

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais

Daiana Júnia de Paula Antunes

**ESTUDO DA ADIÇÃO DE BACILOS PROBIÓTICOS NO
DESENVOLVIMENTO DE BARRA DE CEREAL: PERFIL DE CONSUMIDORES,
CARACTERIZAÇÃO E RESISTÊNCIA GASTROINTESTINAL *IN VITRO***

Rio Pomba/MG

2023

Daiana Júnia de Paula Antunes

**ESTUDO DA ADIÇÃO DE BACILOS PROBIÓTICOS NO
DESENVOLVIMENTO DE BARRA DE CEREAL: PERFIL DE CONSUMIDORES,
CARACTERIZAÇÃO E RESISTÊNCIA GASTROINTESTINAL *IN VITRO***

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, *Campus* Rio Pomba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre (a) em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dra. Eliane Maurício Furtado Martins

Coorientadores: Prof.^a Dra. Wellingta C. A. do Nascimento Benevenuto
Prof. Dr. Maurilio Lopes Martins

Rio Pomba/MG

2023

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

A636e

Antunes, Daiana Júnia de Paula.

Estudo da adição de bacilos probióticos no desenvolvimento de barra de cereal: perfil de consumidores, caracterização e resistência gastrointestinal *in vitro*/ Daiana Júnia de Paula Antunes. – RioPomba, 2023.

104f; il.

Orientador: Dra. Eliane Maurício Furtado Martins.

Dissertação (Mestrado Profissional) – Pós-Graduação *Stricto sensu* em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais -Campus Rio Pomba.

1. Grãos. 2. Cereais e sementes. I. Martins, Eliane Maurício Furtado. II. Título.

CDD: 636.244

Daiana Júnia de Paula Antunes

**ESTUDO DA ADIÇÃO DE BACIOS PROBIÓTICOS NO
DESENVOLVIMENTO DE BARRA DE CEREAL: PERFIL DE CONSUMIDORES,
CARACTERIZAÇÃO E RESISTÊNCIA GASTROINTESTINAL *IN VITRO***

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, *Campus* Rio Pomba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre (a) em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovado em: 08/11/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Wellington C. A. do Nascimento
Benevenuto
Doutora em Produção Vegetal
IF Sudeste MG

Prof. Maurilio Lopes Martins
Doutor em Microbiologia Agrícola
IF Sudeste MG

Prof.^a Simone Vilela Talma
Doutora em Produção Vegetal IF
Sergipe

Prof.^a Nataly de Almeida Costa
Doutora em Ciência e Tecnologia de
Alimentos
IF Sudeste MG

Prof.^a Eliane Maurício Furtado Martins
Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos
IF Sudeste MG

Dedico este trabalho ao meu noivo Flávio, aos meus pais Aparecida e Vicente e a minha filha pet Jujuba, que me proporcionaram amor, coragem e apoio durante toda a realização deste sonho.

AGRADECIMENTOS

Após pouco mais de dois anos de muito esforço e dedicação chega o momento de agradecer por mais um sonho realizado! Trilhar esse caminho conciliando trabalho e estudos não foi fácil.

Um trabalho de mestrado é uma longa viagem, que inclui uma trajetória permeada por inúmeros desafios, tristezas, incertezas, alegrias e muitos percalços pelo caminho, mas apesar do processo solitário a que qualquer investigador está destinado, reúne contribuições de várias pessoas, indispensáveis para se encontrar o melhor rumo em cada momento da caminhada.

Trilhar este caminho só foi possível com o apoio, energia e força de várias pessoas, a quem dedico especialmente este projeto de vida. Por isso, expresso aqui, através de palavras sinceras, um pouquinho da importância que elas tiveram, e ainda têm, nesta conquista e a minha sincera gratidão.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, campus Rio Pomba, agradeço pelo ensino e pela oportunidade que tornou possível a realização dessa pesquisa.

À Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação pelo apoio financeiro.

Aos meus amados pais, Vicente e Aparecida, que sempre acreditaram com orgulho em meu potencial, que durante todo o curso oraram a Deus para que me protegesse e para que desse tudo certo e me apoiaram com amor quando parecia que não ia dar certo. Foram eles, que mesmo não tendo as mesmas oportunidades que as minhas, sempre confiaram seus anos de trabalho e abdicaram dos seus sonhos em razão dos meus. São eles meu motivo de estar de pé, ainda que eu não acredite que eu possa. São minha referência de coragem, resiliência, luta, força e fé.

Ao meu noivo, Flávio, que em muitos momentos se privou da minha companhia e atenção, que está comigo em todos os momentos, me apoiando, consolando nos momentos de angústia e me encorajando sempre. Sua presença tornou bem mais leve essa caminhada, trazendo calma nos momentos mais difíceis do mestrado, me ajudando literalmente em todos os sentidos. Obrigada por toda paciência com minhas leituras e apresentações, pela ajuda com o Excel, pela busca por artigos. Sou grata por você fazer parte da minha vida!

À minha fofurinha de quatro patas, Jujuba, por entender minhas ausências, falta de atenção e cansaço e, mesmo assim, sempre me receber com alegria e ânimo. Por

sempre estar ao meu lado nos momentos de estudo, proporcionando carinho e companheirismo.

A todos os meus familiares que sempre estiveram próximos e com os quais sempre pude contar.

Minha gratidão especial à Professora Eliane Mauricio Furtado Martins, minha orientadora, pela pessoa e profissional que é. Obrigada por sua dedicação, que a fez, por muitas vezes, deixar de lado seus momentos de descanso para me ajudar e me orientar. E, principalmente, obrigada por sempre ter acreditado e depositado sua confiança em mim. Agradeço a orientação exemplar pautada por um elevado e rigoroso nível científico, um interesse permanente e fecundo, uma visão crítica e oportuna, que contribuíram para enriquecer, com grande dedicação, passo a passo, todas as etapas do trabalho realizado. Uma linda professora, por dentro e por fora. Amiga, amorosa e muito comprometida com o ensino. Na verdade, uma segunda mãe que Deus me deu. Sem sua orientação, apoio, confiança e amizade, nada disso seria possível.

Aos meus coorientadores, Prof. Maurílio Lopes Martins e Prof^a. Wellington C. A. do Nascimento, pelos conhecimentos transmitidos ao longo dessa caminhada e pelas valiosas sugestões dadas para que este trabalho pudesse ser realizado da melhor forma possível.

Aos membros da banca examinadora, Prof^a. Simone Vilela Talma e Prof^a. Nataly de Almeida Costa, pela disponibilidade em aceitar o convite para participar de minha banca e por suas observações sempre construtivas para a melhoria do trabalho. Agradeço ainda a Prof^a. Simone pelo apoio, que foi de grande valia, na primeira etapa da dissertação.

Ao Prof. André Narvaes, por dedicar seu tempo para nos auxiliar com as análises estatísticas.

Aos demais professores do Mestrado Profissional, agradeço por transmitirem o conhecimento de vocês contribuindo para meu crescimento profissional e pessoal.

Aos técnicos Renata, Patrícia e Cleiton, pela amizade, apoio, paciência e dedicação constante em todas as análises, contribuindo no meu crescimento acadêmico. Sem vocês eu não teria conseguido!

À minha equipe de trabalho da cozinha do Hospital São Vicente de Paulo de Rio Pomba, que foram meus parceiros, “seguraram a barra” nas minhas ausências e compreenderam o meu cansaço. Vocês são demais, muito obrigada! Aos meus

colegas de trabalho, por aguentarem minhas ansiedades e angústias para finalizar essa pesquisa.

Meu muito obrigada aos meus amigos do mestrado, em especial a Tássia, Luiz Fernando e Beatriz, a quem realmente considero como irmãos, que muitas vezes me ajudaram e me orientaram neste árduo percurso acadêmico, que compartilharam importantes conhecimentos comigo e me ensinaram muitas coisas, estando ao meu lado sempre que necessário. Foi com vocês que compartilhei preocupações, aflições e muito trabalho, as descobertas e conquistas durante esta caminhada. Obrigada pelo companheirismo e, principalmente, pela amizade construída ao longo destes anos de trabalho. Com vocês o processo se tornou mais leve.

As minhas fofas, parceiras e queridas alunas de iniciação científica, Natália e Bruna (meus chaveirinhos). Meninas, vocês são ótimas, excelentes profissionais! Obrigada pela disposição e por terem me ajudado em diversos momentos, fazendo o possível para realizar as análises quando eu não podia estar presente. A ajuda e o esforço de vocês em cada etapa da pesquisa, aliados à amizade, à prontidão e também aos ensinamentos que me proporcionaram neste período em que trabalhamos juntas, foram primordiais para a concretização de mais esta etapa. Vocês foram anjos enviadas por Deus!

À empresa Soma Alimentos pelo auxílio na realização das análises de atividade de água e de fibra bruta.

Por fim, o agradecimento mais importante: a Deus e a Maria, por estarem sempre comigo, me guiando, iluminando cada passo meu e me abençoando. Obrigada por me darem a fé e a força necessária para lutar e enfrentar todos os obstáculos, sem nunca desistir. Agradeço por me abençoarem com tantos presentes divinos, me dando talvez além do que posso merecer. Obrigada, meu Pai, por tudo de bom que tenho e que sou. Agradeço também aos santos e anjos, que sempre estão olhando por mim e intercedendo a meu favor. Sem essa força divina, nenhuma conquista seria possível.

“nada te perturbe,
nada te amedronte
tudo passa
a paciência tudo alcança...
a quem tem Deus
nada falta
só Deus basta”

Santa Tereza D'Ávila

RESUMO

Objetivou-se desenvolver barras de cereais adicionadas de bactérias probióticas, sendo o trabalho realizado em duas etapas. Na primeira, foram desenvolvidas barras de cereais controle, adicionadas de *Bacillus clausii* e de *Bacillus coagulans* BC30 e as características físico-químicas, microbiológicas, a viabilidade das bactérias probióticas no produto, a aceitabilidade sensorial e a resistência ao trato gastrointestinal (TGI) *in vitro* foram avaliadas durante 60 dias de vida de prateleira. As barras de cereais continham castanha do Pará, aveia em flocos, farelo de aveia, flocos de arroz, chia, frutas cristalizadas (mamão verde, mamão vermelho e laranja), uva passas, mel e óleo de coco, e as bactérias probióticas foram adicionadas no final do processo de fabricação, exceto nas barras controle. As amostras foram armazenadas em temperatura ambiente e embaladas em papel alumínio esterilizados. Na segunda etapa, a barra de cereal contendo *Bacillus clausii* (BAP) foi comparada à duas barras comerciais (BC1 e BC2) por meio de estudo com consumidores e aplicação de 62 questionários contendo perguntas atitudinais em relação à compra e consumo de barras de cereais. A aceitabilidade, textura e valor nutricional das barras também foram avaliados. Na primeira etapa, não houve diferença ($p>0,05$) de pH, proteína, lipídeos, carboidratos e cinzas entre as barras de cereais elaboradas e o teor de fibra bruta da barra controle foi de 1,86%. As barras estavam seguras para o consumo por atenderem os padrões microbiológicos da legislação brasileira. *B. clausii* apresentou maior viabilidade média comparado à *B. coagulans* ($p<0,05$) nas barras de cereais, mantendo sua contagem durante os 60 dias de armazenamento $> 6,0 \log \text{ UFC/g}$. As barras contendo *B. clausii* apresentaram elevada aceitabilidade e os atributos sabor, doçura e crocância apresentaram escores médios entre 8 e 9, não havendo influência ($p>0,05$) do tempo de estocagem. Após simulação do TGI *in vitro*, na fase entérica II, que corresponde ao intestino grosso, constatou-se viabilidade média de $6,82 \log \text{ UFC/g}$ de *B. clausii*, equivalente a $6,6 \times 10^6 \text{ UFC/g}$, demonstrando a estabilidade do probiótico após a passagem pelo TGI simulado. A taxa de sobrevivência de *B. clausii* foi 97,66% no tempo 0 e superior a 100% no tempo 60 dias, evidenciando seu excelente comportamento na barra de cereal. Na segunda etapa, houve predomínio de participantes jovens, estudantes e do sexo feminino. Sabor e textura são os atributos mais decisivos no momento de compra de barra de cereal, seguido pelo preço, sugerindo que este influencia o processo de tomada de decisão. Crocância, sabor, nutritivo, doçura e saúde foram os termos mais citados na nuvem de palavras e que descrevem barra de cereal segundo os participantes. Todos afirmaram que comprariam uma barra de cereal contendo probióticos. Constatou-se também que eles se preocupam com o teor de calorias e a maioria deles possuem o hábito de ler as informações nutricionais no momento de comprar uma barra de cereal. Não houve diferença entre as barras quanto a intenção de compra ($p>0,05$), indicando que os participantes provavelmente comprariam a barra BAP. No teste de ordenação por preferência, BAP obteve um somatório estatisticamente igual ($p>0,05$) as barras BC1 e BC2, não havendo preferência significativa entre elas, indicando que a produção de BAP é promissora. Quanto à elaboração da tabela nutricional de BAP e comparação a de BC1 e BC2, constatou-se que BAP é livre de gorduras trans, açúcar adicionado, conservantes, corantes, e possui baixo teor de sódio, o que a torna um diferencial frente às industrializadas. Portanto, a utilização de probióticos em produtos à base cereais é uma alternativa inovadora e promissora, promovendo a diversificação de produtos, com apelo funcional, a fim de atender à demanda dos consumidores que buscam o bem-estar.

Palavras-chave: Testes afetivos. Grãos. Cereais e sementes. Probióticos.

ABSTRACT

STUDY OF THE ADDITION OF PROBIOTIC BACILI IN THE DEVELOPMENT OF CEREAL BAR: CONSUMER PROFILE, CHARACTERIZATION AND GASTROINTESTINAL RESISTANCE *IN VITRO*

The objective was to develop cereal bars added with probiotic bacteria, with the work being carried out in two stages. In the first, control cereal bars were developed, added with *Bacillus clausii* and *Bacillus coagulans* BC30 and the physical-chemical, microbiological characteristics, viability of probiotic bacteria in the product, sensory acceptability and resistance to the gastrointestinal tract (GIT) *in vitro* were evaluated during 60 days of shelf life. The cereal bars contained Brazil nuts, rolled oats, oat bran, rice flakes, chia, candied fruits (green papaya, red papaya and orange), raisins, honey and coconut oil, and probiotic bacteria were added at the end of the manufacturing process, except for the control bars. The samples were stored at room temperature and wrapped in sterilized aluminum foil. In the second stage, the cereal bar containing *Bacillus clausii* (BAP) was compared to two commercial bars (BC1 and BC2) through a study with consumers and the application of 62 questionnaires containing attitudinal questions regarding the purchase and consumption of cereal bars. The acceptability, texture and nutritional value of the bars were also evaluated. In the first stage, there was no difference ($p>0.05$) in pH, protein, lipids, carbohydrates and ash between the prepared cereal bars and the crude fiber content of the control bar was 1.86%. The bars were safe for consumption as they met the microbiological standards of Brazilian legislation. *B. clausii* showed higher average viability compared to *B. coagulans* ($p<0.05$) in cereal bars, maintaining its count during the 60 days of storage $> 6.0 \log$ CFU/g. The bars containing *B. clausii* showed high acceptability and the attributes flavor, sweetness and crunchiness presented average scores between 8 and 9, with no influence ($p>0.05$) of storage time. After simulating the GIT *in vitro*, in enteric phase II, which corresponds to the large intestine, an average viability of $6.82 \log$ CFU/g of *B. clausii* was found, equivalent to 6.6×10^6 CFU/g, demonstrating the stability of the probiotic after passing through the simulated GIT. The survival rate of *B. clausii* was 97.66% at time 0 and greater than 100% at time 60 days, demonstrating its excellent behavior in the cereal bar. In the second stage, there was a predominance of young, student and female participants. Flavor and texture are the most decisive attributes when purchasing a cereal bar, followed by price, suggesting that this influences the decision-making process. Crunchiness, flavor, nutritious, sweetness and health were the most frequently mentioned terms in the word cloud that describe cereal bars according to participants. Everyone stated that they would buy a cereal bar containing probiotics. It was also reported that they are concerned about the calorie content and most of them are in the habit of reading the nutritional information when buying a cereal bar. There was no difference between the bars in terms of purchase intention ($p>0.05$), indicating that participants would probably buy the BAP bar. In the preference ordering test, BAP obtained a statistically equal sum ($p>0.05$) to bars BC1 and BC2, with no significant preference between them, indicating that the production of BAP is promising. Regarding the preparation of the BAP nutritional table and comparison with BC1 and BC2, it was found that BAP is free of trans fats, added sugar, preservatives, dyes, and has a low sodium content, which makes it a difference compared to industrialized ones.

Therefore, the use of probiotics in cereal-based products is an innovative and promising alternative, promoting the diversification of products, with functional appeal, in order to meet the demand of consumers seeking well-being.

Keywords: Affective tests. Grains. Cereals and seeds. Probiotics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO I

Figura 1. Classificação de produtos probióticos lácteos e não lácteos.....	32
--	----

CAPÍTULO II

Figura 1. Fluxograma de elaboração das barras de cereais	48
Figura 2. Viabilidade de <i>B. clausii</i> e de <i>B. coagulans</i> (log UF/g) em barras de cereais ao longo de 60 dias de estocagem.....	57
Figura 3. Viabilidade em ensaio de digestão <i>in vitro</i> de bactérias probióticas <i>B. clausii</i> em barras de cereal nos tempos 0 e 60 dias.	60

CAPÍTULO III

Figura 1. Fluxograma de elaboração das barras de cereais (BAP)	74
Figura 2. Análise sensorial das barras de cereais.	77
Figura 3. Frequência de consumo de barras de cereais	80
Figura 4. Percentual de resposta às questões com múltiplas opções. A) Locais preferidos para compra de barras alimentícias. B) Tipos de barras mais consumidas. C) Motivos de consumo.....	81
Figura 5. Atributos mais observados na compra de barras alimentícias, segundo a ordem de importância	82
Figura 6. Respostas para as afirmativas referentes ao consumo de barras de cereais, de acordo com o grau de concordância dos participantes.	84
Figura 7. Nuvem de palavras sobre as características que melhor descrevem uma barra de cereal	85
Figura 8. Nuvem de palavras que descrevem os motivos para aumento do consumo de barras de cereais.....	86

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1- Composição nutricional de cereais e sementes.....	27
---	----

CAPÍTULO II

Tabela 1. Características físico-químicas das barras de cereais controle e contendo bacilos probióticos	54
---	----

Tabela 2. Características físico-químicas das barras de cereais ao longo do tempo. (A) Valores médios de pH e umidade; (B) Valores médios de proteínas, cinzas, Aw, lipídeos e carboidratos.	55
---	----

Tabela 3. Valores médios de ciclo de dureza, adesividade e fraturabilidade das barras de cereais nos tempos 0 e 60 dias.	56
---	----

Tabela 4. Aceitação sensorial das barras de cereais adicionadas de <i>B. clausii</i> para os atributos sabor, doçura e crocância e Intenção de compra nos tempos 0 e 60 dias....	59
--	----

CAPÍTULO III

Tabela 1. Resultados do teste de ordenação para os atributos que os provadores consideraram mais importantes em uma barra de cereal	83
---	----

Tabela 2. Médias de aceitação sensorial e de intenção de compra pelos consumidores em relação barras de cereais.....	87
--	----

Tabela 3. Teste de preferência das barras de cereais.	88
--	----

Tabela 4. Valores médios de textura instrumental das barras de cereais.....	89
---	----

Tabela 5. Tabela Nutricional das barras de cereais BAP, BC1 e BC2 em porções de 20g	90
---	----

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO I

Quadro 1. Cereais usados na elaboração de barras potencialmente probióticas.....	35
--	----

CAPÍTULO III

Quadro 1. Composição das barras de cereais avaliadas	76
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
Aw	Atividade de Água
BAP	Barra de cereal artesanal adicionada de bactéria probiótica
BC1	Barra de cereal Comercial 1
BC2	Barra de cereal Comercial 2
cm	Centímetros
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura
GRAS	Geralmente reconhecido como seguro
HCl	Ácido clorídrico
IF Sudeste MG	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais
FOS	Frutooligossacarídeos
IFS	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe
GOS	Galactooligossacarídeos
G	Grama
%	Porcentagem
Kcal	Quilocaloria
Mg	Miligramas
mJ	Milijoule
mL	Mililitros
mm/s	Milímetro por segundo
N	Newton
NaCl	Cloreto de sódio
NaOH	Hidróxido de Sódio
OMS	Organização Mundial da Saúde
pH	Potencial Hidrogeniônico
Rpm	Rotações por minuto

R\$ Real

TCLE Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TGI Trato gastrointestinal

TPA Análise de Perfil de Textura

UFC Unidades Formadoras de Colônias

USDA *United States Department of Agriculture*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	21
2. OBJETIVOS	22
2.1 Objetivo geral	22
2.2 Objetivos específicos	22

CAPÍTULO I

REVISÃO DE LITERATURA

RESUMO	24
1. Cereais e sementes: características e benefícios.....	26
1.1. Aveia.....	27
1.2. Chia.....	28
1.3. Arroz.....	29
2. Bactérias probióticas.....	29
3. Bacilos probióticos.....	32
4. Cereais como potencial veículo de bactérias probióticas.....	34
CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS	36
REFERÊNCIAS	37

CAPÍTULO II

ELABORAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO DE BARRAS DE CEREAIS ENRIQUECIDAS COM BACILOS PROBIÓTICOS E ESTUDO *IN VITRO* DE RESISTENCIA GASTROINTESTINAL

RESUMO	44
1. INTRODUÇÃO	46
2. MATERIAL E MÉTODOS	47
2.1 Elaboração das barras de cereais adicionadas de bacilos probióticos.	47

2.2 Determinação das características físico-químicas das barras.....	49
2.3 Determinação de textura instrumental das barras de cereais.....	50
2.4 Avaliação microbiológica das barras de cereais.....	50
2.4.1 Avaliação da qualidade microbiológica.....	50
2.4.2 Viabilidade de <i>B. clausii</i> e <i>B. coagulans</i> BC30 nas barras de cereais.....	51
2.5 Aceitabilidade das barras de cereais durante estocagem.....	51
2.6 Avaliação da resistência de <i>B. clausii</i> às condições gastrointestinais (TGI) simuladas <i>in vitro</i> quando veiculados nas barras de cereais.....	52
2.7 Análises estatísticas.....	53
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
3.1 Características físico-químicas das barras de cereais.....	54
3.2 Avaliação de textura das barras de cereais.....	55
3.3 Qualidade microbiológica das barras durante a vida de prateleira	56
3.3.1 Qualidade microbiológica.....	56
3.3.2 Viabilidade de <i>B. clausii</i> e <i>B. coagulans</i> nas barras de cereais.....	57
3.4 Aceitabilidade das barras de cereais durante a estocagem.....	58
3.5 Avaliação da resistência de <i>B. clausii</i> às condições gastrointestinais (TGI) simuladas <i>in vitro</i> quando veiculados nas barras de cereais.....	59
4. CONCLUSÃO	61
REFERÊNCIAS	63

CAPÍTULO III

COMPARAÇÃO ENTRE BARRA DE CEREAL ENRIQUECIDA DE PROBIÓTICO COM BARRAS COMERCIAIS: PERFIL DOS CONSUMIDORES, ACEITABILIDADE, VALOR NUTRICIONAL E TEXTURA INSTRUMENTAL

RESUMO.....	69
1. INTRODUÇÃO	72
2. MATERIAL E MÉTODOS	73
2.1 Elaboração da barra de cereal enriquecida com <i>Bacillus clausii</i>	74
2.2 Avaliação do perfil dos consumidores e comparação da barra de cereal enriquecida de probiótico com barras comerciais.....	75
2.2.1 Comparação da aceitabilidade das barras de cereais.....	77
2.2.2 Avaliação da textura instrumental das barras de cereais.....	77
2.2.3 Avaliação nutricional das barras de cereais.....	78
2.3 Análises estatísticas.....	79
3.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	80
3.1 Perfil dos consumidores de barras alimentícias.....	80
4.0 CONCLUSÃO.....	91
REFERÊNCIAS	93
APÊNDICE 1.....	98
APÊNDICE 2.....	101
APÊNDICE 3.....	103

1. INTRODUÇÃO

Com as mudanças na rotina diária da maioria da população mundial, muitos consumidores têm buscado além da praticidade, produtos com elevado valor nutricional, que promovam bem-estar e benefícios adicionais à saúde, conforme evidenciado pelo aumento significativo da demanda por alimentos funcionais (VINHAL et al., 2022), que são aqueles que fornecem benefícios além dos nutrientes básicos.

Os cereais estão entre esses alimentos, pois além da função de nutrir o organismo, estes oferecem uma série de vantagens a quem os consome diariamente. Entre os cereais mais consumidos destacam-se o trigo, milho, arroz e aveia. A aveia é um cereal comumente utilizado em diferentes formas de consumo por proporcionar vários benefícios à saúde e por apresentar um alto teor de proteínas e fibra solúvel, contendo 13,9g de proteínas e 9,1g de fibras em 100g (TACO, 2011).

A associação entre alimentos saudáveis e barras de cereais resulta em saldos positivos para a indústria alimentícia, além de atender às demandas do mercado consumidor que deseja produtos com qualidade sensorial e nutricional atrelada aos benefícios à saúde (SREBERNICH et al., 2016).

As barras de cereais estão disponíveis em diferentes marcas e formulações, sendo alimentos práticos e convenientes, e obtidas pela mistura de ingredientes secos e aglutinantes. Espera-se que o mercado global de barras de cereais cresça 8,5% entre 2021 e 2026, o que é 4% a mais em comparação com o mercado completo de chocolate (4,5%) (KLERKS et al., 2022).

Segundo Garcia et al. (2018), para potencializar o valor nutricional e a textura do produto final, outros ingredientes como nozes, frutas desidratadas, banana, grãos, sementes e mel podem ser adicionados. Nesse sentido, a conscientização do consumidor tem impulsionado o desenvolvimento de alimentos funcionais que promovam benefícios à saúde e redução do risco de doenças (COZENTINO et al., 2022) e muitos pesquisadores incluem os microrganismos probióticos na lista de ingredientes funcionais em função das diversas vantagens à saúde atribuídas ao seu consumo (DAMIÁN et al., 2022).

Os probióticos são definidos pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) e Organização Mundial da Saúde (OMS) como bactérias e leveduras vivas, que promovem benefícios à saúde do hospedeiro, quando ingeridas em quantidades suficientes (HILL et al., 2014). Assim, segundo Voss, Campos

e Pintado (2021), incorporar probióticos em produtos vegetais, como aqueles à base de cereais, vem se tornando cada vez mais promissor, pois resulta em uma formulação saudável. Aliado a isso, ampliam-se também as opções de oferta de produtos probióticos disponíveis no mercado, uma vez que estes são majoritariamente derivados de base láctea, o que impossibilita consumidores vegetarianos e intolerantes à lactose de consumir tais alimentos (MARTINS et al., 2022).

Além disso, os cereais são matrizes alimentícias funcionais por conter fibras e prebióticos naturais, não digeríveis no trato gastrointestinal, e que estimulam a multiplicação dos probióticos (PIMENTEL et al., 2022; USAGA et al., 2022). No mercado brasileiro ainda não estão disponíveis barras de cereais enriquecidas com microrganismos probióticos, e a combinação de probióticos e prebióticos, presentes nos cereais, exerce um efeito sinérgico na saúde do hospedeiro. Portanto, acredita-se que pesquisar a adição de probióticos, como os bacilos termorresistentes, em barra de cereal, sinaliza para um futuro promissor, vindo ao encontro dos consumidores que buscam saudabilidade e bem estar.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver barras de cereais adicionadas de bacilos probióticos e avaliar as características físico-químicas, microbiológicas, sensoriais e de resistência do probiótico ao trato gastrointestinal simulado *in vitro*, bem como realizar estudo com consumidores.

2.2 Objetivos específicos

- Produzir barras de cereais contendo frutas cristalizadas e adicionados de esporos probióticos *Bacillus clausii* e *Bacillus coagulans*;
- Determinar as características físico-químicas das barras de cereais contendo *B. clausii* e *B. coagulans* durante o período de estocagem de até 60 dias;
- Avaliar a qualidade microbiológica e a viabilidade de *B. clausii* e de *B. coagulans* nas barras de cereais durante o período de estocagem;

- Selecionar o produto contendo probiótico que apresentar maior viabilidade durante os 60 dias de armazenamento;
- Avaliar a aceitabilidade do produto selecionado;
- Avaliar a sobrevivência após simulação *in-vitro* das condições gastrointestinais do probiótico que apresentar melhor viabilidade no produto;
- Realizar estudo com consumidores comparando-se as características sensoriais, nutricionais e de textura da barra elaborada às de barras comerciais.

CAPÍTULO I

REVISÃO DE LITERATURA

RESUMO

Os consumidores têm buscado uma dieta rica em vegetais, incluindo cereais, legumes, sementes, nozes, frutas e hortaliças por variados motivos que vão desde o desejo de um estilo de vida saudável, até a consciência ambiental. Os cereais são elementos-chave de uma nutrição e dieta balanceada e também desempenham um papel importante na promoção da saúde, sendo considerados uma alternativa promissora para a incorporação de probióticos. A aveia é um cereal cultivado em todo o mundo e suas fibras solúveis são caracterizadas como excelentes carreadoras de bactérias probióticas no trato gastrointestinal (TGI), por atuar como prebióticas, que são fibras alimentícias não digeríveis pelas enzimas do TGI. *Salvia hispânica*, também chamada de chia, é uma planta herbácea cujo teor de fibra alimentar excede o de frutas secas, cereais ou nozes e, por esse motivo, a chia é considerada um alimento funcional bastante consumido. Além da aveia e chia, o arroz floculado também é composto por fibras dietéticas que atuam na absorção de nutrientes no intestino delgado e, ao mesmo tempo, é um ingrediente desejável para a multiplicação da microbiota intestinal. Os probióticos são microrganismos que conferem benefícios à saúde e, para promover esses efeitos positivos, sua ingestão oral deve estar situada na faixa de 10^8 a 10^{10} Unidades Formadoras de Colônias na recomendação diária do produto pronto para o consumo. O gênero *Bacillus* apresenta estirpes probióticas e são compreendidos por microrganismos Gram-positivos, em forma de bastonetes, retos ou levemente curvos, formadores de esporos, aeróbios ou anaeróbios facultativos. *Bacillus clausii* é um bastonete Gram-positivo usado como probiótico, sendo considerado seguro, pelo fato de não possuir genes codificadores de toxinas, podendo resistir ao trânsito intestinal e manter-se no trato intestinal por até 12 dias após uma única administração oral. Outra bactéria Gram-positiva formadora de esporos usada como probiótico em produtos veganos é *Bacillus coagulans* que são utilizados em produtos tratados termicamente, o que os diferencia dos probióticos tradicionais. Uma vantagem de se adicionar probióticos em matrizes de cereais é a elevada presença de fibra alimentar e a de carboidratos não digeríveis nessas matrizes, que podem ser usadas como prebióticos e podem estimular a multiplicação de bactérias probióticas no trato intestinal.

Palavras-chave: Cereais. Fibras. Probióticos. *Bacillus coagulans*. *Bacillus clausii*.

ABSTRACT

Consumers have sought a diet rich in vegetables, including cereals, legumes, seeds, nuts, fruits and vegetables for a variety of reasons ranging from the desire for a healthy lifestyle to environmental awareness. Cereals are key elements of a balanced nutrition and diet and also play an important role in promoting health, being considered a promising alternative for the incorporation of probiotics. Oats are a cereal grown all over the world and their soluble fibers are characterized as excellent carriers of probiotic bacteria in the gastrointestinal tract (GIT), as they act as prebiotics, which are food fibers that are not digestible by GIT enzymes. Hispanic sage, also called chia, is an herbaceous plant whose dietary fiber content exceeds that of dried fruits, cereals or nuts and, for this reason, chia is considered a widely consumed functional food. In addition to oats and chia, flaked rice is also composed of dietary fibers that act in the absorption of nutrients in the small intestine and, at the same time, is a desirable ingredient for the multiplication of the intestinal microbiota. Probiotics are microorganisms that provide health benefits and, to promote these positive effects, their oral intake must be in the range of 10^7 to 10^9 Colony Forming Units in the daily recommendation of the ready-to-consume product. The genus *Bacillus* presents probiotic strains and is comprised of Gram-positive, rod-shaped, straight or slightly curved, spore-forming, aerobic or facultative anaerobic microorganisms. *Bacillus clausii* is a Gram-positive rod used as a probiotic and is considered safe due to the fact that it does not have genes encoding toxins and can resist intestinal transit and remain in the intestine for up to 12 days after a single oral administration. Another Gram-positive spore-forming bacterium used as a probiotic in vegan products is *Bacillus coagulans*, which are used in heat-treated products, which differentiates them from traditional probiotics. An advantage of adding probiotics to cereal matrices is the high presence of dietary fiber and non-digestible carbohydrates in these matrices, which can be used as prebiotics and can stimulate the multiplication of probiotic bacteria in the intestinal tract.

Keywords: Cereals. Fibers. Probiotics. *Bacillus coagulans* *Bacillus clausii*.

1. Cereais e sementes: características e benefícios

A adesão a uma dieta baseada em vegetais, incluindo cereais, legumes, sementes, nozes, frutas e hortaliças pelos consumidores se dá por inúmeros motivos, que vão desde o desejo de um estilo de vida saudável, até a consciência ambiental (AYDARA et al., 2020).

Os cereais representam mais de 74% da área total cultivada no mundo e constituem 60%, em peso, da produção alimentar mundial (FAO, 2018; XIONGA et al., 2022), sendo de fácil acesso no comércio alimentício (MRIDULA; SHARMA, 2015). Ricos em vitaminas, minerais, carboidratos, gorduras, óleos e proteínas, os cereais são amplamente consumidos e, dentre eles, destacam-se a aveia, flocos de arroz, trigo, sorgo, cevada, centeio e amaranto.

O consumo de cereais está associado a vários benefícios (Tabela 1) e, segundo Pal e Molnár (2021), eles são elementos-chave de uma nutrição e dieta balanceada e também desempenham um papel significativo na promoção da saúde devido ao conteúdo de nutrientes. Os cereais auxiliam na redução dos níveis de colesterol, obesidade, diabetes tipo II e doenças gastrointestinais, com seu alto teor de vitaminas, como as do complexo B que promovem um bom efeito no funcionamento do sistema nervoso e as fibras, que contribuem para o trânsito intestinal.

Além dos cereais, sementes como de gergelim, linhaça e chia são alimentos com crescente popularidade e possuem componentes que beneficiam a saúde humana. São reconhecidos por apresentarem efeitos redutores de colesterol (dislipidemia), inflamação, doença cardiovascular e diabetes, sem efeitos adversos (RUBIO et al., 2018; MAIDANA et al., 2020).

As sementes alcançaram grande popularidade nos últimos anos, principalmente devido à sua composição nutricional com elevada quantidade de gorduras essenciais e proteínas de alta qualidade, sendo boa fonte de aminoácidos essenciais (AA), alto teor de fibras alimentares insolúveis e solúveis, bem como vitaminas, minerais, polifenóis e outros compostos bioativos (SAPHIER et al., 2017; RODRÍGUEZ-GARCÍA et al., 2019).

Tabela 1. Composição nutricional de cereais e sementes.

Cereais e Sementes	Composição Nutricional g/100 gramas			
	Carboidratos	Proteínas	Fibras	Referências
Aveia em Flocos	66,6	13,9	9,1	TACO*
Chia	42,1	16,5	34,4	USDA**
Arroz	78,8	7,2	1,6	TACO*
Granola	53,9	13,7	8,9	USDA**
Farelo de Aveia	69,9	13,2	10,5	USDA**
Quinoa	64,2	14,1	7	USDA**
Linhaça	43,3	14,1	33,5	TACO*
Flocos de Milho	80,4	6,9	1,8	TACO*

Fonte: * Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO, 2011. ** UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). Food Data Central Search Results (FDC), 2017-2018.

Segundo Voss, Campos e Pintado (2021), os cereais prontos para o consumo são considerados uma alternativa promissora para a incorporação de probióticos, podendo ser consumidos por indivíduos de todas as faixas etárias.

1.1 Aveia

A aveia (*Avena sativa*) é um cereal pertencente à família Poaceae e ao gênero *Avena*, sendo cultivado em todo o mundo (ALY et al., 2021; IHSAN et al., 2022). Pode ser encontrada na forma de farelo, flocos ou farinha e é uma fonte de fibra alimentar, tanto solúvel (que promove melhoria do volume das fezes), quanto insolúvel (auxiliando na melhoria do trânsito dos alimentos através do sistema digestivo, evitando a constipação), de gordura insaturada e fitoquímicos, como os compostos fenólicos, importantes para a saúde humana (KHALID et al., 2022).

Enquanto a fibra dietética solúvel presente na aveia apresenta um papel importante na redução dos níveis de colesterol, a fibra dietética insolúvel tem sido descrita como promotora da microbiota intestinal saudável (VOSS; CAMPOS; PINTADO, 2021), caracterizando-se como excelentes carreadores de bactéria probióticas no trato gastrointestinal (TGI) humano, por atuar como prebióticos, que são fibras alimentícias não digeríveis pelas enzimas do TGI, mas fermentáveis pela microbiota intestinal possuindo relação com o bem estar geral e cada vez mais estudada (KUMAR et al., 2022).

Os frutooligossacarídeos (FOS) e os galactooligossacarídeos presentes na aveia são os dois grupos importantes de prebióticos nos quais estão inseridos inulina, oligofrutose ou FOS, lactulose, além de amido resistente e outros oligossacarídeos (DAVANI-DAVARI et al., 2019). Entre as diferentes fibras alimentares não digeríveis, o β -glucano da aveia tem efeitos benéficos na resistência à insulina, dislipidemia, hipertensão, obesidade e resposta imune. Assim, além dos benefícios da fibra, a aveia também é uma boa fonte de selênio, de vitamina E e antioxidantes que apresentam efeitos positivos contra asma, doenças cardíacas e certos tipos de câncer (RASIKA et al., 2021).

1.2 Chia

Salvia hispânica, também chamada de chia, é uma planta herbácea pertencente à família Lamiaceae, com propriedades interessantes. Sua semente apresenta elevado valor nutritivo, por conter altos teores de ácidos graxos poli-insaturados, principalmente ácido α -linolênico e quantidades notavelmente altas de outros componentes nutricionais, incluindo fibras solúveis e insolúveis (18%–30%), proteínas (15%–25%), vitaminas, minerais e antioxidantes naturais. Seu teor de fibra alimentar excede o de frutas secas, cereais ou nozes e, por essas razões, a chia é considerada um alimento funcional para a nutrição humana (WANG et al., 2022).

A chia é também uma boa fonte de proteína vegetal, por conter aminoácidos endógenos, principalmente ácidos glutâmico e aspártico, alanina, serina, glicina e aminoácidos exógenos, dentre os quais os maiores teores é de arginina, leucina, fenilalanina, valina e lisina, além de conter maior teor de ácidos ômega-3 quando comparado a linhaça (HRNCIC et al., 2020).

Além de serem isentas de glúten, as sementes de chia também são ricas em minerais, como fósforo, cálcio, potássio e magnésio. Além dos minerais, a chia também apresenta algumas vitaminas, principalmente B1, B2 e niacina e antioxidantes. Assim, as sementes de chia tornaram-se um dos alimentos mais reconhecidos mundialmente em função de suas propriedades nutricionais, sendo considerada um excelente ingrediente alimentício (KULCZYNSKI et al., 2019).

1.3 Arroz

O arroz (*Oryza sativa* L.) é considerado um cereal básico, amplamente utilizado como acompanhamento na dieta, como matéria-prima para moagem de produtos processados para panificação, para elaboração de cereais matinais ou flocos. Pode ser consumido de variadas formas, ou seja, em flocos, achatado/batido, tufado, aletria, macarrão, preparações à base de massa com leguminosas, dentre outras, sendo pertencente a um grupo de cereais isento de glúten (ST'ASTNÁ et al., 2019; SHOBANA et al., 2022).

O arroz floculado contém carboidratos, proteínas, vitaminas, minerais, fitoquímicos e aminoácidos essenciais, com exceção da lisina (ALMEIDA et al., 2020), sendo composto também por fibras dietéticas que, geralmente, não são afetadas durante a digestão, atuando na absorção de nutrientes no intestino delgado e, ao mesmo tempo, é um ingrediente valioso para o crescimento da microbiota intestinal benéfica que tem papel fundamental na síntese de vitaminas do complexo B (KUMAR; HAQ; PRASAD, 2018).

Por ser fonte de carboidratos, aminoácidos indispensáveis para o organismo e agir positivamente no intestino, o arroz em flocos torna-se importante na composição de alimentos funcionais.

2. Bactérias probióticas

Os probióticos são microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro (HILL et al., 2014). Segundo Khan et al. (2021), os probióticos são usados como aditivos alimentares que estabelecem o equilíbrio microbiano no trato gastrointestinal.

Podem ser consumidos com a finalidade de atuar frente a uma variedade de patologias, incluindo doenças inflamatórias intestinais, constipação, síndrome do intestino irritável, diarreia, alergias, diabetes e hipertensão (SYROMYATNIKOV et al., 2022). Além disso, os probióticos podem afetar positivamente a saúde do hospedeiro por combater à obesidade, doença renal crônica, distúrbios psiquiátricos e neurológicos através da regulação do eixo microbiota-intestino-cérebro, acidente vascular ce-

rebral e doença de *Alzheimer*, entre outros transtornos (SILVA et al., 2020). Entretanto, o efeito dos diferentes probióticos na saúde é dependente da estirpe usada, assim como de sua viabilidade.

Santos et al. (2020) também destacam que o consumo das bactérias probióticas é indicado para a prevenção de diarreia infecciosa, eficaz na prevenção e no tratamento de desordens gastrintestinais causadas por microrganismos patogênicos ou pelos distúrbios da microbiota normal, tratamento da diarreia aguda, diarreia persistente e na prevenção de diarreia associada a antibióticos. Ainda em relação à sua atuação no intestino, o estudo pressupõe que microrganismos probióticos selecionados seriam capazes de proteger o hospedeiro contra doenças carcinogênicas no cólon e ressalta ainda que apesar de o trato gastrointestinal ser o alvo mais importante para o uso de probióticos, eles também podem atuar em outras áreas do corpo, como no trato urogenital - na prevenção das infecções urinárias e no trato reprodutivo - na prevenção das infecções do sistema reprodutivo.

Os probióticos também auxiliam no tratamento da intolerância à lactose e nas manifestações alérgicas, sendo usados na medicina bucal e na odontologia, na prevenção das cáries, no auxílio no tratamento da candidíase oral e da halitose e na promoção da saúde periodontal (SARMENTO et al., 2019).

Para promover efeitos positivos na saúde, a ingestão oral do probiótico terá que suprir um limite de células viáveis e a quantidade mínima deve estar situada na faixa de 10^8 a 10^9 Unidades Formadoras de Colônias (UFC) na recomendação diária do produto pronto para o consumo. Entretanto, a dose adequada de microrganismos probióticos depende da estirpe, bem como do produto carreador (GALLINA et al., 2011; VOSS; CAMPOS; PINTADO, 2021).

Esses microrganismos compreendem *Lactobacillus* sp., *Bifidobacterium* sp., *Lactococcus* sp., *Streptococcus* sp., *Leuconostoc* sp., *Pediococcus* sp. e *Bacillus* sp. (SYROMYATNIKOV et al., 2022). Para uso clínico, a maioria dos probióticos são espécies dos três gêneros: *Lacticaseibacillus* sp., *Bifidobacterium* sp. (SYROMYATNIKOV et al., 2022) e *Saccharomyces* sp. (MIZOCK et al., 2015).

Ramos et al. (2013) descreveram que vários probióticos isolados já são amplamente utilizados e produzidos em escala industrial, como por exemplo, *Lactobacillus acidophilus*, *Lacticaseibacillus rhamnosus*, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Limosilactobacillus fermentum*. Contudo, uma larga escala de microrganismos potencialmente

probióticos presentes em diferentes tipos de produtos alimentícios, ainda continua desconhecido.

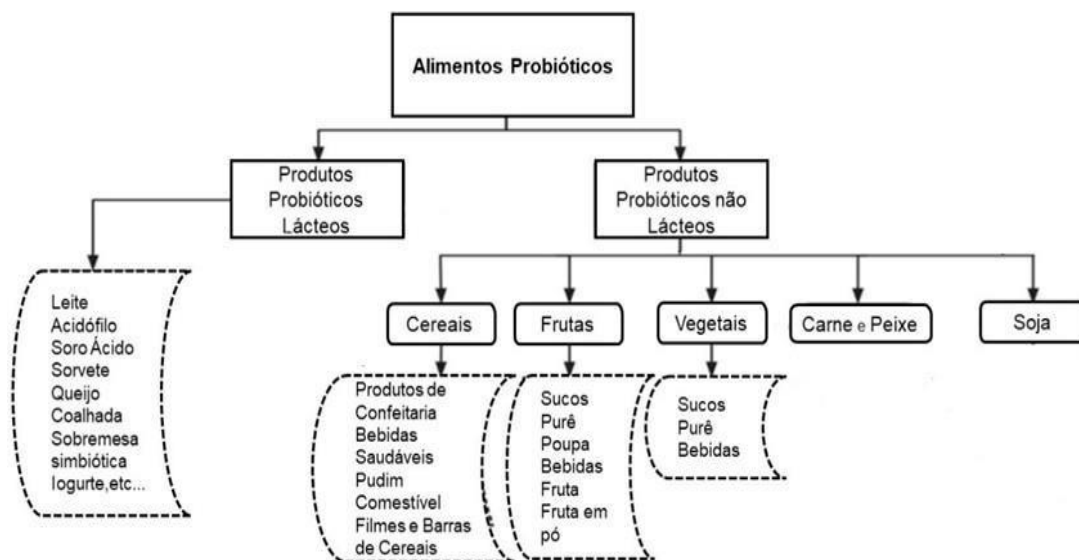
Para que os probióticos sejam considerados eficazes, eles necessitam resistir à passagem pelo trato gastrointestinal, sobreviver à ação dos ácidos e da bile para, então, colonizar e reproduzir no intestino, fixar e aderir ao epitélio intestinal e, consequentemente, estabilizar o equilíbrio da microbiota intestinal. Além disso, as estirpes probióticas devem ser seguras e eficazes em humanos, permanecer viáveis durante a vida útil do produto e não apresentar patogenicidade (SZYDLOWSKA; SIONEK, 2023).

Para Bellis et al. (2021), apesar da associação entre produtos lácteos e bactérias probióticas ainda dominar o mercado atual, existe uma demanda crescente dos consumidores por novos alimentos probióticos não lácteos, isentos de lactose e colesterol, o que limita o consumo de produtos de origem animal. Uma análise recente sobre o mercado global de produtos probióticos à base de plantas, prevê para os próximos anos um forte crescimento mundial desses produtos no setor farmacêutico e alimentício, uma vez que no mercado internacional esses produtos vêm ganhando popularidade.

Esse crescimento deverá ocorrer uma vez que os probióticos adicionados em matriz láctea não atendem a todos os consumidores, excluindo uma parcela da população que é alérgica às proteínas do leite, intolerante à lactose, e até mesmo os veganos (FARINAZZI-MACHADO et al., 2020). Portanto, a adição de probióticos em alimentos não lácteos é promissor e segundo Küçüköğöz e Trzaskowska (2022), os preços acessíveis e a ausência de lactose contribui para aumentar a procura por estes produtos.

A Figura 1 apresenta a classificação dos produtos lácteos e não lácteos probióticos, sendo que pesquisas vêm sendo realizadas para o desenvolvimento desses novos produtos não lácteos por meio de tecnologias que resultem na incorporação de probióticos em bebidas de frutas fermentadas e não fermentadas, produtos à base de soja, cereais matinais e barras de cereais, chocolates e, até mesmo, em produtos cárneos.

Figura 1. Classificação de produtos probióticos lácteos e não lácteos.



Fonte: Adaptado de Brahma, Sadiqp e Ahmadc (2019).

No entanto, o grande desafio dos pesquisadores e da indústria alimentícia é encontrar soluções tecnológicas para o desenvolvimento de produtos probióticos não lácteos que apresentem características sensoriais desejáveis, oferecendo aos consumidores alimentos não convencionais, que possam fazer parte da dieta de todas as faixas etárias (BELLIS; SISTO; LAVERMICOCCA, 2021).

3. Bacilos probióticos

O gênero *Bacillus* é compreendido por microrganismos Gram-positivos, em forma de bastonetes, retos ou levemente curvos, formadores de esporos, aeróbios ou anaeróbios facultativos (LOGAN, 2015). Dentre as espécies de *Bacillus* usadas como probióticos para o consumo humano destacam-se *Bacillus subtilis*, *B. clausii*, *B. cereus*, *B. coagulans*, *B. pumilus*, *B. laterosporus* e *B. licheniformis*.

Bacillus clausii é um bastonete Gram-positivo usado como probiótico para tratar a diarreia e os efeitos colaterais dos antibióticos, como a colite pseudomembranosa, por possuir mecanismo de resistência intrínseca à alguns antibióticos, sendo considerado seguro, pelo fato de não possuir genes codificadores de toxinas. Possui também a capacidade de produzir esporos para sobreviver ao estresse ambiental, como con-

dições extremas de temperatura e pH dos fluidos biliares, ambiente ácido do estômago e colonizar o intestino mesmo na presença de antibióticos (IANIRO et al., 2018; GARCIA et al., 2021).

Na Itália, *B. clausii* é um probiótico amplamente utilizado desde a década de 1960 para efeitos adversos relacionados a antibióticos, diarreia infecciosa, gastroenterite e tratamentos de *Helicobacter pylori*, e ainda possui efeito positivo na imunidade em infecções por rota vírus, sendo considerado eficaz não apenas para problemas gastrointestinais (MIRZA; ARUNA; IRUKULA, 2022).

Ghelardi et al. (2015) concluíram em seu estudo que *B. clausii* pode resistir ao trânsito intestinal e manter-se por até 12 dias após uma única administração oral, podendo exercer seus efeitos imunomoduladores e influenciar os resultados clínicos em várias doenças (WONG-CHEW et al., 2022). Esse bacilo probiótico esporulado é estável a uma ampla faixa de temperaturas, e apresenta variadas possibilidades de aplicações em formulações e alimentos (LAKSHMI et al., 2017).

Por outro lado, *Bacillus coagulans* também é uma bactéria Gram-positiva formadora de esporos. É aeróbia ou anaeróbica facultativa, produtora de ácido lático e identificada como GRAS, geralmente reconhecida como segura (POLO et al., 2022). Possui características probióticas potenciais e pode ser usado como probiótico em produtos veganos tratados termicamente (ALTUN; ERGINKAYA, 2021).

Devido as suas características probióticas, *B. coagulans* auxilia na absorção de nutrientes, modulando a microbiota intestinal, aliviando os sintomas da constipação intestinal, além de promover a digestão intestinal, produzindo várias enzimas que facilitam a excreção e a digestão, inibindo o crescimento de bactérias patogênicas (CAO et al., 2020; CAO et al., 2022), reduzindo dores abdominais, duração da diarreia e frequência de defecação em indivíduos que sofrem de diarreia aguda, e distensão abdominal em indivíduos afetados pela síndrome do intestino irritável, reduzindo o índice de atividade da doença de “Crohn”, bem como auxiliando as funções intestinais em idosos (POLO et al., 2022).

Evidências mostram que *B. coagulans* também exibe efeito antialérgico, reduz o risco de câncer e reduz o colesterol (KONURAY; ERGINKAYA, 2018).

A maior resistência dos esporos a altas temperaturas, baixo pH e altas pressões aliada a características de estabilidade e rápida germinação, tornam seu uso extremamente desejável em novas formulações de diversos alimentos probióticos, principalmente devido às limitações tecnológicas inerentes às bactérias lácticas, que

representam os principais microrganismos probióticos aplicados em alimentos. Os esporos probióticos são resistentes às diversas condições de processamento empregadas na indústria apresentando, assim, elevada viabilidade de aplicação e garantindo a funcionalidade dos alimentos probióticos (SOARES et al., 2023).

Muitos fatores determinam as propriedades de resistência de um esporo ao tratamento térmico, químico e físico, incluindo sua espessa camada proteica, baixo teor de água e altos níveis de DPA (ácido piridina-2,6-dicarboxílico) e cátions divalentes no esporo.

Os esporos são estruturas dormentes, com um núcleo central protegido do ambiente externo por uma espessa camada de proteína e córtex. A camada de proteína é extremamente resistente a danos químicos ou à radiação e o córtex possui a função de proporcionar baixa atividade de água em torno do núcleo, por meio da diferença de pressão osmótica entre ele e o protoplasma ou expansão do córtex sobre o protoplasma, o que pode explicar sua alta resistência ao calor. Além disso, a membrana externa e a capa do esporo possuem proteínas e carboidratos e, algumas espécies de *Bacillus* sp., possuem uma estrutura externa à capa, que pode apresentar apêndices, chamada exospório (CHO; CHUNG, 2020).

4. Cereais como potencial veículo de bactérias probióticas

Os produtos à base de cereais vêm sendo considerados uma matriz alternativa para os probióticos, pois são importantes fontes de proteínas, carboidratos, vitaminas, ácidos graxos essenciais, minerais e fibras. Uma vantagem de se adicionar probióticos em matrizes de cereais é a elevada presença de fibra alimentar e a de carboidratos não digeríveis, que podem ser usados como prebióticos e podem estimular a multiplicação de bactérias probióticas no cólon humano (KUMAR; VIJAYENDRA; REDDY, 2015).

Os prebióticos correspondem a substratos que são usados seletivamente por microrganismos hospedeiros e, dentre os mais utilizados, destacam-se os frutanos e os galactanos, que podem ser obtidos naturalmente de vegetais, frutas e grãos. Geralmente são fibras solúveis não digeríveis, como inulina, oligofrutose, frutooligossacarídeos ou galactooligossacarídeos (GOS) e derivados de pectina (USAGA et al., 2022).

Segundo Pimentel et al. (2020), a comunidade científica possui grande interesse em estudar o papel de uma alimentação equilibrada para manutenção da saúde. Por consequência, há uma ampliação na pesquisa de novos componentes naturais e o desenvolvimento de novos produtos, promovendo inovação na área de alimentos e a criação de novos nichos de mercado, principalmente relacionados a produtos funcionais. Assim, muitos estudos demonstram a utilização de probióticos em barras de cereais (Quadro 1).

Quadro 1. Cereais usados na elaboração de barras potencialmente probióticas.

Título	Ingredientes	Probiótico	Produto	Referência
3D printing of cereal-based food structures containing probiotics.	Farinha de Trigo; Caseinato de Cálcio; Água	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i> WCFS1	Estruturas alimentares à base de cereais	Zhang, Lou e Schutyser, 2018.
Cereal bars functionalized through <i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. lactis BB-12 and inulin incorporated in edible coatings of whey protein isolate or alginate.	Aveia; Flocos de Arroz; Flocos de Milho; Nozes, Uva Passas; Xarope de Glicose; Azeite de Dendê; Lecitina de Soja; Açúcar Invertido, Sal; Sacarose; Água; Revestimento de isolado de proteína de soro de leite	<i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. lactis BB-12	Barra de cereal	Pereira et al., 2019.
Cellular viability of microencapsulated probiotics added to cereal bar.	Flocos de Quinoa; Chia; Flocos de Arroz; Banana Desidratada; Nibs de Cacaú; Castanha do Pará; Xarope de Glicose; Açúcar Cristal; Maltodextrina; Gordura Vegetal; Lecitina de Soja	<i>Lactobacillus gasseri</i> e <i>Bifidobacterium lactis</i>	Barra de cereal	Farinazzi-Machado et al., 2020.
Antioxidant Activity, Probiotic Survivability, and Sensory Properties of a Phenolic-Rich Pulse Snack Bar Enriched with <i>Lactiplantibacillus plantarum</i> .	Grão de bico ou lentilha verde; Aveia em flocos; Cranberry seco; Xarope de milho; arroz tufado; fatias de amêndoa; Mel; Chocolate amargo (55% de cacau sólido, 46% de carboidratos, 43% de açúcares e 37% de gordura); Essência de baunilha; Canela em pó	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	Barra de cereal	Rajagukguk et al., 2022

Studies on the use of carob powder and bacillus subtilis for improving functionality of the cereal bars.	Gérmen de trigo; Amaranto; Trigo saraceno; Cranberry; Amendoim torrado sem sal; Alfarroba em pó; Glicerol; Xarope de arroz; Xarope de quinoa; Manteiga de Karité; Ácido ascórbico.	<i>Bacillus subtilis</i>	Barra de cereal	Vasilean et al., 2022
--	--	--------------------------	-----------------	-----------------------

Fonte: Dados da pesquisa.

As barras de cereais são produtos de elevada aceitabilidade e são associadas à produtos saudáveis (PRZYBYLSKA et al., 2021), sendo obtidas pela mistura de ingredientes secos com componentes aglutinantes, que se complementam, conferindo as propriedades sensoriais e aparência adequadas (PEREIRA et al., 2019).

Esses produtos estão ganhando interesse por serem de fácil consumo e convenientes, vindo ao encontro do estilo de vida agitado e à crescente demanda de consumidores que buscam refeições e lanches rápidos e acessíveis, e ao mesmo tempo nutritivos. Por essa razão, a associação entre barras de cereais e ingredientes saudáveis vem se tornando uma tendência promissora na indústria alimentícia (GARCIA et al., 2018; VOSS; CAMPOS; PINTADO, 2021), o que justifica estudos sobre a adição de culturas probióticas, a exemplo dos bacilos termorresistentes.

CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os cereais são fonte de fibras que contribuem para a multiplicação de bactérias probióticas, além de manter o trato intestinal saudável. Assim, acredita-se que eles sejam uma ótima matriz para carrear probióticos como *B. clausii* e *B. coagulans* aos consumidores e que o produto elaborado seja funcional, atrativo e nutritivo, podendo beneficiar os indivíduos de todas as faixas etárias, desde crianças até idosos, vegetarianos e intolerantes a lactose, além daqueles que não apresentem restrições alimentares.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R.L.J.; SANTOS, N.C.; PEREIRA, T. dos S.; SILVA, V.M. de A.; SILVA, L.N.; SANTIAGO, A.M.; MOREIRA, F.I.N.; SILVA, L.R.I. da; BORGES, E.M.E.S.; QUEIROGA, A.P.R. de. Morphological analysis in rice flakes. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, p. 1-17, 2020.
- ALTUN, G.K.; ERGINKAYA, Z. Identification and characterization of *Bacillus coagulans* strains for probiotic activity and safety. **LWT - Food Science and Technology**, v. 151, p. 1-10, 2021.
- ALY, A.A.; ZAKY, E.A.; MAHMOUD, H.A.; ALREFAEI, A.F.; HAMEED, A.M.; ALESSA, H.; ALSIMAREE, A.A.; ALJOHANI, M.; EL-BAHY, S.M.; KADASAH, S. The Impact of Addition Oats (*Avena sativa*) and Cinnamon on Cookies and their Biological Effects on Rats Treated with Cirrhosis by CCL4. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 28, p. 7142–7151, 2021.
- AYDARA, E.F.; TUTUNCUA, S.; OZCELIKA, B. Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. **Journal of Functional Foods**, v. 70, p. 103975, July 2020.
- BALIZA, D.D.M. dos S.; SILVA, J.F.M. da; PIMENTA, R.S. Evaluation of the applicability of a probiotic strain of *Saccharomyces cerevisiae* in cereal bars. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 21, p. 2017148, 2018.
- BELLIS, P. de; SISTO, A.; LAVERMICOCCA, P. Probiotic bacteria and plant-based matrices: An association with improved health-promoting features. **Journal of Functional Foods**, v. 87, p. 104821, 2021.
- BRAHMA, S.; SADIQ, M.B.; AHMAD, I. Probiotics in Functional Foods. **Reference Module in Food Science**, p.1-17, 2019.
- CAO, J.; LIU, W.; LILIU, R.; ZHAO, J.; ZHANG, H.; CHEN, W.; ZHAI, Q. MLST analysis of genetic diversity of *Bacillus coagulans* strains to evaluate effects on constipation model. **Food Science and Human Wellness**, v. 11, p. 815-827, 2022.
- CAO, J.; YUC, Z.; LIUA, W.; ZHAOA, J.; ZHANGA, H.; ZHAIA, Q.; CHEN, W. Probiotic characteristics of *Bacillus coagulans* and associated implications for human health and diseases. **Journal of Functional Foods**, v. 64, p. 1-11, 2020.
- CHO, W.; CHUNG, M. Bacillus spores: a review of their properties and inactivation processing Technologies. **Food Sci Biotechnol**, v. 29, p. 1447 - 1461, 2020.
- COZENTINO, I. de S.C.; PAULA, A.V. de; RIBEIRO, C.A.; ALONSO, J.D.; GRIMALDI, R.; LUCCAS, V.; TARANTO, M.P.; CAVALLINI, D.C.U. Development of a potentially functional chocolate spread containing probiotics and structured triglycerides. **LWT Food Science and Technology**, v.154, p. 1-9, 2022.

DAMIÁN, R.; CORTES-PEREZ, N.G.; QUINTANA, E.T; ORTIZ-MORENO, A.; NOGUEZ, C.G.; CRUCEÑO-CASARRUBIAS, C.E.; PARDO. M.E.S.; BERMÚDEZ-HUMARÁ, L.G. Functional Foods, Nutraceuticals and Probiotics: A Focus on Human Health. **Microorganisms**, v. 10, p. 1-13, 2022.

DAVANI-DAVARI, D.; NEGAHDARIPOUR, M.;KARIMZADEH, I.; SEIFAN, M.;MOHKAM, M.; MASOUMI, S.J.;BERENJIAN, A.; GHASEMI, Y. Prebiotics: Definition, Types, Sources, Mechanisms, and Clinical Applications. **Foods**, v.8, p. 1-27, 2019.

FARINAZZI-MACHADO, F.M.V.; DORTA, C.; MARINELLI, P.S.; SILVA, A.R. da; COELHO, L.A.; DOMINGOS, P.A.N. Cellular viability of microencapsulated probiotics added to cereal bar. **Brazilian Journal of health Review**, v. 3, n. 4, p. 9779-9791, 2020.

GALLINAA, D.A.; ALVES, A.T.S. e; TRENTA, F.K.H de S.; CARUSI, J. Characterization of Fermented Milk, and Probiotics and Prebiotics Free Milk, and Viability Evaluation of Lactic Acid and Probiotic Bacteria During the Shelf Life. **Journal of Health Sciences**, v. 13, n. 4. p. 239-244, 2011.

GARCIA, A.; REIS, C.; SERPA, J.; VIEGAS, J.; FERREIRA, M.; ALMEIDA, S.; NUNES, M.C.; TAVARES, N. Physical-sensory evaluation of a cereal bar with quinoa: a preliminary study. **Biomedical and Biopharmaceutical Research**, v. 15, n.1, p. 25-36, 2018.

GARCIA, J.P.; ALZATE, J.A.; HOYOS, J.A.; CRISTANCHO, E. Bacteremia after *Bacillus clausii* administration for the treatment of acute diarrhea: A case report. **Biomédica**, v. 41, p.13-20, 2021.

GHELARDI, E.; CELANDRONI, F.; SALVETTI, S.; GUEYE, S. A.; LUPETTI, A.; SENESI, S. Survival and persistence of *Bacillus clausii* in the human gastrointestinal tract following oral administration as spore-based probiotic formulation. **Journal of Applied Microbiology**, v. 119, p. 552-559, 2015.

HILL, C.; GUARNER, F.; REID, G.; GIBSON, G. R.; MERENSTEIN, D. J.; POT, B.; MORELLI, L.; CANANI, R.B.; FLINT, H.J.; SALMINEN, S.; CALDER, P.C.; SANDERS, M. E. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. **Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology**, v. 11, p. 506–514, 2014.

HRNCIC, M.K.; IVANOVSKI, M.; CÖR, D.; KNEZ, Z. Chia Seeds (*Salvia Hispanica* L.): An Overview-Phytochemical Profile, Isolation Methods, and Application. **Molecules**, v. 25, p. 1-19, 2020.

IANIRO, G.; RIZZATTI, G.; PLOMER, M.; LOPETUSO, L.; SCALDAFERRI, F.; FRANCESCHI, F.; CAMMAROTA, G.; GASBARRINI, A. *Bacillus clausii* for the Treatment of Acute Diarrhea in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. **Nutrients**, v.10, p. 1-15, 2018.

IHSAN, M.; NISAR, M.; NAZIR, N.; ZAHOOOR, M.; KHALIL, A.A.K.; GHAFLOOR, A.; KHAN, A.; MOTHANA, R.A.; ULLAH, R.; AHMAD, N. Genetic diversity in nutritional composition of oat (*Avena sativa* L.) germplasm reported from Pakistan. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 29, p. 1487–1500, 2022.

KHALID, W.; ARSHAD, M.S.; JABEEN, A.; ANJUM, F.M.; QAISRANI, T.B.; SULERIA, H.A.R. Fiber-enriched botanicals: A therapeutic tool against certain metabolic ailments. **Food Science & Nutrition**, v.10, p. 3203 - 3218, 2022.

KHAN, A.N.; YASMIN, H.; GHAZANFAR, S.; HASSAN, M.N.; KEYANI, R.; KHAN I.; GOHAR, M.; SHAHZAD, A.; HASHIM, M.J.; AJAZAHMAD, A. Antagonistic, Anti-oxidant, Anti-inflammatory and Anti-diabetic Probiotic Potential of *Lactobacillus agilis* Isolated from the Rhizosphere of the Medicinal Plants. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 28, n.11, p. 6069-6076, November 2021.

KLERKS, M.; ROMAN, S.; VERKERK, R.; SANCHEZ-SILES, L. Are cereal bars significantly healthier and more natural than chocolate bars? A preliminary assessment in the German Market. **Journal of Functional Foods**, v. 89, p. 1 - 10, 2022.

KONURAY, G.; ERGINKAYA, Z. Potential Use of *Bacillus coagulans* in the Food Industry. **Foods**, v. 7, p. 1-10, 2018.

KÜÇÜKGÖZ, K.; TRZĄSKOWSKA, M. Nondairy Probiotic Products: Functional Foods That Require More Attention. **Nutrients**, v. 14, 2022.

KULCZYNSKI, B.; KOBUS-CISOWSKA, J.; TACZANOWSKI, M.; KMIECIK, D.; GRAMZA-MICHALOWSKA, A. The Chemical Composition and Nutritional Value of Chia Seeds-Current State of Knowledge. **Nutrients**, v.11, p. 1-16, 2019.

KUMAR, S.; HAQ, R.; PRASAD, K. Studies on physico-chemical, functional, pasting and morphological characteristics of developed extra thin flaked rice. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 17, p.259–267, 2018.

KUMAR, B.V.; VIJAYENDRA, S.V.N.; REDDY, O.V.S. Trends in dairy and non-dairy probiotic products - a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, p. 6112–6124, 2015.

KUMAR, D.; LAL, M.K.; DUTT, S.; RAIGOND, P.; CHANGAN, S.S.; TIWARI, R.K.; CHOURASIA, K.N.; MANGAL, V.; SINGH, B. Functional Fermented Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics from Non-Dairy Products: A Perspective from Nutraceutical. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 66, 2022.

LAKSHMI, S.G.; NJAYANTHI, N.; SARAVANAN, M.; RATNA, M.S. Safety assesment of *Bacillus clausii* UBBC07, a spore forming probiotic. **Toxicology Reports**, v. 4, p. 62–71, 2017.

LASTA, E.L.; RONNING, E. da S.P.; DEKKER, R.F.H.; CUNHA, M.A.A. da. Encapsulation and dispersion of *Lactobacillus acidophilus* in a chocolate coating as a strategy for maintaining cell viability in cereal bars. **Scientific Reports**, v. 11, p. 1-12, 2021.

LIMA, D.M.; PADOVANI, R.M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; FARFÁN, J.A.; NONATO, C.T.; LIMA, M.T. de; SALAY, E.; COLUGNATI, F.A.B.; GALEAZZI, M.A.M. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO**. 4.ed. edição revisada e ampliada, Campinas – SP, 2011.

LOGAN, N.A.; VOS, P. de. **Bacillus**. Bergey's Manual of Systematics of Archaea and Bacteria, p. 1-164, 2015.

MAIDANA, S.D.; FINCH, S.; GARRO, M.; SAVOY, G.; GÄNZLE, M.; VIGNOLO, G. Development of gluten-free breads started with chia and flaxseed sourdoughs fermented by selected lactic acid bacteria. **LWT - Food Science and Technology**, v. 125, p. 1-8, 2020.

MARTINS, E.M.F.; BENEVENUTO, W.C.A. do N.; MARTINS, A.D. de O.; JUNIOR, A.A.B.; QUEIROZ, I.Q. de; DIAS, T. de M. C.; SOUZA, D.A.F.; PAULA, D. de A.; MARTINS, M.L. News and Trends in the Development of Functional Foods: Probiotic Dairy and Non-Dairy Products. **Advances in Nutraceuticals and Functional Foods**, Chapter 8, p. 199-237, 2022.

MIRZA; M.A.; ARUNA, D.; IRUKULLA, M. Efficacy of *Bacillus clausii* UBBC - 07 spores in the amelioration of oral mucositis in head and neck cancer patients undergoing radiation therapy. **Cancer Treatment and Research Communications**, v. 31, p. 1-5, 2022.

MIZOCK, A. B.; MD, FACP, FCCM. Probiotics. **Disease-a-Month**, v. 51, n. 7, p. 259-290, 2015.

MRIDULA, D.; SHARMA, M. Development of non-dairy probiotic drink utilizing sprouted cereals, legume and soymilk. **LWT - Food Science and Technology**, v. 6, p. 373-934, 2015.

PAL, M.; MOLNÁR, J. Growing Importance of Cereals in Nutrition and Healthy Life. **International Journal of Food Science and Agriculture**, v. 5, p. 275-277, 2021.

PEREIRA, J.O.; SOARES, J.; MONTEIRO, M.J.P.; AMARO, A.; GOMES, A.; PINTADO, M. Cereal bars functionalized through *Bifidobacterium animalis* subsp. lactis BB-12 and inulin incorporated in edible coatings of whey protein isolate or alginate. **Food & Function**, v.10, p. 6892-6902, 2019.

PIMENTEL, T.C.; ASSIS, B.B.T. de; ROCHA, C. dos S.; MARCOLINO, V.A.; ROSSET, M.; MAGNANI, M. Prebiotics in non-dairy products: Technological and physiological functionality, challenges, and perspectives. **Food Bioscience**, v. 46, p. 101585, 2022.

PIMENTEL, T.C.; COSTA, W.K.A. da; BARÃO, C.E.; ROSSET, M.; MAGNANI, M. Vegan probiotic products: a modern tendency or the newest challenge in functional foods. **Food Research International**, v.140, p.1-44, 2020.

POLO, A.; CAPPELLO, C.; CARAFA, I.; ROS, A. DA; BACCILIERI, F.; CAGNO, R. DI; GOBBETTI, M. A novel functional herbal tea containing probiotic *Bacillus coagulans* GanedenBC30: An *in vitro* study using the Simulator of the Human Intestinal Microbial Ecosystem (SHIME). **Journal of Functional Foods**, v. 88, p. 1-8, 2022.

PRZYBYLSKA, A.; CHRUSTEK, A.; OLSZEWSKA-STONINA, D.; KOBIAŁA, M.; KRUSZEWSKI, S. Determination of patulin in products containing dried fruits by Enzyme-Linked Immunosorbent Assay technique Patulin in dried fruits. **Food Science & Nutrition**, v. 9, p. 4211-4220, 2021.

RAJAGUKGUK, Y.V.; ARNOLD, M.; SIDOR, A.; KULCZYŃSKI, B.; BRZOZOWSKA, A.; SCHMIDT, M.; GRAMZA-MICHAŁOWSKA, A. Antioxidant Activity, Probiotic Survivability, and Sensory Properties of a Phenolic-Rich Pulse Snack Bar Enriched with *Lactiplantibacillus plantarum*. **Foods**, v. 11, p. 1-20, 2022.

RAMOS, C.L. THORSEN, L.; SCHWAN, R.F.; JESPERSEN, L. Strain-specific probiotics properties of *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus brevis* isolates from Brazilian food products. **Food Microbiology**, v. 36, p. 22-29, 2013.

RASIKA, D.M.D.; VIDANARACHCHI, J.K.; LUIZ, S.F.; AZEREDO, D.R.P.; CRUZ, A.G.; RANADHEERA, C.S. Probiotic delivery through non-dairy plant-based food matrices. **Agriculture**, v.11, p. 1-123, 2021.

RODRÍGUEZ-GARCÍA, C.; SÁNCHEZ-QUESADA, C.; TOLEDO, E.; DELGADO-RODRÍGUEZ, M.; GAFORIO, J.J. Naturally Lignan-Rich Foods: A Dietary Tool for Health Promotion? **Molecules**, v. 24, p. 917, 2019.

RUBIO, C.; GONZÁLEZ-WELLER, D.; CABALLERO, J.M.; ROMANO, A.R.; PAZ, S.; HARDISSON, A.; GUTIÉRREZ, A.J.; REVERT, C. Metals in food products with rising consumption (brewer's yeast, wheat bran, oat bran, sesame seeds, flaxseeds, chia seed). A nutritional and toxicological evaluation. **Journal of Functional Foods**, v. 48, p. 558–565, 2018.

SANTOS, P.S. ALMEIDA, E.B.; LACERDA, L.G.; NASCIMENTO, L.C. G. do; PEREIRA, M.C.S. Bioterapeutical potential of probiotics. **Cereus**, v.12, n.1, p. 2-15, 2020.

SAPHIER, O.; SILBERSTEIN, T.; KAMER, H.; BEN-ABU, Y.; TAVOR, D. Chia seeds are richer in polyphenols compared to flax seeds. **Integrative Food, Nutrition and Metabolism**, v. 4, p. 1 - 4, 2017.

SARMENTO, E.G.; CESAR, D.E.; MARTINS, M.L.; OLIVEIRA GÓIS, E.G. de O.; MARTINS, E.M.F.; ANDRÉ CAMPOS, N. da R.; DEL'DUCA, A.; MARTINS, A.D. de O. Effect of probiotic bacteria in composition of children's saliva. **Food Research International**, v. 116, p. 1282-1288, 2019.

SILVA, L.C.; SCHMIDT, G.B.; ALVES, L.G.O.; OLIVEIRA, V.S.; LAUREANO-MELO, R.; STUTZ, E.; MARTINS, J.F.P.; PAULA, B.P.; LUCHESE, R.H.; GUERRA, A.F.;

RODRIGUES, P.C.A. Use of probiotic strains to produce beers by axenic or semi-separated co-culture system. **Food and Bioproducts Processing**, p. 1-32, 2020.

SOARES, M.B.; ALMADA, C.N.; PEREIRA, E.P.R.; FERREIRA, B.M.; BALTHAZAR, C.F.; KHORSHIDIAN, N.; ROCHA, R.S.; XAVIER-SANTOS, D.; CRUZ, A.G.; RANADHEERA, S.; MORTAZAVIAN, A.M.; GÓMEZ-ZAVAGLIA, A.; MARTINEZ, R.C.R.; SANT'ANA, A.S. Review - Sporeforming probiotic bacteria: Characteristics, health benefits, and technological aspects for their applications in foods and beverages. **Trends in Food Science & Technology**, v. 138, p. 453 - 469, 2023.

ST'ASTNÁ, K.; MRÁZKOVÁ, M.; SUMCZYNSKI, D.; CINDIK, B.; YALÇIN, E. The Nutritional Value of Non-Traditional Gluten-Free Flakes and Their Antioxidant Activity. **Antioxidants**, v.8, p. 1-18, 2019.

SREBERNICH, S.M.; G ONÇALVES, G.M.S.; ORMENESE, R. de C.S.C.; RUFFI, C.R.G. Physico-chemical, sensory and nutritional characteristics of cereal bars with addition of acacia gum, inulin and sorbitol. **Food Science and Technology**, v. 36, p. 555-562, 2016.

SHOBANA, S.; GOPINATH, V.; KAVITHA, V.; KALPANA, N.; VIJAYALAKSHMI, P.; GAYATHRI, R.; BAI M.R.R.; GANESHJEEVAN, R.; MALLESHI, N.G.; UNNIKRISHNAN, R.; ANJANA, R.M.; HENRY, C.J.; KRISHNASWAMY, K.; SUDHA, V.; MOHAN, V. Nutritional and Glycemic Properties of Brown and White Rice Flakes "Upma". **Journal of Diabetology**, v.13, n.1, p. 49-55, 2022.

SYROMYATNIKOV, M.; NESTEROVA, E.; GLADKIKH, M.; POPOV, V.; Probiotics analysis by high-throughput sequencing revealed multiple mismatches at bacteria genus level with the declared and actual composition. **LWT - Food Science and Technology**, v. 156, p. 1-8, 2022.

SZYDŁOWSKA, A.; SIONEK, B. Probiotics and Postbiotics as the Functional Food Components Affecting the Immune Response. **Microorganisms**, v. 11, 2023.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Food Data Central Search Results (FDC)**, 2017-2018. Disponível em: https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/. Acesso em: 19 de julho de 2022.

USAGA, J.; BARAHONA, D.; ARROYO, L.; ESQUIVEL, P. Probiotics survival and betalains stability in purple pitaya (*Hylocereus* sp.) juice. **NFS Journal**, v. 7, p. 47–53, 2022.

VASILEAN, I.; BĂNUC, M.; PATRAȘCU, L.; CONSTANTIN, O.E. Studies on the use of carob powder and *Bacillus subtilis* for improving functionality of the cereal bars. **Food Technology**, v. 46, p. 125 - 140, 2022.

VINHAL, G.L.R.R. de B.; SANCHES, M.A.R.; BARCIA, M.T.; RODRIGUES, R.; PERTUZATTI, P.B. Murici (*Byrsonima verbascifolia*): A high bioactive potential fruit for application in cereal bars. **LWT - Food Science and Technology**, v. 160, p. 1-9, 2022.

VOSS, G.B.; CAMPOS, D.A.; PINTADO, M.M. Cereal Bars Added With Probiotics and Prebiotics. **Probiotics and Prebiotics in Foods**, Chapter 11, p. 201-217, 2021.

WANG, L.; LEE, M.; SUN, F.; SONG, Z.; YANG, Z.; YUE, G.H. A chromosome-level genome assembly of chia provides insights into high omega-3 content and coat color variation of its seeds. **Plant Communications**, v. 3, p. 1-11, 2022.

WONG-CHEW, R.M.; CASTRO, J.A. de; MORELLI, L.; PEREZ, M.; OZEN, M. Gut immune homeostasis: the immunomodulatory role of *Bacillus clausii*, from basic to clinical evidence. **Expert Review of Clinical Immunology**, v. 18, p. 717-729, 2022.

XIONGA, Y.; ZHANGA, P.; WARNERA, R.D.; SHENB, S.; FANGA, Z. Cereal grain-based functional beverages: from cereal grain bioactive phytochemicals to beverage processing technologies, health benefits and product features. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 62, p. 2404-2431, 2022.

ZHANG, L.; LOU, Y.; SCHUTYSER, M.A.I. 3D printing of cereal-based food structures containing probiotics. **Food Structure**, v. 18, p. 14-22, 2018.

CAPÍTULO II

ELABORAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO DE BARRAS DE CEREAIS ENRIQUECIDAS COM BACILOS PROBIÓTICOS E ESTUDO *IN VITRO* DE RESISTENCIA GASTROINTESTINAL

RESUMO

Objetivou-se nesse estudo desenvolver barras de cereais enriquecidas com *Bacillus clausii* e *Bacillus coagulans* BC30 e avaliar durante 60 dias de vida de prateleira as características físico-químicas (A_w , umidade, pH, proteína, lipídeos, carboidrato, cinzas, fibra bruta e textura), microbiológicas (*Escherichia coli*; *Salmonella* sp.; *Bacillus cereus* presuntivo, fungos filamentosos e leveduras) e a viabilidade das bactérias probióticas no produto. Avaliou-se também a aceitabilidade sensorial e a resistência do probiótico que apresentou melhor viabilidade ao trato gastrointestinal (TGI) *in vitro* quando veiculado nas barras de cereais. O controle consistiu da barra não adicionada de probiótico. Não houve diferença ($p > 0,05$) de pH, proteína, lipídeos, carboidrato e cinzas entre as barras de cereais elaboradas. Entretanto, verificou-se que a barra de cereal contendo *B. clausii* apresentou maior umidade e atividade de água (A_w), comparada à barra adicionada de *B. coagulans* e a barra controle. O teor de fibra bruta da amostra controle logo após a elaboração (tempo 0), foi de 1,86%. As barras de cereais estavam aptas para consumo, apresentando contagens $< 1,0 \times 10^1$ para coliformes a 35 °C, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* e bolores e leveduras. Além disso, ausência de *Salmonella* sp. em 25 g. *B. clausii* apresentou maior viabilidade média ($p < 0,05$) nas barras de cereais e manteve sua contagem durante os 60 dias de armazenamento acima de 6,0 log UFC/g. Os atributos sensoriais sabor, doçura e crocância das barras cereais enriquecidas com *B. clausii* apresentaram escores médios entre 8 (gostei muito) e 9 (gostei extremamente), não havendo influência significativa ($p > 0,05$) do tempo de armazenamento. Aos 60 dias de estocagem a contagem média de *B. clausii* na barra de cereal foi de 6,7 log UFC/g. Após simulação do TGI *in vitro*, na fase entérica II, que corresponde ao intestino grosso, constatou-se viabilidade média de 6,82 log UFC/g equivalente a $6,6 \times 10^6$ UFC/g, demonstrando a estabilidade do probiótico após a passagem pelo TGI simulado. *B. clausii*, apresentou taxa de sobrevivência de 97,66% no tempo 0. No tempo 60 a taxa foi superior a 100%, evidenciando seu excelente comportamento na barra de cereal. Portanto, a barra de cereal é uma matriz promissora para veicular *B. clausii* e o enriquecimento de produtos alimentícios à base cereais com probióticos é uma alternativa inovadora para a indústria de alimentos, por expandir a gama de alimentos probióticos e ampliar as possibilidades de escolha dos indivíduos saudáveis e com restrições alimentares.

Palavras-chave: Barra alimentícia. Probióticos. Alimento funcional. Microrganismos vivos.

ABSTRACT

The objective of this study was to develop cereal bars enriched with *Bacillus clausii* and *Bacillus coagulans* BC30 and evaluate the physicochemical characteristics (Aw, moisture, pH, protein, lipids, carbohydrate, ash, crude fiber and texture), microbiological (*Escherichia coli*; *Salmonella* sp.; presumptive *Bacillus cereus*, filamentous fungi and yeast) and the viability of probiotic bacteria in the product during 60 days of shelf life. The sensorial acceptability and resistance of the probiotic was also evaluated, which showed better viability in the gastrointestinal tract (GIT) *in vitro* when served in cereal bars. The control consisted of the bar without added probiotics. There was no difference ($p>0.05$) in pH, protein, lipids, carbohydrates and ash between the prepared cereal bars. However, it was found that the cereal bar containing *B. clausii* presented higher humidity and water activity (Aw), compared to the bar added with *B. coagulans* and the control bar. The crude fiber content of the control sample immediately after preparation (time 0) was 1.86%. The cereal bars were fit for consumption, showing counts $<1.0 \times 10^1$ for coliforms at 35 °C, *E. coli*, *B. cereus* and molds and yeasts. Furthermore, absence of *Salmonella* sp. in 25 g. *B. clausii* showed higher average viability ($p<0.05$) in cereal bars and maintained its count during the 60 days of storage above 6.0 log CFU/g. The sensory attributes flavor, sweetness and crunchiness of cereal bars enriched with *B. clausii* presented average scores between 8 (I liked it a lot) and 9 (I liked it extremely), with no significant influence ($p>0.05$) of storage time. After 60 days of storage, the average *B. clausii* count in the cereal bar was 6.7 log CFU/g. After simulating the GIT *in vitro*, in enteric phase II, which corresponds to the large intestine, an average viability of 6.82 log CFU/g was found, equivalent to 6.6×10^6 CFU/g, demonstrating the stability of the probiotic after passage by the simulated TGI. *B. clausii* presented a survival rate of 97.66% at time 0. At time 60 the rate was greater than 100%, demonstrating its excellent behavior in the cereal bar. Therefore, the cereal bar is a promising matrix for carrying *B. clausii* and the enrichment of cereal-based food products with probiotics is an innovative alternative for the food industry, as it expands the range of probiotic foods and expands the possibilities of choice for healthy individuals and those with dietary restrictions.

Keywords: Food bar. Probiotics. Functional food. Live microorganisms.

1. INTRODUÇÃO

Os hábitos alimentares dos consumidores vêm se transformando uma vez que a população está mais consciente (BALLINI et al., 2023) da relação entre a dieta e o bem-estar físico, mental e emocional. Com isso, pesquisas tem sido realizadas ao longo das últimas décadas, especialmente nas áreas de melhoria da saúde e tecnologia de alimentos, uma vez que o consumo de produtos enriquecidos com ingredientes funcionais como antioxidantes, prebióticos e probióticos pode reduzir o risco de doenças crônicas e melhorar o bem-estar (GRANATO et al., 2020; BAKER et al., 2022).

Os probióticos representam um dos maiores mercados de alimentos funcionais e são definidos pela FAO/OMS (2002) como “microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro”. Vários efeitos positivos sobre a saúde têm sido associados ao consumo de probióticos, porém esses benefícios dependem da estirpe e da dose, e deve ser demonstrado por estudos *in vitro* e *in vivo*.

A maioria dos produtos probióticos disponíveis no mercado são derivados lácteos, como os produtos lácteos fermentados (VASILEAN et al., 2022). Entretanto, com o aumento dos consumidores veganos, vegetarianos, intolerantes a lactose e/ou que possuem restrições alimentares, novas matrizes vêm sendo amplamente estudadas para veicular esses microrganismos.

Os cereais, considerados a base da nutrição humana (FAO, 2021), são consumidos diariamente e surgem como alimentos funcionais não lácteos inovadores, carreadores de probióticos e uma alternativa valiosa para consumidores com restrições alimentares, sendo uma alternativa aos laticínios tradicionais, além de não necessitarem de temperaturas de refrigeração para sua distribuição e armazenamento (MANI-LOPEZ; LÓPEZ-MALO; RAMÍREZ-CORONA, 2023).

Neste contexto, as barras de cereais são matrizes secas que contem elevada presença de fibra alimentar e de carboidratos não digeríveis e são bem aceitas pelos consumidores, além de serem produtos acessíveis e práticos e que podem ser enriquecidos de ingredientes funcionais (VASILEAN et al., 2022), como os probióticos, tornando-se uma alternativa inovadora e mais saudável, com potencial benefícios ao trato gastrointestinal. No entanto, enriquecer lanches com probióticos é um desafio, pois vários fatores podem afetar a viabilidade celular, dificultando a manutenção de

doses microbianas adequadas no momento do consumo. Assim, a adição de estirpes probióticas esporuladas nessas matrizes também é promissora pois, de acordo com Soares et al. (2023), a resistência dos esporos a altas temperaturas, baixo pH e altas pressões aliada as características de estabilidade e rápida germinação, tornam seu uso extremamente desejável em novas formulações.

Assim, este estudo buscou desenvolver barras de cereais enriquecidas com *Bacillus clausii* e *Bacillus coagulans* BC30 e avaliar durante 60 dias de vida de prateleira as características físico-químicas, microbiológicas e a viabilidade das bactérias probióticas no produto. A aceitabilidade sensorial e a resistência ao trato gastrointestinal (TGI) *in vitro* do probiótico na barra de cereal também foram avaliadas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba. As barras de cereais foram produzidas na Unidade de Processamento de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (DCTA), as análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos, as análises microbiológicas e ensaio *in vitro* de digestão gastrointestinal no Laboratório de Microbiologia de Alimentos, e as análises sensoriais foram realizadas em praça pública, no centro da cidade de Rio Pomba - MG.

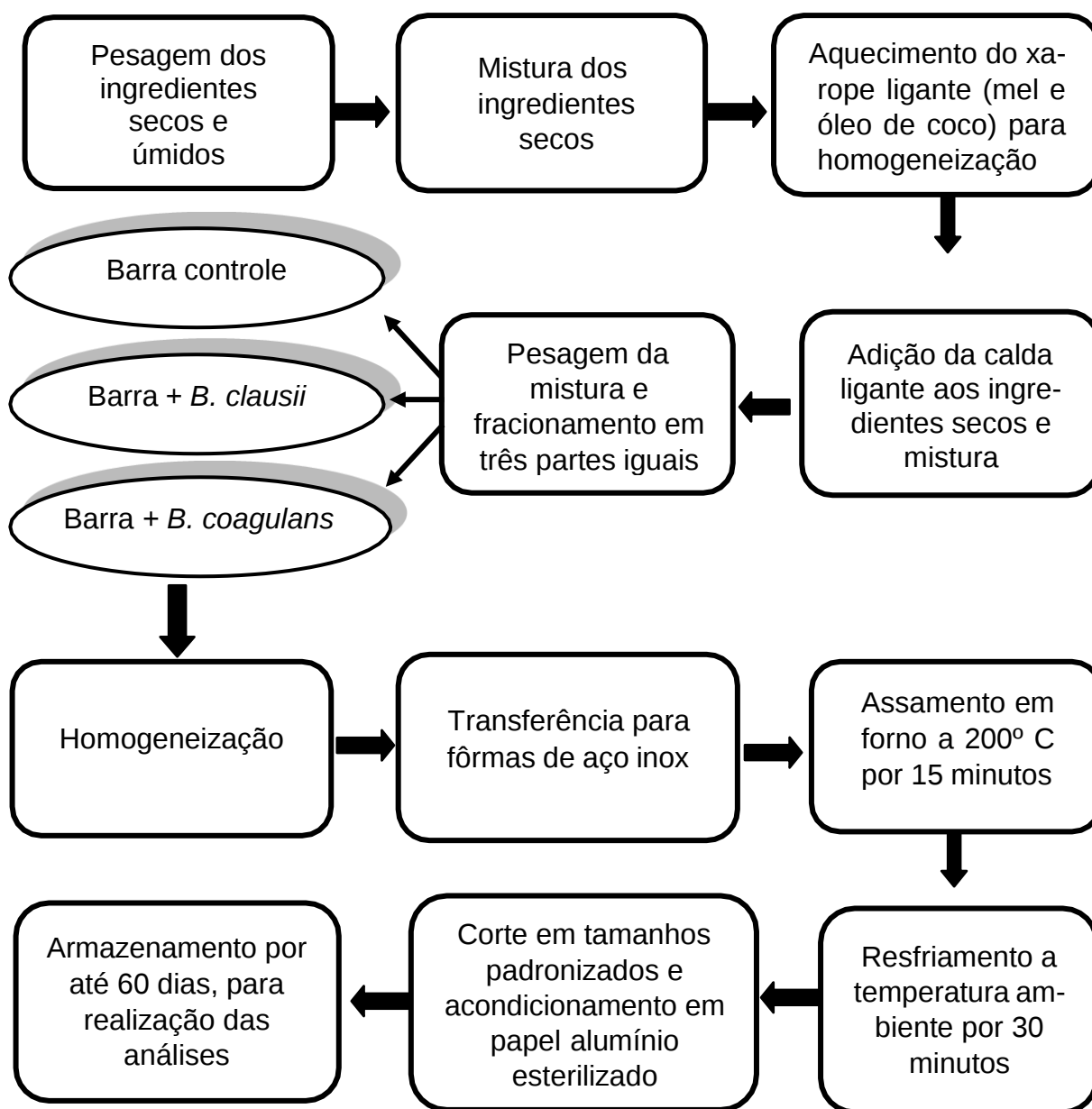
2.1 Elaboração das barras de cereais adicionadas de bacilos probióticos

As matérias primas utilizadas para elaboração das barras foram adquiridas no estabelecimento de produtos naturais “Senhor A Granel”, em Juiz de Fora, MG.

A partir de ensaios preliminares, foram elaboradas barras de cereais contendo 5% de castanha do Pará, 12% de aveia em flocos, 12% de farelo de aveia, 12% de flocos de arroz, 2% de chia, 12% de frutas cristalizadas (mamão verde, mamão vermelho e laranja), 4% de uva passas, 35% de mel e 6% óleo de coco, totalizando três formulações: barra controle, sem adição de probiótico, barra adicionada de *B. clausii* e barra adicionada *B. coagulans* BC30.

As barras de cereais foram elaboradas conforme a Figura 1, utilizando metodologia adaptada de Bchir et al. (2017) e Kaur et al. (2018).

Figura 1 - Fluxograma de elaboração das barras de cereais



Fonte: Dados da pesquisa.

Inicialmente, foi realizada a pesagem dos ingredientes secos e úmidos, sendo os ingredientes que compõem o xarope ligante (mel e óleo de coco), aquecidos para total homogeneização. Em seguida, o xarope ligante foi adicionado aos ingredientes secos sobre mistura constante e a mistura resultante foi pesada e dividida em três partes iguais, equivalentes às três formulações. Um flaconete contendo $4,0 \times 10^9$

esporos de *B. clausii* (Enterogermina Plus®) e uma cápsula contendo $2,0 \times 10^9$ esporos de *B. coagulans* (GanedenBC30®) liofilizado foram adicionados, separadamente, para cada 100 g de mistura.

Após a adição dos probióticos, cada formulação foi novamente homogeneizada e, em seguida, transferida separadamente para fôrmas de aço inox que foram aquecidas em forno a 200° C por 15 minutos. Após este período, as três formulações foram mantidas a temperatura ambiente, por 30 minutos, para o resfriamento sendo, então, cortadas em tamanhos padronizados de, aproximadamente, 7,0 x 3,0 x 1,0 cm (comprimento x altura x largura) e acondicionadas em papeis alumínio individuais esterilizados. As barras das diferentes formulações foram armazenadas à temperatura ambiente, por até 60 dias, para realização das análises durante a estocagem.

2.2 Determinação das características físico-químicas das barras

As características físico-químicas das barras foram determinadas segundo as normas descritas pela “Association of Official Analytical Chemists” (AOAC, 2016) em triplicata, sendo as análises de pH e umidade realizadas nos tempos 0, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 dias de estocagem do produto a temperatura ambiente e as análises de Aw, cinzas, proteínas e lipídeos realizadas após elaboração das barras (tempo 0) e no tempo 60 dias de estocagem do produto a temperatura ambiente.

O pH das barras de cereais foi determinado em pHmetro digital (Tecnopon NT PHM, Piracicaba, São Paulo, Brasil) em 10 g da amostra diluída em 90 mL de água destilada, estabilizada a 25 °C (ELLIS, 2016).

A aw foi medida em medidor de atividade de água portátil (Aqualab, Pawkit, São Paulo, Brasil), conforme instrução do fabricante (CLARK, 2016).

Análises de umidade e cinzas foram realizadas pelo método gravimétrico (925.10), sendo a umidade determinada após secagem em estufa a 105 °C até obtenção de peso constante e as cinzas após a incineração da matéria orgânica em forno mufla a 550 °C durante 5h (93.023) (LAWRENCY, 2016).

As proteínas foram determinadas pelo método de *Kjeldahl* (920.87), que se baseia na determinação do nitrogênio total utilizando fator de 6,25 para conversão em proteínas (CLARK, 2016). Os lipídeos foram determinados por extração direta pelo método *Soxhlet* (920.39) e quantificados por meio da pesagem do resíduo após a eliminação do solvente (ARIA, 2016). Já o teor de carboidratos totais foi obtido por

diferença entre o total da amostra (100%) e a soma dos percentuais de umidade, proteínas, lipídios e cinzas.

A determinação de fibra bruta ocorreu somente na barra controle, logo após elaboração (tempo 0), conforme metodologia de Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2017), utilizando um grama de amostra e soluções de ácido sulfúrico e hidróxido de sódio 1,25%, sendo calculada por meio da equação:

$$\text{Fibra Bruta} = \frac{(C - A - D)}{B} \times 100$$

Em que:

C = Filtro de papel + Amostra + Cadinho seco em estufa

A = Peso do filtro de papel vazio

D = Cinzas

B = Peso inicial da amostra

2.3 Determinação de textura instrumental das barras de cereais

Para determinação do ciclo de dureza, força adesiva, adesividade e fraturabilidade utilizou-se o Analisador de Textura Brookfield CT3 (Brookfield Engineering Laboratories, INC, Middleboro Massachusetts, EUA), integrado a um computador com software específico para a aquisição dos dados e cálculo dos parâmetros de textura (TexturePro CT Software, Brookfield Engineering Laboratories, Middleboro, USA), com célula tipo TA-SBA. Foi realizado teste de compressão, empregando-se velocidade de 0,5 mm/s e velocidade pré-teste 2 mm/s, em 5 amostras de cada formulação, com área 4x4x1,5cm.

2.4 Avaliação microbiológica das barras de cereais

2.4.1 Avaliação da qualidade microbiológica

A microbiota das barras foi analisada quanto aos padrões de qualidade microbiológica preconizados pela legislação brasileira (BRASIL, 2022), para Número Mais

Provável (NMP) de coliformes a 35 °C e *Escherichia coli* (FENG et al., 2020); *Salmonella* sp. (ANDREWS et al., 2022); *Bacillus cereus* presuntivo (TALLENT et al., 2020) e fungos filamentosos e leveduras (TOURNAS et al., 2017).

As análises foram realizadas nos tempos 0 e 60 dias de estocagem das barras de cereais, segundo metodologias descritas pelo *Bacteriological Analytical Manual* (BAM).

2.4.2 Viabilidade de *B. clausii* e *B. coagulans* BC30 nas barras de cereais

Para a determinação da viabilidade das bactérias probióticas, amostras de 25 g das barras foram homogeneizadas em 225 mL de solução salina peptonada [0,85% de NaCl (Synth, Diadema, São Paulo, Brasil) e 0,1% de peptona (Acumedia, Michigan, EUA)] obtendo-se a diluição 10^{-1} e as demais diluições seriadas. A contagem foi efetuada pelo método de plaqueamento em profundidade, logo após a elaboração das barras (tempo 0) e a cada 10 dias de estocagem durante 60 dias, adicionando-se 1,0 mL das respectivas diluições e derramando Ágar Triptona de Soja (TSA) em placas de Petri (Cial, 36 Paulina, São Paulo, Brasil) que foram mantidas a 37 °C para *B. clausii* e a 40 °C para *B. coagulans* por 72 horas. Após incubação, as Unidades Formadoras de Colônias (UFC) foram enumeradas e contadas manualmente. Foi realizada análise microscópica por coloração de Gram a fim de se certificar se as colônias que cresciam nas placas eram *B. clausii* e/ou *B. coagulans*.

2.5 Aceitabilidade das barras de cereais durante estocagem

A aceitabilidade das barras de cereais contendo *B. clausii* foi avaliada em praça pública, no centro da cidade, nos tempos 0 e 60 dias de fabricação, por 120 participantes não treinados, entre homens e mulheres, potenciais consumidores, acima de 18 anos. Os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) previamente a participação e foram informados sobre a composição das amostras, pois caso possuíssem alguma restrição alimentar, não participariam da análise.

Para determinar a aceitabilidade, cada participante recebeu a ficha de avaliação da barra de cereal e, em seguida, a amostra que apresentou maior viabilidade.

Na ficha foi solicitado a indicação do seu julgamento em relação à aceitação da barra para os atributos sabor, doçura e crocância utilizando a escala hedônica de nove pontos, variando de “gostei extremamente” a “desgostei extremamente” conforme Stone, Bleibaum e Thomas (2012). Os escores médios dos atributos avaliados foram calculados pela soma total das notas para cada atributo, dividindo-se pelo número de participantes. Foi avaliada também a intenção de compra do produto em uma escala de cinco pontos, variando de 5 (certamente compraria) a 1 (certamente não compraria) e também foi calculado o Índice de Aceitabilidade (IA), segundo Teixeira, Meinert e Barbeta (1987), em que $IA (\%) = A \times 100/B$, sendo A = nota média obtida para o produto e B = nota máxima dada ao produto.

2.6 Avaliação da resistência de *B. clausii* às condições gastrointestinais (TGI) simuladas *in vitro* quando veiculados nas barras de cereais

A simulação *in vitro* das condições gastrointestinais foi realizada com a barra de cereal contendo o probiótico que apresentou melhor viabilidade no produto, pela simulação das fases gástrica e entérica I e II, nos tempos 0 e 60 dias de estocagem. A simulação dos sucos gástrico e entérico (I e II) com enzimas do trato gastrointestinal foi realizada segundo a metodologia de Bedani, Rossi e Saad (2013).

Alíquotas de 10 mL da diluição 10^{-1} das barras contendo *B. clausii* foram transferidas para frasco schott de 100 mL estéreis e logo após, o pH foi medido e ajustado com HCl 1 mol/L para 2,3-2,6. Então, foi adicionado aos frascos pepsina (isolada de mucosa gástrica de porco, Sigma-Aldrich, EUA) e lipase (Amano lipase G, isolada de *Penicillium Camenberti*, Sigma-Aldrich, EUA) a fim de atingir uma concentração de 3 g/L e 0,9 mg/L, respectivamente. Esses frascos foram incubados a 37 °C, por 2 horas, a 150 rpm, sob agitação em incubadora shaker SOLAB (Brasil), correspondendo a primeira fase da análise - fase gástrica.

Após o período de incubação, teve início a simulação do intestino delgado, que corresponde à fase entérica I, com o pH novamente ajustado para 5,4-5,7 utilizando solução de fosfato de sódio pH 12 (150 mL de NaOH 1 mol/L; 14 g de $NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$). Posteriormente, foi acrescentada bile (bile bovina, Sigma-Aldrich, EUA) e pancreatina (pancreatina isolada de pâncreas de suíno, Sigma Aldrich, EUA) nas concentrações de 10 g/L e de 1 g/L, respectivamente. Os frascos foram novamente incubados sob agitação a 37 °C, por 2 horas, a 150 rpm. Decorridas 4

horas da fase inicial, foi simulado o intestino grosso, correspondendo à fase entérica II. Para isso o pH foi elevado para 6,8 - 7,2 utilizando a mesma solução tampão da fase entérica I, bile bovina e pancreatina para manter a concentração de 10 g/L e 1 g/L, respectivamente, sendo as amostras novamente incubadas a 37 °C, por 2 horas, sob agitação, completando 6 horas de ensaio.

Ao final de cada fase (gástrica, entérica I e II), alíquotas de 1 mL foram retiradas e feitas as diluições seriadas em solução salina (0,85% de NaCl). Em seguida, foi realizado o plaqueamento em profundidade em Ágar TSA e a contagem de *B. clausii* sobreviventes às condições gastrointestinais conforme descrito no item 2.4.2.

A porcentagem de sobrevivência em relação às contagens iniciais, antes do ensaio, foi calculada através da seguinte equação:

$$\text{Taxa de sobrevivência (\%)} = \log \text{UFC N1} / \log \text{UFC N0} \times 100\%$$

Em que:

N1 = contagem de células probióticas ao final do ensaio *in vitro*,

N0 = contagem de células probióticas antes do ensaio.

2.7 Análises estatísticas

O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) sendo realizada a análise de variância (ANOVA) e a comparação das médias dos tratamentos pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

As análises de pH e umidade foram realizadas em esquema fatorial, considerando a adição ou não de probióticos (Controle, *B. clausii* e *B. coagulans*) e 6 tempos (0, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 dias).

As análises de proteínas, cinzas, Aw, lipídeos e carboidratos foram realizadas em esquema fatorial, considerando os três tratamentos (Controle, *B. clausii* e *B. coagulans*) e 2 tempos (0 e 60 dias).

O experimento de viabilidade foi realizado em esquema fatorial, considerando a adição de probióticos (*B. clausii* e *B. coagulans*) e 6 tempos (0, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 dias).

Para o experimento *in vitro*, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado comparando as Fases Gástrica, Entérica I e Entérica II nos tempos 0 e 60 dias e os dados de contagem foram transformados para log de UFC/g⁻¹.

A comparação da análise sensorial nos tempos 0 e 60 dias foi realizada por delineamento inteiramente casualizado comparando as médias dos quesitos de avaliação sabor, doçura, crocância e intenção de compra por meio do teste tukey à 5% de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando o Pacote ExpDes.pt (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2013) para o software R (R-Core Team, 2021).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Características físico-químicas das barras de cereais

Não houve diferença nos valores de pH, proteína, cinzas, lipídeos e carboidratos entre as barras de cereais controle e contendo *B. clausii* e *B. coagulans* ($p>0,05$) (Tabela 1). Entretanto, as barras contendo *B. clausii* ($p<0,05$) apresentaram maior umidade e atividade de água (A_w), comparada às demais (Tabela 1).

Tabela 1. Características físico-químicas das barras controle e contendo probióticos.

Amostras	pH	Umidade (%)	Proteínas (%)	Cinzas (%)	A_w	Lipídeos (%)	Carboidratos (%)
Controle	5,34 ^a	9,06 ^b	7,21 ^a	1,28 ^a	0,49 ^b	9,08 ^a	75,07 ^a
Barra + <i>B. clausii</i>	5,18 ^a	10,78 ^a	6,29 ^a	1,21 ^a	0,54 ^a	8,96 ^a	72,70 ^a
Barra + <i>B. coagulans</i>	5,34 ^a	8,69 ^a	6,72 ^a	2,46 ^a	0,42 ^b	8,52 ^a	76,03 ^a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade. CV (%) – Coeficiente de variação.

Fonte: Dados da pesquisa.

Resultados semelhantes foram encontrados por Ishak et al. (2022), que verificaram teor de umidade e de atividade de água (A_w) significativamente diferentes ($p<0,05$) entre barras de cereais analisadas. Apesar da diferença de umidade entre as barras elaboradas, estas atendem a legislação brasileira (BRASIL, 2005) e estão de acordo com a literatura (AURAND, 2013) que estabelecem que a umidade de barras de cereais deve ser inferior a 15,0%. Em relação a A_w , estudos relatam que é

necessário valor mínimo de 0,60 para o crescimento microbiano (ERKMEN; BOZOGU, 2016; ALP; BULANTEKIN, 2021). Assim, todas as barras de cereais apresentam baixo risco de deterioração microbiana sugerindo que são microbiologicamente estáveis e se assemelham as barras comerciais.

O fator tempo não interferiu nas características físico-químicas avaliadas (Tabela 2), evidenciando que a adição dos bacilos probióticos não promoveu alteração do produto durante a estocagem, o que é desejável no desenvolvimento de novos produtos.

Tabela 2. Características físico-químicas das barras de cereais ao longo do tempo em dias.

Tempo	Proteínas (%)	Cinzas (%)	Aw	Lipídeos (%)	Carboidratos (%)
0	6,47 ^a	1,23 ^a	0,47 ^a	8,71 ^a	75,97 ^a
60	7,01 ^a	2,08 ^a	0,49 ^a	9,01 ^a	73,23 ^a
CV (%)	20,60	102,59	4,26	14,63	3,72

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade. CV (%) – Coeficiente de variação.

Fonte: Dados da pesquisa.

O teor de fibra bruta da barra de cereal controle foi de 1,86%. Resultado semelhante foi constatado por Karnavat e Chaudhari (2022), que encontrou 1,88% de fibra bruta ao analisar barra de granola. A determinação de fibra bruta compreende as frações que contém celulose e lignina insolúvel, porém o método de análise possui limitações pois utiliza ácidos e bases fortes para extração, que levam a remoção de amidos, açúcares e pectina, hemicelulose e parte da lignina que fazem parte da fibra (SALMAN, 2010), gerando valores menores do teor de fibra que o produto possui. Portanto, acredita-se que a barra de cereal desenvolvida possa apresentar >1,86% de fibra.

3.2 Avaliação de textura instrumental das barras de cereais

Todas as formulações apresentaram mesmo padrão de dureza e adesividade, não havendo alteração durante o armazenamento (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios de ciclo de dureza e adesividade das barras de cereais nos tempos 0 e 60 dias.

Amostras/Tempos	Ciclo de dureza (N) ¹	
	T0	T60
Barra controle	34,87 ^{aA}	28,03 ^{aA}
Barra + <i>B. coagulans</i>	34,43 ^{aA}	28,72 ^{aA}
Barra + <i>B. clausii</i>	26,94 ^{aA}	24,90 ^{aA}
Amostra/Tempo	Adesividade (mJ) ¹	
	T0	T60
Barra controle	1,92 ^{aA}	2,08 ^{aA}
Barra + <i>B. coagulans</i>	2,12 ^{aA}	6,78 ^{aA}
Barra + <i>B. clausii</i>	2,94 ^{aA}	3,30 ^{aA}

¹Médias com letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem significativamente a $p \leq 0,05$, segundo o teste de Tukey; Médias com letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente a $p \leq 0,05$, segundo o Teste de Tukey. Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com Castillo-Escandón et al. (2023), a textura desempenha um papel fundamental quando o consumidor decide aceitar ou não um novo produto. Barras comerciais apresentam, muitas vezes, dureza acima de 50N. Os valores de dureza e fraturabilidade estiveram entre 24,90N e 34,87N nas diferentes amostras, sugerindo maciez das barras, não requerendo muito esforço na mastigação por parte dos consumidores que buscam barras de cereais de textura macia e agradável, mas com crocância preservada. Ao mesmo tempo, como as barras de cereais elaboradas não continham gomas e outros aditivos que aumentam a elasticidade e viscosidade, como encontrado em algumas marcas comerciais, verificou-se baixos valores para adesividade. Esses resultados indicam que as barras podem ser consumidas pelo público em geral, desde crianças até idosos, atingindo uma ampla gama de consumidores.

3.3 Qualidade microbiológica das barras durante a vida de prateleira

3.3.1 Qualidade microbiológica

As barras de cereais apresentaram nos tempos 0 e 60 dias de estocagem a temperatura ambiente ($\pm 27^{\circ}\text{C}$), contagens $<1,0 \times 10^1$ UFC/g para coliformes a 35°C , *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* presuntivo e bolores e leveduras e ausência de *Salmonella* sp. em 25 g e $<1,0 \times 10^1$ UFC/g, estando o produto apto para consumo humano, por atender as normas estabelecidas pela legislação brasileira (BRASIL,

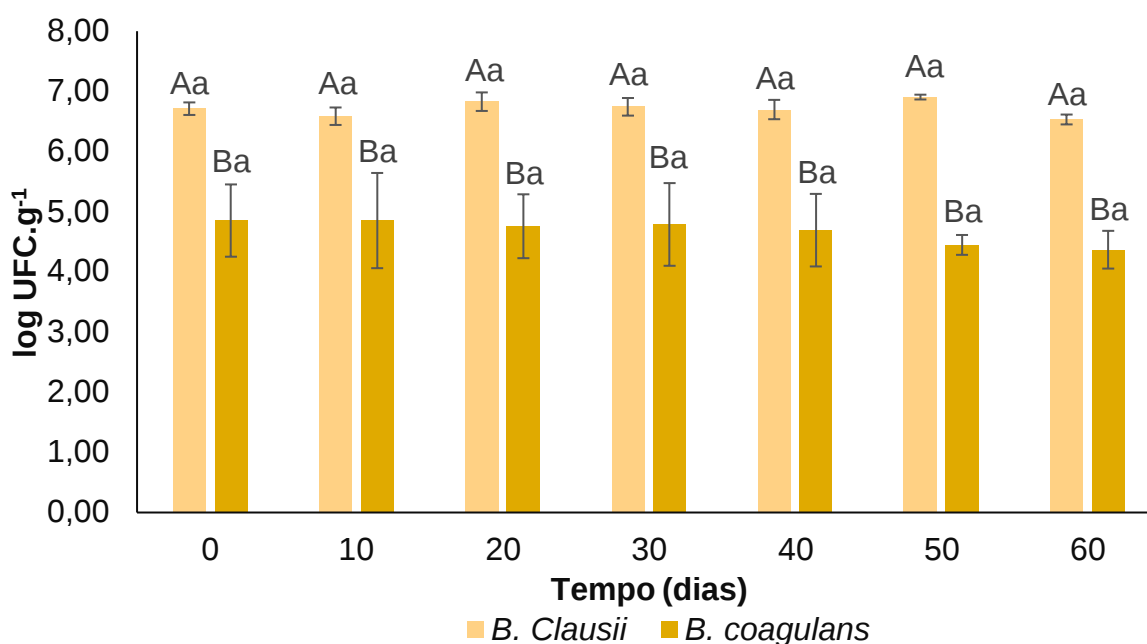
2019), que é $<10^2$ UFC/g para *E. coli*, ausência de *Salmonella* sp. em 25 g, $<10^3$ UFC/g para *B. cereus* e $<10^4$ UFC/g para bolores e leveduras.

Esses resultados refletem a adoção das boas práticas de fabricação durante as etapas de processamento das barras de cereais, além do controle da temperatura durante o preparo e armazenamento adequado, que são essenciais para a qualidade do produto final.

3.3.2 Viabilidade de *B. clausii* e *B. coagulans* nas barras de cereais

B. clausii apresentou maior viabilidade média ($p<0,05$) nas barras de cereais comparado a *B. coagulans* (Figura 2) e a viabilidade de ambos se manteve ($p>0,05$) ao longo dos tempos avaliados (Figura 2).

Figura 2. Viabilidade de *B. clausii* e de *B. coagulans* (log UFC/g) em barras de cereais ao longo de 60 dias de estocagem.



Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa ($p<0,05$) entre os tratamentos no mesmo tempo. Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa ($p<0,05$) ao longo do tempo para cada tratamento.

Fonte: Dados da pesquisa.

A viabilidade média de *B. clausii* foi, aproximadamente, 2,03 ciclos log maior que a de *B. coagulans* (Figura 2) e *B. clausii* manteve sua viabilidade durante os 60 dias de armazenamento acima de 6 log UFC/g, sendo esse valor o limite recomendado

para alimentos probióticos (KONURAY; ERGINKAYA, 2020; SILVA et al., 2021; KUO et al., 2022), para exercer efeito benéfico no organismo (MARTINS et al., 2022).

Portanto, sugere-se que a barra de cereal é uma ótima matriz para *B. clausii*, o que pode estar relacionado ao conteúdo de fibras deste produto. De acordo com Szlufman e Shemesh (2021), certas fibras alimentares podem preservar a eficácia do probiótico, atuando como suporte para a colonização dos bacilos por meio da formação de interações simbióticas. Assim, além dos esporos de *B. clausii* resistirem a elevadas temperaturas, as fibras são essenciais na proteção das células vegetativas contra vários estresses ambientais e físicos.

No mercado, as barras estão disponíveis em unidades de aproximadamente 20 g. Assim, o consumo de uma barra contendo *B. clausii* poderá fornecer ao consumidor 8,0 log UFC, enquanto que para *B. coagulans*, a fim de se atingir o valor mínimo de 6 log UFC/g, é necessário consumir uma porção de, aproximadamente, 22g.

Cada espécie e estirpe apresenta seu comportamento próprio, sendo matriz dependente, o que justifica a menor viabilidade de *B. coagulans*, além disso, esse microrganismo pode ter saído de sua condição de esporo e germinado durante a vida de prateleira do produto, o que justificaria a redução de viabilidade. Resultado similar foi encontrado por Soares et al. (2019) que, ao adicionarem *B. coagulans* MTCC 5856, *B. coagulans* GBI-30 6086 e *B. subtilis* PXN 21 em pães, observaram reduções das contagens nas amostras, bem como por Almada-Erix et al. (2022) que, ao analisarem a adição de *B. coagulans* em pães tradicionais e integrais, observaram reduções de 2,0 log UFC/g de *B. coagulans* na crosta dos pães, que é a porção mais diretamente exposta a altas temperaturas.

3.4 Aceitabilidade das barras de cereais durante a estocagem

Os resultados da avaliação sensorial indicam que as barras de cereais contendo *B. clausii* apresentaram excelente aceitabilidade, uma vez que os atributos sensoriais sabor, doçura e crocância das barras de cereais enriquecidas com *B. clausii*, apresentaram escores médios entre 8 (gostei muito) e 9 (gostei extremamente), indicando ótima aceitação dos participantes (Tabela 5). O sabor e a doçura das barras foram mais intensos aos 60 dias de estocagem, o que pode ter contribuído para a preferência dos participantes pelas barras no final da vida de prateleira ($p < 0,05$).

As barras de cereais adicionadas de *B. clausii* também apresentaram ótima intenção de compra (Tabela 4), sugerindo um produto com potencial de mercado no ramo de barras de cereais e “snacks”, por apresentar termos descritores entre “possivelmente compraria” (4) a “certamente compraria” (5). Não houve diferença de intenção de compra entre o início e o final do período de armazenamento do produto ($p>0,05$), evidenciando que os participantes teriam vontade de comprar a barra de cereal independente do tempo de estocagem (Tabela 4).

Tabela 4. Aceitação sensorial das barras de cereais adicionadas de *B. clausii* para os atributos sabor, doçura e crocância e Intenção de compra nos tempos 0 e 60 dias.

Tempos	Médias de Aceitação*			
	Sabor	Doçura	Crocância	Intenção de compra
0 dias	8,39 ^l	8,24 ^l	8,47 ^a	4,68 ^a
60 dias	8,60 ^a	8,55 ^a	8,35 ^a	4,80 ^a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade. CV (%) – Coeficiente de variação. (n = 120).

Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados encontrados no estudo de Pabon, Concha e Duque (2022), corroboram com os do presente estudo em que *snacks* de quinoa enriquecidos com probióticos foram bem aceitos durante os 120 dias de armazenamento. *Snacks* à base de milho contendo *L. rhamnosus* GG (ATCC 53103) e *L. acidophilus* (ATCC 4356) desenvolvidos por Castillo-Escandón et al. (2023) receberam pontuações iguais ou superiores a 7 (gostei moderadamente), indicando a tendência de aceitação desses produtos.

3.5 Avaliação da resistência de *B. clausii* às condições gastrointestinais (TGI) simuladas *in vitro* quando veiculados nas barras de cereais

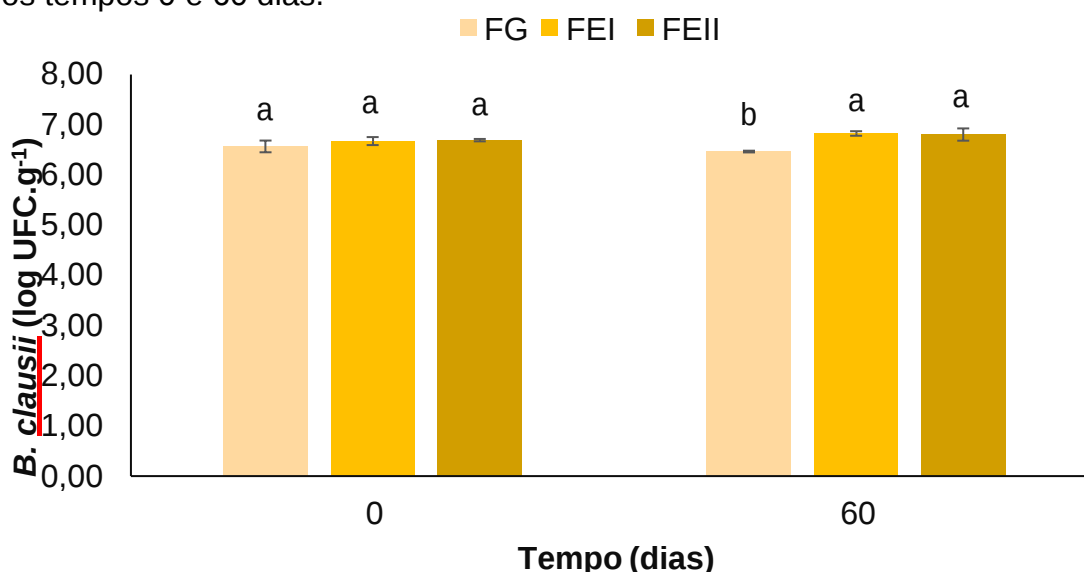
A sobrevivência de *B. clausii*, que apresentou melhor viabilidade na barra de cereal, foi avaliada pelo ensaio *in vitro* de resistência às condições gastrointestinais. O ensaio foi analisado entre as diferentes fases (entérica I e entérica II) de simulação ao estresse gastrointestinal em um mesmo tempo de análise (T0 ou T60).

Analisando o comportamento de *B. clausii* nas diferentes fases ao longo do período de estocagem da barra de cereal, verificou-se diferença da viabilidade da fase

gástrica entre os tempos 0 (6,56 log UFC/g) e 60 dias (6,46 log UFC/g), respectivamente (Figura 3) havendo maior resistência no início do armazenamento. A viabilidade de *B. clausii* durante a exposição ao estresse gástrico em pH 2,0 – 2,5 foi menor comparado as fases entéricas I, em que o pH foi ajustado para 5,4 – 5,7 e fase entérica II, em que o pH foi ajustado para 6,8 – 7,2 ($p < 0,05$), aos 60 dias de armazenamento (Figura 3).

Aos 60 dias de estocagem, a contagem média de *B. clausii* na barra de cereal foi de 6,7 log UFC/g e, após simulação da fase entérica II, que corresponde a porção final do trato digestório, no intestino grosso, foi de 6,82 log UFC/g, equivalente a $6,6 \times 10^6$ UFC/g (Figura 3), demonstrando a estabilidade do probiótico após a passagem pelo TGI simulado. Esses resultados demonstram excelente resistência de *B. clausii* ao TGI simulado.

Figura 3. Viabilidade em ensaio de digestão *in vitro* de *B. clausii* em barras de cereais nos tempos 0 e 60 dias.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste tukey à 5% de probabilidade. Coeficiente de variação: Tempo 0 dias – 11,48%; Tempo 60 dias – 11,33%.

Fonte: Dados da pesquisa.

Descobertas anteriores mostraram que formulações de esporos de *B. clausii* podem tolerar pH 2 e até 1% de sais biliares conjugados e, além disso, podem germinar e multiplicar-se sob ambiente intestinal humano mimetizado (AHIRE et al 2020; AHIRE; KASHIKAR; MADEMPUDI, 2021). Da mesma forma, Khokhlova et al. (2023) demonstraram que os esporos de *B. clausii* podem resisitir a condições

simuladas do estômago e intestino delgado, corroborando com os achados do presente estudo.

Portanto, a barra de cereal é uma matriz microbiologicamente estável e muito promissora para veicular *B. clausii* uma vez que porções de 20 g oferecem 8,12 log UFC/g do microrganismo.

A taxa de sobrevivência de *B. clausii* foi avaliada para estimar a resistência relativa dessa espécie após o processamento e passagem pelo trato gastrointestinal simulado e constatou-se no início da vida de prateleira, uma taxa de sobrevivência do probiótico de cerca 97%, alcançando 60 dias com taxa de cerca 123%, evidenciando seu excelente comportamento na barra de cereal. Esses valores reforçam mais uma vez que os esporos de *B. clausii* são capazes de sobreviver ao processamento das barras de cereais, que inclui o estresse de tempo e elevada temperatura de assamento envolvidos na fabricação, e também ao processo de digestão, chegando viáveis ao intestino grosso, tornando a matriz um ótimo carreador.

A utilização de alimentos pertencentes ao grupo dos grãos e suas farinhas tem potencial significativo como veículo de entrega de microrganismos probióticos. Adicionar bactérias probióticas em alimentos requer um controle rigoroso de sua viabilidade na matriz e durante a vida útil, a fim de produzir alimentos capazes de fornecer benefícios à saúde. Portanto, estudar a sobrevivência dessas bactérias nos alimentos é extremamente importante, uma vez que as propriedades físico-químicas e sensoriais de um produto probiótico devem ser estáveis durante o prazo de validade, bem como os microrganismos probióticos devem manter-se viáveis (SOARES et al, 2019).

Aliado a isso, muitos estudos relataram o potencial efeito prebiótico do mel, ao investigar seu impacto estimulando a multiplicação de probióticos comumente presentes no sistema intestinal humano (SCHELL et al., 2022; FRATIANNI et al., 2023), caracterizando o mel como fonte de prebióticos que podem ajudar os probióticos a sobreviver por mais tempo (MUSTAR; IBRAHIM, 2022). Esses achados são interessantes pois o mel pode ter contribuído positivamente na viabilidade do probiótico em associação aos cereais.

4. CONCLUSÃO

Barras de cereais adicionadas de *B. clausii* e *B. coagulans* foram desenvolvidas com sucesso. *B. clausii* apresentou melhor viabilidade nas barras e esta se manteve

no decorrer do período de estocagem, evidenciando que o probiótico sobreviveu ao tratamento térmico e que a matriz é promissora para sua manutenção.

Houve alteração de umidade e A_w nas barras contendo *B. clausii*, porém os valores atendem a legislação brasileira, não oferecendo risco de consumo.

As barras de cereais estavam aptas para o consumo humano e aquelas contendo *B. clausii* atendem aos pré-requisitos de sobrevivência do probiótico em ensaio *in vitro*, preconizados pela FAO, uma vez que populações acima de 6,82 log UFC/g chegaram viáveis à fase entérica II, com taxa de sobrevivência superior a 100%, indicando a potencialidade da matriz carreadora.

As barras contendo *B. clausii* apresentaram excelente aceitação pelos participantes durante toda a vida de prateleira, com escores médios acima de 8,24 na escala hedônica de nove pontos e acima de 4,6 na escala de cinco pontos para intenção de compra sendo, portanto, um produto com ótimo potencial para o segmento de *snacks* alimentícios, expandindo a gama de alimentos probióticos e ampliando as possibilidades de escolha dos consumidores.

Os excelentes resultados obtidos nesse estudo sugerem também o estudo de *B. clausii* em novas matrizes secas microbiologicamente estáveis, uma vez que são escassos na literatura trabalhos que avaliem a viabilidade deste probiótico em alimentos, além de testes de aceitação e sobrevivência quando administrado *in vivo*.

REFERÊNCIAS

- ADIBPOUR, N.; HOSSEININEZHAD, M.; PAHLEVANLO, A. Application of spore-forming probiotic *Bacillus* in the production of Nabat - a new functional sweetener. **LWT. Food Sci. Technol.**, v. 113, p. 1 - 6, 2019.
- ALMADA-ÉRIX, C.N.; ALMADA, C.N. de, PEDROSA, G.T.S.; BIACHI, J.P.; BONATTO, M.S.; SCHMIELE, M.; NABESHIMA, E.; CLERICI, M.T.P.S.; MAGNANI, M.; SANT'ANA, A.S. Bread as probiotic carriers: Resistance of *Bacillus coagulans* GBI-30 6086 spores through processing steps. **Food Research International**, v. 155, p. 1 - 6, 2022.
- DUYGU ALP, D.; BULANTEKIN, O. The microbiological quality of various foods dried by applying diferent drying methods: a review. **European Food Research and Technology**, v. 247, p. 1333 - 1343, 2021.
- ANDREWSW, H.; WANG, H.; JACOBSON, A.; GE, B.; ZHANG, G.; HAMMACK, T. Salmonella. **Bacteriological Analytical Manual (BAM)**, Chapter 5, 2022.
- AURAND, L.W. Food composition and analysis. Springer Science and Business Media. Netherlands, 2013.
- ARIA, P. S. Cacao Bean and Its Products. In: JATIMER JR., G. W. (ed.). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists international**. 20. ed. Rockville, USA: AOAC International, chapter 31, p. 1-25, 2016.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis of AOAC INTERNATIONAL**. Washington: 20.ed. v.2. 2016.
- BAKER, M.T.; LU, P.; PARRELLA, J.A.; LEGGETTE, H.R. Consumer Acceptance toward Functional Foods: A Scoping Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, p. 1 - 40, 2022.
- BALLINI, A.; CHARITOS, I.A.; CANTORE, S.; TOPI, S.; BOTTALICO, S.; SANTACROCE, L. About Functional Foods: The Probiotics and Prebiotics State of Art. **Antibiotics**, v. 12, p. 623, 2023.
- BHIR, B.; JEAN-FRANÇOIS, T.; RABETAFIK, H.N.; BLECKER, C. Effect of pear apple and date fibres incorporation on the physico-chemical, sensory, nutritional characteristics and the acceptability of cereal bars. **Food Science and Technology International**, p. 1–11, 2017.
- BEDANI, R.; ROSSI, E. A.; SAAD, S. M. I. Impact of inulin and okara on *Lactobacillus acidophilus* La-5 and *Bifidobacterium animalis* Bb-12 viability in a fermented soy product and probiotic survival under in vitro simulated gastrointestinal conditions. **Food Microbiology**, v. 34, n. 2, p. 382-389, 2013.
- BERNARDEAU, M.; LEHTINEN, M.J.; FORSSTEN, S.D.; NURMINEN, P. Importance of the gastrointestinal life cycle of *Bacillus* for probiotic functionality. **J. Food Sci. Technol.**, v. p. 54, 2570 - 2584, 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 241, de 26 de julho De 2018. Dispõe sobre os requisitos para comprovação da segurança e dos benefícios à saúde dos probióticos para uso em alimentos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília-DF, 27 de julho de 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Instrução normativa - in nº 161, de 1º de julho de 2022. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 06 de julho de 2022.

BRASIL, Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005, Agência Nacional De Vigilância Sanitária - Anvisa; Aprova O "Regulamento Técnico Para Produtos De Cereais, Amidos, Farinhas E Farelos". **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, de 23 de setembro de 2005.

BEVILACQUA, A.; PETRUZZI, L.; SINIGAGLIA, M.; SPERANZA, B.; CAMPANIELLO, D.; CIUFFREDA, E.; CORBOM.R. Effect of Physical and Chemical Treatments on Viability, Sub-Lethal Injury, and Release of Cellular Components from *Bacillus clausii* and *Bacillus coagulans* Spores and Cells. **Foods**, v.19, p. 1 – 12, 2020.

CASTILLO-ESCANDÓN, V.; CLAMONT MONTFORT, G.R.; RUBIO, A.R.I.; MARSZALEK, J.E.; SUBIRÍA-CUETO, R.; MICHEL, S.F. Development of healthy synbiotic corn-based snack: Nutritional composition and effect of agave fructan-alginate coating on survival of *Lactobacillus acidophilus*. **Journal of Cereal Science**, v. 114, p. 103777, 2023.

CAO, J.; YU, Z.; LIU, W.; ZHAO, J.; ZHANG, H.; ZHAI, Q. Probiotic characteristics of *Bacillus coagulans* and associated implications for human health and diseases. **J. Funct. Foods**, v. 64, p. 1 - 11, 2020.

CLARK, D. H. Fruits and Fruit Products. In: LATIMER JR., G. W. (ed.). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. 20. ed. Rockville, USA: AOAC International, 2016, ch. 37, p. 1-39.

CUNNINGHAM, M.; AZCARATE-PERIL, M.A.; BARNARD, A.; BENOIT, V.; GRIMALDI, R.; GUYONNET, D.; HOLSCHEER, H.D.; HUNTER, K.; MANURUNG, S.; OBIS, D.; PETROVA, M.I.; STEINERT, R.E.; SWANSON, K.S.; SINDEREN, D.V.; VULEVIC, J.; GIBSON, G.R. Shaping the Future of Probiotics and Prebiotics. **Trends Microbiol**, v. 29, p. 667 – 685, 2021.

ELLIS, C. Vegetable Products, Processed. In: JATIMER JR., G. W. (ed.). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists international**. 20. ed. Rockville, USA: AOAC InternationalL. Chapter 42, p. 1- 14, 2016.

ERKMEN, O.; BOZOGLU, T.F. **Food Microbiology: Principles into Practice**. 1. ed. John Wiley & Sons, Ltd, cap. 2, v.1, p. 81 – 90, 2016.

FAO/WHO, Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization. (2002). 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, April 30 and May 1, 2002. Geneva, Switzerland: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy; World Health Organization (WHO).

FENG, P.; WEAGANT, S.D.; GRANT, M.A.; BURKHARDT, W. Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. **Bacteriological Analytical Manual (BAM)**, Chapter 4, 2020.

FERREIRA, E. B., CAVALCANTI, P. P., NOGUEIRA, D. A. ExpDes.pt: Experimental Designs package (Portuguese). R package version 1.1.2., 2013.

FRATIANNI, F.; GIULIO, B.; D'ACIERNO, A.; AMATO, G.; FEO, V.; COPPOLA, R.; NAZZARO, F. In Vitro Prebiotic Effects and Antibacterial Activity of Five Leguminous Honeys. **Foods**, v.12, p. 1 - 24, 2023.

GHELARDI, E.; ABREU, A.T.; MARZET, C.B.; CALATAYUD, G.A.; PEREZ, M.; CASTRO, A.P.A. Current Progress and Future Perspectives on the Use of *Bacillus clausii*. **Microorganisms**, v. 10, p. 1 - 16, 2022.

GRANATO, D.; BARBA, F.J.; KOVAČEVIĆ, D.B.; LORENZO, J.M.; CRUZ, A.G.; PUTNIK, P. Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. **Annual Review of Food Science and Technology**, v.11, p. 93 - 118, 2020.

ISHAK, S.F.; MAJID, H.A.M.A.; ZIN, Z.M.; ZAINOL, M.K.; JIPIU, L.B. Sensorial and physicochemical characterization of snack bar with gum arabic (*Acacia seyal*) addition. **Food Research**, v. 6, p. 319 - 329, 2022.

KARNAVAT, D.; CHAUDHARI, D. Formulation and standardization of millet-based protein-mineral enriched granola bar. **Food Technology**, p. 1 - 4, 2022.

KAUR, R.; AHLUWALIA, P.; SACHDEV, P.A.; KAUR, A. Development of gluten-free cereal bar for gluten intolerant population by using quinoa as major ingredient. **J Food Sci Technol**, v. 55, p. 3584-3591, 2018.

KONURAY, G.; ERGINKAYA, Z. Quality evaluation of probiotic pasta produced with *Bacillus coagulans* GBI-30. **Innovative Food Sci. Emerg. Technol.**, v. 66, p. 1 - 12, 2020.

KUEBUTORNYE, F.K.A; ABARIKE, E.D; LU, Y.A review on the application of *Bacillus* as probiotics in aquaculture. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 87, p. 820 - 828 2019.

KUO, C.; CLARK, S.; QIN, H.; SHI, X. Development of a shelf-stable, gel-based delivery system for probiotics by encapsulation, 3D printing, and freeze-drying. **LWT - Food Science and Technology**, v. 157, p. 1 - 11, 2022.

LAWRENCY, J. Meat and Meat Products. In: LATIMER JR., G. W. (ed.). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists international**. 20. ed. Rockville, USA: AOAC International, chapter 39, p. 1-34, 2016.

LI, Y.; LONG, S.; LIU, Q.; MA, H.; LI, J.; XIAOQING, W. Gut microbiota is involved in the alleviation of loperamide-induced constipation by honey supplementation in mice. **Food Science Nutrition**, v. 8, p. 4388–4398, 2020.

LV, X.; CHENM.; HUANG, Z.; GUO, W.; AI, L.; BAI, W.; YU, X.; LIU, Y.; RAO, P.; NI, L. Potential mechanisms underlying the ameliorative effect of *Lactobacillus paracasei* FZU103 on the lipid metabolism in hyperlipidemic mice fed a high-fat diet. **Food Research International**, v. 139, p. 1-14, 2021.

MANI-LÓPEZ, E.; RAMÍREZ-CORONA, N.; LÓPEZ-MALO, A. Advances in probiotic incorporation into cereal-based baked foods: Strategies, viability, and effects - A review. **Applied Food Research**, v. 3, p. 1-11, 2023.

MARTINS, E.M.F.; BENEVENUTO, W.C.A.N; MARTINS, A.D.O.; BENEVENUTO JÚNIOR, A.A.; QUEIROZ, I.C.; DIAS, T.M.C.; SOUZA, D.A.F.; PAULA, D.A.; MARTINS, M.L. New and trends in the development of functional foods: Probiotic dairy and non-dairy products. *In*: GOPI, S.; BALAKRISHNAN, P. (ed.). **Advances in Nutraceuticals and Functional Foods**. Boca Raton: CRC press, cap. 8, p. 199 - 237, 2022.

MARTINS, E. M. F.; RAMOS, A. M.; VANZELA, E. S. L.; STRINGHETA, 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, p. 764 - 770, 2013.

MELO, P.F. de; KALSCHNE, D.L.; SILVA-BUZANELLO, R.A.da; AMARAL, J.S.; TORQUATO, A.S., CORSO, M.P.; FALCAO, H.G.; COLLA, E.; IDA, E.I.; CANAN, C. Cereal bars that are functional with tempeh are nutritional composition, isoflavone content and consumer acceptance. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 55, p. 397- 405, 2020.

MOHAN, A.; QUEK, S.Y.; GUTIERREZ-MADDOX, N.; GAO, Y.; SHU, Q. Effect of honey in improving the gut microbial balance. **Food Qual Safety**, v. 1, p. 107 - 115, 2017.

MUNIZ, C.E.S.; SANTIAGO, A.M.; GUSMA, T.A.S.; OLIVEIRA, H.M.L.; CONRADO, L.D.; GUSMA, R.P. de. Solid-state fermentation for single-cell protein enrichment of guava and cashew by-products and inclusion on cereal bars. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 25, p. 1-9, 2020.

MUSTAR, S.; IBRAHIM, N. A Sweeter Pill to Swallow: A Review of Honey Bees and Honey as a Source of Probiotic and Prebiotic Products. **Foods**, v. 11, p. 1 – 17, 2022.

PABON, K.S.M.; CONCHA, J.L.H.; DUQUE, J.F.S. Quinoa extruded snacks with probiotics: Physicochemical and sensory properties. **Fontiers in Sustainable Food Systems**, v.6, p. 1 - 12, 2022.

R Core Team (2021). R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

SALMAN, A.K.D.; FERREIRA, A.C.D.; SOARES, J.P.G.; SOUZA, J.P. de. **Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos**. Embrapa, 1. ed. v. 136, p. 1 - 26, 2010.

SHELL, K.R.; FERNANDES, K.E.; SHANAHAN, E.; WILSON, I.; BLAIR, S.E.; CARTER, D.A.; COKCETIN, N.N. The Potential of Honey as a Prebiotic Food to Re-engineer the Gut Microbiome Toward a Healthy State. **Frontiers in Nutrition**, v. 9, p. 1 - 10, 2022.

SILVA, M.N. da; TAGLIAPIETRA, B.L.; FLORES, V. do A.; RICHARDS, N.S.R. dos S. In vitro test to evaluate survival in the gastrointestinal tract of commercial probiotics. **Current Research in Food Science**, v.4, p. 320 - 325, 2021.

SOARES, M.B.; MARTINEZ, R.C.R.; PEREIRA, E.P.R.; BALTHAZAR, C.F.; CRUZ, A.G.; RANADHEERA, C.S.; SANT'ANA, A.S. The resistance of *Bacillus*, *Bifidobacterium* and *Lactobacillus* strains with claimed probiotic properties in different food matrices exposed to simulated gastrointestinal tract conditions. **Food Research International**, v. 125, p. 1 - 11, 2019.

STONE, H.; BLEIBAUM, R.N.; THOMAS, H.A. **Sensory evaluation practices**. 4. ed. New York: Academic Press, p. 438, 2012.

SUN, M.; WU, T.; ZHANG, G.; LIU, R.; SUI, W.; ZHANG, M.; GENG, J.; YIN, J.; ZHANG, M. *Lactobacillus rhamnosus* LRa05 improves lipid accumulation in mice fed with a high fat diet via regulating the intestinal microbiota, reducing glucose content and promoting liver carbohydrate metabolism. **Food & Function**, v. 11. p. 9514 - 9525, 2020.

SZLUFMAN, C.; SHEMESH, M. Role of Probiotic Bacilli in Developing Synbiotic Food: Challenges and Opportunities. **Frontiers in Microbiology**, v. 12, p. 1 - 8, 2021.

TALLENT, S.M.; KNOLHOFF, A.; RHODEHAMEL, E.J.; HARMON, S.M.; BELAY, N.; SHAH, D.B.; BENNETT, R.W. *Bacillus cereus*. **Bacteriological Analytical Manual (BAM)**, Chapter 14, 2020.

TEIXEIRA, E., MEINERT, E., BARBETA, P. A. **Análise sensorial dos alimentos**. Florianópolis: UFSC, 1987. 182p.

TOURNAS, V.; STACK, M.E.; MISLIVEC, P.B.; KOCH, H.A.; BANDLER, R. Yeasts, Molds and Mycotoxins. **Bacteriological Analytical Manual (BAM)**, Chapter 18, 2017.

VASILEAN, I.; BÂNUC, M.; PATRAÏCU, L.; CONSTANTIN, O.E. Studies on the use of carob powder and *Bacillus subtilis* for improving functionality of the cereal bars. **Food Technology**, v. 46, p. 125 - 140, 2022.

WGO, World Gastroenterology Organization Global Guidelines. **Probiotics and prebiotics**. 2017. Disponível em: <https://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/probiotics-and-prebiotics-english-2017.pdf>. Acesso em: 24 de setembro de 2023.

WU, T.; SUN, M.; LIU, R.; SUI, W.; ZHANG, J.; YIN, J.; FANG, S.; ZHU, J.; ZHANG, M. *Bifidobacterium longum* subsp. *longum* Remodeled *Roseburia* and Phosphatidylserine Levels and Ameliorated Intestinal Disorders and liver Metabolic Abnormalities Induced by High-Fat Diet. **J. Agric. Food Chem.**, v. 68, p. 4632 - 4640, 2020.

CAPÍTULO III

COMPARAÇÃO ENTRE BARRA DE CEREAL ENRIQUECIDA DE PROBIÓTICO COM BARRAS COMERCIAIS: PERFIL DOS CONSUMIDORES, ACEITABILIDADE, VALOR NUTRICIONAL E TEXTURA INSTRUMENTAL

RESUMO

Objetivou-se desenvolver barras de cereais adicionadas de bactéria probiótica (BAP) e comparar o produto elaborado com os comerciais (BC1 e BC2) por meio de estudo com consumidores, assim como avaliar a aceitabilidade, textura e valor nutricional das barras. As barras elaboradas continham castanha do Pará, aveia em flocos, farelo de aveia, flocos de arroz, chia, frutas cristalizadas, uva passas, mel e óleo de coco, sendo a bactéria probiótica *Bacillus clausii*, adicionada no processo de fabricação. Os participantes foram convidados a responder um questionário sobre o perfil do consumidor com perguntas atitudinais em relação à compra e consumo de barras de cereais. A aceitação das barras foi avaliada por 62 participantes não-treinados que receberam três amostras (BAP, BC1 e BC2) para análise dos atributos aroma, cor, sabor, doçura, crocância, gomosidade e aparência global, usando a escala hedônica de nove pontos. Os participantes eram na maioria jovens, do sexo feminino e com idade entre 18 e 25 anos. Constatou-se que os supermercados são os locais onde há maior frequência de compra de barras de cereais e os motivos que levam a consumir as barras são, na maior parte das vezes, para disfarçar a fome, suprir a necessidade de alimentar-se no intervalo entre refeições e substituir uma refeição. Verificou-se que sabor e textura são os atributos mais decisivos no momento da compra, seguido pelo preço, sugerindo que este influencia o processo de tomada de decisão. Crocância, sabor, valor nutritivo e doçura foram as palavras mais citadas para descrever barras de cereais. Já o custo, praticidade, sabor, saudabilidade, aporte nutricional e ingredientes funcionais, foram as palavras mais citadas e decisivas que os fariam aumentar o consumo de barras de cereais. Todos dos participantes afirmaram que comprariam uma barra de cereal contendo probióticos. Constatou-se também que eles se preocupam com o teor de calorias e a maioria possui o hábito de ler as informações nutricionais no momento de comprar uma barra de cereal. Em relação a aceitabilidade, não se constatou diferença ($p>0,05$) para os atributos cor, aroma, sabor, doçura, crocância e impressão global, indicando que a barra elaborada, BAP, atendeu, satisfatoriamente, o perfil sensorial dos consumidores. Também não houve diferença entre as barras quanto a intenção de compra ($p>0,05$) e elas apresentaram notas próximas de 4,0 na escala de 5,0 pontos, indicando que os participantes provavelmente comprariam a barra de cereal contendo bactéria probiótica. No teste de ordenação por preferência, a amostra BAP obteve somatório estatisticamente igual ($p>0,05$) as barras BC1 e BC2, não havendo preferência significativa entre elas, indicando que a produção de BAP é promissora. A análise de perfil de textura (TPA), mostrou variação ($p<0,05$) entre as barras e BC1 apresentou maior dureza, o que pode estar relacionada ao teor de fibras. BC2 apresentou maior adesividade, que se deve, provavelmente, aos ingredientes ligantes presentes na amostra. A comparação nutricional das três amostras mostrou que a barra BAP apresentou aporte calórico e proteínas próximos aos das barras industria-

lizadas, além dela ser livre de gorduras trans, açúcar, conservantes e corantes e conter baixo teor de sódio. Portanto, o desenvolvimento de BAP é promissor, sendo uma alternativa inovadora para a indústria de lanches práticos e *snacks* de cereais mais saudáveis.

Palavras-chave: Comportamento do consumidor. *Snacks*. Saudabilidade. Praticidade. Informação nutricional.

ABSTRACT

The objective was to develop cereal bars added with probiotic bacteria (BAP) and compare the product prepared with commercial ones (BC1 and BC2) through a study with consumers, as well as evaluating the acceptability, texture and nutritional value of the bars. The prepared bars contained Brazil nuts, rolled oats, oat bran, rice flakes, chia, candied fruits, raisins, honey and coconut oil, with the probiotic bacteria *Bacillus clausii* added in the manufacturing process. Participants were invited to answer a consumer profile questionnaire with attitudinal questions regarding the purchase and consumption of cereal bars. The acceptance of the bars was evaluated by 62 untrained participants who received three samples (BAP, BC1 and BC2) for analysis of the attributes aroma, color, flavor, sweetness, crunchiness, gumminess and overall appearance, using the nine-point hedonic scale. The participants were mostly young, female and aged between 18 and 25 years old. It was found that supermarkets are the places where cereal bars are most frequently purchased and the reasons for consuming the bars are, most of the time, to hide hunger, meet the need to eat in between between meals and replace a meal. It was found that flavor and texture are the most decisive attributes at the time of purchase, followed by price, suggesting that this influences the decision-making process. Crunchiness, flavor, nutritional value and sweetness were the most cited words to describe cereal bars. Cost, practicality, flavor, healthiness, nutritional contribution and functional ingredients were the most cited and decisive words that would make them increase the consumption of cereal bars. All participants stated that they would buy a cereal bar containing probiotics. It was also found that they are concerned about the calorie content and most are in the habit of reading the nutritional information when buying a cereal bar. Regarding acceptability, there was no difference ($p>0.05$) for the attributes color, aroma, flavor, sweetness, crunchiness and overall impression, indicating that the bar prepared, BAP, satisfactorily met the consumers' sensory profile. There was also no difference between the bars in terms of purchase intention ($p>0.05$) and they presented scores close to 4.0 on a 5.0-point scale, indicating that participants would probably buy the cereal bar containing probiotic bacteria. In the preference ordering test, the BAP sample obtained a statistically equal sum ($p>0.05$) to the BC1 and BC2 bars, with no significant preference between them, indicating that the production of BAP is promising. The texture profile analysis (TPA) showed variation ($p<0.05$) between the bars and BC1 presented greater hardness, which may be related to the fiber content. BC2 showed greater adhesiveness, which is probably due to the binding ingredients present in the sample. The nutritional comparison of the three samples showed that the BAP bar had a caloric and protein intake close to that of industrialized bars, in addition to being free of trans fats, sugar, preservatives and colorings and containing a low sodium content. Therefore, the development of BAP is promising, being an innovative alternative for the practical snacks and healthier cereal snacks industry.

Keywords: Consumer behavior. Snacks. Healthiness. Practicality. Nutritional information.

1. INTRODUÇÃO

Em busca de produtos que atendam às suas necessidades e preferências alimentares, as escolhas dos consumidores passam por constante transformação, uma vez que eles buscam produtos funcionais, capazes de proporcionar benefícios à saúde, além da nutrição básica. Neste contexto, o mercado de *snacks* e produtos de consumo rápido e prático tem crescido continuamente nos últimos anos, sendo as barras de cereais o produto mais escolhido entre os consumidores (VASILEAN et al., 2022).

As barras de cereais são consumidas como complemento à base de carboidratos, proteínas e fibras, sendo um meio prático e conveniente de se ingerir nutrientes, de fácil transporte e manuseio (FABER; YUYAMA, 2015). De acordo com Favaro et al. (2020), a associação entre barras de cereais e alimentos saudáveis é uma tendência no setor alimentício.

Os alimentos à base de cereais são consumidos diariamente e podem ser adicionados de ingredientes funcionais, como os probióticos (MANI-LÓPES; RAMÍREZ-CORONA; LOPEZ-MALO, 2023). Ao longo dos anos, o uso de probióticos na indústria de alimentos como suplemento alimentar, tem crescido rapidamente devido aos seus efeitos importantes na homeostase intestinal (MA et al., 2023). Os probióticos, segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura e a Organização Mundial da Saúde, são definidos como “microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro” (FAO/WHO, 2002; KONURAY; ERGINKAYA, 2020). Entretanto é necessário que permaneçam vivos no produto e sobrevivem à passagem pelo trato gastrointestinal para, então, se estabelecer no intestino, proporcionando melhorias ao equilíbrio da microbiota intestinal dos indivíduos, se consumidos periodicamente (ÁVILA et al., 2020).

Há um interesse crescente em alimentos probióticos não lácteos, em função do restrito acesso a produtos lácteos na maioria dos países em desenvolvimento, ao número crescente de consumidores veganos, vegetarianos, intolerantes à lactose e devido ao teor de colesterol e de alérgenos (LANDRY et al., 2018; MIN et al., 2019).

Assim, Lebaka et al. (2018), Konuray e Erginkaya (2020) e Vasilean et al. (2022) destacam que as barras de cereais são produtos não lácteos que podem ser adicionadas de diversos ingredientes, como os probióticos, para produzir um alimento

funcional inovador, contribuindo para o aumento do valor nutricional e melhor aceitabilidade dos consumidores que associam as barras a produtos saudáveis. Os pesquisadores ainda ressaltam que, quanto mais próximo um produto estiver das necessidades dos consumidores, maiores as chances de aceitação e inserção no mercado.

No entanto, ainda existe uma grande parcela de consumidores que têm pouco conhecimento sobre nutrição e alimentos saudáveis e não entendem as informações fornecidas nas embalagens dos produtos com essas alegações. Diante do mercado promissor para os probióticos é necessário, portanto, aumentar a compreensão dos consumidores e sua percepção sobre a funcionalidade desses produtos. A análise sensorial, juntamente com o conceito de “branding sensorial”, que é a ligação emocional e física entre um produto ou marca e o cliente, auxilia na compreensão do comportamento do consumidor e considera aspectos intrínsecos e extrínsecos, como fatores psicológicos, culturais, emocionais, sociais e econômicos (HULTEN, 2011).

Para Petrescu, Vermeir e Petrescu-Mag (2020), o consumidor busca algo que proporcione uma boa experiência, seja física ou emocional e dentre os métodos qualitativos utilizados, a técnica de “associação de palavras” tem se mostrado muito útil para investigar as percepções do consumidor. A associação de palavras parte do pressuposto de que, ao fornecer estímulos visuais ou verbais aos consumidores e solicitar uma descrição associada a esse estímulo, por meio de palavras que lhe vêm à mente, é possível compreender como os consumidores fazem suas escolhas e decisões relacionadas à compra de produtos (ÁVILA et al., 2020).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi desenvolver barras de cereais adicionadas de bactéria probiótica e compara-las às barras comerciais por meio de estudo com consumidores, assim como avaliar a aceitabilidade, textura e valor nutricional das mesmas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (DCTA), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba. A barra de cereal contendo bactéria probiótica foi produzida na Unidade de Processamento de Frutas e Hortaliças e as análises fí-

sico-químicas, microbiológicas e sensoriais nos Laboratórios de Análise Físico-química de Alimentos, de Microbiologia de Alimentos e de Análise Sensorial, respectivamente.

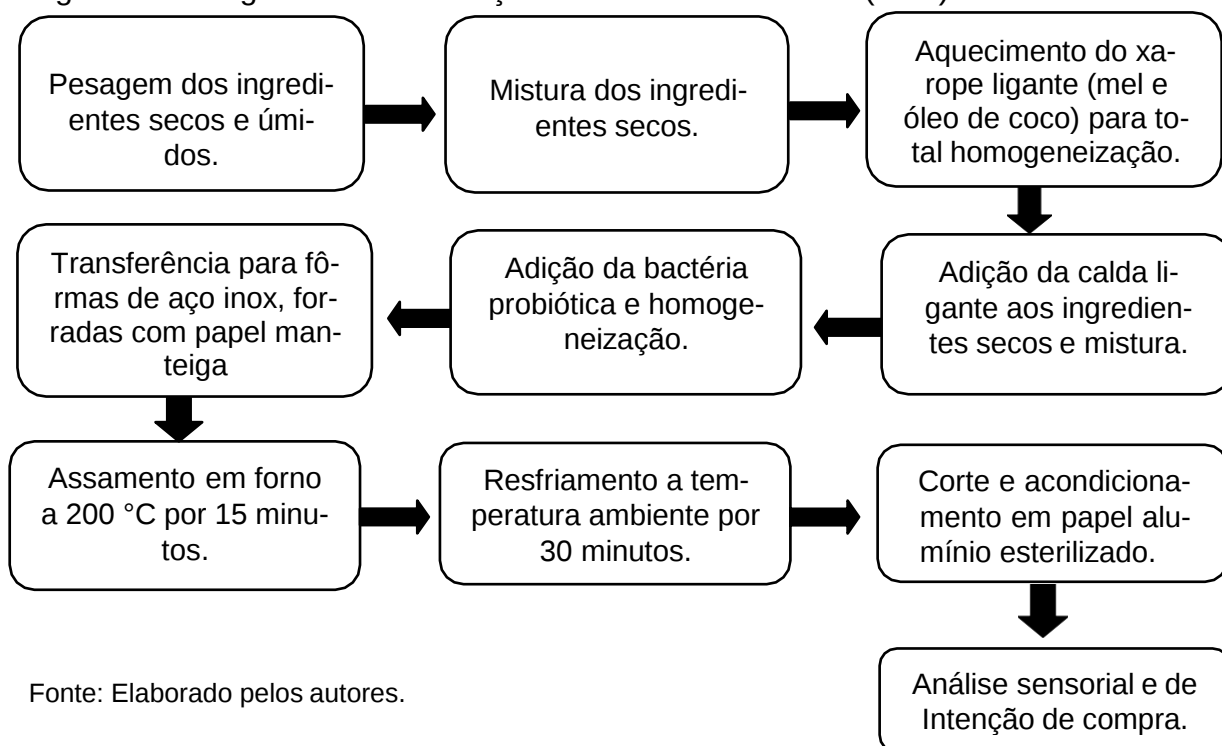
O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, envolvendo seres humanos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, com o número 61279622.7.0000.5588.

2.1 Elaboração da barra de cereal enriquecida com *Bacillus clausii*

As matérias primas utilizadas para elaboração das barras foram adquiridas no estabelecimento de produtos naturais “Senhor A Granel”, em Juiz de Fora, MG.

As barras de cereais foram elaboradas conforme metodologia adaptada de Bchir et al. (2017) e Kaur et al. (2018) e continham castanha do Pará (5%), aveia em flocos (12%), farelo de aveia (12%), flocos de arroz (12%), chia (2%), mix de frutas cristalizadas (mamão verde, mamão vermelho e laranja) (12%), uva passas (4%), mel (35%) e óleo de coco (6%), sendo a bactéria probiótica *B. clausii*, adicionada no processo de fabricação (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma de elaboração das barras de cereais (BAP).



Inicialmente, foi realizada a pesagem dos ingredientes secos e úmidos e, os ingredientes que compõem o xarope ligante (mel e óleo de coco), foram aquecidos para total homogeneização. Em seguida, o xarope ligante foi adicionado aos ingredientes secos sobre mistura constante. Um flaconete contendo $4,0 \times 10^9$ esporos de *B. clausii* (Enterogermina Plus®) foi adicionado para cada 100 g de mistura.

Após a adição do probiótico, a formulação foi novamente homogeneizada e, em seguida, transferida para fôrmas de aço inox e assada a 200°C por 15 minutos. Após este período, a formulação foi mantida a temperatura ambiente, por 30 minutos, para o resfriamento sendo, então, cortada em tamanho padronizado de, aproximadamente, 7,0 x 3,0 x 1,0 cm (comprimento x altura x largura) e acondicionada em papeis alumínio individuais esterilizados.

2.2 Avaliação do perfil dos consumidores e comparação da barra de cereal enriquecida de probiótico com barras comerciais

Participaram da análise de forma espontânea alunos e servidores do Campus Rio Pomba, com idade acima de 18 anos, de ambos os gêneros, totalizando 62 participantes não treinados. Previamente a análise sensorial, todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE 1).

Os participantes foram convidados a responder um questionário sobre o perfil do consumidor com perguntas atitudinais em relação à compra e consumo de barras de cereais (APÊNDICE 2). O questionário continha 15 questões divididas entre múltipla escolha e discursivas. As questões fechadas foram constituídas por perguntas objetivas e as semiabertas constaram de perguntas em que os participantes, além de assinalar, pudessem descrever sua opinião.

As questões abordavam aspectos socioeconômicos e formação profissional dos participantes, o conhecimento sobre barras de cereais, consumo, marcas mais conhecidas e características que melhor descrevessem as barras, motivo de consumo, bem como principais locais de compras, percepção acerca de alimentos probióticos, entre outras.

Para avaliar a percepção dos participantes do estudo, também foi apresentado a eles estímulos (perguntas) que solicitavam a descrição das primeiras palavras (palavras descritivas, sensações, sentimentos, etc.) que viesse à mente quando: 1)

Pensam em características que descrevem barras de cereais e 2) Motivo que fariam aumentar o consumo de barras de cereais.

Após responderem o questionário, eles foram orientados a avaliar a aceitação da barra de cereal adicionada de bactéria probiótica (BAP) e de duas barras comerciais (BC1 e BC2) para os atributos aparência, aroma, sabor, cor e de impressão global, além de indicarem a intenção de compra, por meio de escala hedônica de nove e cinco pontos, respectivamente (APÊNDICE 3).

A barra de cereal adicionada de bactéria probiótica (BAP) foi comparada com duas barras de cereais comerciais (BC1 e BC2), selecionadas de acordo com a semelhança de ingredientes usados de acordo com um estudo prévio (Quadro 1).

Quadro 1. Composição das barras de cereais avaliadas.

Barra de Cereal	BAP	BC1 Sabor Banana, Aveia e Mel	BC2 Sabor Banana, Aveia e Mel
Ingredientes	Mel, Aveia em Flocos, Farelo de Aveia, Flocos de Arroz, Mix de Frutas Cristalizadas (Mamão Verde, Mamão Vermelho e Laranja), Óleo de Coco, Castanha do Pará, Uva Passas e Chia, <i>Bacillus clausii</i> .	Aveia, Flocos de Arroz Integral, Açúcar Mascavo, Banana Desidratada, Farinha de Trigo Integral, Melado, Coco, Mel, Linhaça, Quinoa, Gergelim, Chia, Estabilizante Goma Xantana, Aroma, Regulador de Acidez Bicarbonato de Sódio e Extrato de Alecrim.	Aveia e Flocos de Cereais, Glicose de Milho, Mel, Polpa de Banana, Açúcar Mascavo, Açúcar Invertido, Gordura Vegetal, Corantes Betacaroteno e Caramelo IV, Antioxidante Lecitina de Soja e Aromatizante.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A formulação da barra BAP desenvolvida de acordo com o item 2.1 foi utilizada nos experimentos de comparação sensorial, de textura e nutricional com as duas barras de cereais comerciais. As análises foram realizadas no tempo 0 e as amostras comerciais eram do mesmo lote, data de fabricação e data de validade, conforme a marca.

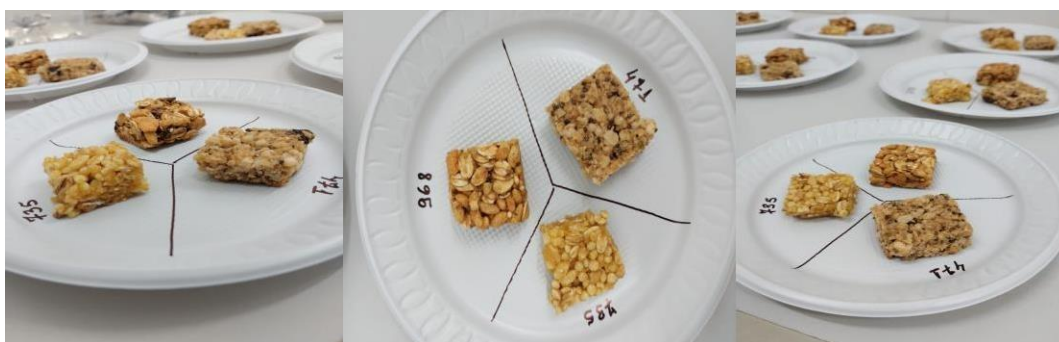
2.2.1 Comparação da aceitabilidade das barras de cereais

A aceitação das barras de cereais foi avaliada por 62 participantes não-treinados que receberam três amostras BAP, BC1 e BC2 para análise dos atributos: aroma, cor, sabor, doçura, crocância, gomosidade e impressão global utilizando a escala hedônica de nove pontos, que variou gradativamente de “gostei extremamente” e “desgostei extremamente”. Para avaliação da intenção de compra foi utilizada escala de cinco pontos variando de "certamente compraria" e "certamente não compraria".

Foi realizado o teste de ordenação para os atributos que os provadores consideravam mais importantes em uma barra de cereal segundo cor, odor, doçura, textura, sabor, gomosidade, sendo enumerados conforme a ordem de importância de 1 (um) a 6 (seis), sendo 1: mais importante e 6: menos importante. Para o teste de preferência, os provadores foram instruídos a ordenar as amostras da mais preferida à menos preferida.

As amostras apresentavam, aproximadamente, 7g e foram codificadas em números aleatórios de três dígitos, servidas de forma simultânea em pratos descartáveis brancos (Figura 2) e a água foi oferecida para limpar o palato entre uma amostra e outra. As avaliações foram realizadas em cabines apropriadas, individuais, com luz branca e em temperatura ambiente.

Figura 2. Análise sensorial das barras de cereais



Fonte: Dados da pesquisa.

2.2.2 Avaliação da textura instrumental das barras de cereais

A determinação da textura foi realizada utilizando-se o Analisador de Textura Brookfield CT3 (Brookfield Engineering Laboratories, INC, Middleboro Massachusetts, EUA), integrado a um computador com software específico para a aquisição dos

dados e cálculo dos parâmetros de textura (TexturePro CT Software, Brookfield Engineering Laboratories, Middleboro, USA), com célula tipo *probe* TA-SBA.

Utilizou-se o teste de compressão, empregando-se velocidade do teste de 0,5 mm/s e velocidade pré-teste 2 mm/s, em 5 determinações para cada formulação. Cinco amostras de cada barra de cereal com área de 4x4x1,5 cm foram usadas e determinou-se ciclo de dureza (N), força adesiva (N), adesividade (mJ) e fraturabilidade (N), conforme instrução do fabricante.

2.2.3 Avaliação nutricional das barras de cereais

O cálculo dos valores energéticos teóricos da barra elaborada, BAP, foi realizado para avaliar o seu potencial como um *snack* mais saudável comparado aos disponíveis no mercado. Assim, elaborou-se a tabela nutricional conforme Resolução nº 429 de 2020 (ANVISA, 2020). A composição de carboidratos, proteínas e gorduras totais foi obtida por meio de análises laboratoriais segundo as normas descritas pela “Association of Official Analytical Chemists” (AOAC, 2016).

As proteínas foram determinadas pelo método de *Kjeldahl* (920.87), que se baseia na determinação do nitrogênio total utilizando fator de 6,25 para conversão em proteínas (CLARK, 2016). Os lipídeos foram determinados por extração direta pelo método *Soxhlet* (920.39) e quantificados por meio da pesagem do resíduo após a eliminação do solvente (ARIA, 2016). Já o teor de carboidratos totais foi obtido por diferença entre o total da amostra (100%) e a soma dos percentuais de umidade, proteínas, lipídios e cinzas.

A determinação de fibra bruta foi realizada conforme metodologia de Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2017), utilizando um grama de amostra e soluções de ácido sulfúrico e hidróxido de sódio 1,25%, sendo calculada por meio da equação:

$$\text{Fibra Bruta} = \frac{(C - A - D)}{B} \times 100$$

Em que:

C = Filtro de papel + Amostra + Cadinho seco em estufa

A = Peso do filtro de papel vazio

D = Cinzas

B = Peso inicial da amostra

2.3 Análises estatísticas

Os dados do questionário foram avaliados pela frequência de respostas para as questões de múltipla escolha. No total, foram considerados 62 respondentes. As respostas foram desdobradas considerando o gênero do respondente utilizando a ferramenta de tabelas dinâmicas do Microsoft Excel – Pacote Office 365.

Para a análise sensorial com os participantes (alunos e funcionários), a avaliação foi realizada por meio de delineamento em blocos casualizados (DBC) com esquema fatorial, considerando a barra BAP no tempo 0 e as barras BC1 e BC2. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de significância

Os resultados da análise do perfil do consumidores, foram tabulados e expressos em porcentagens, com a finalidade de facilitar a visibilidade e entendimento das respostas. As análises foram realizadas no programa Excel, sendo também utilizado o programa R Statistics, versão 4.1.2 (R-Core Team, 2021). Medidas descritivas, tabelas e figuras foram elaboradas visando sumarizar os dados gerados, sendo utilizado o teste qui-quadrado. O nível de significância foi estabelecido como $p < 0,05$.

Para a elaboração das nuvens de palavras para cada uma das duas questões abertas: Quais as três primeiras palavras (palavras descritivas, sensações, sentimentos, etc.) que vem à sua mente quando você pensa em características que considera que melhor descrevem uma barra de cereal? e Qual (is) seria (m) o (s) motivo (s) que te faria (m) aumentar o seu consumo de barras de cereais?, foi utilizado o site Wordclouds.com (<https://www.wordclouds.com/>) e cada palavra citada nas questões abertas foi contada e agrupada com palavras semelhantes (sinônimas) para evitar duplicação de conceito. As respostas foram tratadas retirando os acentos e números para criação de um arquivo .txt. Este arquivo foi analisado utilizando o programa R Statistics, versão 4.1.2 (R-Core Team, 2021). Inicialmente, foi utilizado o pacote “tm” para retirar espaços em branco e “stop words” e a partir deste ponto foi utilizado o pacote “wordcloud” para construção da nuvem de palavras.

As análises foram realizadas utilizando o Pacote ExpDes.pt (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2013) para o software R (R-Core Team, 2021).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

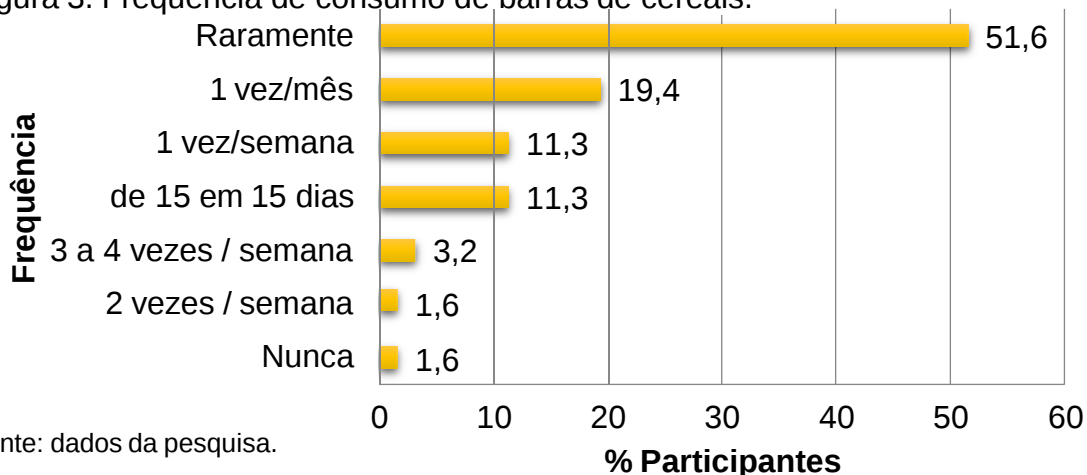
3.1 Perfil dos consumidores de barras alimentícias

O perfil dos participantes foi composto de 45,90% de adultos com idade entre 18 e 25 anos, renda entre 1 e 3 salários (60,66%) e quanto a escolaridade, 50,82% possuíam ensino superior completo, sendo que deste percentual, 36,07% possuíam pós-graduação (Mestrado e/ou Doutorado) e quase a metade (49,18%) possuía ensino superior incompleto. A maior parte dos participantes eram estudantes (56,67%) e funcionários públicos (30%), com um menor percentual representado por autônomos e nutricionistas, manipuladores de alimentos, educador físico e auxiliar de cozinha.

Os resultados indicaram que entre os participantes houve predomínio de jovens, sendo a maior parte do sexo feminino, correspondendo a 72,13%. Resultado similar foi encontrado por Kosicka-Gybska et al. (2022) ao avaliarem os motivos do consumidor para escolha de barras de frutas e cereais, e por Carvalho e Conti-Silva (2017), ao avaliarem a aceitabilidade e o perfil sensorial de barras de cereais produzidas com farinha de casca de banana. Em ambas as pesquisas, foi identificado que a maioria dos entrevistados eram mulheres. Os mesmos autores, concluíram também que houve maior tendência de consumo de barras de cereais pelo gênero feminino, o que pode ocorrer pela preferência das mulheres pelo sabor doce, principalmente por fatores hormonais (SANTOS; COSTA, 2018).

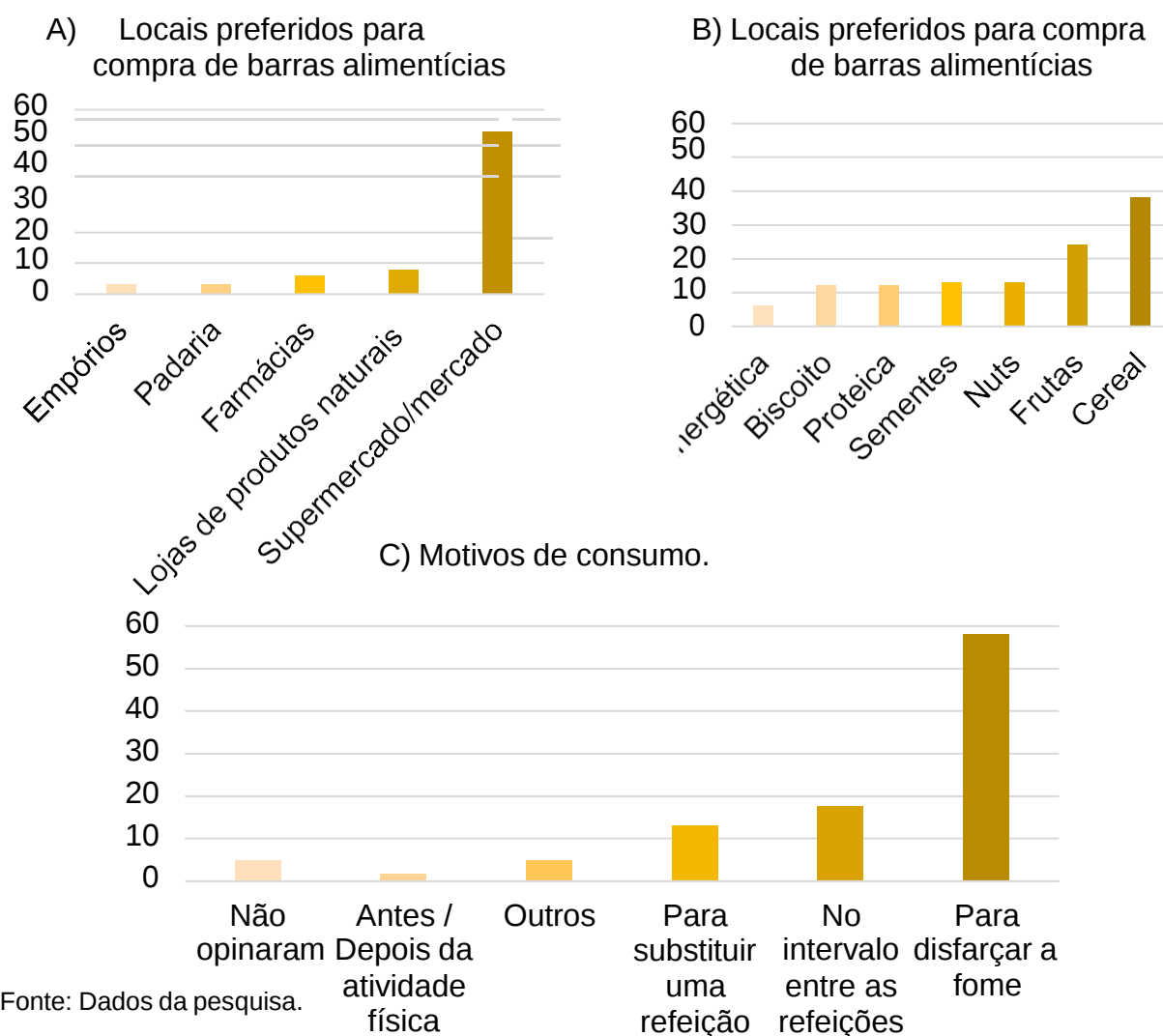
Entre os participantes, 80,65% afirmaram ser consumidores de barras de cereais e, em relação a estes, apenas 11,29% as consomem semanalmente, havendo predomínio daqueles que raramente consomem (Figura 3).

Figura 3. Frequência de consumo de barras de cereais.



Constatou-se que os supermercados são os locais onde há maior frequência de compra de barras de cereais (Figura 4A), podendo ser caracterizado pela facilidade de acesso, e por ser um estabelecimento que contem outros produtos, associando a compra de diversos itens, em um mesmo local. Dentre as barras alimentícias mais consumidas estão as de cereais, de frutas e de sementes (Figura 4B). Os motivos de consumo são, na maior parte das vezes, para disfarçar a fome, suprir a necessidade de alimentar-se no intervalo entre refeições e substituir uma refeição (Figura 4C). Esses resultados corroboram com os obtidos por Boukid et al. (2022) que afirmaram que as barras de cereais são substitutas de refeições por serem relativamente baratas, convenientes, saborosas, versáteis e, ainda, por não necessitarem de preparação, sendo comercializadas como uma refeição nutricionalmente balanceada, com foco específico no controle da fome e na redução de peso.

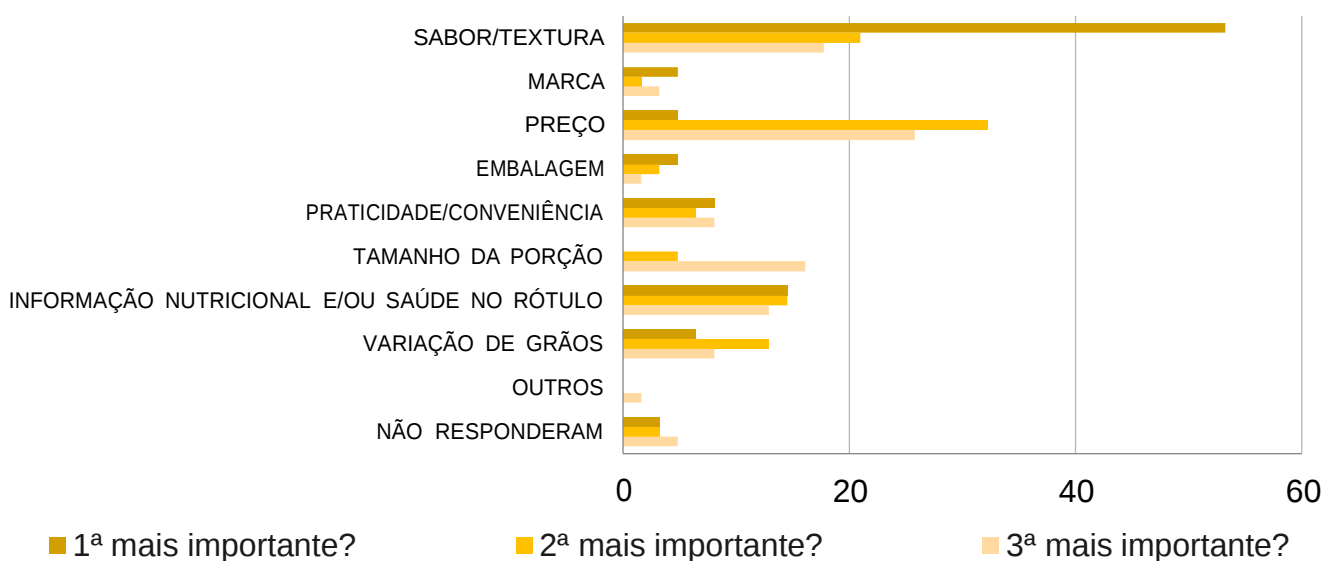
Figura 4. Percentual de resposta às questões com múltiplas opções.



Os consumidores foram questionados sobre a importância que dão a determinados critérios no momento de compra das barras, sendo solicitado que eles apontassem, em ordem, os três atributos mais importantes (Figura 5). Verificou-se que sabor e textura são os mais decisivos no momento da compra, sendo apontado pela maioria dos participantes como o primeiro e segundo atributos mais importantes; seguido pelas informações nutricionais e/ou de saúde e a praticidade/conveniência.

Como segundo atributo mais importante, destacou-se o preço, sugerindo que este influencia o processo de tomada de decisão. As informações nutricionais e/ou de saúde também interferem de maneira substancial, e tornam-se cada vez mais importantes, especialmente se houver alegação de benefício de consumo (PINTO et al., 2019).

Figura 5. Atributos mais observados na compra de barras alimentícias, segundo a ordem de importância



Fonte: Dados da pesquisa.

Ao solicitar que os participantes realizassem a ordenação dos atributos como: sabor, cor, odor, doçura, textura e sabor de barra de cereal pela escala de importância (sendo 1 – mais importante e 6 – menos importante), observou-se que sabor e textura foram os atributos considerados mais importantes, seguido da doçura, odor e cor. O atributo gomosidade, foi definido como o menos importante (Tabela 1). Esse resultado reforça que sabor e textura são fortes fatores de influência em barras de

cereais, como observado também na Figura 5. Ribeiro et al. (2022) destacam que o sabor dos produtos é um dos fatores mais importantes no momento dos consumidores fazerem suas escolhas alimentares. Contudo, vale ressaltar que no desenvolvimento de novos produtos é essencial otimizar propriedades e atributos do produto, como cor, aparência, sabor e textura. Essa interação promove um equilíbrio que resulta em qualidade excepcional e boa aceitabilidade (SAMAKRADHAMRONGTHAI; JANNU; RENALDI, 2021).

Tabela 1. Resultados do teste de ordenação para os atributos que os provadores consideraram mais importantes em uma barra de cereal

Atributos Sensoriais						
	Gomosidade	Cor	Odor	Doçura	Textura	Sabor
Pontuação	234 ^a	201 [‡]	181 [‡]	171 [‡]	112 [‡]	65

*Letras diferentes indicam diferença significativa a 5% de probabilidade por meio do teste de LSD.

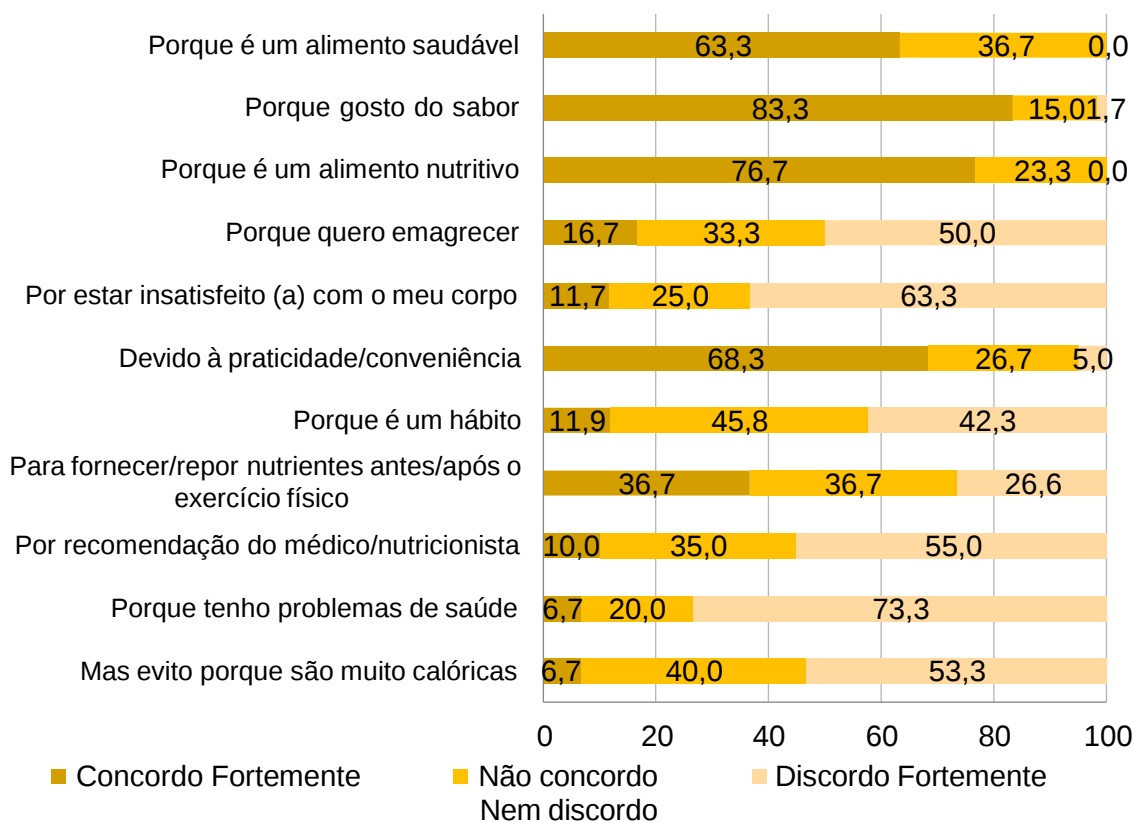
Fonte: Dados da pesquisa.

Ao serem indagados sobre o consumo de barras de cereais, a maioria dos participantes responderam que consomem barras de cereais devido ao sabor das mesmas, e por serem um produto nutritivo e saudável (Figura 6). Por outro lado, a maior parte dos participantes discordam de que o consumo está associado a algum problema de saúde e/ou pelo fato de estarem insatisfeitos com o corpo e de que as barras são consideradas um produto calórico.

Ao contrário do que muitas pessoas acreditam, algumas barras de cereais não são saudáveis. Isto porque elas têm excesso de corantes, conservantes e xarope de milho. Este xarope é rico em frutose que, quando ingerida em excesso, pode levar a resistência à insulina, compulsão alimentar, elevação do ácido úrico e esteatose hepática, que é um acúmulo de gorduras nas células do fígado. Além disso, algumas formulações também podem conter alto teor de açúcar e gorduras trans, a qual pode aumentar o colesterol ruim, LDL, e reduzir o colesterol bom, HDL.

Portanto, deve-se escolher aquelas que não possuem adição de açúcar ou gorduras e que contenham ingredientes realmente integrais como a aveia, amaranto, chia, além de oleaginosas, como a castanha-do-pará e as nozes, e frutas secas, como o damasco e as passas.

Figura 6. Respostas para as afirmativas referentes ao consumo de barras de cereais, de acordo com o grau de concordância dos participantes.



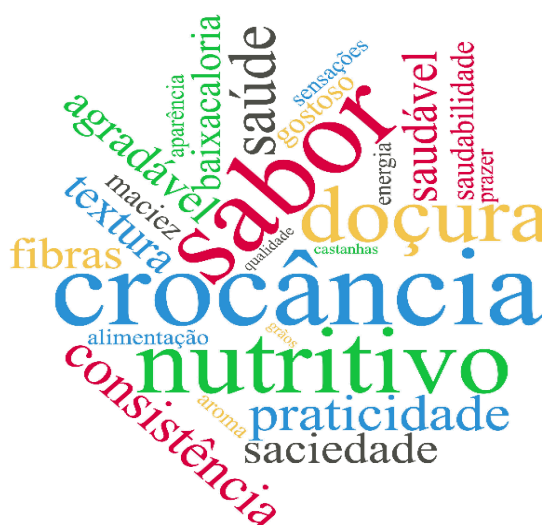
Fonte: Dados da pesquisa.

Assim, a melhor maneira de conhecer esses produtos é por meio da avaliação do rótulo, tabela de composição nutricional e lista e ingredientes, os quais são colocados em ordem decrescente de quantidade. No caso das barras de cereais, o primeiro item deve ser um cereal; entretanto, o que se observa na maioria delas é a presença de uma grande quantidade de açúcares, incluindo xarope de glicose, açúcar invertido, sacarose e maltodextrina.

Fizman e Tárrega (2019) verificaram em seu estudo que as razões para a escolha de uma barra de cereal pelos consumidores estão associadas à conveniência e aos fatores prazer/gosto, seguidos pelos fatores energia/atividade física e saciedade. Cada consumidor apresenta sua opinião sobre os motivos que os levam a consumir esses *snacks* e esses podem estar relacionados ao seu estilo de vida, nível de atividade física, questões culturais e nutricionais que podem afetar sua tomada de decisão.

De acordo com Pinto et al. (2019), os consumidores preferem alimentos que promovam saúde e que ao mesmo tempo sejam convenientes. Nesse sentido, foi perguntado aos participantes: Quais as três primeiras palavras (palavras descritivas, sensações, sentimentos, etc.) que vem à sua mente quando pensam em características que melhor descrevem uma barra de cereal? As palavras mais citadas foram crocância, sabor, nutritivo e doçura (Figura 7).

Figura 7. Nuvem de palavras sobre as características que melhor descrevem uma barra de cereal.



Fonte: dados da pesquisa.

A textura é um atributo que pode estar associado a faixa etária dos consumidores. Segundo Godoy et al. (2020), consumidores jovens preferem barras e *snacks* de textura crocante, o que está de acordo com o resultado encontrado, pois a maioria dos participantes possuíam entre 18 e 25 anos. Além disso, os termos mais citados sugerem que os participantes associam a barra de cereal à uma alimentação saborosa e nutritiva, o que corrobora com as tendências do mercado alimentício (ITAL, 2020), e com a barra desenvolvida neste estudo.

Também foi perguntado aos participantes “Quais motivos os fariam aumentar o consumo de barras de cereais?” e as palavras mais citadas foram custo e praticidade (Figura 8). A qualidade nutricional e/ou as alegações de saúde e sabor também apareceram como atributos importantes na percepção dos consumidores, no entanto, vale destacar que o consumidor prioriza o preço, ou seja, existe uma preferência por produto saudável, porém o custo é considerado um fator muito importante para sua aquisição, visto que a maioria dos participantes possuem renda entre 1 e 3 salários

mínimos. Segundo Allai et al. (2022), a ampla disponibilidade e o baixo custo contribuem para o aumento da ingestão de produtos à base de cereais.

Figura 8. Nuvem de palavras que descrevem os motivos para aumento do consumo de barras de cereais.



Fonte: dados da pesquisa.

Nesse contexto, foi questionado aos participantes qual o valor eles estariam dispostos a pagar por uma barra de cereal funcional. Identificou-se que mais da metade dos participantes (56%) estão dispostos a pagar entre R\$ 5,00 a R\$ 10,00 e 26% pagariam entre R\$ 2,00 a R\$ 5,00. Por outro lado, esses valores variam muito em função dos ingredientes usados na elaboração.

No mercado atual, as barras de cereais custam em média R\$ 2,00, ou seja, o valor encontrado na pesquisa, é superior ao do mercado atual, o que sugere que o consumidor é capaz de pagar mais por produtos que oferecem benefícios a saúde. Além disso, todos os participantes afirmaram que comprariam uma barra de cereal contendo probióticos, caracterizando-a como um alimento funcional.

Diante da expectativa positiva dos respondentes, principalmente a associação de barra de cereal ao termo saudável, o desenvolvimento de um alimento de origem vegetal contendo cereais e enriquecido com microrganismos probióticos consiste em uma alternativa promissora capaz de suprir as necessidades do mercado e garantir a oferta de um produto saudável e com potencial para promover benefícios.

Também foi questionado aos participantes se eles se preocupavam com o teor de calorias no momento de comprar uma barra de cereal e 69,35% responderam que sim e, aproximadamente a metade, 30,65% responderam que não. Sobre o hábito de ler as informações nutricionais no momento de comprar uma barra de cereal, a maioria (64,52%) respondeu que sim, e 35,48% responderam que não possuem esse hábito.

Com relação a aceitação das barras de cereais contendo a bactéria probiótica (BAP) e as comerciais (BC1 e BC2), não se constatou diferença ($p > 0,05$) para os atributos cor, aroma, sabor, doçura e crocância (Tabela 2), indicando que a barra elaborada, BAP, atendeu, satisfatoriamente, o perfil sensorial dos participantes. Apenas a gomosidade de BC1 se diferiu das demais ($p < 0,05$) em função dessa barra possuir maior dureza. BAP e BC2 apresentaram gomosidade semelhante (Tabela 2) por possuírem mais ingredientes com ação ligante em suas formulações. A barra BAP contém mel e óleo de coco, enquanto BC2 contém glicose de milho e apresentou característica pegajosa. A glicose de milho é um ingrediente muito utilizado como edulcorante, mas age principalmente, na textura dos alimentos aumentando a viscosidade, gomosidade e a maciez, ao mesmo tempo em que diminui a formação de cristais de açúcar.

Tabela 2. Médias de aceitação sensorial e de intenção de compra pelos consumidores de barras de cereais.

Atributos	Médias de Aceitação		
	Amostras		
	BC1	BC2	BAP
Cor	7,7 ^a	7,7 ^a	7,2 ^a
Aroma	7,3 ^a	7,4 ^a	7,0 ^a
Sabor	7,3 ^a	7,5 ^a	7,0 ^a
Doçura	6,9 ^a	7,3 ^a	7,0 ^a
Crocância	7,3 ^a	7,1 ^a	6,9 ^a
Gomosidade	6,2 ^b	7,2 ^a	7,0 ^a
Impressão Global	7,1 ^a	7,5 ^b	7,1 ^a
Intenção de Compra	3,6 ^a	3,9 ^a	3,8 ^a

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente a $p > 0,05$, segundo o teste de Tukey.

Fonte: Dados da pesquisa.

Para impressão global, apesar do maior escore médio de BC2 ($p < 0,05$), todas as amostras estiveram entre os termos hedônicos gostei muito e gostei extremamente.

Também não houve diferença entre as barras quanto a intenção de compra ($p>0,05$) e elas apresentaram escores médios entre os termos hedônicos talvez comprasse/talvez não comprasse a possivelmente compraria, indicando que os participantes provavelmente comprariam a barra de cereal contendo bactéria probiótica (BAP), evidenciando que ela está em consonância com a demanda do consumidor e apresenta potencial de mercado e de consumo (Tabela 2).

No teste de ordenação por preferência, a amostra BAP obteve um somatório estatisticamente igual ($p>0,05$) as barras BC1 e BC2 (Tabela 3), não havendo preferência significativa entre elas, indicando que a produção de BAP é promissora.

Tabela 3. Teste de preferência das barras de cereais.

Amostras	Somatório de ordenações
BC1	118 ^a
BC2	123 ^a
BAP	125 ^a

Letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente a $p > 0,05$, segundo o teste de ordenação. 1: menos preferida; 3: mais preferida.

Fonte: dados da pesquisa.

A análise de perfil de textura instrumental (TPA) evidenciou variação ($p<0,05$) entre as barras BAP, BC1 e BC2 (Tabela 4). Segundo Allai et al. (2022), a variação em diferentes parâmetros de TPA pode ser atribuída aos teores de umidade e concentração de ingredientes do produto. Os resultados apontaram que a dureza foi significativamente ($p<0,05$) mais acentuada para BC1 (Tabela 4), que também apresentou fraturabilidade mais intensa, necessitando de mais força pelo consumidor para quebrar a amostra.

Rawat e Darappa (2015) encontraram um aumento na dureza de barra de proteína após aumentar o seu conteúdo com ingredientes ricos em fibras. Assim, a maior dureza em BC1 pode estar relacionada ao maior teor de fibras encontrado na amostra e sugere que o tipo de fibra alimentar também influencia as propriedades de textura das barras de cereais.

A dureza é um dos fatores que determina a aceitabilidade do alimento pelo consumidor e para Ruskova et al. (2015), alimentos tipo *snacks* com baixos valores

de dureza são desejáveis, como observado para a BAP (Tabela 4), desenvolvida nesse trabalho.

Segundo Damasceno (2016), a dureza é definida como a força necessária para a compressão do alimento pelos dentes e está diretamente relacionada à propriedade de fraturabilidade. Valores elevados de fraturabilidade estão associados a produtos mais quebradiços, o que foi observado para as barras de cereais comerciais (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios de textura instrumental das barras de cereais.

Parâmetros avaliados	Amostras		
	BAP	BC1	BC2
Ciclo de Dureza 1 (N)	26,94	74,17 ^a	53,27 ^l
Força adesiva (N)	2,53 ^l	0,91 ^l	3,7 ^a
Adesividade (mJ)	2,94 ^l	1,40 ^l	4,14 ^a

Médias com letras iguais na mesma linha não diferem significativamente a $p > 0,05$, segundo o teste de Tukey.

Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto à adesividade, parâmetro que corresponde a força necessária para remover o material que adere aos dentes (ABNT, 2021), constatou-se diferença entre as barras comerciais BC1 e BC2 (Tabela 4). O mesmo foi observado para força adesiva e pode estar relacionado a glicose de milho presente em BC2, visto que este é o segundo aditivo presente em maior proporção na lista de ingredientes deste produto. Já BAP obteve adesividade intermediária às comerciais.

Além da textura, as informações contidas nas embalagens também são importantes no momento de compra de uma barra de cereal, e essas informações facilitam a compreensão dos consumidores. De acordo com Mattar et al. (2022), a rotulagem nutricional permite aos consumidores tomar decisões rápidas sobre o conteúdo dos alimentos. Considerando que um dos seus objetivos é fornecer informações adicionais sobre escolhas alimentares mais saudáveis (KANTER; VANDERLEE; VANDEVIJVERE, 2018), foi perguntado aos participantes se eles possuíam o hábito de observar o teor de calorias e de ler as informações nutricionais ao comprar uma barra de cereal. A maioria (69,35%) respondeu que se atenta ao valor calórico e as informações nutricionais (65,42%) antes de efetuar a compra de barras

de cereais. Portanto, verificou-se que os consumidores estão mais atentos a essas informações e que estas influenciam suas decisões de compra.

Nesse contexto, foi elaborada a tabela nutricional da barra BAP (Tabela 5A), a fim de comparar com as das barras comerciais BC1 e BC2 (Tabela 5B e 5C, respectivamente).

A barra BAP apresentou valor energético teórico, proteínas e carboidratos por porção de 20 g (Tabela 5A), semelhantes à de BC2 (Tabela 5B). Embora os cereais básicos utilizados na produção industrial da maioria das barras de cereais, tenham sido utilizados na formulação do produto elaborado neste trabalho, também foram acrescentadas outras matérias-primas que deram importante aporte de nutrientes. Nas barras BAP foram adicionados frutas desidratadas, sementes e bactéria probiótica, enquanto mel e óleo de coco foram utilizados como ligantes.

Tabela 5. Tabela Nutricional das barras de cereais BAP, BC1 e BC2 em porções de 20g.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL Quantidade por porção 20g			
	BAP	BC1	BC2
Valor Energético (kcal)	72	106	75
Carboidratos (g)	14,54	20	15
Proteínas (g)	1,3	2,2	1
Gorduras totais (g)	1,7	1,6	0,4
Gorduras Saturadas (g)	**	0,6	0,2
Gordura trans (g)	0	0	0
Fibra Alimentar (g)	1,86*	2	0
Sódio (mg)	0	78	37

* Na barra de cereal BAP, o valor de fibra citado, é referente a fibra bruta analisada em laboratório.

** Análise não realizada.

Fonte: Dados da pesquisa.

Embora as gorduras e os açúcares sejam necessários para uma aglutinação correta, a composição dos ligantes de BAP era diferente do utilizado nas barras comerciais e acredita-se que óleo de coco seja responsável pelo maior teor de gorduras verificado na barra elaborada. Quanto aos açúcares, industrialmente, são utilizados geralmente, xaropes de milho ou glicose, em proporções relativamente importantes, pois constituem o primeiro e/ou segundo ingredientes, na maioria das vezes. Por outro lado, no produto desenvolvido, o mel foi a principal fonte de açúcares, a fim de conferir

um sabor levemente adocicado. Além do mais, este é rico em potássio, aliado no controle da pressão arterial e na manutenção muscular.

Constatou-se que a barra BAP é livre de gorduras trans, de açúcar adicionado, conservantes, corantes e apresenta baixo teor de sódio. Contém flocos integrais, que prolongam a sensação de saciedade e passas, frutas fibrosas que melhoram a digestão. É menos calórica que BC1e BC2 e possui 1 g de fibras, que aliado a uma alimentação saudável, auxilia no bom funcionamento intestinal. A Organização Mundial da Saúde recomenda o consumo de, pelo menos, 25 g/dia de fibras na dieta, porém, algumas barras contêm teores de fibras muito reduzidos, podendo até mesmo serem isentas de fibras, como é o caso de BC2. Por isso, é preciso muita atenção ao ler as informações nutricionais para fazer boas escolhas desde o momento da compra, até o de consumo, a fim de manter bons hábitos alimentares.

4. CONCLUSÃO

Houve predomínio de participantes jovens, estudantes e do sexo feminino, que consomem barra de cereal “para disfarçar a fome”, bem como para “suprir a necessidade de alimentar-se no intervalo entre refeições” e/ou até mesmo para “substituir uma refeição”.

As barras de cereais são consumidas pelos participantes de todas as classes sociais, impulsionados pelo sabor e textura. O preço é um fator muito importante no momento da compra e o aumento do consumo de barra de cereal está atrelado diretamente ao custo, praticidade, sabor, saudabilidade, aporte nutricional e a presença de ingredientes funcionais no produto.

Crocância, sabor, nutritivo, doçura e saúde são palavras que descrevem barra de cereal segundo os participantes, que afirmaram estar dispostos a comprar o produto contendo probióticos, caracterizando-o como um alimento funcional.

As três amostras de barras de cereais apresentaram médias entre 6 e 7, para todos os atributos avaliados na escala hedônica de 9 pontos, e não houve preferência significativa entre a barra elaborada e as comerciais, indicando que a produção de BAP é promissora e que a mesma exerce uma influência positiva na aceitação do consumidor.

A barra BC1 apresentou maior dureza possivelmente, por conter maior teor de fibras, e a barra BC2, apresentou maior adesividade, em razão dos ingredientes ligantes presentes na formulação.

Comparando-se as barras de cereais, BAP é promissora frente às comerciais, por ser livre de gorduras trans, sódio, conservantes e corantes contendo, portanto, menos aditivos químicos. Assim, a barra elaborada é uma alternativa inovadora para a indústria de *snacks* de cereais que deseja introduzir ingredientes funcionais, como os probióticos, em suas formulações, para atrair o público cada vez mais exigente, de diferentes faixas etárias e que busca por saudabilidade e praticidade.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Análise sensorial - Metodologia - Perfil de Textura. ABNT NBR ISO: 11036**: 2. ed. Rio de Janeiro, 2021.

ALEKSEJEVA, S.; SIKSNA, I.; SIGNE RINKULE, S. Composition of Cereal Bars. **Journal of Health Science**, v. 5, p. 139-145, 2017.

ALLAI, F.M.; DAR, B.N.; GUL, K.; ADNAN, M.; ASHRAF, S.A.; HASSAN, M.I.; PASUPULETI, V.R.; AZAD, Z.R.A.A. Development of Protein Rich Pregelatinized Whole Grain Cereal Bar Enriched With Nontraditional Ingredient: Nutritional, Phyto-chemical, Textural, and Sensory Characterization. **Frontiers in Nutrition**, v. 9, p. 1 - 12, 2022.

ÁVILA, B.P.; ROSA, P.P. da R.; FERNANDES, T.A.; CHESINI, R.G.; SEDREZ, P.A.; OLIVEIRA, A.P.T. de O.; MOTA, G.N.; GULARTE, M.A.; ROLL, V.F.B. Analysis of the perception and behaviour of consumers regarding probiotic dairy products. **International Dairy Journal**, v. 106, p. 104703, 2020.

ANVISA. Resolução RDC nº 429, de 08 de outubro de 2020. Ministério da Saúde - MS. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa.

ARIA, P. S. Cacao Bean and Its Products. In: JATIMER JR., G. W. (ed.). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists international**. 20. ed. Rockville, USA: AOAC International, chapter 31, p. 1-25, 2016.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis of AOAC INTERNATIONAL**. Washington: 20.ed. v.2. 2016.

BARROS, H.E.A.de; NATARELLI, C.V.L.; ABREU, D.J.M. de; OLIVEIRA, A.L.M. de; LAGO, R.C. do; DIAS, L.L. de C.; CARVALHO, E.E.N. de; BILAL, M.; RUIZ, H.A.; FRANCO, M.; BOAS, E.V. de B.V. Application of chemometric tools in the development of food bars based on cocoa shell, soy flour and green banana flour. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 56, p. 5296-5304, 2021.

BCHIR, B.; JEAN-FRANÇOIS, T.; RABETAFIK, H.N.; BLECKER, C. Effect of pear apple and date fibres incorporation on the physico-chemical, sensory, nutritional characteristics and the acceptability of cereal bars. **Food Science and Technology International**, p. 1–11, 2017.

BOUKID, F.; KLERKS, M.; PELLEGRINI, N.; FOGLIANO, V.; SÁNCHEZ-SILES, L.; ROMAN, S.; VITTADINI, E. Current and emerging trends in cereal snack bars: implications for new product development. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v.73, p. 610-629, 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Resolução da Diretoria Colegiada **RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003** - Aprova Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional, 2003. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/res0359_23_12_2003.html. Acesso: 17 de março de 2023.

BRYANT, C.; SZEJDA, K.; PAREKH, N.; DESHPANDE, V.; TSE, B. A Survey of Consumer Perceptions of Plant-Based and Clean Meat in the USA, India, and China. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 3, n. 11, 2019.

CARVALHO, V.S.; CONTI-SILVAB, A.C. Cereal bars produced with banana peel flour: evaluation of acceptability and sensory profile. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 98, p. 134 - 139, 2017.

CENTURIÓN, M.; MACHÍN, L.; ARES, G. Relative Impact of Nutritional Warnings and Other Label Features on Cereal Bar Healthfulness Evaluations. **Journal of Nutrition Education and Behavior**, v. 51, p. 850 - 857, 2019.

CHRISTENSEN, Z.T.; OGDEN, L.V.; EGGTT, D.L. Multiple comparison procedures for analysis of ranked data. **Journal of Food Science**, Chicago, v.71, n.2, p.S132-S143, 2006.

CHOQUE, E.M.C. Estudio de factibilidad para la implementación de una planta productora y comercialización de barra de cereal a base de rambután en Arequipa. **Facultad de Ingeniería y Computación**, p. 1 - 206, 2021.

CIVILLE, G. V.; SZCZESNIAK, A. S. Guidelines to training a texture profile panel. **Journal of Texture Studies**, v. 4, p. 204-223. 1973.

CLARK, D. H. Fruits and Fruit Products. In: LATIMER JR., G. W. (ed.). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. 20. ed. Rockville, USA: AOAC International, 2016, ch. 37, p. 1-39.

Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2017). **Fibra Bruta**. Guia de métodos analíticos. Método nº 46, p. 207-216. Revisão: 2017.

DAMASCENO, I.A.M. **Desenvolvimento de barra de cereal enriquecida com biomassa de *Arthospira platensis***. 2016. 64f. (Dissertação). Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Palmas, 2016.

FABER, M.A.; YUYAMA, L.K.O. Functional dietary cereal bar based an Amazon Fruits. **Journal of Food Science and Nutrition**, v. 5, p. 2-6, 2015.

FAO/WHO. Guidelines for the evaluation of probiotics in foods. Report of a joint FAO/WHO. **In Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food**. London, ON, Canada: FAO/WHO, 2002.

FAVARO, L.I.L.; SOUZA, M.S.M.; ROCHA, L.K.H.; JARDIM, T.O.; CINTO, E.C.; PEREIRA, J.C.; BALCÃO, V.M.; VILA, M.M.D.C. Characterization and sensorial evaluation of cereal bar with anthocyanins extract from the fruit of palmeira jussara (*Euterpe edulis*). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p.75546-75560, 2020.

FERREIRA, E. B., CAVALCANTI, P. P., NOGUEIRA, D. A. ExpDes.pt: Experimental Designs pacakge (Portuguese). **R package** version 1.1.2, 2013.

GODOY, R.C.B. de; BARRETO, A.G.; CHÁVEZ, D.W.H.; SÁ, D. de G.C.F. de; NOGUEIRA, R.I.; CARVALHO, C.W.P. de; FREITAS, S.P. Aceitação de *snacks* de pinhão recheados com pasta de amendoim por consumidores curitibanos. **Araucária: pesquisa, inovação e tecnologias para sistemas de produção**, p.1, 2020.

HULTÉN, B. Sensory marketing: the multi-sensory brand-experience concept. **European Business Review**, v. 23, p. 256 - 273, 2011.

KANTER, R.; VANDERLEE, L.; VANDEVIJVERE, S. Front-of-package nutrition labeling policy: Global progress and future directions. **Public Health Nutrition**, v. 21, p. 1399 – 1408, 2018.

KAUR, R.; AHLUWALIA, P.; SACHDEV, P.A.; KAUR, A. Development of gluten-free cereal bar for gluten intolerant population by using quinoa as major ingredient. **Journal Food Sci. Technol.**, v. 55, p. 3584-3591, 2018.

KONURAY, G.; ERGINKAYA, Z. Quality evaluation of probiotic pasta produced with *Bacillus coagulans* GBI-30. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.66, p.102489, 2020.

KOSICKA-GEBSKA, M.; JEŻEWSKA-ZYCHOWICZ, M.; GEBSKI, J.; SAJDAKOWSKA, M.; NIEWIADOMSKA, K.; NICEWICZ, R. Consumer Motives for Choosing Fruit and Cereal Bars— Differences Due to Consumer Lifestyles, Attitudes Toward the Product, and Expectations. **Nutrients**, v. 14, p. 2710, 2022.

LANDRY, B.K.U.; FRANÇOIS, Z.N.; WANG, R.Y.; TAICHENG, Z.; LI, Y. Viability and stress response of putative probiotic *Lactobacillus plantarum* strains in honey environment. **Probiotics and Antimicrobial Proteins**, v. 10, p. 629 - 637, 2018.

LEBAKA, V.R.; WEE, Y.J.; NARALA, V.R.; JOSHI, V.K. Development of New Probiotic Foods - A Case Study on Probiotic Juices. **Therapeutic, Probiotic, and Unconventional Foods**, Chapter 4, p. 55-78, 2018.

LIMA, D.M.; PADOVANI, R.M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; FARFÁN, J.A.; NONATO, C.T.; LIMA, M.T. de; SALAY, E.; COLUGNATI, F.A.B.; GALEAZZI, M.A.M. TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS – **TACO**. 4.ed. edição revisada e ampliada, Campinas – SP, 2011.

MA, T.; SHEN, X.; SHI, X.; SAKANDAR, H.A.; QUAN, K.; LI, Y.; JIN, H.; KWOK, L.; ZHANG, H.; SUN, Z. Targeting gut microbiota and metabolism as the major probiotic mechanism - An evidence-based review. **Trends in Food Science & Technology**, v.138, p. 178–198, 2023.

MANI-LÓPES, E.; RAMÍREZ-CORONA, N.; LOPEZ-MALO, A. Advances in probiotic incorporation into cereal-based baked foods: Strategies, viability, and effects - A review. **Applied Food Research**, v. 3, p. 100330, 2023.

MARTINS, V.; ALVES, M.R.; PINHEIRO, R. Analysis of microstructure and texture of gluten- and lactose-free cereal bars, produced with different hydrocolloids and drying temperatures and no-added sugar. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 45, p. 1-10, 2021.

MATTAR, J.B.; CANDIDO, A.C.; VILELA, D.L. de S.; PAULA, V.L. de; CASTRO, L.C.V. Information displayed on Brazilian food bar labels points to the need to reformulate the current food labelling legislation. **Food Chemistry**, v. 370, p 1 - 5, 2022.

MIN, M.; BUNT, C.R.; MASON, S.L.; HUSSAIN, M.A. Non-dairy probiotic food products: An emerging group of functional foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 59, p. 2626 - 2641, 2019.

MELATI, J.; LUCCHETTA, L.; PRADO, N.V. do; OLIVEIRA, D.F. de; TONIAL, I.B. Physical and sensory characteristics of salty cereal bar with different binding agentes. **Food Science and Technology**, p. 1 - 5, 2020.

PETRESCU, D.C.; VERMEIR, I.; PETRESCU-MAG, R.M. Consumer Understanding of Food Quality, Healthiness, and Environmental Impact: A Cross-National Perspective. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, p.1 – 20, 2020.

PINTO, V.R.A.; ARAÚJO, L.G.; SOARES, L. dos S.; DANTAS, M.I. de S.; LUCIA, S.M.D.; SOUZA, T.D. de; MELO, L. F.; MINIM, V.P.R.; BRESSAN, J. Preference mapping to assess the effect of information on the acceptability of snack bars. **Food Science and Technology**, v. 39, p. 316-323, 2019.

PINTO, V. R. A.; FREITAS, T. B. de O.; MELO, L. F.; FREITAS, L. S. de; ARAÚJO, L. G. de S.; MINIM, V. P. R.; SOUZA, T. de d.; BRESSAN, J. What Grabs Our Attention Most to Consume A Snack Bar In Brazil? Following Trends In Choice of Snack Bars To Boost Market For Healthier Options. **The Open Food Science Journal**, v. 10, p. 62–78, 2019.

RAWAT, N.; DARAPPA, I. Effect of ingredients on rheological, nutritional and quality characteristics of fibre and protein enriched baked energy bars. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, p. 3006 - 3013, 2015.

RIBEIRO, J.C.; SANTOS, C.; LIMA, R.C.; PINTADO, M.E.; CUNHA, L.M. Impact of defatting and drying methods on the overall liking and sensory profile of a cereal bar incorporating edible insect species. **Future Foods**, v. 6, p. 1 - 10, 2022.

RUSKOVA, M.; IVAN BAKALOV, I.; PETROVA, T.; ZSIVANOVITS, G.; IVANOVA, K.; PENOV, N. Effect of extrusion variables on breaking strength of bean-based extrudates. **Food research & development institute**, p. 66 -70, 2025.

SANTOS, V.F.N. dos; COSTA, T. Acceptability of a cereal bar source of protein and vitamin B12 by ovo-lacto-vegetarian individuals. **Demetra: food, nutrition & health**, v. 13, p. 875-890, 2018.

SAMAKRADHAMRONGTHAI, R.S.; JANNU, T.; RENALD, G. Physicochemical properties and sensory evaluation of high energy cereal bar and its consumer acceptability. **Heliyon**, v. 7, p. 1 - 9, 2021.

VASILEAN, I.; BĂNUC1, M.; PATRAȘCU, L.; CONSTANTIN, O. E. Studies on the use of carob powder and bacillus subtilis for improving functionality of the cereal bars. **Food Technology**, v. 46, p.125-140, 2022.

APÊNDICE 1 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUDESTE DE MINAS GERAIS
	IF Sudeste MG - Campus Rio Pomba
	<i>Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos</i>
Campus Rio Pomba - MG, 36180-000 – Telefone: (32) 3571-5700 - E-mail: daianajunia@live.com	

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**Análise sensorial (servidores e discentes do campus Rio Pomba maiores de 18 anos)**

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa “Análise sensorial de barra de cereal.”. Nesta pesquisa, pretendemos avaliar sensorialmente a aceitabilidade e intenção de compras de consumidores frente a a barras de cereais, além de avaliar a influência dos ingredientes na aceitação das mesmas. O motivo que nos leva a pesquisar esse assunto é que no mercado brasileiro estão disponíveis barras de cereais de diferentes marcas e ingredientes a fim de satisfazer a demanda dos consumidores por produtos saudáveis e práticos. Você é convidado a responder um questionário contendo perguntas relacionadas ao perfil do consumidor e consumo de barras e a participar da avaliação das características sensoriais da barra de cereal. Para isso, você provará três amostras de, aproximadamente, 30 gramas e marcará em uma ficha o quanto gosta ou desgosta do produto usando uma escala hedônica de nove pontos que varia de “gostei extremamente” (escore 9) a “desgostei extremamente” (escore 1) para os atributos aroma, sabor, cor, doçura, crocância, gomosidade e impressão global – teste cego. Após o teste cego (sem informação sobre o produto), você será convidado a realizar o teste com informação, em que será fornecida a lista de ingredientes de cada produto. Nesse teste, de posse da lista de ingredientes, você marcará novamente em uma ficha o quanto gosta ou desgosta de cada produto usando uma escala hedônica de nove pontos. Para realizar essas análises você gastará, aproximadamente, 15 minutos.

Para participar desta pesquisa, você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, você terá assegurado o direito à buscar indenização. Você será esclarecido (a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar e poderá retirar seu consentimento ou interromper sua participação a qualquer momento. Sua participação é voluntária e a

recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma como é atendido (a) pelo pesquisador. Sua identidade será tratada com padrões profissionais de sigilo e não será identificado em nenhuma publicação. Os produtos serão elaborados de acordo com as boas práticas de manipulação e serão realizadas análises microbiológicas para verificação da qualidade higiênico-sanitária antes do consumo. Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em experimentar produtos que possam causar algum tipo de alergia ou intolerância alimentar. Porém, o participante será informado sobre informações gerais, e caso seja diabético e/ou tenha alguma restrição alimentar não deverá participar da análise. Se ainda assim você desconhecer a diabetes ou alguma alergia ou intolerância aos componentes do produto ingerido e apresentar sintomas que possam requerer cuidados imediatos, será imediatamente conduzido ao setor de saúde da instituição ou ao hospital local, acompanhado pelo pesquisador responsável. O pesquisador e a instituição proporcionarão assistência imediata, bem como responsabilizarem-se pela assistência integral aos participantes da pesquisa caso ocorram complicações e danos decorrentes da mesma. Considerando haver ainda a pandemia da COVID-19, existe o risco de contágio pelo vírus entre participantes e o pesquisador no momento de realização da análise. Como forma de minimizar os riscos, serão adotadas, por parte do pesquisador e de todos os participantes, todas as medidas de higiene e segurança estabelecidas pelos órgãos de saúde.

Nesta pesquisa, como benefícios diretos os pesquisadores oferecerão aos participantes orientações sobre alimentação saudável e barras de cereais. De forma indireta, a sociedade como um todo será beneficiada pelo desenvolvimento de novas barras de cereais saudáveis.

Os resultados desta pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais rubricadas em todas as suas páginas e assinadas, ao seu término, pelo convidado a participar da pesquisa, ou por seu representante legal, assim como pelo pesquisador responsável, ou pela(s) pessoa(s) por ele delegada(s).

Eu fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar

novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma via deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

_____, ____ de _____ de 20____

Assinatura do(a) participante

Assinatura do(a) pesquisador(a)

Nome do Pesquisador Orientador Responsável: Eliane Maurício Furtado Martins

Endereço: Depto. de Ciência e Tecnologia de Alimentos. IF SUDESTE MG.

Av. Dr. José Sebastião da Paixão – Lindo Vale / CEP: 36180-000 - Rio Pomba (MG)

APÊNDICE 2 - Questionário perfil do consumidor

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUDESTE DE MINAS GERAIS
	IF Sudeste MG - Campus Rio Pomba
	Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos
Campus Rio Pomba - MG, 36180-000 – Telefone: (32) 3571-5700 - E-mail: daianajunia@live.com	

PERFIL DO CONSUMIDOR DE BARRAS DE CEREAL**1 – Você consome barra de cereal?**

() Sim () Não

2 – Qual a sua frequência de consumo de barras alimentícias?

() 3/4 vezes / semana () 2 vezes / semana () 1 vez / semana () 1 vez / mês
 () Todo dia () Raramente () Nunca () de 15 em 15 dias
 () Outros: _____

3 – Quais as três primeiras palavras (palavras descritivas, sensações, sentimentos, etc.) que vem à sua mente quando você pensa em características que considera que melhor descrevem uma barra de cereal?

4 – Você se preocupa com o teor de calorias no momento de comprar uma barra de cereal?

() Sim () Não

5 – Você tem o hábito de ler as informações nutricionais no momento de comprar uma barra de cereal?

() Sim () Não

6 – Quais os tipos de barras que você mais consome?

() Nuts () Cereal () Frutas () Sementes () Proteica () Energética
 () Biscoito () Outros:

Por que? _____

7 – Qual o local onde você mais compra barras de cereais?

() Supermercado/mercado () Padaria () Empórios () Farmácias
 () Lojas de produtos naturais
 () Outros: _____

8 – Com base nos atributos abaixo, indique aqueles mais observados na compra de barras alimentícias, segundo a ordem de importância.

(A) Sabor / Textura (B) Marca (C) Preço (D) Embalagem (E) Praticidade / Conveniência

(F) Tamanho da porção (G) Informações nutricionais e/ou de saúde no rótulo

(H) Variedade de grãos (I) Outros:

() Qual delas seria a 1ª mais importante? () a 2ª mais importante? () a 3ª mais importante?

9 – Quais seriam as características mais importantes em uma barra de cereal para você? (Numere de acordo com a ordem de importância: 1 – mais importante a 6 – menos importante)

() Textura (Crocância) () Sabor () Cor () Odor () Doçura
 () Gomosidade

10 – Você costuma consumir barras de cereais:

- () No intervalo entre as refeições () Antes / Depois da atividade física
 () Para substituir uma refeição () Para disfarçar a fome
 () Outros: _____

11 – Responda às seguintes afirmativas de acordo com o seu grau de concordância.

	1	2	3
Eu consumo barra alimentícia	Concordo Fortemente	Não concordo Nem discordo	Discordo Fortemente
Porque é um alimento saudável			
Porque gosto do sabor			
Porque é um alimento nutritivo			
Porque quero emagrecer			
Por estar insatisfeito (a) com o meu corpo			
Devido à praticidade/conveniência			
Porque é um hábito			
Para fornecer/ repor nutrientes antes/após o exercício físico			
Por recomendação do médico/nutricionista			
Porque tenho problemas de saúde			
Mas evito porque são muito calóricas			

12 – Qual (is) seria (m) o (s) motivo (s) que te faria (m) aumentar o seu consumo de barras de cereais? _____

13 – Se você soubesse que uma barra de cereal contem probióticos, caracterizando-a como um alimento funcional (oferecendo vários benefícios à saúde, além do valor nutritivo inerente à sua composição química) você a compraria?

- () Sim () Não

14 – Qual o valor você estaria disposto a pagar por esse Alimento Funcional? _____

15 – IDENTIFICAÇÃO

Sexo: () Masculino () Feminino () Prefere não expor

Faixa etária: () 18 a 25 anos () 26 a 35 anos () 36 a 45 anos () 46 a 55 anos
 () Mais de 55 anos

Escolaridade: () Superior completo () Superior incompleto () Pós-graduação (Mestrado)
 () Pós-graduação (Doutorado)

Atividade profissional:

(1) Estudante (2) Funcionário Público Federal (3) Autônomo (4) Outro: _____

Renda familiar: () 1 a 3 salários mínimos () 4 a 6 salários mínimos () 7 a 10 salários mínimos
 () > 10 salários mínimos

Agradecemos a sua colaboração e nos colocamos a disposição para esclarecer qualquer dúvida.

- Daiana Júnia de Paula Antunes (Mestrando em Ciência e Tecnologia de Alimentos DCTA/IF Sudeste MG) – tel: (32) 98433-0285
- Eliane Mauricio Furtado Martins (Professora Dep. de Ciência e Tecnologia de Alimentos / IF Sudeste MG)
- Simone Vilela Talma (Professora do Instituto Federal de Sergipe, Campus Glória)

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUDESTE DE MINAS GERAIS
	IF Sudeste MG - Campus Rio Pomba
	Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos
Campus Rio Pomba - MG, 36180-000 – Telefone: (32) 3571-5700 - E-mail: daianajunia@live.com	

ANÁLISE SENSORIAL

AVALIAÇÃO DA ACEITAÇÃO SENSORIAL DE BARRA DE CEREAL

Você está recebendo amostras codificadas de **BARRA DE CEREAL**. Por favor, avalie cada amostra e, utilizando a escala abaixo, indique o número correspondente à resposta que expresse o quanto você gostou ou desgostou de cada amostra em relação aos atributos: **COR, AROMA, SABOR, DOÇURA, CROCÂNCIA, GOMOSIDADE E IMPRESSÃO GLOBAL**.

CRITÉRIO: Por favor, enxague a boca com água entre avaliação de cada amostra e aguarde no mínimo 30 segundos antes de provar a próxima.

9. Gostei extremamente	8. Gostei muito	7. Gostei moderadamente
6. Gostei ligeiramente	5. Indiferente	4. Desgostei ligeiramente
3. Desgostei moderadamente	2. Desgostei muito	1. Desgostei extremamente

Amostra	RESPOSTAS						
	Cor	Aroma	Sabor	Doçura	Crocância	Gomosidade	Impressão Global
735							
968							
471							

Agora, com base em sua opinião sobre cada amostra, indique, utilizando a escala abaixo, sua atitude caso você encontrasse cada uma à venda. **Se eu encontrasse este produto à venda, eu:**

5- Certamente compraria
4- Possivelmente compraria
3- Talvez comprasse / talvez não comprasse
2- Possivelmente não compraria
1 - Certamente não compraria

AMOSTRA	RESPOSTA
735	
968	
471	

TESTE DE PREFERÊNCIA

Por fim, ordene as amostras de acordo com sua preferência. Caso necessário, prove as amostras novamente, da esquerda para a direita.

Menos Preferida (1)	Média (2)	Mais Preferida (3)

Comentários:
