and pasteurization of beers. *In*: GRUMEZESCU, A.M.; HOLBAN, A.M. (ed.). **Engineering Tools in the Beverage Industry Volume 3: The Science of Beverages**. 1.ed. Woodhead Publishing, 2019. p.405-434.

BORTOLI, D. A. S.; SANTOS, F; STOCCO, N. M.; ORELLI JR., A.; TOM, A.; NEME, F. F.; NASCIMENTO, D. D. Multiplicação de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) cervejeiras utilizando meios de cultura a base de açúcar mascavo. **Bioenergia em revista: diálogos**, n. 2, p. 50-68, 2013.

BOULTON, C.; QUAIN, D. **Brewing Yeast and Fermentation**. 1 ed. Oxford: Blackwell Science Ltd., 2001. 659p.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Portaria 691/96, de 22 de novembro de 1996. Norma de Identidade e Qualidade da Cevada. 1996b. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 de novembro de 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Decreto Nº 6.871, de 4 de junho de 2009. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 5 de junho de 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 65, de 10 de dezembro de 2019. Padrões de Identidade e Qualidade para os produtos de cervejaria. 2019a. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 de dez. de 2019a.

BRASIL. **Agência Brasil de notícias EBC**. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2019-10/ministerio-da-agricultura-instala-camara-da-cerveja>. Acesso em: 10 dez. 2019b.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 9.902, de 8 de julho de 2019. Ementa: Altera o Anexo ao Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. 2019c. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 de julho de 2019.

BRIGGS, D.E., BOULTON, C.A., BROOKES, P.A., STEVENS, R. **Brewing Science and practice**. 1. ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited and CRC, 2004. 863p.

CAMPOS, A.C.S. **Estudo sobre o desenvolvimento de cervejas utilizando fermentação consorciada entre bactérias do ácido láctico e levedura isolada de alambique de cachaça**. 2017. 75f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal de Ouro Preto, Núcleo de Pesquisas em Ciências Biológicas, Ouro Preto. 2017.

CARVALHO, G.B.M.; BENTO, C.V.; SILVA, J.B.A. Elementos biotecnológicos fundamentais no processo cervejeiro: 1º parte – as leveduras. **Revista Analytica**, n.25, p.36-42, 2006.

CIRIMINNA, R., ALBANESE, L., DI STEFANO, V. DELISI, R., AVELLONE, G., MENEGUZZO, F., PAGLIARO, M. Beer produced via hydrodynamic cavitation retains higher amounts of xanthohumol and other hops prenylflavonoids. **Food Science and Technology**, n.91, p.160–167, 2018.

COELHO-COSTA, E.R. A bebida de Ninkasi em terras tupiniquins: O mercado da cerveja e o Turismo Cervejeiro no Brasil. **Revista Iberoamericana de Turismo – RITUR**, v. 5, n.1, p. 22-41, 2015.

CONAB. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Companhia Nacional de Abastecimento. **Observatório Agrícola, Acompanhamento da safra brasileira/Cana de Açúcar**, v. 6 - SAFRA 2019/20 n.2 - Segundo levantamento, agosto 2019.

D'AVILA, R.F., LUVIELMO, M.M., MENDONÇA, C.R.B., JANTZEN, M.M. Adjuntos utilizados para produção de cerveja: características e aplicações. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, vol. 8, n. 2, p. 60-68, jul/dez 2012.

DORNBUSCH, H.D. **Bavarian Helles**: History, Brewing, Techniques, Recipes. Classic Beer Style Series n. 11. Boulder: Brewers Publications. 2000.177p.

EUMANN, M; SCHILDBACH, S.125th Anniversary Review: Water sources and treatment in brewing. **The Institute of Brewing & Distilling**, n. 118, p.12–21, 2012.

FERREIRA, R.H.; VASCONCELOS, M.C.R.L.; JUDICE, V.M.M.; NEVES, J.T. R. Inovação na fabricação de cervejas especiais na região de Belo Horizonte. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.16, n.4, p.171-191, 2011.

FIALKOSKI, D.; FERNANDES, D.Z.; VAZ, F.N.C.; WOUK, J.; OLIVEIRA, N.E.; PATEL, N.F.; GOES, A.K.S. ; GROLLI, M.C.; PEREIRA, R.A.; MALFATTI, C.R.M. Desenvolvimento de cerveja artesanal enriquecida com bioativos naturais para diabéticos.. **Sodebras**, v.13, n.147, p.68-71. 2018.

FIGUEIRÊDO, A.F.R. **Seleção de leveduras e produção de cerveja artesanal suplementada com selênio**. 2017. 114f. Tese (Doutorado Acadêmico em Biotecnologia)- Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2017.

FIX, G. **Principles of Brewing Science: A Study of Serious Brewing Issues**. Boulder: Brewers Publications, 2. ed., 1999. 209p.

GIORGI, V.V.; JÚNIOR, J.O.C.A Produção Cervejeira como Patrimônio Intangível. **Cultura Histórica & Patrimônio**, v. 3, n. 2, p. 140-165, 2016.

HENNING, J. The breeding of hop. In: BAMFORTH, C.W. **Brewing**: New Technologies. 1 ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2006. p.102-122.

HIERONYMUS, S. **For the love hops**: The Pratical Guide to Arom, Bitternes and the Culture of Hops. 1 ed. Boulder: Brewers Publications. 2012. 246p.

Hill, A.E. **Brewing Microbiology Managing Microbes, Ensuring Quality and Valorising Waste**. Cambrige: Elsevier e Woodhead Publishing, 2015. 485p.

HOLT, S., MUKHERJEE, V., LIEVENS, B., VERSTREPEN, K.J., THEVELEIN, J.M. Bioflavoring by non-conventional yeasts in sequential beer fermentations. **Food Microbiology**, n.72, p. 55-66, 2018.

HUGHES, G. **Cerveja feita em casa. Tudo sobre os ingredientes, os equipamentos e as técnicas para produzir a bebida em vários estilos**. São Paulo: Publifolha, 2014. 225p.

JANSON, L.W. **Brew Chem 101**: the basics of homebrewing chemistry. Massachusetts: Storey Publishing, 1996.104p.

KLUNGLE, P. **Beer & Ingredients II, The Ultimate Beer Ingredient Guide, What does What. Take your homebrew to the next level, homebrew's ingredient guide**. Leawood: Freedom of Speech Publishing, 2012. 154 p.

KUNZE, W. **Technology Brewing and Malting**. Berlin: VLB Berlin, 3. ed., 2004. 722p.

LI, Q., WANG, J., LIU, C. Beers. In: PANDEY, A. et al. (ed.). **Current Developments in Biotechnology and Bioengineering. Food and Beverages Industry**. Amsterdam: Elsevier, 2017. p. 305–351.

LIMA, S.A.J., MACHADO, A.V., CAVALCANTI, M.T., ARAÚJO, D.R. Caracterização físico-química de qualidade da água de coco anão verde industrializada. **Revista Verde**, v.10, n.1, p. 35 -42, 2015a.

LIMA, S.A.J., MACHADO, A.V., CAVALCANTI, M.T., LISBÔA, C.G.C. Análise sensorial da água de coco anão verde processada e comercializada no sertão paraibano e cearense. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.10, n.1, p.165-169, 2015b.

LIMA, E.B.C., SOUSA, C.N.S., MENESES, L.N., XIMENES, N.C., SANTOS JÚNIOR, M.A., VASCONCELOS, G.S., LIMA, N.B.C., PATROCÍNIO, M.C.A., MACEDO, D., VASCONCELOS, S.M.M. Cocos nucifera (L.) (Arecaceae): A phytochemical and pharmacological review. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v.48, n.11, p. 953-964, 2015c.

MALLETT, J. **Malt: A Practical Guide from Field to Brewhouse**. Brewrs publications. 1. ed. Boulder: Brewers Publications, 2014. 375p.

MANZOLLI, E.S. **Produção de cerveja utilizando laranja como adjunto de malte**. 2016. 97f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Aplicada) - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2016.

MARCUSSO, E. F.; MÜLLER, C. V. **A cerveja no brasil: O ministério da agricultura informando e esclarecendo. Ministério da Agricultura, 2017**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/pastapublicacoes-DIPOV/a-cerveja-no-brasil-28-08.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2019.

MILLER, D. **Brew like a Pro**. Massachusetts: Storey Publishing, 2012. 228p.

MINELLA, E. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Indicações Técnicas para a Produção de Cevada Cervejeira nas Safras 2015 e 2016**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2015. 106p.

MORADO, R. Fabricação. In: MORADO, R (ed.). **Larousse da Cerveja. A história e as curiosidades de uma das bebidas mais populares do mundo**. São Paulo: Ed. Alaúde, 2017. p.126-155.

NAZATO, C.; SILVA, D.F.C; FERRAZ, S.C.U.; HARDER, M.N.C. Moenda x Difusor: diferentes pontos de vista sobre o assunto. **Bioenergia em Revista**, v.1, n.1, p. 129-139, 2011.

OCVIRK, M., GRDADOLNIK, J., JOŽEKOŠIR, I. Determination of the botanical origin of hops (*Humulus lupulus* L.) using different analytical techniques in combination with statistical methods. **The Institute of Brewing & Distilling**, n.122, p.452–461, 2016.

- OLIVEIRA, A.C.G., NOGUEIRA, F.A.G., ZANÃO, C.F.P., SOUZA, C.W.O., SPOTO, M.H.F. Análise das Condições do Comércio de Caldo de Cana em Vias Públicas de Municípios Paulistas. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v.13, n.2, p.06-18, 2006
- OLIVEIRA, M., FABER, C.R. PLATA-OVIEDO, M.S.V. Elaboração de Cerveja Artesanal a Partir da Substituição Parcial do Malte por Mel. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 6, n. 3, p. 01-10, 2015.
- OLIVEIRA, N.A.M. **Leveduras utilizadas no processo de fabricação da cerveja**. 2011. 45f. Monografia (Especialização em Microbiologia Ambiental e Industrial) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2011.
- PALMER, J.J. **Brew Everything You Need to Know to Brew Great Beer Every Time**. 4. ed. Boulder: Brewers Publications, 2017. 612p.
- PALMER, J., KAMINSKI, C. **Water** : A comprehensive guide for brewers. 1. ed. Boulder: Brewers Publications, 2013. 260p.
- PELLIN, V., MANTOVANELI JR, O. Cerveja artesanal e desenvolvimento regional em Santa Catarina (Brasil). PRACS: **Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP**. Macapá, v.9, n.3, p. 47-61, dez. 2016.
- PINHEIRO, L.G.S. **Caracterização e processamento de cevada cultivada no cerrado brasileiro**. 2016. 78f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Químicas e Biológicas) - Universidade de Brasília UNB, Brasília, 2016.
- PINTO, L.I.F., ZAMBELLI, R.A., JUNIOR, E.C.S., PONTES, D.F. Desenvolvimento de Cerveja Artesanal com Acerola (*Malpighia emarginata* DC) e Abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill). **Revista Verde**, Pombal, v. 10, n. 4, p. 67 - 71, out-dez, 2015.
- PRADES, A., ASSA, R.R.A., DORNIER, M., BOULANGERA, J-P. P.R. Characterisation of the volatile profile of coconut water from five varieties using an optimised HS-SPME-GC analysis. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, n. 92, p.2471–2478, 2012.
- PRESTES, G., CORDEIRO, R.A. Tecnologia da fabricação de cerveja. **VI Semana de Tecnologia em Alimentos**, Ponta Grossa, v. 2, n.23, 2008.
- PRIEST, F.G.; CAMPBELL, I. **Brewing Microbiology**. 2. ed. Edinburgh: Springer-Science-Business Media, B.V., 1996. 312p.
- QUEIROZ, N.M. **Efeitos da ação combinada da alta pressão e temperaturas moderadas e adição de antioxidante sobre água de coco**. 2015. 102 f. Dissertação (Mestrado Engenharia e Ciências de Alimentos) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, 2015.
- REBELLO, F.F.P. Produção de cerveja. **Revista Agrogeoambiental**, v. 1, n. 3, p. 145-155, 2009.

RODRIGUES, M.A.; MORAIS, J.S.; CASTRO, J.P.M. **Jornadas de lúpulo e cerveja: novas oportunidades de negócio: Livro de atas.** Bragança: Instituto Politécnico de Bragança, 2015. 118 p.

ROSA, M.F.; ABREU, F.A.P. **Água-de-coco: métodos de conservação.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. 25p.

ROSA, N.A., AFONSO, J.C.A Química da Cerveja. **Química Nova na Escola.** v. 37, n. 2, p. 98-105, maio 2015.

ROSSONI, M.A., KNAPP, M. A., BAINY, E.M. Processamento e análise sensorial de cerveja artesanal do estilo “witbier” com adição de polpa de maracujá. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS*, 25. 2016, Gramado, RS. **[Anais...]**. Gramado: SBCTA Regional, 2016. p. 1-5.

SCHÖNBERGER, C. The processing of hops. *In: BAMFORTH, C.W. Brewing: New Technologies.* 1 ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2006. p.123-148.

CHUINA, G.L. **Utilização de plantas amargas em substituição ao lúpulo na produção de cerveja artesanal tipo american Lager.** 2018. 125f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, 2018

SILVA NETO, E.S., POÇAS, M.D., GALINDO, M.V., CARVALHO, P.T., SAKANAKA, L.S., UENO, C. T. A produção de malte em pequena escala – uma alternativa aos cervejeiros artesanais *In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS*, 2016, Gramado, RS. **[Anais...]** Gramado: SBCTA Regional, 2016. p.1-5.

SILVA, F.C., ANTONIOLLI, A., FREITAS, P.L., ZOTELLI, H.B., DONAGEMMA, G.K., MAMEDE, R.Q., PIRES, R.F., CARVALHO, J.R.P., SCHIAVINATO, S.R. Avaliação da produtividade agrícola da cana-planta e cana-soca sob diferentes espaçamentos entre plantas para produção de açúcar e etanol. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 40.** Embrapa Informática Agropecuária Campinas, SP. 2015A.

SOARES, M.V., SOUZA, D., DIAS, C., DUARTE FILHO, P., AZEVEDO, M.L. Utilização de bagaço de uva na fabricação de cerveja: determinação de cor do produto final. **Anais do VII Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão** – Universidade Federal do Pampa, 2015. p. 1 a 2.

STEELE, M. **IPA : brewing techniques, recipes, and the evolution of India pale ale.** 1. ed. Boulder: Brewers Publications, 2012. 320p.

STRONG, G. **Brewin Better Beer , Master Lessons for Advanced Homebrewers.** 1. ed. Boulder: Brewers Publications, 2011. 337p.

Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA – UNICAMP. 4. ed. rev. e ampl.. - Campinas: NEPA- UNICAMP, 161p., 2011.

TAN, T-C., CHENG, L-H., BHAT, R., RUSUL, G., EASA, A.M. Composition, physicochemical properties and thermal inactivation kinetics of polyphenol oxidase and

peroxidase from coconut (Cocos nucifera) water obtained from immature, mature and overly-mature coconut. **Food Chemistry**. n.142, p.121–128, 2014.

TELES, J.A. **Estudo da Produção de Mosto Concentrado Lupulado a Partir de Extrato de Malte Concentrado, Xarope de Alta Maltose e Lúpulo**. 2007. 88f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Engenharia de Alimentos Departamento de Tecnologia de Alimentos, Campinas, 2007.

TOWNSEND, C.R. **Recomendações técnicas para o cultivo da cana-de-açúcar forrageira em Rondônia**. Rondônia: EMBRAPA-CPAF Rondônia, n.21, p.1-5, 2000.

TOZETTO, L.M. **Produção e caracterização de cerveja artesanal adicionada de gengibre (*Zingiber officinale*)**. 2017. 82f. Dissertação (Mestrado em engenharia de produção) -Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

TROMMER, M. W. **Avaliação do processo produtivo da cerveja com abordagem de ciclo de vida**. 2014. 76f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste, 2014.

VIANA, A. R., FERREIRA, J. M., RIBAS FILHO, S. B. **Produção de cana-de-açúcar visando a sua utilização na alimentação de bovinos de leite**. Niterói: Programa Rio Rural, 2012, 13p.

VIVIAN, A. F. **Caracterização do processo de produção de cerveja através de espectrometria de massas**.2016. 53f. Dissertação (Mestrado em Ciências) Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Ciências Médicas, Campinas 2016.

WENDLAND, J. Lager Yeast Comes of Age. Eukaryot Cell. **American Society for Microbiology**. V.13, n.10, p.1256–1265. 2014.

WHITE, C.; ZAINASHEFF. J. **Yeast: The Pratical Guide to Beer Fermentation**.1. ed. Boulder: Brewers Publications. 2010. 312p.

CAPÍTULO 7 -PRODUÇÃO DE LEITE E TENDÊNCIAS DE MERCADO PARA QUEIJOS NO BRASIL

Maria Paula Jensen Rodrigues
Leila Francisca Campos de Sá
Cleuber Raimundo da Silva
Cristina Henriques Nogueira
Vanessa Riani Olmi Silva
José Manoel Martins

1 INTRODUÇÃO

Os consumidores estão cada vez mais atentos ao tipo de alimentação que consomem, buscando alimentos pouco processados e mais saudáveis. Segundo McCarthy *et. al.* (2017) eles estão preocupados não somente com a composição dos alimentos, mas também com o seu potencial impacto na saúde e estilo de vida.

De acordo com a Associação Brasileira de Indústrias de Alimentos para Fins Especiais e Congêneres (ABIAD), 83% dos brasileiros concordam em pagar mais por alimentos e bebidas mais saudáveis, sendo maior este percentual quando trata-se do público com idade acima de 55 anos (89%). Além disso, cerca de 1/3 dos brasileiros gostaria de ver uma maior variedade de produtos saudáveis no mercado, à base de colágeno, orgânicos, sem glúten, sem lactose, *lights* e *diets* (ABIAD, 2016).

No seguimento de queijos, ainda são poucas as opções no mercado com redução no teor de gordura e, conseqüentemente, de calorias. Segundo O'Connor e O'Brien (2011), a remoção de gordura do queijo pode provocar defeitos reológicos, na textura e nas propriedades funcionais e sensoriais, como textura emborrachada, baixa capacidade de fundição, cor indesejável, falta de sabor e a presença de amargor.

O sabor dos diferentes queijos pode ser influenciado pela presença de aminoácidos livres, ácidos graxos e outras moléculas liberadas pela ação de enzimas da microbiota, durante a maturação, onde ocorrem dois principais fenômenos, proteólise e lipólise. O efeito de diferentes fatores como o tipo de cultura, culturas adjuntas, proteinases exógenas e peptidases, tem sido pesquisado a fim de verificar o desenvolvimento de aminoácidos livres em queijo, alterações sensoriais e de composição (HICKEY *et. al.*, 2007).

2 CENÁRIO DA PRODUÇÃO DE LEITE NO BRASIL E NO MUNDO

2.1 Produção mundial de leite

Em todo o mundo o setor lácteo desenvolve positivamente progressivas formas de produção e de produtividade, devido a vários elementos, como implantações tecnológicas, manejo sanitário e nutricional, bem-estar animal, aprimoramentos genéticos, medidas medicinais preventivas, mão de obra qualificada e outras ações que alavancam a pecuária leiteira global (SILVA, 2019).

Em 2018 foram produzidos, aproximadamente, 843 bilhões de litros de leite no mundo. Em comparação ao ano de 2017, que produziu 812 bilhões de litros, o crescimento foi de 2,2% (SILVA, 2019), sendo consumidos 116,5 litros por habitante em média. Esse consumo tem aumentado a cada ano, com taxas anuais médias de 1,2%, desde 1999 (SIQUEIRA, 2019).

Segundo Silva (2019), em 2017 a Ásia foi responsável por mais de 40% da produção mundial de leite, seguida pelos países da União Europeia (28%), América do Norte (13%), América do Sul (8%) e África (6%).

A Índia é o maior produtor de leite do mundo, sendo a maior parte de sua produção proveniente de búfala. Em contrapartida, os Estados Unidos, possuem a maior produtividade mundial de leite de vaca, com 9.900 Kg de leite/ vaca/ ano, em média (ZOCCAL, 2018).

Dados mostram que os países desenvolvidos foram responsáveis por dois terços da produção mundial no ano de 2018, com 570 bilhões de litros de leite e crescimento de 0,5 – 1,0% ao ano. A maioria desses países recebem excelentes subsídios que os permitem maior competitividade no mercado. No entanto, os países em desenvolvimento, produziram no mesmo ano 270 bilhões de litros de leite, com taxa de crescimento de 3 – 5%, superior aos países desenvolvidos (SILVA, 2019).

2.2 Produção de leite no Brasil

O Brasil detêm o segundo maior rebanho leiteiro e é um dos maiores produtores e consumidores de leite do mundo. O país possui um clima tropical com alta oscilação climática que influencia nas práticas pecuárias e na produção e qualidade dos alimentos (PICININ *et. al.*, 2019).

Dos 5.570 municípios brasileiros, 5.504 (99%) produzem alguma quantidade de leite. Dessa forma, a produção leiteira está presente em todo o país, de forma heterogênea, com variados sistemas de produção (VILELA; RESENDE, 2014). A produção por região se concentra em 37% no Sul, 34% no Sudeste, 12% no Centro-Oeste, 11% no Nordeste e 6% no Norte. No período dos anos 2000 a 2016, a produção da região Sul subiu de 22% para 37% e as demais regiões brasileiras sofreram reduções (IBGE, 2018). Observa-se que a produção brasileira se concentra principalmente nas regiões Sul e Sudeste, que possuem um grande número de pequenas propriedades, caracterizadas pela agricultura familiar. Essas são próximas umas das outras, o que facilita a aquisição da produção pelas empresas (LANA; MARTINS; CARNEIRO, 2019; ZOCCAL, 2019).

A maior parte do leite produzido no Brasil é destinada ao abastecimento nacional. Todavia, o crescimento no consumo de leite pelos brasileiros, nos últimos dez anos foi de 2,7% ao ano, superior à média mundial (SIQUEIRA, 2019).

Seguindo a mesma tendência do restante do mundo, a pecuária leiteira brasileira cresce em produção e produtividade, conjuntamente reduzindo o número de fazendas produtoras e elevando o número de animais em cada sistema (ZOCCAL, 2018).

Em 2016, o Brasil ocupou o quarto lugar na produção de leite bovino, com 4,8% da produção mundial, ficando atrás somente dos Estados Unidos, Índia e China. No mesmo período, a produtividade apresentava baixos índices, ocupando a 88ª posição, com 1,7 mil litros/vaca/ano (FAO, 2018). A grande produção do Brasil se deve ao fato de possuir o maior rebanho leiteiro do mundo, perdendo somente para a Índia, que possui produtividade inferior (BACCHI, 2019).

Em 2017 o país produziu aproximadamente 34,3 bilhões de litros de leite, que representou 4,5% da produção mundial, em 2018 essa produção passou os 36 bilhões de litros, com queda na participação mundial, passando para 4,25% (SILVA, 2019).

O país tem potencial de ampliação da produção leiteira mas, esse incremento, sem a expansão das exportações, causaria redução no preço do leite, podendo inviabilizar as implementações tecnológicas e compra de insumos, principalmente pelos pequenos produtores. Com isso, o avanço da produção leiteira necessita de maior competitividade com menores custos, infraestruturas adequadas e ações ativas dos produtores e do governo, como políticas públicas e subsídios eficazes (ALVES; LÍCIO; CONTINI, 2016).

Com grande potencial exportador de lácteos, por sua riqueza de terra, capital, mão de obra e tecnologia, o país está inserido em um agronegócio forte e dinâmico, capaz de fabricar insumos, com empreendedores e mercado para que o setor ganhe mais vigor e assuma liderança no mercado mundial (LEITE; RESENDE; STOCK, 2018).

2.3 Produção de leite em Minas Gerais

O estado de Minas Gerais lidera o ranking de produção de leite de vaca no Brasil, responsável por aproximadamente 8,7 bilhões de litros por ano, o que representa aproximadamente 27% da produção nacional (PICININ *et. al.*, 2019).

O estado também é o maior produtor de queijo, incluindo a variedade Minas artesanal, que é reconhecido em todo o país (MARTINS *et. al.*, 2015). Os laticínios que receberam e processaram a produção leiteira de Minas Gerais, em 2017, contabilizaram 771 com SIF, empregando 1,2 milhão de trabalhadores na atividade e gerando um valor bruto de produção de 10,1 bilhões de reais (EMBRAPA, 2018).

A região Sudeste do país é composta por 160 microrregiões. Dessas, 40% responderam por 76% do leite da região e estão em Minas Gerais, sendo as principais: Patos de Minas, Patrocínio, Pará de Minas, Bom Despacho, Divinópolis, São João Del Rei, Barbacena, Lavras, Andrelândia, São Lourenço, Santa Rita do Sapucaí e Passos (ZOCCAL, 2018). No entanto, as mesorregiões do Norte de Minas e do Jequitinhonha representam aquelas com menores produtividades (PEROBELLI; ARAÚJO JÚNIOR; CASTRO, 2018).

A maioria das regiões com melhor produção de leite em Minas Gerais possuem condições favoráveis, como precipitação, clima e qualidade dos solos, e se destacam também na produção agropecuária. Porém, altas produtividades ocorrem em regiões com condições edafoclimáticas menos favoráveis, com o uso da tecnologia (CAMPOS; PEREIRA; TEIXEIRA, 2014; PEROBELLI; ARAÚJO JÚNIOR; CASTRO, 2018).

O estado possui alta produção, porém baixa produtividade. Enquanto os rebanhos mineiros produzem em média 5 litros/ vaca/ dia, outros estados produtores estão acima de 7 litros / vaca / dia, sendo a média nacional de 4,8 litros / vaca / dia (LIMA NETO, 2019).

3 PRODUÇÃO E CONSUMO DE QUEIJOS NO BRASIL E NO MUNDO

O mundo produziu em 2017 aproximadamente 832 bilhões de litros de leite, das espécies bovina e bubalina, estando o Brasil na quarta colocação entre os principais países produtores, colaborando com 35,1 bilhões de litros. Do total da produção de leite, uma parte significativa é transformada em queijos, representando 14% do consumo mundial de derivados lácteos (EMOND, 2018).

O Brasil tem se consolidado como uma importante referência mundial na produção de queijos, com 780 mil toneladas produzidas formalmente em 2019, ficando atrás apenas da União Europeia, Estados Unidos e Rússia (STATISTA, 2020). De acordo com a FAO (2018), até 2027 o Brasil produzirá 933 mil toneladas de queijos inspecionados, com um crescimento de 2,03% em relação a 2018, fato que ainda não nos coloca no mercado de queijos como exportadores, ou seja, praticamente todo queijo produzido pelo país é absorvido por ele, havendo ainda a importação média de 34 mil toneladas anuais.

Em valor de vendas, os queijos representam 24,86% dos produtos lácteos, movimentando cerca de 9,7 bilhões de reais, ficando praticamente empatado com o leite UHT, mas com tendência de crescimento superior (SIQUEIRA, 2019).

Além do aumento na produção, o desafio é elevar o consumo de queijos no Brasil, onde a média por pessoa é de 5,4 quilos, considerada baixa se comparada a outros países como a França e Grécia. A meta é chegar em um consumo de 7,5 quilos por pessoa para os próximos 4 anos (CIÊNCIA DO LEITE, 2017).

Entre os lácteos, os queijos têm apresentado as maiores taxas de crescimento no Brasil. Enquanto a venda de leite UHT cresceu 138% entre os anos de 2005 a 2016, a venda dos queijos cresceu 509% (SIQUEIRA, 2019).

Minas Gerais é responsável por aproximadamente 40% de todo queijo produzido no Brasil, sendo a maior parte do consumo proveniente dos queijos Prato, Mussarela e Requeijão, que perfazem 450 mil toneladas do total produzido por ano no país e são destinados, em sua maioria, para restaurantes, pizzarias, lanchonetes e *fast foods*. Somente a Mussarela é responsável por mais da metade de todo queijo produzido no Brasil (ABRAS, 2019; RABELO, 2020; MILKPOINT, 2019).

Os principais queijos consumidos no Brasil são a Mussarela, o queijo Prato, o Requeijão e o queijo Minas, com 83% da produção nacional. Cerca de 9,7% refere-se ao

queijo Minas Padrão, Coalho e Parmesão e os outros 7,3% são Gouda, Gruyère, Gorgonzola e Brie (PITHAN-SILVA *et. al.*, 2016).

3.1 Principais variedades de queijos consumidos no Brasil

3.1.1 Queijo Minas Frescal

O Queijo Minas Frescal é definido como um queijo fresco obtido através da coagulação enzimática do leite com coalho e/ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não com ação de bactérias lácticas específicas (BRASIL, 1996). O queijo Minas é um queijo semigordo, de muito alta umidade, a ser consumido fresco, de acordo com a classificação estabelecida no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos (BRASIL, 2004).

É um queijo muito popular devido ao seu alto rendimento de produção, processamento simples e baixo custo ao consumidor. Entretanto, por ser um queijo fresco de muito alta umidade e elevada atividade de água, apresenta baixa vida útil (APOLINÁRIO, 2014).

O queijo Minas Frescal representa a maioria dos queijos comercializados em feiras e mercearias em consequência do alto rendimento na fabricação e preço acessível à população (SOUZA *et. al.*, 2019).

O Minas Frescal é fabricado a partir do leite de vaca pasteurizado, apresentando como característica sensorial a suavidade em razão da pouca acidez. Sua forma de fabricação e a intensa proteólise, decorrente das enzimas proteolíticas do coalho adicionado, influenciam decisivamente na consistência, sabor e na vida de prateleira do produto (MONTEIRO; PIRES; ARAÚJO, 2007).

O leite utilizado na produção deve ser pasteurizado previamente. Após esse tratamento térmico o leite é preparado para a coagulação da caseína, sua principal proteína, dando origem à massa inicial do queijo chamada de coalhada. Para a formação da coalhada, são adicionados ao leite o fermento, o cloreto de cálcio e o coalho. O leite possui cálcio, mas durante o processo de pasteurização esse mineral fica menos disponível para absorção. Por isso, é necessária a adição de cloreto de cálcio durante a sua produção, o que ajuda a acelerar a coagulação do leite, além de dar elasticidade à massa do queijo (ROCHA, 2014).

A massa coagulada e pronta é cortada com o auxílio de uma lira na vertical e outra na horizontal. Com este instrumento se corta toda a massa, deixando-a em vários cubos, chamados de grãos, permitindo a retirada do soro. Após a saída parcial do soro, os grãos são levemente agitados, por cerca de 20 minutos, quando o queijo será enformado, sendo moldado na sua forma característica. O queijo não necessita ser prensado, já que possui umidade característica que deve ser mantida. No procedimento de enformagem, o queijo deve ser virado por 2 a 3 vezes para padronização de formato e levado à câmara fria para ganhar consistência. Após o seu resfriamento é feita a salga, normalmente em salmoura, para garantir o controle de umidade, a conservação e o sabor (SILVA, 2005; FREITAS, 2015).

No queijo Minas Frescal também pode ser feita a salga seca, que se baseia em aplicar o sal na superfície do queijo já moldado, fazendo a viragem após 30 minutos e aplicando o sal novamente. Seguindo a salga, o queijo é embalado em sacos plásticos e armazenado em baixas temperaturas para garantir sua conservação (SILVA; BORTOLUCI; VIVAN, 2019).

3.1.2. Queijo Minas Padrão

O Minas Padrão é um dos queijos mais antigos produzidos no Brasil, sendo obtido pela ação de enzimas e bactérias do ácido láctico sobre o leite. Possui massa crua e período de maturação de aproximadamente 4 semanas, quando o mesmo deverá apresentar casca fina e amarelada, coloração interna branca ao creme, consistência semidura, com pequenas e raras olhaduras mecânicas, sabor e odor próprios, levemente ácido e não picante (FURTADO, 2005).

Este queijo surgiu em Minas Gerais, em meio ao desenvolvimento tecnológico, com objetivo de atribuir padrão aos queijos artesanais existentes no Estado, produzidos por um grande número de pequenos produtores (MELO; ALVES; COSTA, 2009).

Possui ainda diferentes nomes, como Minas Curado, Minas Prensado, Minas Padronizado e apesar do nome, as condições de fabricação e região conferem a este queijo enorme variação em seus parâmetros de composição. Em média, estes queijos possuem umidade entre 46 e 49%, gordura de 23 a 25%, gordura no extrato seco (GES) de 43 a 49%, cloreto de sódio entre 1,4 e 1,6% e pH de 5,0 a 5,10 (FURTADO, 2005).

O queijo Minas Padrão não possui Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade específico. Entretanto, com base nos parâmetros do Regulamento de Identidade e Qualidade para queijos, podemos classificá-lo como queijo de massa crua, semigordo ou gordo e de alta umidade, conhecidos como queijos macios (BRASIL, 1996).

Furtado (2005) relata que a diferença entre o queijo Minas Padrão e o queijo Minas Frescal se dá pelo fato de que o primeiro possui período de maturação de pelo menos 20 dias, apresentando casca fina e amarelada, coloração branca ao creme ao ser fatiado, consistência semidura, sem grandes olhaduras, sabor e odor próprios, levemente ácidos e não picantes. Já o Minas Frescal não é um queijo maturado.

Para elaboração do Minas Padrão, o leite pasteurizado é padronizado com 3,2 a 3,4% de gordura, sendo adicionados cloreto de cálcio, fermento láctico composto por *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* e coagulante em dose recomendada pelo fabricante. A coagulação do leite é feita a 32 °C, seguida do corte, em tamanho de grãos 2 e mexedura realizada a temperatura de até 39 °C, caracterizando o queijo como sendo de massa crua. O ponto da massa é obtido após aproximadamente 50 minutos do corte, quando parte do soro é retirada e é realizada a pré prensagem da massa. Após esta etapa, são cortados blocos e enformados em formas cilíndricas de 500 g, sendo realizada a prensagem dos queijos. Por fim, estes são prensados, salgados e submetidos a maturação por pelo menos 20 dias (FURTADO, 2005).

3.1.3. Queijo Mussarela

A Mussarela é um queijo de origem italiana, pertencente à família dos queijos de massa filada. A filagem consiste em um tratamento mecânico da massa em água quente, o que confere ao queijo a sua característica fibrosa e suas propriedades de derretimento e alongação. Nas duas últimas décadas houve um aumento sem precedentes da produção e venda deste tipo de queijo, fazendo com que a Mussarela seja atualmente o queijo mais consumido mundialmente. O aumento no consumo no Brasil, como em outros países, deve-se a mudança do hábito alimentar da população, provocada pela proliferação no número de pizzarias, lanchonetes e aumento da venda de produtos congelados com tal ingrediente (NOLASCO *et. al.*, 2020).

O queijo Mussarela é definido como um queijo que se obtém por filagem de uma massa acidificada, realizado ou não pela ação de bactérias lácticas (BRASIL, 1997). É amplamente utilizado na culinária, no preparo de pratos quentes e sanduíches, por conta de suas propriedades de fatiamento e facilidade de derretimento. É o queijo de maior consumo no Brasil (COELHO *et. al.*, 2012).

A produção desse tipo de queijo engloba vários processos, sendo eles: pasteurização do leite, coagulação, corte do coágulo, dessoragem, enformagem, salga, maturação e embalagem, e ainda inclui a fase de filagem. É um alimento rico em nutrientes, o que favorece a proliferação de microrganismos que podem levar a alterações nas características organolépticas do produto e/ou causar toxinfecções alimentares nos consumidores (GARCIA; SANTOS, 2016).

Segundo Reginato *et. al.* (2019), além da pasteurização, os queijos Mussarela são submetidos ao processo de filagem que é realizado utilizando água em temperatura de aproximadamente 80°C, reduzindo a contaminação por coliformes totais, visto que, essas bactérias não sobrevivem a altas temperaturas. Este processo torna-se um meio de reduzir as contaminações e o crescimento microbiano, visto que, a Mussarela é um produto rico em nutrientes.

Durante a vida útil do queijo Mussarela ocorre uma série de processos físico-químicos, bioquímicos e microbiológicos. Estes processos modificam a massa do queijo em sua composição, estrutura, consistência, sabor e cor (OLIVEIRA, 2012 e SILVA; BORTOLUCI; VIVAN, 2019).

3.1.4. Queijo Prato

O queijo Prato é um queijo típico brasileiro, maturado, obtido por coagulação do leite por meio do coalho e/ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não pela ação de bactérias lácticas específicas. É caracterizado por uma consistência semidura, elástica e textura compacta, lisa, fechada, com alguns olhos pequenos arredondados e/ou algumas olhaduras mecânicas (FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994).

É um queijo que apresenta uma boa aceitação devido suas características sensoriais e pelo fato de que os consumidores o encontram com facilidade e em embalagens e tamanhos diferentes, conferindo uma maior praticidade ao produto

(BASTOS *et. al.*, 2013). Possui uma grande variedade no mercado, com as mesmas características, diferenciando-se pelo formato e peso (LUCAS *et. al.*, 2012).

Segundo o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de queijo Prato, a definição desse produto é a de um queijo maturado que se obtém por coagulação do leite por meio do coalho e/ou outras enzimas coagulante apropriadas, complementada ou não pela ação de bactérias lácticas específicas. É caracterizado por apresentar 26 a 29% de gordura e 42 a 44% de umidade, sendo classificado como gordo e de média umidade, além disso, apresenta pH de 5,2-5,4 e 1,6-1,9% de sal. O seu rendimento é de aproximadamente 9,5 litros de leite/ Kg de queijo (FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994; BRASIL, 1997).

O queijo Prato é fabricado com leite pasteurizado, podendo esse processo ser lento (63°C por 30 minutos) ou rápido (72 – 75 °C por 15 – 20 segundos). A composição do leite, principalmente o teor de gordura, é importante para a produção de queijos padronizados e de qualidade. Na fabricação do queijo Prato tradicional, o teor de gordura no leite deve ser de aproximadamente 3,5% (DIAMANTINO, 2011).

O aquecimento da massa consiste em aumentar a temperatura em 1 °C a cada 2 minutos, até atingir a temperatura de aproximadamente 42 °C, o que é denominado como massa semicozida (DADALT; PADILHA; SANT' ANNA, 2019).

O processo de fabricação do queijo Prato apresenta variações de acordo com o do tipo de cultura láctica utilizada, a temperatura de cozimento, o tipo de coagulante, o método de salga e o tempo de maturação. A etapa de aquecimento promove a remoção parcial da lactose dos grãos da massa láctea, ocasionada pela contração dos grãos e o efeito osmótico, o que complementa a retirada do soro iniciada pelo corte, aumenta a sinérese, além de alterar a textura, devido ao aumento de elasticidade da massa (CHAVES, 2014).

3.2 Tendências de mercado para queijos

Em 2019, os queijos saltaram para 23,7% do valor total de vendas do setor de lácteos. Isso mostra diversificação no padrão de compra de lácteos dos brasileiros em busca de produtos de maior valor agregado. Além de apresentar uma grande variedade de tipos, sabores e tamanhos, os queijos atendem às novas tendências de consumo de alimentos nutritivos e, ao mesmo tempo, práticos no consumo (SIQUEIRA, 2019).

Destaca-se que em todo o mundo há crescente demanda por queijos fracionados, de consumo fácil e queijos fatiados (ZACARCHENCO; VAN DENDER; REGO, 2017).

Os consumidores estão cada vez mais atentos ao tipo de alimentação que consomem, buscando alimentos pouco processados e mais saudáveis. Segundo McCarthy *et. al.* (2017), eles estão preocupados não somente com a composição dos alimentos, mas também com o seu potencial impacto na saúde e estilo de vida.

De acordo com a Associação Brasileira de Indústrias de Alimentos para Fins Especiais e Congêneres (ABIAD), 83% dos brasileiros concordam em pagar mais por alimentos e bebidas mais saudáveis, sendo maior este percentual quando se trata do público com idade acima de 55 anos (89%). Além disso, cerca de 1/3 dos brasileiros gostaria de ver uma maior variedade de produtos saudáveis no mercado, à base de colágeno, orgânicos, sem glúten, sem lactose, *lights* e *diets* (ABIAD, 2016).

Vários fatores influenciam o crescimento do mercado e suas demandas, ditando tendências de consumo de queijos. Segundo Zacarchenco; Van Dender; Rego (2017), os principais fatores são:

- o crescimento e distribuição da renda: consumidores exigentes quanto a saudabilidade e sustentabilidade. Crescimento do mercado de produtos *premium*, mais sofisticados;
- mudança no comportamento de compra: demanda por produtos saudáveis, com maior valor nutricional e apelo funcional;
- ativismo contrário a alimentos processados: valorização dos produtos artesanais, organizações difundem a necessidade da reformulação de alimentos processados;
- políticas públicas e legislações: políticas sobre produtos comercializados e rigor sobre a produção de alimentos processados;
- avanços na Ciência e Tecnologia de Alimentos: maior quantidade de pesquisas sobre alegações de alimentos funcionais, benefícios e segurança de ingredientes;
- envelhecimento da população e consumo de produtos lácteos: maior atenção a composição dos alimentos e aumento da demanda por produtos reduzidos em açúcar, sódio e gordura.

Oliveira; Hoffmann (2015) em pesquisa sobre o consumo de alimentos orgânicos e alimentos *light* e *diet* no Brasil, relatam que o consumo destes produtos é mais associado a famílias de classe alta, devido ao valor mais elevado dos mesmos.

No segmento de queijos, ainda são poucas as opções no mercado com redução no teor de gordura e, conseqüentemente, de calorias. A remoção de gordura do queijo pode provocar defeitos reológicos, na textura, propriedades funcionais e sensoriais, como textura emborrachada, baixa capacidade de fundição, cor indesejável, falta de sabor e a presença de amargor (O'CONNOR; O'BRIEN, 2011).

Nardy; Carvalho; Da Rocha (2019) em pesquisa sobre o mercado de leite e queijos no Brasil, relatam que o consumo de queijos é variável quando se trata da população de baixa renda. A elevação da renda promove aumento no consumo de queijos, tanto para os que já são comumente consumidos quanto aqueles que não fazem parte da dieta.

Em pesquisa realizada com empresas sobre as tendências no mercado de queijos em 2018, a grande maioria dos entrevistados citaram como “moda para 2018” os queijos orgânicos e as porções controladas. Além disso, para investimentos em produtos, a maioria dos entrevistados relataram planejamento para investir em queijos totalmente naturais, seguidos de queijos com teor reduzido de gordura (SANTIN, 2018).

3.2.1. Queijos light

Os queijos diferenciados dos comuns apresentam um ou mais ingredientes total ou parcialmente substituídos em relação ao queijo convencional. Ao serem comparados aos queijos convencionais correspondentes, os queijos modificados em relação ao teor de gordura devem atender aos atributos de “baixo” ou “reduzido”. Para ser considerado “*light*”, o alimento deve sofrer redução de no mínimo 25% do valor energético ou no conteúdo de nutrientes (BRASIL, 2012).

O desenvolvimento de alimentos com apelo para saúde é uma realidade irreversível em todos os setores da indústria alimentícia, não sendo diferente na indústria de lácteos (FERRÃO *et. al.*, 2016). McCarthy *et. al.*, (2017) investigaram o efeito da redução da gordura e sal no teor de aminoácidos e ácidos graxos livres em queijo Cheddar e observaram o aumento destes compostos ao longo da maturação, entretanto, o teor de ácidos graxos livres foi dependente do teor de gordura inicial. Efeito contrário foi observado para aminoácidos livres.

Spadoti et al. (2016) avaliaram a viabilidade econômica de queijo Minas Frescal tradicional e light adicionados de concentrado proteico de soro, e confirmaram a efetividade da produção destes produtos quando adicionados 5,0 Kg de concentrado proteico de soro.

Santis (2016) avaliou a influência da redução de 50% de gordura e substituição parcial do cloreto de sódio por cloreto de potássio em queijos adicionados de cultura adjunta. A autora observou que o emprego de cultura adjunta melhorou os atributos de aparência, aroma, sabor e textura de queijos com redução do teor de gordura e substituição de sódio em relação ao emprego de cultura tradicional. Sua atuação ficou evidente já aos 20 dias de maturação, tempo que comumente os queijos Minas Padrão são direcionados à venda para o consumidor final.

Domingos (2015) avaliou a influência da redução de gordura e adição de concentrado proteico de soro em queijo Prato durante o período de maturação e observou que a formação dos compostos voláteis não foi influenciada pela redução de gordura e adição de concentrado proteico de soro e que os queijos com redução de gordura se mostraram mais coesos, elásticos e com maior mastigabilidade. A adição de concentrado proteico de soja (CPS) abrandou estas características promovendo diminuição da coesividade, mastigabilidade e elasticidade dos queijos *light*.

3.2.2. Queijos maturados

Os queijos podem ser consumidos frescos, logo após a sua fabricação, ou maturados. A maturação é a última fase do processamento, importante para melhoria das características dos queijos, através de alterações físicas e bioquímicas que conferem aspectos próprios de cada variedade (QUADRO 1). Esse processo pode variar de semanas a até dois anos, dependendo do queijo produzido (ZACARCHENCO; VAN DENDER; REGO, 2017).

Os consumidores têm buscado alimentos tradicionais, com maior valor agregado, que proporcionem melhoria da qualidade de vida, alimentos funcionais, com componentes de alto valor nutricional, benéficos à saúde. E nos queijos essa valorização na maioria das vezes é alcançada com a maturação. Esses alimentos podem alavancar a recuperação econômica, fornecer recursos locais e empregos, contribuindo para melhoria da economia local, do empreendedorismo e inovações (BORELLI *et. al.*, 2011, CASTRO *et. al.*, 2016).

Quadro 1 – Critérios de classificação dos queijos quanto aos processos de fabricação e maturação.

| Tratamento da massa | Características da maturação | Queijos |
|----------------------------|---|---------------------------|
| Massa crua (não cozida) | Sem maturação | Minas Frescal |
| | Maturação por <i>Penicillium Candidum</i> | Camembert e Brie |
| | Maturação por <i>Penicillium Roqueforti</i> | Gorgonzola |
| Massa semi-cozida | Maturação rápida | Gouda |
| | Maturação prolongada | Prato |
| Massa cozida | Maturação prolongada | Parmesão, Reino e Gruyère |
| Massa Filada | Sem maturação | Mussarela |
| | Com maturação | Provolone |

Fonte: ABIQ (2020).

O maior poder aquisitivo da população propiciou o consumo de derivados lácteos e um conseqüente aumento na procura por queijos finos, sendo observado uma elevação de mais de 200% no consumo e produção desses queijos no Brasil (RIBEIRO *et. al.*, 2020).

Com modificações na alimentação das vacas, na temperatura ou umidade da câmara ou no tempo de maturação, o queijo obtido no final do processo é diferente, fatores estes que podem explicar, em parte, a grande variedade de queijo no mundo. Contudo, a agregação de valor no processamento do queijo não assegura a valorização financeira do produto, a relação custo/ benefício precisa ser esclarecida e compreendida pelo consumidor (BELOTI, 2014).

4 CULTURAS LÁTICAS USADAS NA FABRICAÇÃO DE QUEIJOS

As bactérias do ácido láctico (LAB) constituem um grupo de bactérias que produzem ácido láctico como o principal produto final durante a fermentação de carboidratos, são Gram-positivas, não formadoras de esporos, catalase negativa, anaeróbias facultativas, mas aerotolerantes, fastidiosas e possuem, geralmente, a forma

de cocos ou bastonetes. Os principais gêneros considerados bactérias do ácido láctico são: *Aerococcus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus*, *Weissella*, *Lactobacillus*, *Lactococcus* e *Leuconostoc*, sendo os três últimos associados a produção de queijos (AXELSSON, 2004).

As culturas *starters* mesofílicas, compostas por lactococos formadores de ácidos e frequentemente produtores de aromas, são usadas na produção de muitas variedades de queijo, produtos lácteos fermentados e manteiga proveniente de creme maturado. As culturas termofílicas são usadas para iogurte e para variedades de queijo com temperaturas elevadas de cozimento como Emmental, o Gruyère, Comté e o Grana (MAYRA-MAKINEN; BIGRET, 2004).

Estudo realizado pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e a Universidade de Nápoles Federico II, da Itália, analisou 578 amostras de queijos de cinco regiões do Brasil e encontraram 24 gêneros de bactérias, entre os quais predominaram *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus* e *Lactobacillus*. Por meio do sequenciamento de DNA, identificaram 15 espécies de *Lactobacillus*, grupo de bactérias que produz substâncias associadas ao gosto, textura e aroma peculiares dos queijos (FIORAVANTI, 2019).

Algumas bactérias do ácido láctico, como o *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis* e o *Lactococcus lactis* subsp. *Cremoris*, mesofílicas e homofermentadoras, podem ser conjuntamente utilizadas na fabricação de uma série de queijos como o Minas Frescal, Mussarela, Prato e o Meia Cura (FURTADO, 2005).

REFERÊNCIAS

ABIAD. Associação Brasileira da Indústria de Alimentos para Fins Especiais e Congêneres 2016. Disponível em: <http://abiad.org.br/pb/pesquisa-avalia-potencial-de-consumidor-brasileiro-para-produtos-mais-saudaveis/>. Acesso em: 20 mai.2020.

ABIQ. Associação Brasileira das Indústrias de Queijo. Disponível em: https://www.abiq.com.br/queijos_ler.asp?codigo=1912&codigo_categoria=6&codigo_subcategoria=32. Acesso em: 20 mai. 2020.

ABRAS. Associação brasileira de supermercados. 2019. Acesso em 19 de maio de 2020. Disponível em: <https://www.abras.com.br/clipping.php?area=1&clipping=67836>.

ALVES, E. R. DE A.; LÍCIO, A. M. A.; CONTINI, E. Perspectivas do Brasil no comércio internacional de lácteos. *In*: VILELA, D.; FERREIRA, R. DE P.; FERNANDES, E. N.; JUNTOLLI, F. V. **Pecuária de leite no Brasil: cenários e avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. cap. 1, p. 17-31.

APOLINÁRIO, T. C. C. Avaliação da qualidade microbiológica do queijo Minas Frescal produzido por laticínios do estado de Minas Gerais. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 69, n. 6, p. 433-442, 2014.

AXELSSON, L. **Lactic Acid Bacteria: Classification and Physiology**. Lactic Acid Bacteria Microbiological and Functional Aspects. Food Science and Technology. Third Edition, Revised and Expanded Third Edition, Revised and Expanded. 2004. Marcel Dekker, Inc. New York Base. ISBN: 0-8247-5332-1.

EMBRAPA, 2018. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Anuário Leite 2018. **Indicadores, tendências e oportunidades para quem vive no setor leiteiro**. São Paulo: Texto Comunicação Corporativa, 2018. 114 p. Disponível em: embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094149/anuario-leite-2018-indicadores-tendencias-e-oportunidades-para-quem-vive-no-setor-leiteiro. Acesso em: 21 maio de 2020.

BACCHI, M. D. **Análise espacial da produção de leite no Brasil**. 2019.100p. Dissertação (Mestrado em Ciências – Economia Aplicada). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2019.

BASTOS, R. A.; PINTO, S. M.; CARNEIRO, J. D. S.; RAMOS, T. M.; RAMOS, F. M. HADDAD, F. F. Avaliação da percepção e preferência dos consumidores em relação a queijo Prato. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, [S.l.], v. 68, n. 390, p. 12-19, Dez. 2013.

BELOTI, V. **Queijos frescos e maturados**. 2014. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/artigos/industria/queijos-frescos-e-maturados-205607n.aspx>. Acesso em: 19 mai. 2020.

BORELLI, B.M.; LACERDA, I.C.A.; BRANDÃO, L.R.; VIANNA, C.R.; FERREIRA, M.C.; GOMES, F.C.O.; CARMO, L.S.; HENEINE, L.G.D.; ROSA, C.A. Identification of *Staphylococcus* spp. isolated during the ripening process of a traditional Minas cheese. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.63, n.2, p.481-487, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC Nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da União**, Brasília, Distrito Federal, novembro de 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 4, de 1 de março de 2004. Inclui o termo “Muito” na expressão “Alto Umidade” nos itens 2.2 (Classificação), 4.2.3 (Requisitos Físico-Químicos) e 5.1 (Aditivos), no Regulamento

Técnico Para Fixação de Identidade e Qualidade do Queijo Minas Frescal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, março de 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 358, de 4 de setembro de 1997. Aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade do queijo Prato. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, setembro de 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. PORTARIA Nº 146, DE 7 de março de 1996. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Produtos Lácteos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, março de 1996.

CAMPOS, S. A. C., PEREIRA, M. W. G.; TEIXEIRA, E. C. **Trajetória de modernização da agropecuária mineira no período de 1996 a 2006**. Economia Aplicada, v. 18, n. 4, p. 717-739, 2014.

CASTRO, R. D.; OLIVEIRA, L. G.; SANT'ANNA, F. M.; LUIZ, L. M. P.; SANDES, S. H. C.; SILVA, C. I. F.; SILVA, A. M.; NUNES, A. C.; PENNA, C. F. A. M.; SOUZA, M. R. Lactic acid microbiota identification in water, raw milk, endogenous starter culture, and fresh Minas artisanal cheese from the Campo das Vertentes region of Brazil during the dry and rainy seasons. **Journal of Dairy Science** v. 99, n. 8, p. 6086-6096, 2016.

CHAVES, K. D. S. **Avaliação da maturação e perfil sensorial de queijos Prato probióticos tipo Lanche adicionado de *Lactobacillus acidophilus* La-5 e *Bifidobacterium Bb-12***. 2014. 95f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

CIÊNCIA DO LEITE. **Abiq**: mercado de queijos tem alto potencial de crescimento no Brasil. 06 de setembro de 2017. Disponível em: <https://cienciadoleite.com.br/noticia/4069/abiq-mercado-de-queijos-tem-alto-potencial-de-crescimento-no-brasil>. Acesso em: 26 maio 2020.

COELHO, K. O.; MESQUITA, A. J.; MACHADO, P. F.; OLIVEIRA, A. N.; SOUZA, C. M.; MEYER, P. M. Níveis de células somáticas sobre a proteólise do queijo Mussarela. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 3, p. 682-693, 2012.

DADALT, F.; PADILHA, R. L.; SANT'ANNA, V. Avaliação do tempo de cozimento da massa de queijo Prato lanche sobre a umidade do produto maturado. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 5, n.3, p. 257-262. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.21674/2448-0479.53.257-262>. Acesso em: 29/01/2020.

DIAMANTINO, I. M. **Efeito de substitutos de gordura na qualidade de queijo Prato com reduzido teor de gordura**. 2011. 68 f. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto. 2011.

DOMINGOS, L. D. **Influência da redução de gordura e da adição de concentrado proteico de soro nas características do queijo Prato durante a maturação**. 2015.

117f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 2015.

EMOND, C. FIL-IDF. Fédération Internationale du Lait – International Dairy Federation. Bulletin of the IDF N° 494/ 2018: **The World Dairy Situation 2018**. Acesso em 18 de maio de 2020. Disponível em: <<https://store.fil-idf.org/wp-content/uploads/2018/10/WDS2018Preview-1.pdf>> Acesso em 16 de julho de 2020.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027. Chapter 7 - **Dairy and dairy products. Cheese projections: Production and trade**. 2018. Disponível em: <http://www.agri-outlook.org/commodities/Agricultural-Outlook2018-Dairy.pdf> Acesso em: 19/05/2020.

FERRÃO, L. L.; SILVA, E. B.; SILVA, H. L. A.; SILVA, R.; MOLLAKHALILI, N.; GRANATO, D.; FREITAS, M. Q.; SILVA, M. C.; RAICES, R. S. L.; PADILHA, M. C.; ZACARCHENCO, P. B.; BARBOSA, M. I. M. J.; MORTAZAVIAN, A. M.; CRUZ, A. G. Strategies to develop healthier processed cheeses: Reduction of sodium and fat contents and use of prebiotics. **Food Research International**, v. 86, p. 93-102, 2016.

FIORAVANTI, C. Microrganismos do sabor. Estudo determina quais bactérias influenciam as características de 11 tipos de queijos artesanais do Brasil. **Revista Pesquisa FAPESP**. Ciência de Alimentos. Ano 20, edição 276. pg. 52 - 55. Fevereiro de 2019. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/folheie-a-edicao-276/>> Acesso em: 16/07/2020.

FREITAS, M. Avaliação microbiológica de queijos artesanais produzidos na cidade de Taió, Santa Catarina. **Saúde & Meio Ambiente**, Taió, p. 103–114, 2015.

FURTADO, M. M. Quesos típicos de Latinoamérica. Fonte Comunicações e Editora. **Revista Indústria de Laticínios**. 2005.

FURTADO, M. M.; LOURENÇO NETO, J. P. M. L. **Tecnologia de Queijos**: Manual Técnico para a Produção Industrial de Queijos. São Paulo: Dipemar, 1994.

GARCIA, J. K. S.; PRATES, R. P.; FARIAS, P. K. S.; GONÇALVES, S. F.; SOUZA, C. N. Qualidade microbiológica de queijos frescos artesanais comercializados na região do norte de Minas Gerais. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 2, p. 58-65, 2016. <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2016.2924>. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/2924>> Acesso em: 19 de maio de 2020.

HICKEY, D. K., KILCAWLEY, K. N., BERESFORD, T. P., & WILKINSON, M. G. Lipolysis in cheddar cheese made from raw, thermized, and pasteurized milks. **Journal of dairy science**, v. 90, n. 1, p. 47-56, 2007

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estatística da Produção Pecuária Abril – Junho de 2018**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2380/epp_2018_2tri.pdf. Acesso em: 20 Ago.2019.

LANA, M. S.; MARTINS, P. C.; CARNEIRO, A. V. **Sul torna-se referência para o leite brasileiro**. Anuário Leite 2019, Embrapa Gado de Leite. p.60-61, 2019. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1109959>. Acesso em: 19 mai. 2020.

LEITE, J. L. B.; RESENDE, J. C.; STOCK, L. A. **Desempenho do mercado brasileiro de lácteos**. Anuário Leite 2019, Embrapa Gado de Leite. p.25-27, 2019. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1109959>. Acesso em: 19 mai. 2020.

LIMA NETO, A. C. S. L. EMBRAPA. Anuário Leite 2019. Opinião. **Leite de Goiás tem potencial para crescer**. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1109959>. Acesso em: 20 mai. 2020.

LUCAS, S. D.; SCALCO, A.; FELDHAUS, S.; DRUNKLER, D. A.; COLLA, E. Padrão de identidade e qualidade de queijos Colonial e Prato, comercializados na cidade de Medianeira-PR. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 67, n. 386, p. 38-44, 2012.

MARTINS, J. M.; GALINARI, É.; PIMENTEL-FILHO, N. J.; RIBEIRO-JÚNIOR, J. I.; FURTADO, M. M.; FERREIRA, C. L. L. F. Determining the minimum ripening time of artisanal Minas cheese, a traditional Brazilian cheese. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 46, n. 1, p. 219-230, 2015.

MAYRA-MAKINEN, A; BIGRET, M. **Industrial Use and Production of Lactic Acid Bacteria**. Lactic Acid Bacteria Microbiological and Functional Aspects. Food Science and Thecnology. Third Edition, Revised and Expanded Third Edition, Revised and Expanded. 2004. New York Base: Marcel Dekker, Inc. 2004.

MCCARTHY, C. M.; KELLY, P. M.; WILKINSON, M. G.; GUINEE, T. P. Effect of fat and salt reduction on the changes in the concentrations of free amino acids and free fatty acids in Cheddar-style cheeses during maturation. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 59, p. 132-140, 2017.

MELO, A. C. M.; ALVES, L. M. C.; COSTA, F. N. Avaliação da qualidade microbiológica do queijo tipo Minas Padrão comercializado na Cidade de São Luís, MA. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 4, p. 547-551, 2009.

MILKPOINT. Notícias & Mercado. **Panorama do mercado global de lácteos em maio. Queijo**. 07 de maio de 2020. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/giro-noticias/panorama-do-mercado-global-de-lacteos-em-maio-relatorio-da-maxum-foods-219354/> . Acesso em 18 maio 2020.

MONTEIRO, A. A.; PIRES, A. C. S.; ARAÚJO, E. A. **Tecnologia de Produção de Derivados de Leite**. 81 p. Viçosa: Editora UFV, 2007.

NARDY, V. P. D. R.; CARVALHO, G. R.; ROCHA, D. T. DA. Mercado de leite fluido e queijos no Brasil: uma análise de 2005 a 2016. *In: WORKSHOP DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE LEITE*, 2019, Juiz de Fora, MG. **Anais [...]** Juiz de Fora, fev. de 2019.

NOLASCO, A. C.; RAMOS, G. L. P. A.; AZEREDO, D. R. P.; DA CRUZ, A. G. Os impactos da mudança na temperatura de armazenamento de queijos muçarela em uma rede de pizzarias no Brasil. **Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, v. 1, n. 5, p. 37-54, 2020.

O'CONNOR, T. P.; O'BRIEN, N. M. Butter and other milk fat products – fat replacers. **Encyclopedia of dairy sciences**, v.2, p. 528-532, 2011.

OLIVEIRA, F. C. R.; HOFFMANN, R. Consumo de alimentos orgânicos e de produtos light ou diet no Brasil: fatores condicionantes e elasticidades-renda. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 22, n. 1, p. 541-557, 2015.

OLIVEIRA, M. B. **Avaliação de queijos ricota comercializados em Goiânia-GO e queijos processados com diferentes concentrações de leite e adicionados de proteínas de soja e cálcio**. 2012. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2012.

PEROBELLI, F. S.; ARAÚJO JÚNIOR, I. F.; CASTRO, L. S. As dimensões espaciais da cadeia produtiva do leite em Minas Gerais. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 28, n.1, p. 297-337, 2018.

PICININ, L. C. A.; BORDIGNON-LUIZ, M. T.; CERQUEIRA, M. M. O. P.; TOALDO, I. M.; SOUZA, F. N.; LEITE, M. O.; FONSECA, L. M.; LANA, A. M. Q. Effect of seasonal conditions and milk management practices on bulk milk quality in Minas Gerais State – Brazil. *Arq. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.71, n.4, p.1355-1363, 2019.

PITHAN-SILVA, R. O.; BUENO, C. R. F.; AMARAL, A. M. P.; ZACARCHENCO, P. B. Soro em pó: considerações sobre sua participação na cadeia do leite no Brasil. **Revista Indústria de Laticínios**, v. 20, n. 210, p. 79-81, 2016.

RABELO, R. Quarentena derruba consumo de queijos; Abiq busca forma de financiar estocagem. **Estadão Conteúdo**, 30 mar 2020. Economia. Disponível em: <https://www.bol.uol.com.br/noticias/2020/03/30/quarentena-derruba-consumo-de-queijos-abiq-busca-forma-de-financiar-estocagem.htm>. Acesso em: 19 maio 2020.

REGINATO, A. M.; VALIATTI, T. B.; SOBRAL, F. O. S.; ROMÃO, N. F. Avaliação microbiológica de queijo tipo mussarela fatiado comercializado em supermercados do município de Ji Paraná – Rondônia. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**. v.13, n.1. p. 89 – 97, jan – mar (2019). ISSN: 1981-2965. Disponível em: <http://www.higieneanimal.ufc.br/seer/index.php/higieneanimal/article/view/504>. Acesso: 24 maio 2020.

RIBEIRO, E. DE S. E S.; NASCIMENTO, A. F. DO; SILVA, L. D.; LIRA, N. DE A.; PASSAMANI, F. R. F.; BATISTA, L. R.; MATTEOLI, F. P. Occurrence of filamentous fungi isolated from matured blue cheese. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 23, e2019074, 2020.

ROCHA, G. L. **Influência do tratamento térmico no valor nutricional do leite fluido**. 2004. 44f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Católica de Goiás, Departamento de Matemática e Física Engenharia de Alimentos, Goiânia, 2004.

SANTIN, J. **Quais são as principais tendências para o mercado de queijos?** Novidades e lançamentos em lácteos. MILKPOINT. Colunas. 12 de março de 2018. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/novidades-lancamentos-lacteos/quais-sao-as-principais-tendencias-para-o-mercado-de-queijos-207180/>. Acesso em 19 maio 2020.

SANTIS, V. B. G. D. **Queijo Minas padrão com baixo teor de sódio e gordura: caracterização físico-química e sensorial**. 2016. 67f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2016.

SILVA, E. I. C. **Produção mundial de Leite em 2018**: análise sobre o crescente aumento da produção e da produtividade. 2019. Universidade Federal Rural De Pernambuco Departamento De Zootecnia – UFRPE . Disponível em: <https://philpapers.org/archive/DASANP-2.pdf> . Acesso em: 17 mai. 2020.

SILVA, L. F. B.; BORTOLUCI, F.; VIVAN, A. C. P. Análise microbiológica de queijos tipo Minas Frescal oriundos de diferentes formas de produção. **SALUSVITA**, Bauru, v. 38, n. 2, p. 329-343, 2019.

SILVA, F. T. **Queijo Minas Frescal**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2005. 50 p. (Coleção Agroindústria Familiar).

SIQUEIRA, K. B. **Consumo de leite e derivados no Brasil**. Análise. EMBRAPA. Anuário Leite 2019. p. 24 - 25. 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/198698/1/Anuario-LEITE-2019.pdf>. Acesso em 18 maio 2020.

SOUZA, H. F.; PEREIRA, G. S. L.; GUIMARÃES, F.; NEVES, L. F.; SOARES, S. B.; DE CARVALHO, B. M. A.; BRANDI, I. V. Características físico-químicas do queijo Minas Frescal comercializados em feiras livres da cidade de Montes Claros, Minas Gerais. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 11, p. 1-5, 2019.

SPADOTI, L. M.; VIEIRA, M. C.; CAVICHIOLO, J. R.; GOMES, R. A. R.; ZACARCHENCO, P. B.; ALVES, A. T. S. Análise comparativa e viabilidade econômica da produção industrial de queijo minas frescal tradicional e light com diferentes teores de concentrado proteico de soro. **Informações Econômicas**, v. 46, n. 6, p. 13-26, 2016.

STATISTA. Business Data Platform. **Major cheese producing countries in 2019.**

Disponível em:

<https://www.statista.com/statistics/195809/cheese-production-in-selected-countries-2009/>

Acesso em: 18 maio 2020.

VILELA, D.; RESENDE, J. C. Cenário para a produção de leite no Brasil na próxima década. *In: SUL LEITE – SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA LEITEIRA DA REGIÃO SUL DO BRASIL*, 6., 2014, Maringá, PR. **Anais[...]** Maringá: 2014.

ZACARCHENCO, P. B.; VAN DENDER, A. G. F.; REGO, R. A. **Brasil Dairy Trends 2020**. 1 ed. Campinas: ITAL, 2017. 343p.

ZOCCAL, R. **Indicadores da produção mundial de leite**. Anuário Leite 2018. São Paulo: Embrapa Gado de Leite, p. 18-20, 2018. Disponível em: embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094149/anuario-leite-2018-indicadores-tendencias-e-oportunidades-para-quem-vive-no-setor-leiteiro. Acesso em: 21 mai. 2020.

ZOCCAL, R. **Leite nas grandes regiões brasileiras**. Anuário Leite 2019. São Paulo: Embrapa Gado de Leite, p.52-59, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1109959/anuario-leite-2019-novos-produtos-e-novas-estrategias-da-cadeia-do-leite-para-ganhar-competitividade-e-conquistar-os-clientes-finais>. Acesso em: 19 mai. 2020.

CAPÍTULO 8 - ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FARINHA DE BAGAÇO DE MALTE E UTILIZAÇÃO EM PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO

Giovana Moreira da Costa
Luzia das Dores de Assis
Isabela Campelo Queiroz
Maurício Henriques Louzada
Vanessa Riani Olmi Silva

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL 2020), o Brasil alcançou a marca de 1.209 cervejarias registradas em 26 Unidades da Federação, somente o estado do Acre ainda não possui cervejarias registradas. Em 2018, quando o país atingiu a marca de 889 cervejarias, foram registrados 210 novos estabelecimentos, sendo que a cada dois dias uma cervejaria abria as portas no Brasil. Já em 2019 o crescimento foi ainda maior, foram 320 novas cervejarias registradas, ou seja, quase uma nova cervejaria por dia no país. Esse número considerável engloba em sua maioria microcervejarias, e ainda existem inúmeras outras fora dessa contagem, que ainda não se registraram no MAPA.

A produção em microcervejarias, apesar de ser em menor escala que grandes indústrias cervejeiras, gera uma grande quantidade de resíduos. Entre esses resíduos encontra-se o bagaço de malte, resultante da mosturação, primeira etapa da produção de cerveja, onde se obtém o mosto a partir de água e malte. O bagaço de malte pode ter um valor nutricional considerável que deve ser avaliado para sua melhor incorporação na área alimentícia, a fim de se elaborar novos produtos com maior valor agregado, diminuir a quantidade de resíduos produzidos e aumentar a receita dos produtores.

O aproveitamento de resíduos agroindustriais como matéria prima para novos produtos vem despertando o interesse tanto de pesquisadores como das indústrias produtoras. Nos últimos anos a utilização sustentável desses subprodutos gerados no setor agroalimentar tornou-se cada vez mais importante e um desafio na ciência e tecnologia de alimentos (NOCENTE *et. al.*, 2019).

A transformação do bagaço de malte em ingrediente alimentar na elaboração de produtos com características funcionais representa uma boa estratégia principalmente para microcervejarias. Neste contexto, é essencial desenvolver uma caracterização mais detalhada do bagaço para destacar seu potencial no desenvolvimento de novos produtos

e simultaneamente resolver os problemas ambientais relacionados ao seu descarte (FARCAS *et. al.*, 2015).

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Obtenção e caracterização do bagaço de malte

O malte é um dos principais ingredientes na fabricação de cerveja, fornecendo o amido e as enzimas necessárias para produzir os açúcares fermentáveis que são transformados por leveduras em álcool no processo de fermentação. O malte também fornece a cor e o sabor, compostos gerados durante a etapa de mosturação, que contribuem para o caráter final da cerveja (FARCAS *et. al.*, 2015).

Mussato, Dragone e Roberto (2006) descreveram a obtenção do malte da seguinte forma: inicialmente os grãos limpos de cevada são submetidos à maceração seguida pelos processos de germinação e moagem, sendo o conjunto dessas três etapas denominado malteação. Na maceração, a cevada é colocada em água por 48h, à temperatura entre 5 e 18 °C, até alcançar entre 42 e 48% de umidade para induzir a germinação dos grãos. O material resultante desta etapa passa pelo processo de germinação sob fluxo de ar úmido em condições controladas de temperatura (15 a 21 °C), sendo formadas e ativadas as principais enzimas do malte, tais como amilases, proteases e glucanases. Posteriormente a semente germinada, malte de cevada, é submetida à secagem em temperatura entre 40 a 60 °C até obter um teor de umidade de 4 a 5% para assim evitar o desenvolvimento microbiano e desenvolver o sabor característico do malte. Por fim, o malte é armazenado em silos durante 3 a 4 semanas para homogeneizar seu teor de umidade.

O grão de cevada pode ser dividido em três partes principais: germe (embrião), endosperma (aleurona e endosperma amiláceo) e coberturas de grãos. Durante o processo de fabricação de cerveja, o endosperma amiláceo de cevada maltada é submetido a degradação enzimática, resultando na liberação de carboidratos fermentáveis (maltose e maltotriose) e não fermentáveis (dextrinas), proteínas solúveis, polipeptídios e aminoácidos. O meio resultante, que será fermentado em cerveja pela ação de fermento, é conhecido como mosto. Os componentes de grãos insolúveis que compreendem, principalmente, os revestimentos de grãos, é o que chamamos de bagaço de malte (BM) (LYNCH; STEFFEN; ARENDT, 2016).

O BM é um importante subproduto do processo de fabricação cervejeira, representando até 30% (m/m) do grão maltado inicial, consiste no resíduo de cevada maltada insolúvel que inclui as camadas do pericarpo da casca do grão, este representa cerca de 85% do total de subproduto gerado, sendo o restante a levedura residual e o *trub* quente (NOCENTE *et. al.*, 2019). Este está, portanto, disponível em alto volume e em baixo custo. No Brasil, em momentos anteriores essa produção já correspondia a uma produção anual de 2,6 milhões de toneladas (SANTOS, 2014).

O resíduo da mosturação representa uma fonte de biomassa lignocelulósica (BARAKAT; VRIES; ROUAU, 2013). As formas mais adotadas para a destinação dos resíduos lignocelulósicos incluem a deposição em aterro, incineração e alimentação de animais (LIGUORI; AMORE; FARACO, 2013). As cervejarias artesanais nos Estados Unidos utilizam o BM para alimentação animal, compostagem, fontes alternativas de energia e cultivo de microrganismos, no entanto, o BM que não é utilizado é depositado em aterros levando a perda de recursos naturais, além das emissões de gases de efeito estufa (KITRYTE; SADUIKIS; VENSKUTONIS, 2015).

O BM apresenta alto índice de umidade, pois de acordo com Cordeiro (2011) chega 75,45%. Este teor elevado de umidade aumenta o custo do transporte, motivo que leva ao fornecimento local como alimento para o gado, porém Mussato (2014) afirma que muitas vezes a oferta de BM e pode superar a demanda.

Outro problema é o elevado conteúdo de polissacarídeos e proteínas, que associados ao alto teor de umidade do BM torna-o susceptível ao crescimento microbiano e à deterioração, sendo este um problema que pode restringir a sua exploração. Portanto, esse material deve ser estabilizado e armazenado em condições apropriadas após a mosturação caso se pretenda utilizá-lo em um estágio posterior (LYNCH; STEFFEN; ARENDT, 2016).

Vários métodos físicos de preservação foram examinados, incluindo secagem ao forno, liofilização, congelamento e uso de vapor superaquecido. O congelamento é visto como inadequado, devido ao grande volume a ser armazenado, e o método de liofilização não é visto como economicamente viável (SANTOS *et. al.*, 2003). A secagem ao forno é elencada como o método mais adequado para preservação do bagaço, no entanto, esta deve ser conduzida em temperaturas menores que 60 °C, para não gerar sabores desagradáveis. Seja qual for o processo, as condições de secagem podem favorecer

fenômenos oxidativos que contribuem, em conjunto com a polimerização, reações que formam novos compostos que podem causar perda na qualidade sensorial (DEUS, 2015). Um método de secagem alternativo é usar vapor superaquecido, este mostrou-se vantajoso porque foi gasta uma menor quantidade de energia que a secagem ao forno, além de uma eficiência de secagem maior (TANG *et. al.*, 2004; TANG *et. al.*, 2005).

2.1 Caracterização físico-química do bagaço de malte

O grande interesse mostrado no resíduo de cerveja deve-se à sua composição química que permite a sua reutilização em diferentes áreas como ingrediente alimentar, matéria-prima para uso microbiológico ou conversão química, farmacêutica, cosmética ou outras indústrias (NIEMI *et. al.*, 2012; DEL RÍO; PRINSEN; GUTIERREZ, 2013). Este subproduto é considerado como um material lignocelulósico rico em proteínas e fibras, que representam cerca de 20 e 60% de sua composição em base seca, respectivamente (KTENIOUDAKI *et. al.*, 2013).

O BM também tem aminoácidos essenciais, bem como níveis apreciáveis de lipídios, minerais, polifenóis e vitaminas (MUSSATTO; DRAGONE; ROBERTO, 2006).

O BM é um composto heterogêneo, particularmente no que se refere à variação intercervejeira (TABELA 1). Isso se deve a uma série de fatores, como a variedade de cereais, o tempo de colheita, o regime de maltagem e trituração, e ao momento de adição dos adjuntos na fabricação de cerveja (STEINER; PROCOPIO; BECKER, 2015).

Tabela 2 - Composição química centesimal do bagaço de malte estudado por diferentes autores

| Componentes | Xiros <i>et. al.</i> (2008) | Meneses <i>et. al.</i> (2013) | Ktenioudaki <i>et. al.</i> (2013) | Nascimento; Calado; Carvalho (2017) | Nocente <i>et. al.</i> (2019) |
|-------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| Fibra (Insolúvel) | 63,5 | 60,4 | 60,5 | 52,1 | 51,3 |
| Proteínas | 14,2 | 24,7 | 20,8 | 21,8 | 14,5 |
| Lipídios | 13,0 | nd | 4,5 | 12,5 | - |
| Cinzas | - | 4,2 | 3,3 | 2,8 | 2,7 |

*Porcentagem em massa seca; nd = não determinado.

Fonte: dos autores

2.2.1. Proteínas

O teor de proteína do bagaço de malte varia consideravelmente, mas tipicamente está presente em níveis de, aproximadamente, 15-20% por massa seca. As mais abundantes em BM são hordeínas, glutelinas, globulinas e albuminas. Os aminoácidos essenciais representam, aproximadamente, 30% do teor total de proteína, sendo a lisina a de maior representatividade (TABELA 2) (CELUS; BRIJS; DELCOUR, 2006).

Os pães e lanches enriquecidos com BM aumentaram o teor de fibras e proteínas na dieta (STOJCESKA ; AINSWORTH, 2008, STOJCESKA *et. al.*, 2008). Os hidrolisados de proteína do BM demonstraram ter efeitos imunomoduladores seletivos que podem ser benéficos no controle de doenças inflamatórias (MCCARTHY *et. al.*, 2013).

Tabela 3 - Aminoácidos essenciais presentes no bagaço de malte, malte e cevada

| Aminoácidos essenciais | Bagaço de Malte | Malte | Cevada |
|------------------------|-----------------|-------|--------|
| | (%) | | |
| Lisina | 14,31 | 3,69 | 2,52 |
| Leucina | 6,12 | 0,29 | 0,30 |
| Fenilalanina | 4,64 | 0,21 | 0,20 |
| Isoleucina | 3,31 | 0,17 | 0,17 |
| Tirosina | 0,71 | 0,02 | 0,01 |
| Triptofano | 0,14 | nd | 0,01 |
| Metionina | nd | nd | 0,03 |

Fonte: Lynch; Steffen; Arendt, (2016) nd = não determinado *Expresso em percentual total de proteína.

2.2.2. Lipídios

Lipídio, um dos macronutrientes nutricionais e com uma ampla gama de aplicações industriais, tornam o BM atraente fonte alternativa de lipídios biológicos. De acordo com estudos recentes, os lipídios predominantes identificados em BM foram triglicerídeos, 55% a 67% de todos os compostos identificados, seguido por uma quantidade notável de ácidos graxos livres, de 18 até 30% (NIEMI *et. al.*, 2012; DEL RÍO; PRINSEN; GUTIERREZ, 2013).

Farcas *et. al.* (2015) estudando lipídios no resíduo de malte na forma seca e liofilizada, comparando-o com farinha de trigo, cevada e o próprio malte, encontraram os seguintes dados: o conteúdo total foi de 0,89% em amostra de farinha de trigo e de até

6,61% em amostra de BM seco. Foram identificados 26 ácidos graxos nas amostras analisadas, sendo os mais abundantes os ácidos linoleico, palmítico e oleico. Esses dados concordam com trabalhos publicados anteriormente por Niemi *et. al.* (2012), que também encontraram esses três ácidos graxos como os principais em grãos residuais de malte após a mosturação. Os perfis de ácidos graxos das amostras de cevada, malte e BM foram qualitativamente semelhantes.

2.2.3. Fibras alimentares

O *Codex Alimentarius* define fibras alimentares como polímeros de carboidratos com dez ou mais unidades monoméricas, que não são hidrolisadas pelas enzimas endógenas do intestino delgado dos seres humanos e pertencem às seguintes categorias: polímeros de carboidratos comestíveis que ocorrem naturalmente nos alimentos quando consumidos; polímeros de carboidratos obtidos a partir de matérias-primas alimentares por meios físicos, enzimáticos ou químicos e que tenham um efeito fisiológico benéfico demonstrado por evidências científicas; e polímeros comestíveis de carboidratos sintéticos ou modificados que exibem efeitos benéficos à saúde que são demonstrados por evidências científicas (ALBA; CAMPBELL; KONTOGIORGOS, 2019).

A fibra alimentar é classificada em solúvel e insolúvel (com base na sua solubilidade em água), cada uma das quais com diferentes efeitos fisiológicos benéficos (CHAKRABORTY *et. al.*, 2019). As fibras solúveis são oligossacarídeos, pectinas, β -glucanos, alginato de goma galactomanana e fibra de psyllium; e fibras insolúveis são celulose, hemicelulose e lignina (SIRBU; ARGHIRE, 2017).

A ingestão de fibra fornece muitos benefícios à saúde, reduzindo o risco de desenvolver doenças cardíacas, acidente vascular cerebral, hipertensão, diabetes, obesidade e certos distúrbios gastrointestinais (ANDERSON *et. al.*, 2009; LI; KOMAREK, 2017). As pesquisas de aplicação de fibra incluem principalmente a adição à farinha de trigo, carne e produtos lácteos, ou seu uso como aditivos (YANG *et. al.*, 2017).

As fibras são um dos principais componentes encontrados em BM, dos Santos *et. al.* (2015) encontraram os seguintes valores para fibra neste subproduto, 22,36% de celulose, 25,78% de hemicelulose e 30,48% de lignina.

Os polissacarídeos no BM são representados por celulose (formada por unidades repetitivas de β -d-glucopiranosose) e hemicelulose (heteropolímero formado por açúcares

não celulósicos tais como manose, xilose, galactose e arabinose) e compreendem quase 45% do peso seco total (RAVINDRAN *et. al.*, 2018).

Uma proporção significativa de arabinoxilano, presente no BM, pode atuar como um prebiótico, sendo fermentado pela microbiota do intestino. De acordo com a Comissão da União Europeia, a lignina é incluída como componente da fibra alimentar quando permanece intimamente associada aos polissacarídeos das plantas originais. Outra fibra importante presente no BM é β -glucano (LYNCH; STEFFEN; ARENDT, 2016), que é um polissacarídeo de fibra solúvel e de cadeia longa com monômeros de D-glicose conectados por meio de ligações β - glicosídicas (1,3) e (1,4) encontradas, principalmente, no endosperma do núcleo. Muitos grãos de cereais contêm β -glucano, mas quantidades significativas são encontradas na cevada (2 a 20%) e na aveia (3 a 8%), o que supostamente proporciona os benefícios à saúde associados a ambos os grãos (MAHESHWARI; SOWRIRAJAN; JOSEPH, 2017; STEINER; PROCOPIO; BECKER, 2015).

2.2.4. Compostos fenólicos

Recentes avanços asseguram que os grãos já utilizados no processo de fabricação da cerveja, não sejam mais considerados como um produto de descarte, mas sim uma fonte rica de compostos bioativos (SOCACI *et. al.*, 2018). O BM representa uma fonte valiosa de compostos fenólicos, que atraíram muita atenção devido aos seus diversos benefícios à saúde. Estratégias relevantes foram desenvolvidas para sua extração eficiente, a fim de explorar comercialmente este subproduto (GUIDO; MOREIRA, 2017).

Antioxidantes naturais são encontrados em BM e representam uma alternativa barata aos antioxidantes sintéticos. Como a maioria dos compostos fenólicos do grão de cevada está contida na casca e os ácidos hidroxicinâmicos se acumulam nas paredes celulares, o BM é uma fonte potencialmente valiosa de ácidos fenólicos (MUSSATO, 2014). Flavonóides, como uma classe de compostos fenólicos, também estão presentes no BM (FARCAS *et. al.*, 2015). O ácido ferúlico e o p-cumárico são os ácidos fenólicos mais abundantes estando presentes no BM em concentrações que variam de 1860 a 1948 mg/g e de 565 a 794 mg/g, respectivamente, sendo os próximos mais expressivos os ácidos, cafeico e siríngico (MCCARTHY *et. al.*, 2013).

Farcas *et. al.* (2015) encontraram os seguintes dados (TABELA 3) ao analisarem a atividade antioxidante de cevada, maltes, bagaço seco e liofilizado e farinhas de trigo, o que demonstra que o potencial antioxidante de uma farinha de BM é maior que de farinhas tradicionais usados em produtos de panificação.

Tabela 4 - Fenóis totais, flavonóides e valores de atividade antioxidante de cevada primavera, alguns maltes, BM, farinha de trigo e farinha integral

| Amostra | Fenóis totais (mgAG/100g) | Flavonóides (mgQE/100g) | Inibição de DPPH (%) |
|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Cevada primavera | 133,93± 2,45 | 6,17±0,11 | 43,17±0,07 |
| <i>Pilsner</i> malte | 148,42±0,51 | 5,28±0,13 | 46,36±0,1 |
| Malte <i>caramunich</i> | 256,42±6,18 | 10,72±0,18 | 57,87±0,07 |
| Malte <i>carafa</i> | 335,88±4,41 | 8,97±0,16 | 42,07±0,02 |
| BM seco | 284,20±3,07 | 13,16±0,27 | 55,95±0,28 |
| BM liofilizado | 291,47±2,89 | 10,35±0,16 | 53,78±0,07 |
| Farinha de trigo | 21,12±1,42 | 2,85±0,10 | 32,74±0,24 |
| Farinha de trigo integral | 64,68±3,48 | 3,18±0,15 | 37,54±0,36 |

Fonte: Farcas *et. al.* (2015).

2.3. Glúten

O glúten de trigo é a proteína que garante a elasticidade em uma massa, ou seja, é responsável principalmente pelas propriedades viscoelásticas na massa de farinha de trigo e pela formação da estrutura de uma rede através de ligações inter-cadeia e dissulfeto intermolecular (DAY *et. al.*, 2006). Acredita-se também que a proteína do glúten seja segura para uso como fortalecedor de massa, suplemento nutritivo, agente de processamento, estabilizador e gelificante (ASGAR *et. al.*, 2010).

De acordo com a solubilidade em etanol, o glúten é dividido principalmente em gluteninas poliméricas insolúveis (30 a 40%) e gliadinas monoméricas solúveis (40 a 50%) (WANG; JIN; XU, 2015). A gliadina causa comportamento viscoso e a glutenina confere elasticidade à massa. A rede tridimensional de glúten viscoelástico é superposta por ligações dissulfeto covalentes e interações não covalentes, como ligações de hidrogênio, ligações iônicas e ligações hidrofóbicas (LI *et. al.*, 2019).

Alergias ao trigo, doença celíaca e sensibilidade ao glúten são todas causadas pelo consumo de glúten de trigo (ELLI *et. al.*, 2015). A doença celíaca é uma doença autoimune crônica mais comum no mundo e é considerada um problema de saúde global

(PARZANESE *et. al.*, 2017). Esta é um distúrbio complexo caracterizado por uma reação imunomediada ao glúten que ocorre em indivíduos geneticamente predispostos. Pacientes celíacos reagem a proteínas da dieta, denominadas prolaminas, que são ricas em resíduos de prolina e glutamina, incluindo gliadinas e gluteninas de trigo, secalinas de centeio e hordeínas de cevada (LEBWOHL; SANDERS; GREEN, 2018). Provou-se principalmente que as prolaminas do trigo (gliadina), cevada (hordeína) e centeio (secalinas) desencadeiam a reação tóxica (FRIC, GABROVSKA; NEVORAL, 2011).

Atualmente, os métodos oficiais validados para a detecção de glúten em alimentos são baseados em ensaios imunoabsorventes ligados a enzimas (ELISA) e dispositivos de fluxo lateral (MELINI; MELINI, 2018). Os ensaios imunológicos são métodos bem aceitos para rastrear a contaminação por glúten, devido ao seu fácil manuseio e à sua disponibilidade como kits comerciais de alto rendimento a um preço relativamente baixo. No entanto, a estimativa do conteúdo de prolamina por meio desses kits é influenciada por vários fatores (por exemplo, tipo de anticorpo, procedimento de extração de glúten, falta de materiais de referência etc.) que podem levar a discrepâncias na reprodutibilidade quando diferentes kits ELISA são comparados, conforme relatado por vários autores (BRUINS-SLOT *et. al.*, 2015; RZYCHON *et. al.*, 2017).

Durante o processo de mosturação da cerveja, quando certos componentes do malte são solubilizados em água, a maioria das proteínas é precipitada e apenas algumas são hidrolisadas em polipeptídeos simples. A maioria da proteína precipitada permanece no resíduo de malte após o processo de lavagem. Hager *et. al.* (2014) ao estudar o teor de glúten dos produtos intermediários da produção de cerveja, encontrou 48 ppm no mosto e 6 ppm na cerveja (produto final), ou seja, a maioria do glúten ficou no resíduo da mosturação, o BM. Deste modo, é interessante a avaliação da concentração de glúten na FBM para avaliar sua aplicabilidade em produtos de panificação.

2.4. Potencial utilização do bagaço de malte em produtos de panificação

Os principais componentes do BM, que são de interesse em relação aos potenciais benefícios para a saúde, são os componentes de fibra alimentar (por exemplo, Arabinoxilano, β -glucanos) e fenólicos (por exemplo, ácido hidroxicinâmico). A fração proteica também é interessante devido ao seu conteúdo relativamente elevado de

aminoácidos essenciais, como a lisina, em comparação com outros produtos de cereais (LYNCH; STEFFEN; ARENDT, 2016).

Os subprodutos ricos em fibras e compostos bioativos são muito interessantes para os processadores de alimentos, especialmente porque os consumidores preferem suplementos naturais, temendo que os ingredientes sintéticos possam ser a fonte de toxicidade. Estes subprodutos podem ser incorporados em produtos alimentares como em substituição parcial de farinha, gordura ou açúcar, como potenciadores da retenção de água e óleo e para melhorar a emulsão ou estabilizações oxidativas. No entanto, a porcentagem de fibra que pode ser adicionada é limitada, pois pode causar alterações indesejáveis na cor e na textura dos alimentos (ELLEUCH *et. al.*, 2011).

Ktenioudaki *et. al.* (2013), ao adicionarem BM em *snacks*, verificaram alteração do perfil de odor dos lanches, porém os resultados sensoriais indicaram que os lanches contendo BM a um nível de 10% eram altamente aceitáveis e ressaltavam a possibilidade de usá-lo como ingrediente de panificação.

Segundo Reis, Abu Ghannam (2014), o BM pode ser usado como ingrediente na formulação de lanches extrusados e *breadsticks* para gerar produtos mais ricos em antioxidantes e fibras e com baixos índices glicêmicos.

O trabalho de Cappa, Alamprese (2017) demonstrou que, utilizando ovo em pó é possível valorizar o BM na produção de uma massa de ovos frescos de valor agregado que pode ser reivindicada como "fonte de fibra".

Segundo Rigo *et. al.* (2017), a utilização da farinha de bagaço de malte (FBM) como substituto parcial da farinha de trigo torna-se promissor para grupos de consumidores com carências nutricionais, pois a farinha apresentou maiores teores de cinzas, proteínas, lipídios e fibras, em comparação à farinha de trigo. Seus resultados evidenciaram que as formulações de biscoitos com adição de FBM apresentaram maiores teores de proteínas e fibras, em relação à formulação padrão com farinha de trigo. Os biscoitos tipo *cookie* foram mais bem aceitos nos atributos de textura e aceitação global do que a formulação padrão, sugeriram assim a viabilidade de produção destes biscoitos com 10, 20 e 30% da farinha em substituição parcial à farinha de trigo, com qualidade sensorial e nutricional.

Nocente *et. al.* (2019) utilizaram BM para enriquecer a semolina e desenvolver massas secas de macarrão com um potencial nutricional melhor. Estes pesquisadores

adicionaram 5, 10 e 20% de BM à sêmola de trigo. O macarrão enriquecido mostrou aumento de até 135% na fibra, 85% em β -glucana e 19% em capacidade antioxidante total e não houve diferença significativa nas propriedades sensoriais da massa cozida.

3 CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS

Analisando a composição centesimal da farinha elaborada a partir do resíduo de produção de cerveja, mais especificamente o bagaço de malte, ficou evidenciado o potencial de incorporação desse subproduto como ingrediente alimentar. Altos níveis de proteína, fibras e compostos bioativos se fazem presente neste resíduo.

Devido ao baixo teor de glúten, a FBM pode ser valorizada na elaboração de produtos com baixo teor de glúten e ou sem glúten dependendo do percentual de substituição, ficando limitado seu uso para certos produtos como pães, em maiores quantidades, sem que seja utilizado algum ingrediente complementar que evite perda na qualidade da massa.

A reutilização do bagaço de malte, na alimentação humana representa um procedimento de caráter sustentável e que deve ser explorado cada vez mais, devido as suas boas características nutricionais concomitantes à sua oferta farta. Pesquisas de incorporação deste tipo de farinha em diversos tipos de alimentos podem ser exploradas.

REFERÊNCIAS

ALBA, K., CAMPBELL, G. M., KONTOGIORGOS, V. Dietary fiber from berry-processing waste and its impact on bread structure: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, p. 4189-4199, 2019.

ANDERSON, J. W., BAIRD, P., DAVIS, R. H., FERRERI, S., KNUDTSON, M., KORAYM, A., WILLIAMS, C. L. Health Benefits of Dietary Fiber. **Nutrition Reviews**, v. 67, p.188-205, 2009.

ASGAR, M. A., FAZILAH, A., HUDA, N., BHAT, R., KARIM, A.A. Nonmeat protein alternatives as meat extenders and meat analogs Comprehensive Reviews. **Food Science and Food Safety**, v. 9, p. 513-529, 2010.

BARAKAT, A., VRIES, H. DE, ROUAU, X. Bioresource Technology Dry fractionation process as an important step in current and future lignocellulose biorefineries: A review. **Bioresource Technology**, v. 134, p. 362–373, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Anuário da cerveja 2019**. Brasília: MAPA. 2020.

BRUINS-SLOT, D., BREMER, M. G. E. G., VAN DER FELLS-KLERX, I., HAMER, R. J. Evaluating the performance of gluten ELISA test kits: The numbers do not tell the tale. **Cereal Chemistry**, v. 92, p. 513-521, 2015.

CAPPA, C., ALAMPRESE, C. Brewer's spent grain valorization in fiber-enriched fresh egg pasta production: Modelling and optimization study. **Food Science and Technology**, V. 82, p. 464-470, 2017.

CELUS, I., BRIJS, K., DELCOUR, J. A. The effects of malting and grinding on barley protein extraction. **Journal of Cereal Science**, v. 44, p. 203–211, 2006.

CHAKRABORTY, P., WITT, T., HARRIS, D., ASHTON, J., STOKES, J. R., SMYTH, H. E. Texture and mouthfeel perceptions of a model beverage system containing soluble and insoluble oat bran fibers. **Food Research International**, v. 120, p. 62-72, 2019.

CORDEIRO, L. G. **Caracterização e viabilidade econômica do bagaço de malte oriundos de cervejarias para fins energéticos**. 2011. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, 2011.

DAY, L., AUGUSTIN, M. A., BATEY, I. L., WRIGLEV, C. W. Wheat-gluten uses and industry needs. **Trends in Food & Technology**, v. 17, n. 2, p. 82-90, 2006.

DEL RÍO, J.C., PRINSEN, P., GUTIERREZ, A. Chemical composition of lipids in brewer's spent grain: a promising source of valuable phytochemical. **Journal of Cereal Science**, v. 58, p. 248-254, 2013.

DEUS, L. V. **Influência dos métodos de secagem nas propriedades antioxidantes de cacau (*Theobroma cacao* L.)**. 2015. 45f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

SANTOS, D M., BUKZEM, A. L., ASCHERI, D. P. R., SIGNINI, R., AQUINO, G. L. B. Microwave-assisted carboxymethylation of cellulose extracted from brewer's spent grain. **Carbohydrate Polymers**, v. 131, p.125-133, 2015.

ELLEUCH, M., BEDIGIAN, D., ROISEUX, O., ESBES, S., BLECKER, C., ATTIA, H. Dietary fiber and fiber-rich by-products of food processing: Characterization, technological functionality and commercial applications: A review. **Food Chemistry**, v. 124, n. 2, p. 411-421, 2011.

ELLI, L., BRANCHI, F., TOMBA, C., VILLALTA, D., NORSA, L., FERRETTI, F., BARDELLA, M. T. Diagnosis of gluten related disorders: Celiac disease, wheat allergy and non-celiac gluten sensitivity. **World Journal of Gastroenterology: WJG**, v. 21, p. 7110, 2015.

FARCAS, A. C., SONIA, A., SOCACI, S. A., DULF, F. V., TOFANA, M., MUDURA, E., DIACONEASA, Z. Volatile profile, fatty acids composition and total phenolics content of

brewers' spent grain by-product with potential use in the development of new functional foods. **Journal of Cereal Science**, v. 64, p. 34-42, 2015.

FRIC, P., GABROVSKA, D., NEVORAL, J. Celiac disease, gluten-free diet, and oats **Nutrition Reviews**, v. 69, p. 107-115, 2011.

GUIDO, L. F., MOREIRA, M. M. Techniques for Extraction of Brewer's Spent Grain Polyphenols: a Review. **Food and Bioprocess Technology**, v. 10, p. 1192-1209, 2017.

HAGER, AS., TAYLOR, J. P., WATERS, D. M., ARENDT, E. K. Gluten free beer – A review. **Trends in Food Science e Technology**, v. 36, p. 44-54, 2014.

KITRYTE, V., SADUIKIS, A., VENSKUTONIS, P. R. Assessment of antioxidant capacity of brewer's spent grain and its supercritical carbon dioxide extract as sources of valuable dietary ingredients. **Journal of Food Engineering**, v. 167, p. 18–24, 2015.

KTENIOUDAKI, A., CROFTON, E., SCANNELL, A. G., HANNON, J. A., KILCAWLEY, K. N., GALLAGHER, E. Sensory properties and aromatic composition of baked snacks containing brewer's spent grain. **Journal of Cereal Science**, v. 57, p. 384-390, 2013.

LEBWOHL, B., SANDERS, D. S., GREEN, P. H. R. Coeliac disease. **Lancet**, v. 391, p. 70-81, 2018.

LI, J., ZHU, Y., YADAV, M. P., LI, J. Effect of various hydrocolloids on the physical and fermentation properties of dough. **Food Chemistry**, v. 271, p. 165-173, 2019.

LI, Y. O., KOMAREK, A. R. Dietary fibre basics: Health, nutrition, analysis and applications. **Food Quality and Safety**, v.1, p. 47-59, 2017.

LIGUORI, R.; AMORE, A.; FARACO, V. Waste valorization by biotechnological conversion into added value products. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 97, n. 14, p. 6129-6147, 2013.

LYNCH, K. M., STEFFEN, E. J., ARENDT, E. K., Brewers' spent grain: a review with an emphasis on food and health. **Journal of The Institute of Brewing**. v. 122, n. 4, p. 553-568, 2016.

MAHESHWARI, G., SOWRIRAJAN, S., JOSEPH, B. Extraction and isolation of β -glucan from grain sources – A review. **Journal of Food Science**, v. 82, p. 1535–1545, 2017.

MCCARTHY, A. L., O'CALLAGHAN, Y. C., PIGGOT, C. O., FITZGERALD, R. J., O'BRIEN, N. M. Brewers' spent grain; bioactivity of phenolic component, its role in animal nutrition and potential for incorporation in functional foods: A review. **Proceedings of The Nutrition Society**, v. 72, p. 117–125, 2013.

MELINI, F., MELINI, V. Immunological methods in gluten risk analysis: A snapshot. **Safety**, v. 4, p. 56, 2018.

MENESES, N. G., MARTINS, S., TEIXEIRA, J. A., MUSSATTO, S.I. Influence of the extraction solvents on the recovery of antioxidant phenolic compounds from the used grains of the brewery. **Separation and Purification Technology**, v. 108, p. 152 – 158, 2013.

MÜLLER, C. V.; MARCUSSO, E. F. **Anuário da cerveja no Brasil**. <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/pasta-publicacoes-DIPOV/AnuariodacervejanoBrasil09.01.pdf>. Acesso em 16 mar 2018.

MUSSATTO, S. I.; DRAGONE, G.; ROBERTO, I. C. Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications. **Journal of Cereal Science**, v. 43, n. 1, p. 1-14, 2006.

NASCIMENTO, T. A., CALADO, V., CARVALHO, C. W. P. Effect of Brewer's spent grain and temperature on physical properties of expanded extrudates from rice. **LWT-Food Science and Technology**, v. 79, p. 145-151, 2017.

NIEMI, P., TAMMINEN, T., SMEDS, A., VILJANEN, K., OHRA-AHO, T., HOLOPAINENMANTILA, U., FAULDS, C.B., POUTANEN, K., BUCHERT, J. Characterization of lipids and lignans in brewer's spent grain and its enzymatically extracted fraction. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 60, p. 9910-9917, 2012.

NOCENTE, F., TADDEI, F., GALASSI, E., GAZZA, L. Upcycling of brewers spent grain by production of dry pasta with higher nutritional potential. **Food Science and Technology**, v. 114, p. 108421, 2019.

PANZARINI, N.H., RABBERS, A., TRINDADE, J. L. F., MATOS, E. A. S. A., CANTERI, M. H. G., BITTENCOURT, J. V. M. Elaboração de Bolo de Mel Enriquecido com Fibras do Bagaço da Indústria Cervejeira. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 8, n. 1, p. 1154-1164, 2014.

PARZANESE, I., QEHAJAJ, D., PATRINICOLA, F., ARALICA, M., CHIRIVA-INTERNATI, M., STIFTER, S., GRIZZI, F. Celiac disease: From pathophysiology to treatment. **World Journal of Gastrointestinal Pathophysiology**, v. 8, p. 27, 2017.

RAVINDRAN, R., JAISWAL, S., ABU-GHANNAM, N., JAISWAL, A.K. A comparative analysis of pretreatment strategies on the properties and hydrolysis of brewers' spent grain. **Bioresource Technology**, v. 248, p. 272–279, 2018.

REIS, S. F., ABU_GHANNAM, N. Antioxidant capacity, arabinoxylans content and *in vitro* glycaemic index of cereal-based snacks incorporated with brewer's spent grain. **Food Science and Technology**, v. 55, n. 1, p. 269-277, 2014.

RIGO, M., BEZERRA, J. R. M. V., RODRIGUES, D. D., TEIXEIRA, A. M. Avaliação físico-química e sensorial de biscoitos tipo cookie adicionados de farinha de bagaço de malte como fonte de fibra. **Ambiência Guarapuava**, v. 13, n.1 p. 47–57, 2017.

- RZYCHON, M., BROHÉE, M., CORDEIRO, F., HARASZI, R., ULBERTH, F., O'CONNOR, G. The feasibility of harmonizing gluten ELISA measurements. **Food Chemistry**, v. 234, p.144-154, 2017.
- SANTOS, D. M. **Aproveitamento do bagaço de malte na produção de polpa celulósica e carboximetilcelulose**. 2014. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Moleculares) - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2014.
- SANTOS, M., JIMÉNEZ, J. J., BARTOLOMÉ, B., GÓMEZ-CORDOVÉS, C., DEL NOZAL, M. J. Variability of brewer's spent grain within a brewery. **Food Chemistry**, v. 80, p. 17–21, 2003.
- SIRBU, A., ARGHIRE, C. Functional bread: Effect of inulin-type products addition on dough rheology and bread quality. **Journal of Cereal Science**, v. 75, p. 220-227, 2017.
- SOCACI, S. A., FĂRCAȘ, A. C., DIACONEASA, Z. M., DAN VODNAR, D. C., RUSU, B., TOFANĂ, M. Influence of the extraction solvent on phenolic content, antioxidant, antimicrobial and antimutagenic activities of brewers' spent grain. **Journal of Cereal Science**. v. 80, p. 180-187, 2018.
- STEINER, J., PROCOPIO, S., BECKER, T., Brewer's spent grain: Source of value-added polysaccharides for the food industry in reference to the health claims. **European Food Research and Technology**, v. 241, p. 303–315, 2015.
- STOJCESKA, V., AINSWORTH, P. The effect of different enzymes on the quality of high-fibre enriched brewer's spent grain breads. **Food Chemistry**, v.110, p. 865-872, 2008.
- STOJCESKA, V., P. AINSWORTH, P., PLUNKETT, A., İBANOĞLU, S. The recycling of brewer's processing by-product into ready-to-eat snacks using extrusion technology **Journal of Cereal Science**, v. 47, p. 469-479, 2008.
- TANG, Z., CENKOWSKI, S., IZYDORCZYK, M. Thin-layer drying of spent grains in superheated steam. **Journal of Food Engineering**, v. 67, 457–465, 2005.
- TANG, Z., CENKOWSKI, S., MUIR, W. Modelling the superheated-steam drying of a fixed bed of brewers' spent grain. **Biosystems Engineering**, v. 87, p. 67–77, 2004.
- WANG, P, JIN, Z., XU, X. Physicochemical alterations of wheat gluten proteins upon dough formation and frozen storage - a review from gluten, glutenin and gliadin perspectives. **Trends in Food Science & Technology**, v.46, p. 189-198, 2015.
- XIROS, C., TOPAKAS, E., KATAPODIS, P., AND CHRISTAKOPOULOS, P. Evaluation of *Fusarium oxysporum* as an enzyme factory for the hydrolysis of brewer's spent grain with improved biodegradability for ethanol production. **Industrial Crops and Products**, v. 28, p .213–224, 2008.

YANG, Y., YAN, M. F., ZHANG, Y. X., LI, D. Y., ZHANG, C. S., ZHU, Y. D., WANG, Y. X. Catalytic growth of Diamond-like carbon on Fe₃C-containing carburized layer through a single-step plasma-assisted carburizing process. **Carbon**, v. 122, p. 1-8, 2017.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais - *Campus Rio Pomba* pela oportunidade de desenvolvimento deste trabalho.

Contribuições para a área de alimentos: experiências do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos campus Rio Pomba.

O E-book “Contribuições para a área de alimentos: experiência do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, campus Rio Pomba” engloba revisão de literatura e/ou resultados de várias pesquisas realizadas no Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste-MG, campus Rio Pomba. A equipe organizadora agradece a todos que fizeram parte da construção desta obra.

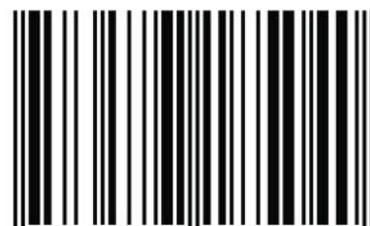


INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais

Campus
Rio Pomba

ISBN: 978-65-87185-04-0

OR



9 786587 185040