



CINTHIA SOARES RODRIGUES

**DESENVOLVIMENTO DE BARRAS DE CEREAIS
COM INGREDIENTES PREBIÓTICOS E
PROBIÓTICO**

CAMPINAS

2013



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

CINTHIA SOARES RODRIGUES

**DESENVOLVIMENTO DE BARRAS DE CEREAIS
COM INGREDIENTES PREBIÓTICOS E
PROBIÓTICO**

Orientadora: Prof^a Dr^a Caroline Joy Steel

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação
em Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos para a
obtenção do título de Mestra em Tecnologia de Alimentos.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA
DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA CINTHIA
SOARES RODRIGUES E ORIENTADA PELA PROF^a. DR^a
CAROLINE JOY STEEL

Assinatura da Orientadora

**CAMPINAS
2013**

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Engenharia de Alimentos
Márcia Regina Garbelini Sevillano - CRB 8/3647

R618d Rodrigues, Cinthia Soares, 1985-
Desenvolvimento de barras de cereais com ingredientes prebióticos e
probiótico / Cinthia Soares Rodrigues. – Campinas, SP : [s.n.], 2013.

Orientador: Caroline Joy Steel.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de
Engenharia de Alimentos.

1. Inulina. 2. Fruto-oligossacarídeos. 3. *Lactobacillus acidophilus*. I. Steel,
Caroline Joy, 1964-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Engenharia de Alimentos. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Development of cereal bars with prebiotics and probiotic ingredients

Palavras-chave em inglês:

Inulin

Fructo-oligossacarídeos

Lactobacillus acidophilus

Área de concentração: Tecnologia de Alimentos

Titulação: Mestra em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora:

Caroline Joy Steel [Orientador]

Vera Sonia Nunes da Silva

Vanessa Dias Capriles

Data de defesa: 13-09-2013

Programa de Pós-Graduação: Tecnologia de Alimentos

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Caroline Joy Steel

Orientadora

Prof^a. Dra. Vanessa Dias Capriles

Membro Titular

Universidade Federal de São Paulo

Campus Baixada Santista

Dra. Vera Sônia Nunes da Silva

Membro Titular

Instituto Tecnológico de Alimentos

Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos

Prof^o. Dr. Mário Roberto Maróstica Júnior

Membro Suplente

Universidade Estadual de Campinas

Departamento de Alimentos e Nutrição

Dr. Adriano Gomes da Cruz

Membro Suplente

Universidade Estadual de Campinas

Departamento de Tecnologia de Alimentos

Dedico

Às minhas meninas de quem a saudade foi nossa companheira diária, durante este projeto: minha mãe, Ada e minha irmã, Camila, braços para onde volto por um tempo mais.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me amar sem limites e me instruir a não temer as oportunidades e os desafios, renovando-me dia após dia e ajudando-me a cumprir esse e tantos outros projetos.

À minha família, em especial meus pais e parentes de Fortaleza pelo amor, apoio, zelo, educação, disciplina e orientação incondicionais.

Às minhas Pérolas, amigas preciosas que estiveram comigo nesse tempo, ainda que distantes fisicamente, fortalecendo-me com suas orações, ligações, mensagens, enfim, com o carinho de sempre.

Ao tesouro que encontrei nesta cidade pela graça de Deus, meu noivo Carlos Roberto, amigo, amor e parceiro, por quem tudo aqui já teria valido a pena.

À delegação cearense que acalentava os dias frios com abraços e com sorrisos impulsionava-me a continuar, vocês foram a extensão da nossa querida Fortaleza em terras campineiras. Em especial ao meu amigo Ruann Janser, grande incentivador desta titulação.

Ao casal Dona Neco e Seu João, pela acolhida especial quando cheguei à Campinas, abrindo além das portas de sua casa, as de seus corações também. À Dona Odete e Seu Roberto pelos conselhos sábios e as conversas animadas.

Às formigas Cíntia e Síbila – companheiras de república – que ao dividirmos o mesmo espaço, divertimo-nos entre risos e lágrimas, ora reclamando, ora agradecendo, mas em tudo aprendendo.

Aos amigos-irmãos da IPBG pela acolhida, amizade, instrução e agradável convivência, fundamentais quando se está longe de casa.

À turma do Laboratório de Cereais, Raízes e Tubérculos que com sorrisos e lanchinhos regados a muito café fizeram as tardes mais alegres. Márcio, Alessandra e minha irmãzinha Ludmilla, obrigada por me socorrerem em tantas

dúvidas, ensinem-me e mais, por fazerem comigo quando eu ainda assim não entendia ou por mim, quando eu precisei partir.

À minha orientadora Caroline Steel pela oportunidade em me fazer vivenciar as nuances da pesquisa e pelos ensinamentos transmitidos.

Ao Instituto Tecnológico de Alimentos pela parceria no desenvolvimento deste projeto, com a cessão de seus recursos físicos e humanos.

À pesquisadora Cristiane Ruffi pela sabedoria, prontidão, apoio e amizade, imprescindíveis à realização deste trabalho. E também à pesquisadora Isabela Alvim, pela disponibilidade e cooperação em uma etapa tão árdua e decisiva.

À Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp pela equipe, comprometimento, qualidade e recursos capazes de influenciar positivamente o meu amadurecimento profissional.

Aos colegas da pós-graduação por partilharmos momentos ímpares e ainda pela colaboração neste projeto: Diana Nunes, Bruna Porto, Miguel Meireles, Ingrid Moraes, Alexandre Azevedo, Laura Botti, Adriana Reis, Simone Melo, Kazumi Kawasaki...

À Faculdade de Engenharia de Alimentos da UFC, mesmo com todas as carências, por me lapidar de aluna a profissional. Obrigada também ao Laboratório de Frutas e Hortaliças por me proporcionar a prática do conhecimento técnico e a descoberta do valor do trabalho em equipe.

Aos meus mestres não por titulação, mas por vocação, por me fazerem mais humana, mais crítica, ética e comprometida com a sociedade, professores do Colégio Extensão, do Colégio Redentorista e do Colégio da Polícia Militar do Estado do Ceará.

A todos que contribuíram para a execução deste projeto, sejam animando-me, pondo a mão na massa, dando sugestões, tirando dúvidas, fazendo-me rir, enxugando minhas lágrimas ou chorando comigo.

Aos membros das bancas de qualificação e de mestrado pelas importantes contribuições para aumentar a qualidade desta pesquisa.

Ao CNPQ pela bolsa de mestrado concedida para a realização deste trabalho.

Às empresas SL Alimentos, Cerealle, Carino Ingredientes, Agropalma, Ingredion, Dulcini, Solae, IFF e Duas Rodas, pelas matérias-primas gentilmente doadas para a execução desta pesquisa.

**“Eu apenas queria que você soubesse
Que esta menina hoje é uma mulher
E que esta mulher é uma menina
Que colheu seu fruto flor do seu carinho”**

Gonzaguinha

“Tudo quanto te vier à mão para fazer, faze-o conforme as tuas forças, porque na sepultura, para onde tu vais, não há obra nem projeto, nem conhecimento, nem sabedoria alguma.”

Eclesiastes 9:10

RESUMO

As barras de cereais surgiram como uma alternativa aos doces tradicionais e apresentam alto potencial de inovação, possibilitando a incorporação de ingredientes funcionais. As barras de cereais são produtos de grande interesse comercial por sua facilidade de consumo, além do apelo de saudável e de ser fonte de fibras. Com o advento dos alimentos funcionais, surgiu o interesse em se avaliar o comportamento das barras de cereais com ingredientes funcionais como as fibras prebióticas e as culturas probióticas, objetivo final deste estudo. Foram considerados aspectos nutricionais, de qualidade microbiológica e sensorial. Inicialmente, foi estudado o perfil das barras de cereais comerciais para direcionar a elaboração de novas formulações e foi verificado os baixos índices de fibras e diferenças nos parâmetros de textura e umidade, devido à grande variabilidade de ingredientes utilizados. Definida uma formulação controle, as concentrações de fibras prebióticas (inulina e fruto-oligossacarídeos) foram avaliadas por meio de delineamento composto central rotacional (DCCR), tendo como variáveis respostas os parâmetros: atividade de água, firmeza instrumental e umidade. As formulações com teores de fibras prebióticas superiores a 3,5 % foram analisadas sensorialmente e estiveram na região de aceitação positiva, entre gostei ligeiramente (6,0) e gostei muito (8,0). A formulação prebiótica com 10,5 % de fibras, similar ($p \leq 0,05$) em aceitação à formulação controle, foi selecionada para a adição da cultura probiótica na tentativa de se elaborar uma barra de cereais simbiótica. Análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas ao longo de 60 dias de armazenamento. A tentativa de fornecer probióticos em uma matriz de cereais enfrentou desafios durante o processamento e armazenamento do produto final, ficando as barras de cereais com quantidades viáveis para a alegação probiótica, apenas por 15 dias.

Palavras-chave: barra de cereais, fibras prebióticas, cultura probiótica, relação simbiótica.

ABSTRACT

Cereal bars have emerged as an alternative to traditional confectionery and have a high potential for innovation, enabling the incorporation of functional ingredients. Cereal bars are products of great commercial interest for their ease of consumption and the possibility of incorporating ingredients, besides their health and source of fiber appeal. With the advent of functional foods, the interest in assessing the behavior of cereal bars with functional ingredients such as prebiotic fibers and probiotic cultures, ultimate goal of this study, increased. The nutritional, microbiological and sensory quality of the cereal bars was considered. Initially, the profile of commercial cereal bars was studied to drive the development of new formulations. Low levels of dietary fiber and differences in the parameters of texture and moisture, due to the great variability of ingredients used, were found. A control formulation was defined and the concentrations of prebiotic fibers (inulin and fructo-oligosaccharides) were evaluated by means of a central composite rotational design (CCRD), having as response variables the quality parameters: water activity, instrumental firmness and moisture. Formulations with prebiotic fiber content higher than 3.5% were analyzed sensorially and were in the region of positive acceptance between “liked slightly” (6.0) and “liked very much” (8.0). The prebiotic formulation with 10.5% dietary fiber, similar ($p \leq 0.05$) in acceptance to the control formulation, was selected for the addition of the probiotic culture in an attempt to develop a symbiotic cereal bar. Physical-chemical and microbiological analyzes were carried out over 60 days of storage. The aim of providing probiotics in a matrix of grains presented challenges faced during processing and storage of the final product, concluding that the cereal bars had viable quantities to claim as probiotic only for 15 days.

Keywords: cereal bar, prebiotic fibers, probiotic culture, synbiotic relationship.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	xi
<i>ABSTRACT</i>	<i>xii</i>
SUMÁRIO	xiii
LISTA DE FIGURAS	xix
LISTA DE TABELAS	xxi
APRESENTAÇÃO	1
INTRODUÇÃO GERAL	1
OBJETIVOS	3
Geral	3
Específicos	3
PLANO DE TRABALHO	4
 CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	 6
1. Barras de Cereais	7
1.1 Definição	7
1.2 O Cenário Nacional e Mundial de Barras de Cereais	8
1.3 Processo de Produção e Equipamentos	10
1.3.1 Sistema de Laminação	11
1.3.2 Sistema de Corte.....	12
1.3.3 Recobrimento	13
1.3.4 Embalagem	13
1.4 Estudos com Barras de Cereais	14
2. Alimentos Funcionais	15
2.1 O Mercado e as Tendências	16

3. Microbiota Intestinal.....	19
4. Fibras Alimentares	21
5. Prebióticos	24
5.1 Definição	24
5.2 Mecanismos de Ação	25
5.3 Frutanos: Inulina (INU) e Fruto-oligossacarídeos (FOS).....	25
5.3.1 Efeitos Sobre a Saúde.....	27
5.3.2 Ingestão.....	29
5.3.3 Legislação	30
5.3.4 Aplicação em Alimentos	30
6. Probióticos.....	32
6.1 Definição	32
6.2 Mecanismos de Ação e Efeitos sobre a Saúde.....	32
6.3 Micro-organismos Probióticos.....	33
6.4 <i>Lactobacillus acidophilus</i>.....	34
6.5 Legislação	35
6.6 Usos.....	36
6.7 Doses.....	37
6.8 Possíveis Riscos e Contra-indicações	37
7. Simbióticos	39
7.1 Definição	39
7.2 Desafios	39
7.3 Efeitos sobre a Saúde	40
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

CAPÍTULO 2. ESTUDO DE BARRAS DE CEREAIS COMERCIALIZADAS NA CIDADE DE CAMPINAS, SP, BRASIL	54
RESUMO.....	55
<i>ABSTRACT.....</i>	<i>56</i>
1. INTRODUÇÃO	57
2. MATERIAL E MÉTODOS	59
2.1 Material.....	59
2.1.1 Barras de Cereais Comerciais.....	59
2.2 Métodos.....	60
2.2.1 Caracterização dos Rótulos das Barras de Cereais Comerciais	60
2.2.2 Avaliação Física e Físico-química das Barras de Cereais Comerciais.....	60
2.2.2.1 Atividade de Água (Aa)	60
2.2.2.2 pH.....	60
2.2.2.3 Firmeza Instrumental	61
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
3.1 Caracterização dos Rótulos das Barras de Cereais Comerciais	62
3.2 Avaliação das Barras de Cereais Comerciais.....	76
4. CONCLUSÕES	81
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
 CAPÍTULO 3. DESENVOLVIMENTO DE BARRAS DE CEREAIS COM INGREDIENTES PREBIÓTICOS	 86
RESUMO.....	87
<i>ABSTRACT.....</i>	<i>88</i>
1. INTRODUÇÃO	89
2. MATERIAL E MÉTODOS	91

2.1 Material	91
2.1.1 Matérias-primas.....	91
2.2 Métodos	92
2.2.1 Caracterização das Matérias-primas.....	92
2.2.1.1 Umidade	92
2.2.1.2 Lipídeos	92
2.2.1.3 Frutanos Totais	92
2.2.2 Processo de Elaboração das Barras de Cereais.....	93
2.2.2.1 Formulação Controle	94
2.2.2.2 Processamento da Formulação Controle	94
2.2.3 Planejamento Experimental.....	96
2.2.3.1 Definição da Concentração de Fibras Prebióticas	96
2.2.3.2 Processamento das Formulações com Ingredientes Prebióticos	98
2.2.3.3 Caracterização das Barras de Cereais Prebióticas	99
2.2.3.3.1 Atividade de Água (Aa)	100
2.2.3.3.2 Firmeza Instrumental	100
2.2.3.3.3 Umidade	101
2.2.4 Análise Sensorial.....	101
2.2.4.1 Preparo das Amostras e Testes Sensoriais	101
2.2.5 Análise Estatística	103
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	104
3.1 Caracterização das Matérias-Primas	104
3.1.1 Castanha de Caju Granulada	104
3.1.2 Prebióticos	105
3.2 Planejamento Experimental e Caracterização das Barras de Cereais Prebióticas	105
3.3 Análise Sensorial	110
3.3.1 Perfil dos Consumidores	112

3.3.2 Testes Afetivos	118
4. CONCLUSÕES	124
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
 CAPÍTULO 4. DESENVOLVIMENTO DE BARRA DE CEREAIS PROBIÓTICA E DE BARRAS DE CEREAIS SIMBIÓTICA E ESTUDO DA ESTABILIDADE	129
RESUMO.....	130
<i>ABSTRACT</i>	<i>131</i>
1. INTRODUÇÃO	132
2. MATERIAL E MÉTODOS	135
2.1 Material.....	135
2.1.1 Ingredientes e Formulação das Barras de Cereais	135
2.2 Métodos.....	136
2.2.1 Processamento das Barras de Cereais	136
2.2.2 Cultura Probiótica.....	137
2.2.2.1 Procedimentos para a Incorporação da Cultura Probiótica	138
2.2.2.1.1 Concentrado Celular.....	139
2.2.2.1.2 Microcápsulas.....	139
2.2.2.1.3 Cultura Liofilizada	140
2.2.3 Caracterização das Barras de cereais.....	141
2.2.3.1 Composição Centesimal das Barras de Cereias	141
2.2.4 Estudo da Estabilidade.....	141
2.2.4.1 Análises Físico-Químicas	141
2.2.4.2 Análises Microbiológicas	142
2.2.4.2.1 Controle de Qualidade Microbiológico.....	142
2.2.4.2.2 Viabilidade da Cultura Probiótica em Barras de Cereais	142
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	144
3.2 Procedimentos para a Incorporação da Cultura Probiótica	144

3.2 Composição Centesimal das Barras de Cereais	145
3.3 Análises Físico-Químicas	148
3.4 Análises Microbiológicas	152
3.4.1 Controle de Qualidade Microbiológico	152
3.4.2 Viabilidade da Cultura Probiótica em Barras de Cereais.....	154
4. CONCLUSÕES	158
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	160
 CONCLUSÕES GERAIS	 164
ANEXOS	165
ANEXO 1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	166
ANEXO 2. Questionário de Consumo	167
ANEXO 3. Ficha de Avaliação Sensorial	169

LISTA DE FIGURAS

APRESENTAÇÃO

Figura 1. Plano de trabalho	5
-----------------------------------	---

CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Figura 1. Linha de produção de barras de cereais tipo chewy.	11
Figura 2. Mesa laminadora da Sollich Conbar.....	12
Figura 3. Estrutura química da (a) inulina e dos (b) fruto-oligossacarídeos	27
Figura 4. Cólon intestinal humano.....	29

CAPÍTULO 2. ESTUDO DE BARRAS DE CEREAIS COMERCIALIZADAS NA CIDADE DE CAMPINAS, SP, BRASIL

Figura 1. Teste de cisalhamento	77
Figura 2. Teste de tensão.....	77

CAPÍTULO 3. DESENVOLVIMENTO DE BARRAS DE CEREAIS COM INGREDIENTES PREBIÓTICOS

Figura 1. Processamento de barras de cereais – formulação controle (C)	95
Figura 2. Processamento de barras de cereais adicionadas de ingredientes prebióticos.....	99
Figura 3. Barras de cereais submetidas à análise sensorial	102
Figura 4. Barras de cereais com adição de fibras prebióticas e barra controle (C)	107
Figura 5. Faixa etária dos julgadores avaliados	113
Figura 6. Consumo de barras de cereais	114
Figura 7. Local de compra de barras de cereais	115
Figura 8. Motivação da compra de barras de cereais	115
Figura 9. Dulçor de barras de cereais comerciais	116
Figura 10. Interesse em consumir barras de cereais simbióticas.....	118
Figura 11. Resultados para o atributo <u>gosto doce</u> com aplicação da escala do ideal.....	121

Figura 12. Resultados para o atributo <u>firmeza</u> com aplicação da escala do ideal	122
Figura 13. Resultados para o atributo <u>intenção de compra</u> com aplicação da escala de atitude	123

CAPÍTULO 4. DESENVOLVIMENTO DE BARRAS DE CEREAIS COM INGREDIENTES PREBIÓTICOS E DE BARRAS DE CEREAIS COM INGREDIENTES PREBIÓTICOS E PROBIÓTICO E ESTUDO DA ESTABILIDADE

Figura 1. Mudanças na (a) atividade de água (Aa), (b) firmeza instrumental, (c) pH e (d) umidade durante o armazenamento de barras de cereais	150
Figura 2. Viabilidade de <i>Lactobacillus acidophilus</i> La-05 em barras de cereais com ingrediente probiótico (M) e ingredientes prebióticos e probióticos (S) ao longo de 60 dias de armazenamento	154

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tabela 1. Culturas com propriedades probióticas.	34
---	----

CAPÍTULO 2. ESTUDO DE BARRAS DE CEREAIS COMERCIALIZADAS NA CIDADE DE CAMPINAS, SP, BRASIL

Tabela 1. Caracterização dos rótulos das barras de cereais comerciais	64
Tabela 2. Informação nutricional das barras de cereais por porção.....	71
Tabela 3. Informação nutricional das barras de cereais por 100 g.....	73
Tabela 4. Valores de pH e de atividade de água (Aa) para as barras de cereais.	76
Tabela 5. Firmeza instrumental, força em Newton (N)	79

CAPÍTULO 3. DESENVOLVIMENTO DE BARRAS DE CEREAIS COM INGREDIENTES PREBIÓTICOS

Tabela 1. Formulação controle de barras de cereais.	94
Tabela 2. Níveis das variáveis independentes utilizados no planejamento experimental.....	97
Tabela 3. Matriz do delineamento composto central rotacional (DCCR) 2 ²	98
Tabela 4. Formulações selecionadas para a análise sensorial	101
Tabela 5. Matriz do delineamento composto central rotacional (DCCR) 2 ² com as médias dos parâmetros observados	106
Tabela 6. Coeficientes de regressão para a resposta atividade de água.....	109
Tabela 7. Coeficientes de regressão para a resposta firmeza.	110
Tabela 8. Coeficientes de regressão para a resposta umidade.	110
Tabela 9. Valores comparativos das análises física e físico-química das barras de cereais do DCCR 2 ² , submetidas à avaliação sensorial.....	111
Tabela 10. Aceitabilidade sensorial das barras de cereais formuladas.....	119

CAPÍTULO 4. DESENVOLVIMENTO DE BARRAS DE CEREAIS COM INGREDIENTES PREBIÓTICOS E DE BARRAS DE CEREAIS COM INGREDIENTES PREBIÓTICOS E PROBIÓTICO E ESTUDO DA ESTABILIDADE

Tabela 1. Formulação das barras de cereais. 136

Tabela 2. Viabilidade *Lactobacillus acidophilus* La-05 em barras de cereais com ingrediente probiótico (M) e com ingredientes prebióticos e probiótico (S) ao longo de 60 dias de armazenamento 154

INTRODUÇÃO GERAL

O desenvolvimento da indústria de alimentos tem acompanhado as necessidades e o desejo dos consumidores por alimentos mais saudáveis, sem perda de sabor e qualidade, surgindo assim os alimentos enriquecidos com nutrientes ou outras substâncias que fornecem benefícios à saúde além do seu valor nutricional, denominados alimentos funcionais (WILLIAMSON, 2009).

Os produtos probióticos, prebióticos e simbióticos têm ganhado destaque como alimentos funcionais. Surgiram, inicialmente, na área de laticínios, onde há o maior número de produtos desenvolvidos. Em outras áreas como a tecnologia de cereais, frutas e carnes, têm sido alvo de diversos estudos (HOLZAPFEL, 2006; MODEST, 2009).

Probióticos são “micro-organismos vivos que quando administrados em quantidades adequadas conferem benefícios à saúde do hospedeiro” (FAO, 2001a). Prebióticos são “ingredientes seletivamente fermentados que resultam em alterações específicas na composição e/ou atividade da microbiota intestinal conferindo, assim, benefícios à saúde do hospedeiro” (ISAPP, 2008 apud ROBERFROID et al., 2010). Entre os prebióticos tem-se a lactulose, a polidextrose e os xilo-oligossacarídeos, no entanto, aqueles com mais estudos clínicos em humanos são a inulina e os fruto-oligossacarídeos, cujo efeito prebiótico é reconhecido pela Legislação Brasileira de rotulagem de alimentos (BRASIL, 2008) e os galacto-oligossacarídeos, que receberam *status* GRAS (*Generally Recognized As Safe*) nos Estados Unidos (ROBERFROID, 2010). Quando ingredientes prebióticos e probióticos estão contidos conjuntamente em um produto, agindo de forma em que o primeiro favoreça seletivamente o segundo, tem-se um produto simbiótico (SCHREZENMEIR e DE VRESE, 2001).

Dentre os produtos da área de cereais, as barras de cereais são matrizes promissoras para a incorporação de micro-organismos probióticos e fibras prebióticas, pois, por sua definição – produtos multicomponentes – permitem a incorporação de vários ingredientes, de forma a torná-las mais atrativas, saudáveis e capazes de influenciar positivamente a saúde e o bem-estar do consumidor (MURPHY, 1995; PALAZZOLO, 2003). Além disso, o seu processamento pode ser realizado a temperaturas mais baixas que aquelas utilizadas na fabricação de outros produtos à base de cereais, como produtos de panificação e extrusão, entre outros.

Os principais desafios enfrentados ao se desenvolver uma barra de cereais com ingredientes prebióticos e probiótico foram a adequação dos parâmetros de atividade de água, temperatura de processamento e pH, bem como, a redução do estresse mecânico a fim de garantir a viabilidade microbiana esperada durante o tempo de prateleira à temperatura ambiente que possibilitasse alegações funcionais ao produto desenvolvido e, ao mesmo tempo, qualidade tecnológica e sensorial similar a de barras comerciais.

OBJETIVOS

Geral

Desenvolver barras de cereais com ingredientes prebióticos e probiótico.

Específicos

- i) Caracterizar algumas barras de cereais do mercado brasileiro;
- ii) Determinar as concentrações ótimas dos ingredientes prebióticos a serem utilizados, por meio de um planejamento experimental;
- iii) Incorporar o micro-organismo probiótico à barra de cereais;
- iv) Avaliar a possível interação simbiótica entre ingredientes prebióticos e probiótico;
- v) Avaliar a estabilidade das barras de cereais formuladas com ingrediente probiótico e com a combinação de ingredientes prebióticos e probiótico, mediante estudo da viabilidade do micro-organismo probiótico e análises físicas, químicas e microbiológicas por 60 dias.

- vi) Avaliar a estabilidade das barras de cereais com micro-organismo probiótico e das barras com interação simbiótica, mediante estudo da viabilidade do micro-organismo probiótico e análises físicas, químicas e microbiológicas por 60 dias, comparando-as com a formulação controle (sem ingredientes prebióticos e micro-organismo probiótico) e com uma barra prebiótica.

PLANO DE TRABALHO

A primeira parte do trabalho, descrita no Capítulo 2, consistiu na seleção e avaliação de algumas barras de cereais do mercado brasileiro, adquiridas no varejo local da cidade de Campinas/SP, para subsidiar informações sobre os parâmetros de qualidade (variáveis respostas) do planejamento experimental. A segunda parte incluiu a caracterização das matérias-primas e a formulação das barras de cereais com ingredientes prebióticos (inulina e fruto-oligossacarídeos), por meio de um delineamento composto central rotacional (DCCR). Em seguida, procedeu-se à avaliação sensorial de seis barras escolhidas a partir do DCCR, cujos resultados estão descritos no Capítulo 3.

A etapa posterior (Capítulo 4) foi a elaboração e estudo da estabilidade das barras de cereais com ingrediente probiótico e das barras com a combinação de ambos os ingredientes, prebióticos e probiótico. Alternativas para a elaboração das barras de cereais contendo micro-organismos probióticos foram avaliadas, a saber: utilização de concentrado celular, utilização de micropartículas contendo a cultura probiótica e utilização de cultura liofilizada, estando descritas também no Capítulo 4.

As etapas estão esquematizadas na Figura 1.

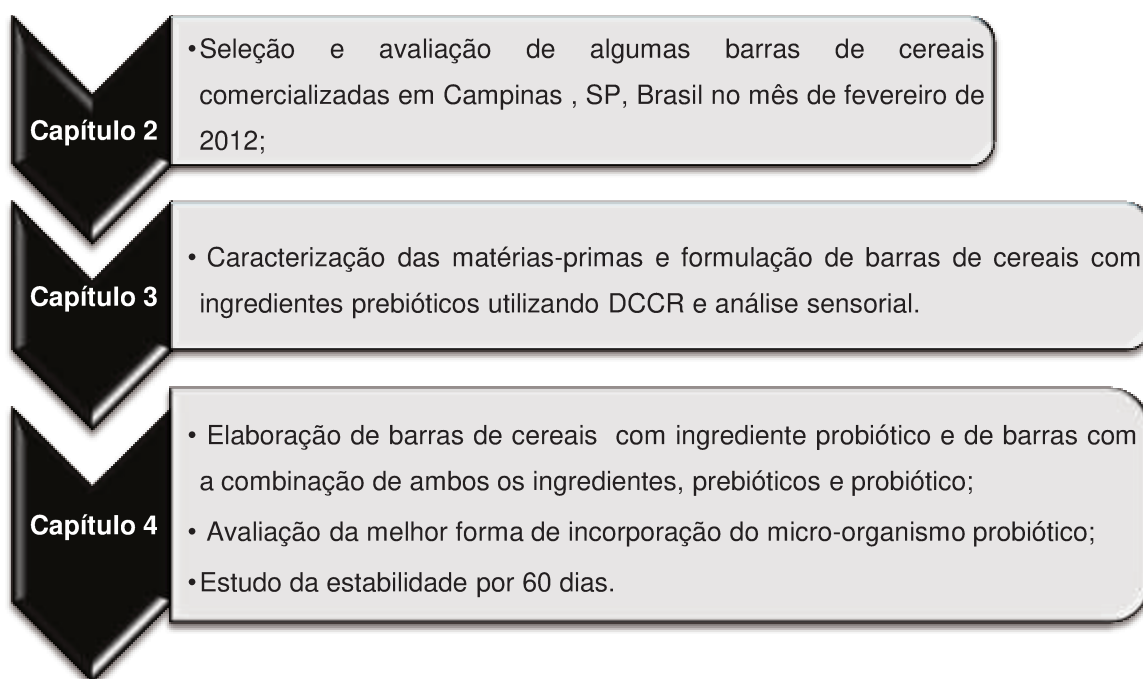


Figura 1. Plano de Trabalho

CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Barras de Cereais

1.1 Definição

As barras de cereais fazem parte da categoria de cereais processados, como exposto na RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005, a saber: “produtos obtidos a partir de cereais laminados, cilindrados, rolados, inflados, flocados, extrudados, pré-cozidos, e/ou por outros processos tecnológicos considerados seguros para a produção de alimentos, podendo conter outros ingredientes desde que não descaracterizem os produtos. Podem apresentar cobertura, formato e textura diversos” (BRASIL, 2005).

Segundo Murphy (1995), as barras de cereais são produtos multicomponentes, elaboradas, principalmente, com cereais, castanhas e frutas. A combinação e a compactação de seus ingredientes devem garantir a textura, o aroma, o sabor, a umidade e as propriedades físicas desejadas, maximizando a vida de prateleira do produto. A textura das barras de cereais pode ser dura e crocante (*hard and crunchy*) ou macia e mastigável (*soft and chewy*). As barras apresentam-se, comumente, em formato retangular. São embaladas e vendidas individualmente (produtos *countlines*) ou em embalagens contendo três ou quatro unidades.

Sobre a quantidade (massa) das porções de barras de cereais, a Legislação Brasileira leva em consideração o percentual de gordura. A RDC nº

359/2003 (BRASIL, 2003b) prevê porções de 30 g para as barras de cereais com até 10 % de gordura e até 150 kcal. A porção passa a ser de 20 g e ter até 100 kcal quando o teor de gordura for superior a 10 % (BRASIL, 2003).

1.2 O Cenário Nacional e Mundial de Barras de Cereais

As barras de cereais, inicialmente, tiveram como primeiro público-alvo os atletas (IZZO; NINESS, 2001) e caíram no gosto popular por sua praticidade e sabor. Palazzolo (2003) atribuiu o crescimento do segmento de barras de cereais ao fato do produto ser inovador, ter foco em conveniência e em saúde. Atrelado a isso, tem-se o aumento e a diversidade dos locais de venda: supermercados, lojas de conveniência e farmácias; além dos estabelecimentos específicos como academias de ginástica e casas de produtos naturais,.

A demanda atual por alimentos que promovam benefícios à saúde, sem perda de qualidade e sabor, também impulsiona o mercado de barras de cereais e a busca por novos públicos com diferentes anseios (IZZO; NINESS, 2001). Alterações na textura das barras já caracterizam novos produtos. Além das barras duras e crocantes (*hard and crunchy*), têm-se as macias e mastigáveis (*soft and chewy*) (MURPHY, 1995), as doces e também as salgadas, com ou sem recobrimento. É possível o enriquecimento com fibras e a incorporação de frutas com propriedades antioxidantes (TEEN, 2008; VIERHILE, 2011).

Em 1992, foi lançada a primeira barra de cereais brasileira, de nome *Chonk*, pela empresa Nutrimental; no entanto, não obteve a aceitação esperada. Dois anos depois, a mesma empresa lançou a barra de cereais Nutry® que vem ganhando popularidade. Atualmente, são mais de 35 indústrias nacionais,

produzindo diversos tipos de sabores de barras de cereais (SEGMENTO, 2006; GOMES-RUFFI; CRUZ, 2011).

No ano de 2005, o mercado nacional de barras de cereais faturou cerca de US\$ 10 milhões em oito mil toneladas vendidas do produto. Segundo a Associação Brasileira de Indústrias de Alimentos (ABIA), o setor cresce mais de 30 % ao ano e cada vez um número maior de empresas entra na disputa pela preferência do consumidor (SEGMENTO, 2006).

No cenário internacional, houve crescimento de 32 % entre o período de 2005 e 2010; no entanto, o mercado de barras de cereais sofreu uma desaceleração. As taxas de crescimento anual passaram de 8 % em 2008 para 4 % em 2009 e apenas 2 % em 2010, provavelmente afetadas pela recessão econômica (CEREAL, 2011).

Como oportunidade de alavancar o mercado de barras de cereais, tem-se a possibilidade de investir em barras de cereais funcionais. A adição de prebióticos, por exemplo, pode proporcionar benefícios à saúde, sem afetar negativamente a aceitação; ao contrário, melhorando as características sensoriais dos produtos (O'NEILL, 2008).

Em 2011, a Nutrimental também foi pioneira no lançamento de barras de cereais com ingredientes prebióticos, lançando a Nutry Ativa®, barra com fruto-oligossacarídeos (FOS); disponível nos sabores ameixa ou damasco com chocolate. Como alegação funcional, informa em seu rótulo que, o consumo diário da barra Nutry Ativa® por um período mínimo de 21 dias, auxilia na regulação do intestino (NUTRY ATIVA, 2011).

1.3 Processo de Produção e Equipamentos

As barras de cereais são formadas por agentes secos e ligantes (ou aglutinantes) e a proporção entre eles varia com o tipo e a quantidade de cereais utilizados, assim como, com as características físicas e sensoriais desejadas no produto final (MURPHY, 1995). Há estudos que contemplam formulações nas proporções de agente ligante:agente seco, respectivamente como 40:60 (CAPRILES, 2009); 30:70 (GUTKOSKI et al., 2007); 50:50 (FREITAS, 2005; SANTOS, 2010); 60:40 (SKLIUTAS, 2002). A proporção de agente ligante deve permitir o recobrimento dos ingredientes secos e garantir a coesividade da massa do produto (MURPHY, 1995).

A combinação de equipamentos da linha de produção depende do tipo de produto. Para as barras tipo *chewy* (mastigáveis), os mais comuns são: sistema de aquecimento e mistura dos agentes aglutinantes, sistema de laminação, sistema de corte (facas rotativas) e recobrimento (Figura 1).

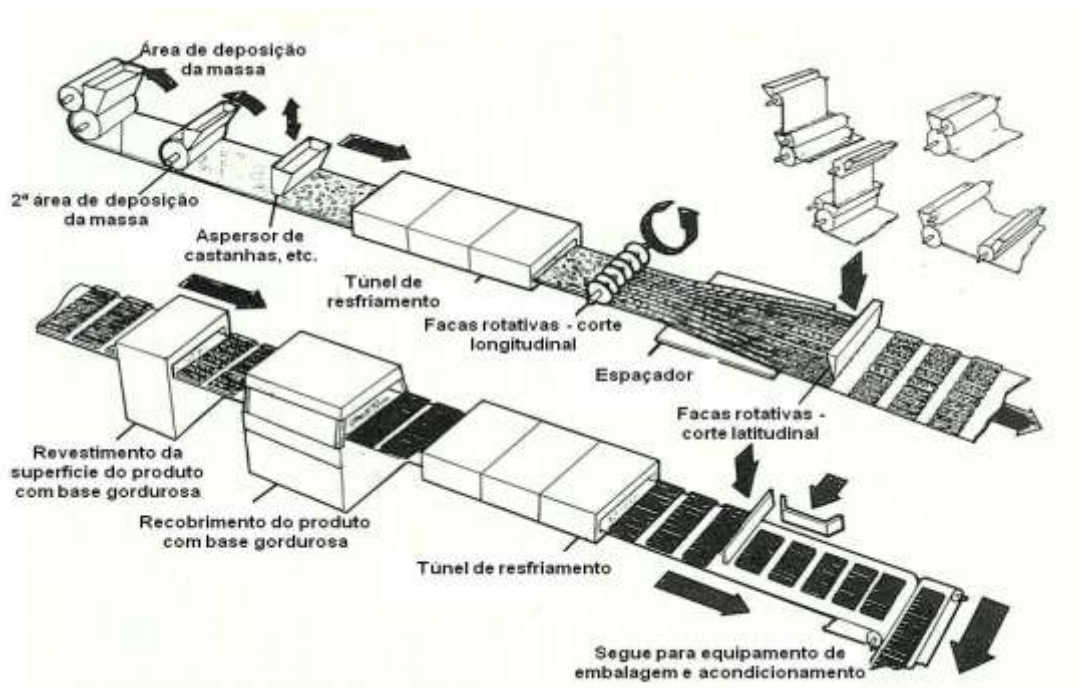


Figura 1. Linha de produção de barras de cereais tipo *chewy*.

Fonte: Adaptada de MURPHY (1995).

As barras tipo *crunchy* (crocantes) sofrem um aquecimento seguido de resfriamento na etapa que antecede o corte, para aumentar a crocância e reduzir a sua atividade de água. Normalmente, as barras são cortadas por cisalhamento de lâminas, evitando sua quebra em um sistema rotativo de facas (MURPHY, 1995).

1.3.1 Sistema de Laminação

A massa que dará origem às barras de cereais sofre ação de rolos laminadores ajustáveis, formando placas de massa em espessura e densidade

pré-definidas. Quando realizada de forma manual, a compactação e a densidade final do produto são altamente dependentes do operador/manipulador, levando à falta de uniformidade das barras. Além disso, o tipo e a quantidade de ingredientes também interfere na densidade (MURPHY, 1995).

Um esquema do equipamento pode ser visto na Figura 2.

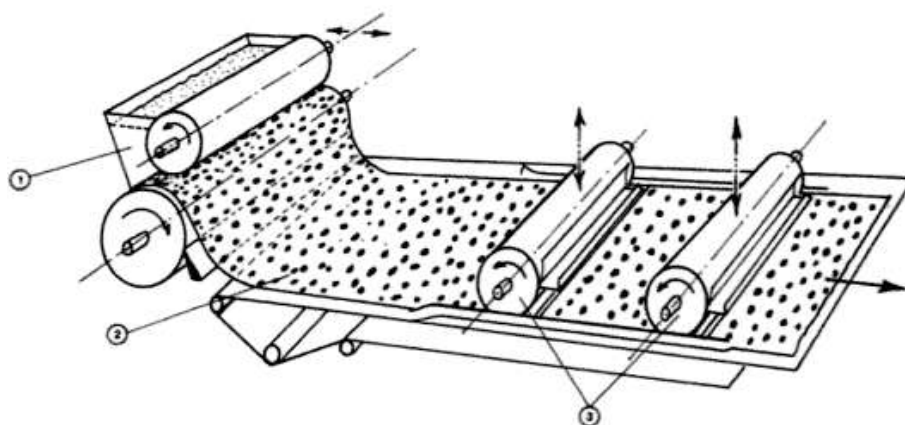


Figura 2. Mesa laminadora da *Sollich Conbar*. (1) Área de deposição da massa; (2) Formação das placas de massa; (3) Rolo de compressão para definir a altura e a densidade do produto final. Fonte: MURPHY (1995).

1.3.2 Sistema de Corte

Depois de formadas, as placas de massa seguem por um túnel de resfriamento para redução da temperatura e melhor aglomeração de seus constituintes. Em seguida, são submetidas ao sistema de facas rotativas que, primeiramente, efetua o corte longitudinal, definindo a largura das barras. Um pequeno afastamento entre elas é gerado para evitar que se unam novamente. Para definir o comprimento de cada barra, ocorre o corte transversal (MURPHY, 1995).

As dimensões das barras de cereais são variáveis, mas em média estão entre 10 cm (comprimento) x 3 cm (largura) x 1,5 cm (altura) (GOMES-RUFFI; CRUZ, 2011).

1.3.3 Recobrimento

Depois de prontas, as barras podem receber um recobrimento, parcial ou total, de uma base gordurosa, geralmente de chocolate e, na sequência, serem submetidas a novo resfriamento para a cristalização do recobrimento. Além de conferir sabor, o recobrimento tende a garantir o equilíbrio da umidade do produto (MURPHY, 1995).

1.3.4 Embalagem

As barras são embaladas individualmente em filmes flexíveis metalizados. Normalmente, polipropileno bi-orientado (BOPP) e/ou polietileno (PE) combinados com adesivo, verniz de proteção, tinta de impressão e poliéster formam as embalagens primárias. Estas devem proteger o produto do vapor d'água, de gases, entre eles o oxigênio e da luminosidade. Papel cartão ou *kraft* são utilizados para as embalagens secundárias e terciárias, importantes no transporte do produto (SARANTÓPOULOS et al., 2002; GOMES-RUFFI; CRUZ, 2011).

1.4 Estudos com Barras de Cereais

As barras de cereais são produtos versáteis que permitem a incorporação de diferentes ingredientes com o intuito de melhorar o valor nutritivo e ainda, diversificar características sensoriais. As inovações tecnológicas permitiram a elaboração de barras de cereais ricas em vitaminas, minerais e/ou proteínas (IZZU; NINESS, 2001; PALAZZOLO, 2003; FREITAS, 2005), antioxidantes, com resíduos agroindustriais, livres de glúten (CAPRILES, 2009), específicas para cada gênero ou fase da vida, como é o caso das barras para mulheres em período do climatério (FERREIRA; LIMA; RODRIGUES, 2007). A redução dos teores de açúcar e gordura permanece como necessidade, devido ao crescente número de casos de diabetes e obesidade (TEEN, 2008).

A incorporação de fibras prebióticas potencializa os benefícios nutricionais e/ou funcionais das barras de cereais, além de promover melhorias na textura e no sabor (IZZU; NINESS, 2001). Dustcosky e colaboradores (2006) em formulações com mistura de inulina, oligofrutose e goma acácia em substituição a 40 % do xarope de glicose reduziram em cerca de 18-20 % o valor calórico das barras de cereais e aumentaram o teor de fibras em mais de 200 % em relação à formulação controle. Outro estudo mostrou aumento do número de bifidobactérias e redução de clostrídios após análises da microbiota fecal de indivíduos que consumiram barras de cereais (36 g), contendo 7,7 g de inulina por duas semanas (KLEESSEN et al., 2007 apud CLERICI; STEEL; CHANG, 2011).

2. Alimentos Funcionais

“Alimentos funcionais são alimentos enriquecidos com nutrientes ou outras substâncias que fornecem benefícios à saúde além do seu valor nutricional” (WILLIAMSON, 2009). Segundo a Legislação Brasileira, o alimento ou ingrediente que alegar propriedades funcionais deve, “além de funções nutricionais básicas, quando se tratar de nutriente, produzir efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica” (BRASIL, 1999).

Um alimento funcional pode ser elaborado através do aumento da concentração, adição ou melhoramento da biodisponibilidade de um determinado componente em um produto tradicionalmente consumido, permanecendo este, na mesma categoria (SIRÓ, 2008; SANGWAN et al., 2011). Uma barra de cereais com elevado teor proteico e vitamínico, por exemplo, continua na categoria de cereais processados de acordo com a Legislação Brasileira (FREITAS, 2005; BRASIL, 2007).

O mercado de alimentos funcionais está bem estabelecido no Japão e na Europa e em desenvolvimento nas Américas devido aos entraves na legislação, às atitudes dos consumidores e ao estabelecimento dos efeitos benéficos por meio de estudos clínicos (CHADWICK et al., 2003).

O consumo de alimentos funcionais deve fazer parte de uma dieta normal e balanceada para que a quantidade ingerida proporcione o efeito benéfico. Alimentos adicionados de ácido fólico, licopeno, beta-caroteno, ômega-3, ácidos graxos poliinsaturados, ácido linoléico conjugado, antioxidantes, vitaminas,

minerais e fibras solúveis são exemplos de alimentos funcionais (WILLIAMSON, 2009; SANGWAN et al., 2011).

O conceito de alimento funcional se estende ao desenvolvimento de alimentos que beneficamente influenciam a microbiota intestinal através da incorporação de micro-organismos probióticos e/ou fibras prebióticas (SIRÓ, 2008; SANGWAN et al., 2011).

2.1 O Mercado e as Tendências

A palavra tendência pode ser definida como a propensão dos indivíduos em modificar seus hábitos já estabelecidos. Tanto movimentos econômicos, sociais, culturais quanto políticos, influenciam a vida das pessoas e seus hábitos alimentares, traduzindo-se em alterações nas escolhas e preferências do consumidor. Estudos compilaram cinco tendências mundiais para a alimentação até o ano de 2020: i) sensorialidade e prazer; ii) saudabilidade e bem-estar; iii) conveniência e praticidade; iv) confiabilidade e qualidade; v) sustentabilidade e ética (FIESP/ITAL, 2010).

Há aderência do consumidor brasileiro às tendências mundiais, sobressaindo-se a conveniência e praticidade, almejada por todas as classes sociais. Surpreendentemente, é a classe C e entre os casados, a mais preocupada com as tendências de saudabilidade e bem-estar e de sustentabilidade e ética. Ambas as tendências ainda estão atreladas no Brasil. Os consumidores buscam selos de qualidade, informações sobre a origem dos produtos e preferem fabricantes que se envolvam em causas sociais e ambientais (FIESP/ITAL, 2010).

A grande quantidade de informações disponíveis sobre os alimentos e seus benefícios e a exigência dos consumidores começa a alterar o panorama do consumo de alimentos e a alavancar a valorização de atributos de saudabilidade.

A indústria tem se preparado com investimentos em pesquisas e desenvolvimento de novos produtos e processos, na formação e treinamento de recursos humanos, no desenvolvimento de insumos mais seguros, na produção de embalagens ambientalmente mais adequadas ou ainda na elaboração de novas políticas públicas que regulamentem a produção (FIESP/ITAL, 2010).

Em 2006, cerca de 60 a 70 % dos produtos funcionais que estavam no mercado mundial eram probióticos (HOLZAPFEL, 2006). O crescimento no interesse em probióticos é visto na quantidade de pesquisas desenvolvidas e no número de produtos lançados (WILLIAMSON, 2009). Granato e colaboradores (2010) atribuem o sucesso comercial dos produtos probióticos aos apelos à saúde do consumidor, ao sabor, à aparência e ao preço do produto. É possível que a propaganda acerca dos probióticos seja mais intensa que a de outros compostos bioativos (fitoquímicos, terpenóides, compostos fenólicos, nitrogenados e ácidos graxo) que também conferem propriedades funcionais. A carência de pesquisas e de instrumentos reguladores sobre os demais compostos bioativos podem influenciar o crescimento positivo dos produtos probióticos.

O mercado global de ingredientes probióticos, suplementos e alimentos era de US\$ 14,9 bilhões em 2007 e a previsão para 2013 é que alcance US\$ 19,6 bilhões, representando uma taxa composta de crescimento anual de 4,3 % (MODEST, 2009). Não há dados atualizados que confirmem a previsão. O ingrediente do gênero lactobacilos representou a maior fatia (61,9 %) dos produtos probióticos vendidos em 2007 (MODEST, 2009).

Os produtos à base de cereais representam pouco mais de 22 % das vendas mundiais de produtos funcionais. Por tratar-se de uma categoria em

expansão, os probióticos em matrizes não lácteas, como os cereais, não apresentam muitos dados de vendas, em especial no Brasil. As matrizes não lácteas são uma alternativa aos consumidores com problemas com o colesterol, alergia às proteínas do leite e intolerância à lactose (GRANATO et al., 2010; CLERICI, STEEL e CHANG, 2011). Japão, China e alguns países da África têm reduzido a incorporação de derivados do leite como veículos para agentes probióticos na dieta (GRANATO et al., 2010).

Como exemplos de produtos probióticos à base de cereais têm-se: pudim de cereais, bebidas fermentadas com trigo, milho, aveia e centeio, sorgo e malte (GRANATO et al., 2010; SAAD et al., 2011), cereais matinais (ZONIS, 2008; KASHI, 2011; YOG ACTIVE, 2011), barras de cereais (ZONIS, 2008), alimento para o preparo de mingau (NESTLÉ, 2011), produtos de confeitaria, sopas, massas alimentícias, entre outros (CLERICI; STEEL; CHANG, 2011).

3. A Microbiota Intestinal

O corpo humano é colonizado por bactérias, tendo a microbiota intestinal influência sobre várias funções do trato gastrointestinal (TGI) (TANNOCK, 1999 apud BRANDT, SAMPAIO e MIUKI, 2006; GUERRA, 2010).

A microbiota do TGI tem importante papel na nutrição (função nutricional/metabólica), na manutenção da integridade da barreira gastrointestinal (função antimicrobiana) e no desenvolvimento da imunidade da mucosa gastrointestinal (função imunomoduladora) (TANNOCK, 1999 apud BRANDT, SAMPAIO e MIUKI, 2006; GUERRA, 2010).

O TGI humano tem cerca de 300-500 espécies diferentes de bactérias, distribuídas de forma heterogênea (TANNOCK, 1999 apud BRANDT; SAMPAIO; MIUKI, 2006). O estômago e o intestino delgado, por ação do suco gástrico, da bile e da secreção pancreática, bem como pelo intenso peristaltismo, não favorecem a colonização e proliferação bacteriana, tendo em torno de 10^3 a 10^4 UFC (unidades formadoras de colônias)/mL. No cólon, as bactérias encontram abundante suprimento nutricional, alcançando entre 10^{10} e 10^{12} UFC/mL (GUARNER; MALAGELADA, 2003; TANNOCK apud BRANDT; SAMPAIO; MIUKI, 2006). As bactérias comuns no cólon são as anaeróbicas *Bacteroides*, *Porphyromonas*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* e *Clostridium* (DAMIÃO, 2011).

A alimentação é o principal aspecto que afeta a qualidade de vida (ALMEIDA et al., 2009) e influencia a microbiota intestinal desde o nascimento. Os recém-nascidos nascem com o TGI estéril (TANNOCK, 1999 apud BRANDT; SAMPAIO e MIUKI, 2006) e o tipo de aleitamento, bem como o tipo de parto, a contaminação ambiental, a genética, o sistema imune e o uso de antibióticos

influenciam a colonização bacteriana do TGI. Esses fatores são simultâneos e há interação entre eles (BRANDT; SAMPAIO; MIUKI, 2006).

A microbiota do TGI pode ser dividida em: i) simbiontes (micro-organismos benéficos) como bifidobactérias e lactobacilos; ii) comensais (micro-organismos que residem permanentemente no organismo sem oferecer benefícios ou detrimientos reconhecidos), por exemplo, algumas cepas de *Escherichia coli* e *Enterococcus* e iii) patobiontes (micro-organismos potencialmente patogênicos) como *Clostridium*, *Pseudomonas*, *Klebsiela*, *Veillonella* e *Enterobacter* (DAMIÃO, 2011).

O desequilíbrio ou disfunção da microbiota colônica, conhecido como disbiose, é caracterizado pelo predomínio de bactérias patobiontes sobre bactérias simbiontes e comensais (DAMIÃO, 2011). A disbiose compromete a integridade da barreira intestinal, favorece a translocação bacteriana para o sangue ou sistema linfático, iniciando uma resposta inflamatória sistêmica. Além disso, promove desequilíbrio na produção de secreções pelos órgãos do sistema gastrointestinal, causando insuficiência pancreática, diminuição da função biliar, deficiência de ácido clorídrico e, ainda, comprometimento do humor pela redução da produção de serotonina (MATHAI, 2005; PÓVOA, 2002 apud ALMEIDA et al., 2009). O desequilíbrio dessa microbiota está associado ao desenvolvimento de doenças gastrointestinais como a constipação intestinal, diverticulite, enterocolite necrosante, síndrome do cólon irritável, doença de Crohn, entre outras (BRANDT; SAMPAIO; MIUKI, 2006; ALMEIDA et al., 2009).

O tratamento da disbiose pode ocorrer de duas maneiras: i) dietética, por meio da ingestão de alimentos que beneficiam a constituição da microbiota intestinal, em especial pela ingestão de prebióticos e/ou probióticos e ii) via medicamentos/suplementos (BORGES, 2001 apud ALMEIDA et al., 2009; HOLZAPFEL, 2006).

4. Fibras Alimentares

As fibras têm sido estudadas há aproximadamente dois séculos, sendo o termo fibras alimentares (FA) usado pela primeira vez na década de 60 por Hipsley para designar os constituintes não digeríveis que compõem a parede celular da planta. Desde então, muitas definições de FA têm sido desenvolvidas por pesquisadores, institutos e associações de pesquisa.

Em 2009, o CODEX/FAO definiu fibras alimentares como polímeros de carboidratos com 10 ou mais unidades monoméricas não hidrolisadas por enzimas endógenas no intestino delgado dos humanos e que promovem efeitos fisiológicos benéficos à saúde humana. Estes polímeros podem ocorrer em alimentos *in natura*, podem ser polímeros sintéticos ou obtidos de matérias-primas alimentares por meios físicos, químicos ou enzimáticos. As frações de lignina e/ou de outros compostos, quando associados com polissacarídeos nas paredes celulares dos vegetais, por serem extraídos junto com os polissacarídeos através do método enzimático-gravimétrico (AOAC nº 991.43), também são consideradas fibras alimentares. Quanto aos carboidratos de 3 a 9 unidades monoméricas, coube a cada país decidir pela inclusão ou não, em sua definição de fibras alimentares. Antes de 2009, não havia uma definição de fibras alimentares aceita pelas agências reguladoras internacionais (Food Hydrocolloids, n. 25, p. 139–143, 2011).

A ausência de uma definição comum cria entraves para o comércio global de alimentos como a elaboração de diversos rótulos para um mesmo produto distribuído em países diferentes e dificuldades no entendimento dos rótulos pelos consumidores. Outros prejuízos: a comparação de estudos científicos sobre a ingestão de fibras de produtos produzidos em diferentes regiões geográficas e a

interpretação de estudos que avaliem os possíveis efeitos fisiológicos benéficos (HOWLETT, 2010).

Austrália, Canadá, Nova Zelândia e países da União Européia, bem como alguns institutos: *Institute of Medicine* (IOM) e o *International Life Sciences Institute* (ILSI), incluíram os carboidratos com grau de polimerização (GP) entre 3 e 9 em suas definições de fibras. As principais justificativas para a inclusão baseiam-se na falta de apoio científico para as diferenças nos efeitos fisiológicos entre os carboidratos com GP entre 3 e 9 e aqueles com maior GP e na falta de métodos analíticos facilmente aplicáveis que possam distinguir claramente os dois grupos (HOWLETT, 2010; MENEZES et al., 2013).

Os principais assuntos de interesse acerca das fibras alimentares versam sobre sua composição, estrutura e propriedades físico-químicas, bem como sobre seus efeitos fisiológicos, e entre eles, os que contribuem para reduzir o risco de doenças crônicas não transmissíveis, de diabetes tipo-2 e do colesterol LDL (CHO, 2009; MENEZES et al., 2013).

As características físico-químicas das fibras, com base em sua solubilidade intestinal, as diferenciam em fibras solúveis e insolúveis. As fibras solúveis são os polissacarídeos não amidos, como hemicelulose e lignina solúveis, gomas e mucilagens. De maneira geral, as fibras solúveis reduzem a velocidade da digestão e de absorção de nutrientes, em especial açúcares e gordura, diminuindo os níveis de colesterol LDL e de glicose no sangue e ainda reduzem a síntese de colesterol no fígado. Protegem o intestino de doenças inflamatórias, como a doença de Crohn e a colite ulcerativa; aumentam a produção de ácidos graxos de cadeia curta (resultado da fermentação no cólon) que atuam como imunomoduladores no intestino inflamado e contribuem para o aumento de bactérias benéficas na microbiota gastrointestinal (GALVEZ; RODRIGUEZ; ZARZUELO, 2005; SILVA; WALTER, 2012; CHO, 2009).

As fibras insolúveis compreendem a parede celular dos vegetais, celulose, hemicelulose insolúvel, lignina, taninos e componentes minoritários formados durante o processamento (compostos da reação de *Maillard*, compostos fenólicos insolúveis, ácido fítico) (SILVA; WALTER, 2012). As fibras insolúveis apresentam maior capacidade de retenção de água e contribuem para o aumento do bolo fecal, aceleram o tempo de trânsito gastrointestinal, evitando que metabólitos tóxicos da microbiota local promovam irritações ou a formação de carcinomas (MEYER; TUNGLAND, 2003; SILVA; WALTER, 2009).

5. Prebióticos

5.1 Definição

Prebióticos, pela definição mais atual, são “ingredientes seletivamente fermentados que resultam em alterações específicas na composição e/ou atividade da microbiota intestinal conferindo, assim, benefícios à saúde do hospedeiro” (ISAPP, 2008 apud ROBERFROID et al., 2010). São essas alterações específicas que caracterizam o efeito bifidogênico dos ingredientes prebióticos e os diferenciam das demais fibras alimentares por favorecerem a multiplicação de micro-organismos probióticos no cólon intestinal. Prebióticos, de modo geral, são considerados fibras por sua capacidade fermentativa (JACOB; PRAPULLA, 2012; ROBERFROID et al., 2010).

Outras vantagens das fibras prebióticas sobre as demais fibras alimentares dizem respeito à menor dose requerida para exercer efeito benéfico ao consumidor (5 a 15 g/dia contra 25 g/dia), à contribuição no dulçor do produto (cerca de 30 % do valor da sacarose), à interferência não negativa na textura e no sabor dos produtos, às facilidades de incorporação em alimentos e bebidas, à completa solubilidade em água e a não ligação com minerais, impedindo sua absorção (JACOB; PRAPULLA, 2012).

Entre os ingredientes prebióticos tem-se a lactulose, a polidextrose, os xilo-oligossacarídeos. Aqueles com mais estudos clínicos em humanos são os galacto-oligossacarídeos, que receberam *status* GRAS (*Generally Recognized As Safe*) nos Estados Unidos (ROBERFROID, 2010), a inulina e os fruto-oligossacarídeos. Os dois últimos têm seus efeitos prebióticos (bifidogênico)

reconhecidos pela Legislação Brasileira de rotulagem de alimentos (BRASIL, 2008).

5.2 Mecanismos de Ação

Os ingredientes prebióticos chegam intactos ao cólon onde são fermentados seletivamente (efeito bifidogênico) por lactobacilos e bifidobactérias, produzindo ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), lactato, gás carbônico (CO₂) e gás hidrogênio (H₂) como fontes de carbono e energia. Reduzem o pH do lúmen intestinal, prejudicando a sobrevivência dos micro-organismos patogênicos, como clostrídios, que não toleram condições muito ácidas (BOSSCHER; VAN LOO; FRANCK, 2006; SHAH, 2007; JACOB; PRAPULLA, 2012).

5.3 Frutanos: Inulina (INU) e Fruto-oligossacarídeos (FOS)

Frutano é um termo genérico para designar carboidratos em que as ligações frutossil-frutose constituem a maioria das ligações glicosídicas e podem ser descritos pelo seu grau de polimerização, ou seja, pelo número de unidades de frutose que se repetem no oligômero ou polímero. Depois do amido e da sacarose, os frutanos são os carboidratos de reserva mais abundantes em fontes vegetais.

A INU é um frutano com grau de polimerização entre 2 e 60 (média de 10 unidades) e consiste em unidades de D-frutofuranosil ligadas entre si por ligações β (2-1) e ligadas à unidade de glicose terminal por ligação α 1- β 2. A INU é extraída

de cebola, alho, trigo, banana; e, em especial, da raiz de chicória (*Chicorium intybus*) (15-20 % de INU e 5-10 % de FOS), mas também pode ter origem microbiana (IZZIO; NINESS, 2001; MEYER; TUNGLAND, 2003).

A inulina comercial contém cerca de 6-10 % de mono e dissacarídeos (carboidratos de cadeia curta) como glicose, frutose e sacarose, oriundos da chicória (NINESS, 1999). A inulina de alta performance (INU-AP) é um produto manufaturado através da remoção dos carboidratos de cadeia curta e apresenta comprimento de cadeia entre 12 e 65 unidades, com média de 25. A segunda geração de prebióticos – Synergy 1 (BeneoTM Synergy 1, Orafiti) – consiste de uma combinação específica entre os FOS e a INU-AP (NINESS, 1999; BOSSCHER, 2006).

Os FOS são obtidos por hidrólise enzimática parcial da INU por endo-inulinases, com grau de polimerização entre 2 e 8, com média de 4; ou por transfrutoseilação da sacarose através de β -frutosidases de micro-organismos, em especial de *Arpegillus*.

A Figura 3 exemplifica a estrutura da INU (GF_m) e dos FOS (F_n), onde onde G é a unidade de glicose e m , o número de unidades de frutose (F) que se repetem na cadeia do frutano.

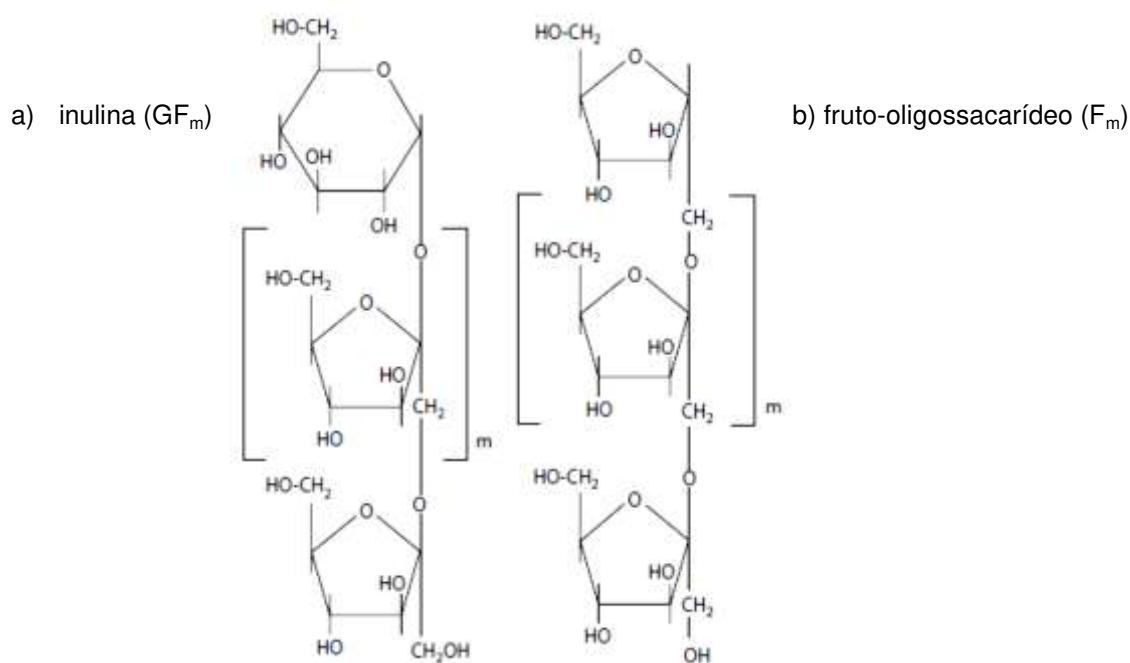


Figura 3 – Estrutura química da (a) inulina e dos (b) fruto-oligossacarídeos.

Fonte: JACOB; PRAPULLA (2012).

5.3.1 Efeitos Sobre a Saúde

Como benefícios fisiológicos e pato-fisiológicos da ação dos ingredientes prebióticos têm-se a melhora das funções intestinais, da absorção mineral (em especial de cálcio) e da saúde dos ossos; modulação da produção de peptídeos gastrointestinais, do metabolismo de energia e da saciedade; regulação/modulação das funções imunológicas, alívio da constipação, melhora das funções de barreira intestinal, inibição de patógenos, redução do risco de infecções intestinais, de obesidade, de diabetes tipo 2, de síndromes metabólicas e de câncer de cólon (RASTALL, 2006; VAN LOO, 2006; FRANCK; ALEXIOU, 2009; ROBERFROID et al., 2010).

Os frutanos (inulina e fruto-oligossacarídeos) possuem efeitos fisiológicos similares. Por não serem hidrolisados em monossacarídeos e

absorvidos no intestino delgado, não afetam o índice glicêmico como outros carboidratos e podem ser aplicados em formulações para diabéticos (IZZU; NINESS, 2001; SANGWAN et al., 2011). O valor calórico dos frutanos é resultado da metabolização dos AGCC gerados na fermentação, pelo hospedeiro, com aproveitamento médio de 1,5 a 2,0 kcal/g de energia (NINESS, 1999; ROBERFROID, 1999; FAO, 2004).

A parte ascendente do cólon, além da ação das enzimas, sofre ação de bactérias sacarolíticas (*Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Ruminococcus*, *Lactobacillus*, *Clostridium*, *Eubacterium*) e, em sua região descendente, proteolíticas (Figura 4). Os produtos da fermentação proteolítica (amônia, aminas), quando acumulados, causam efeitos deletérios ao organismo (BOSSCHER; VAN LOO; FRANCK, 2006; ROBERFROID, 2007). Quanto maior o tamanho da cadeia dos frutanos, como é o caso da INU-AP, maior o tempo de trânsito dos frutanos e de fermentação, a começar na parte inicial do cólon. A INU-AP permite que a atividade proteolítica seja reduzida em favor da atividade sacarolítica na região descendente do cólon, ampliando os benefícios para o indivíduo (VAN LOO, 2004; JACOB; PRAPULLA, 2012).

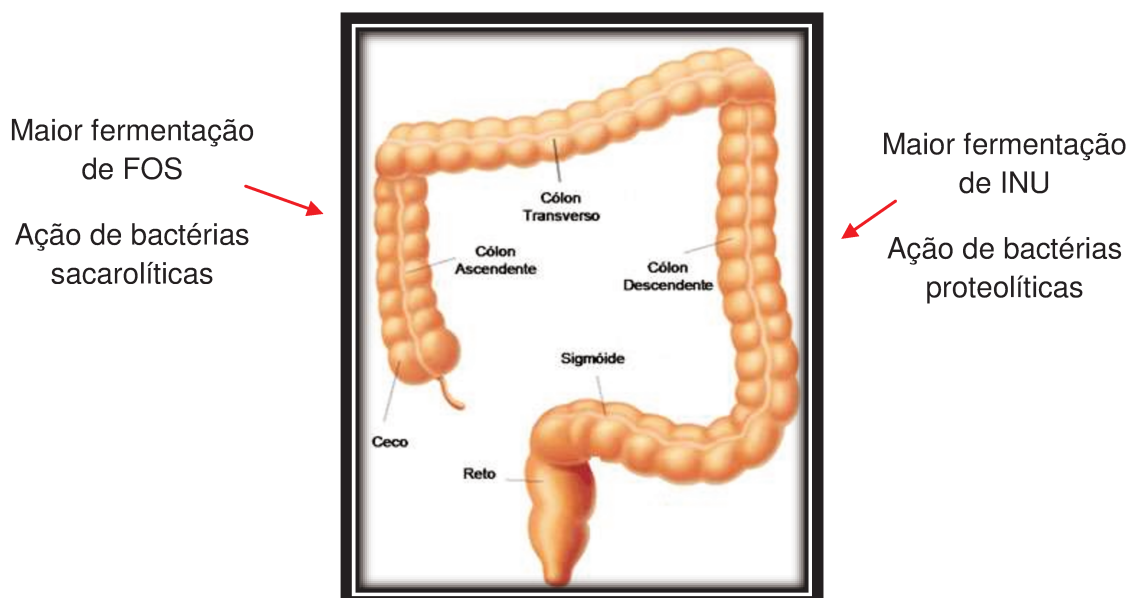


Figura 4. Cólon intestinal humano. Fonte: MATEUS, 2013.

5.3.2 Ingestão

Os americanos aconselham o consumo diário de prebióticos de 1-4 g, enquanto os europeus, de 3-11 g (IZZO, NINESS, 2001; ROBERFROID, 2002). Estima-se que uma ingestão adequada a fornecer benefícios ao consumidor oscile entre 5 e 15 g/dia de prebióticos. Embora a sensibilidade aos prebióticos varie com o tipo de prebiótico e a quantidade ingerida, bem como com o tipo de alimento consumido, o valor não deve ser superior a 30 g/dia, pois podem ocasionar flatulências e desconfortos abdominais (ROBERFROID, 2002), inchaço, cólicas e diarreia (COUSSMENT, 1999; JACOB; PRAPULLA, 2012).

No Brasil, não se tem uma recomendação diária. A Legislação Brasileira orienta os aspectos para rotulagem acerca da quantidade de prebióticos por porção de produto pronto para o consumo (BRASIL, 2008).

5.3.3 Legislação

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2008), produtos com INU e FOS podem alegar em seus rótulos que “contribuem para o equilíbrio da flora intestinal e que seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e a hábitos de vida saudáveis”. Essa alegação pode ser utilizada desde que haja, na porção do produto pronto para o consumo, no mínimo 3 g de FOS ou INU, se o alimento for sólido, ou 1,5 g, se o alimento for líquido. Na tabela de informação nutricional, a quantidade de ambos deve ser declarada abaixo de fibras alimentares. Há a indicação de que o consumo de produtos contendo prebióticos não seja superior a 30 g/dia pelas contra-indicações já citadas.

5.3.4 Aplicação em Alimentos

Os ingredientes prebióticos fornecem benefícios nutricionais, podendo enriquecer o teor de fibras dos produtos, não interferindo negativamente no sabor ou na textura, como é o caso em barras de cereais. Nas barras, os frutanos podem atuar também como aglutinantes semelhantes ao xarope de glicose (NINESS, 1999; MEYER; TUNGLAND, 2003).

Como função tecnológica, os frutanos podem ser substitutos de macronutrientes (gordura e açúcar), proporcionando corpo e palatabilidade semelhantes com menor valor calórico (2,0 kcal/g) (COUSSEMENT, 1999; NINESS, 1999; ROBERFROID, 1999; FAO, 2004). A estabilidade do produto adicionado de fibras prebióticas é favorecida por sua capacidade de retenção de umidade sem aumentar a atividade de água do produto (PATEL e GOYAL, 2011; JACOB, PRAPULLA, 2012).

As funções tecnológicas dos frutanos dependem do tamanho da cadeia. A capacidade da INU (grau de polimerização maior que dos FOS) em formar microcristais imperceptíveis na boca permite que seja aplicada como substituta de gorduras, agente de corpo e de textura. A INU-AP apresenta quase duas vezes mais características miméticas da gordura que a INU padrão e nenhum perfil de doçura (NINESS, 1999).

Os FOS são mais solúveis em água que a INU, apresentam poder edulcorante de 30-50 % do poder da sacarose e reduzem a atividade de água do produto, garantindo sua estabilidade microbiológica (FRANCK; ALEXIOU, 2009).

6. Probióticos

6.1 Definição

Probióticos são “micro-organismos vivos que quando administrados em quantidades adequadas conferem benefícios à saúde do hospedeiro” (FAO, 2001), sendo capazes de melhorar o equilíbrio microbiano intestinal (BRASIL, 2002). A manutenção desse equilíbrio é fundamental para o bom funcionamento do sistema digestivo e para as funções imunológicas. Algumas causas de desequilíbrio são dietas pobres em nutrientes, uso de antibióticos, estresse, viagens, consumo de alimentos contaminados (WILLIAMSON, 2009), genótipo, idade, sexo (COLLINS; GIBSON, 1999), estado imunológico do hospedeiro, disponibilidade de material fermentável, má digestão, tempo de trânsito e pH intestinal (ALMEIDA et al., 2009).

6.2 Mecanismos de Ação e Efeitos sobre a Saúde

As culturas probióticas regulam o balanço da microbiota intestinal, competindo com as bactérias patobiontes e comensais por sítios de adesão (receptores específicos na mucosa intestinal) e nutrientes, modificam o pH colônico através da síntese de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e lactato (MACKIE; SGHIR e GASKINS, 1999; HOLZAPFEL, 2006).

Os principais AGCC, provenientes da fermentação dos prebióticos, são os ácidos butírico, propiônico e acético (ROBERFROID, 2010) e representam a maior fonte de energia para as células do TGI. O baixo pH do cólon favorece a

multiplicação de bifidobactérias e de lactobacilos (culturas probióticas) que produzem e secretam bacteriocinas, exercendo efeito deletério sobre a microbiota patogênica, além de contribuir para o aumento da absorção de minerais (MELO, 2004; ALMEIDA et al., 2009).

Sabe-se ainda que, os micro-organismos probióticos atuam na produção de enzimas e vitaminas (complexo B), melhoram as respostas imunológicas contra patobiontes (por meio da secreção de IgA, por exemplo) e de processos alérgicos. Reduzem respostas inflamatórias, melhoram a função de barreira da mucosa intestinal, bem como, diminuem a adesão de patobiontes e infecções diarreicas; melhoram a motilidade intestinal, aliviando a constipação e reduzindo os efeitos dos compostos carcinogênicos produzidos por patobiontes no cólon. Melhoram o metabolismo de lipídeos, reduzindo o colesterol e os riscos de doenças cardíacas (SCHREZENMEIR e DE VRESE, 2001; HOLZAPFEL, 2006; SANDERS, 2009).

Alguns benefícios comprovados, direta ou indiretamente, por meio de estudos científicos com humanos incluem: tratamento de diarreia em crianças, de síndrome do intestino irritável, de infecções no trato respiratório e no trato genito-urinário, de infecções promovidas por *Helicobacter pylori*, estimulação do sistema imune, redução da intolerância à lactose, de alergias associadas ao leite, de constipação e aumento do colesterol HDL (*High Density Lipoprotein*) (SCHMID et al., 2006; CHARALAMPOPOULOS; RASTALL, 2009).

6.3 Micro-organismos Probióticos

Alimentos probióticos, normalmente, contêm linhagens de micro-organismos do grupo acidófilos (produtores de ácido láctico), em especial *L. acidophilus*, *L. casei/paracasei* e *Bifidobacterium* (HOLZAPFEL, 2006; SHAH,

2007). Bifidobactérias e lactobacilos são os principais representantes das bactérias benéficas (SANGWAN et al., 2011) e juntamente com outras espécies estão representadas na Tabela 1.

Tabela 1. Culturas com propriedades probióticas

<i>Lactobacillus</i> spp.	<i>Bifidobacterium</i> spp.	Outras
<i>L. acidophilus</i>	<i>B. bifidum</i>	<i>Escherichia coli</i> Nissle
<i>L. brevis</i>	<i>B. breve</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
<i>L. delbrueckii</i>	<i>B. infantis</i>	<i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i>
<i>L. fermentum</i>	<i>B. longum</i>	<i>Streptococcus salivarius</i>
<i>L. gasseri</i>	<i>B. adolescentis</i>	<i>Bacillus coagulans</i>
<i>L. johnsonii</i>	<i>B. animalis</i> *	<i>Bacillus clausii</i>
<i>L. paracasei</i>		<i>Enterococcus faecium</i>
<i>L. plantarum</i>		
<i>L. reuteri</i>		
<i>L. rhamnosus</i>		
<i>L. salivarius</i>		

**Bifidobacterium animalis* muitas vezes são conhecidos comercialmente por *Bifidobacterium lactis*.
Fonte: Adaptado de Martinez; Bäuerl; Amores (2009).

6.4 *Lactobacillus acidophilus*

Cerca de sessenta espécies do gênero *Lactobacillus* são reconhecidas como probióticas, sendo o *L. acidophilus* o mais sugerido para uso em alimentos. São bactérias microaerófilas gram-positivas (SENOK; ISMAEEL; BOTTA, 2005), integrantes normais da microbiota gastrointestinal, com condições ótimas para seu crescimento em temperatura entre 35 e 40 °C e pH entre 5,5 e 6,0. No entanto, toleram ambientes ligeiramente ácidos (pH entre 4,5 e 6,4), e temperaturas até 45 °C (SHAH, 2007; BARRANGOU et al., 2012).

O *L. acidophilus* produz várias bacteriocinas, substâncias antibacterianas e inibidores de proteínas. Apresenta efeito antagônico sobre as bactérias enteropatogênicas: *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* e *Clostridium perfringens*. Inibe o crescimento do patógeno *H. pylori*, associado com doenças como úlceras e gastrites. Reduz enzimas como β -glucosidase, azoredutase e nitroredutase, responsáveis pela ativação de pró-carcinógenos (YOON et al., 2000 apud SHAH, 2007; CENCI et al., 2002 apud SHAH, 2007; BARRANGOU et al., 2012).

Ao *L. acidophilus* estão associadas respostas positivas para o tratamento de diarreia por antibioticoterapia ou do viajante, para a síndrome do intestino irritável e o câncer cólon-retal (SHAH, 2007; CHARALAMPOPOULOS; RASTALL, 2009).

6.5 Legislação

As alegações funcionais mais comuns dos probióticos referem-se aos benefícios de manutenção e melhora da microbiota intestinal do hospedeiro pela redução do número de bactérias patogênicas ou virulentas e pela melhora da integridade e das funções de barreira do trato gastrointestinal. No entanto, alguns probióticos específicos colaboram com outros benefícios como modulação da intolerância à lactose, prevenção dos sintomas da diarreia e regulação do sistema imunológico e necessitam de estudos mais detalhados para comprovação do benefício (FAO, 2002; SALMIEN; LOVEREN, 2012).

A FAO (2002) orienta que os rótulos de produtos probióticos apresentem informações que instruem com clareza os consumidores quanto ao gênero, espécie e designação da linhagem utilizada, bem como o número mínimo de

bactérias viáveis no final do prazo de validade do produto e as condições adequadas de armazenamento.

Segundo a Legislação Brasileira, a quantidade mínima viável para os probióticos deve estar situada na faixa entre 10^8 e 10^9 UFC na porção do produto pronto para o consumo. Valores menores podem ser aceitos, desde que a empresa comprove sua eficácia. A alegação permitida consiste de: “O (indicar a espécie do micro-organismo) probiótico contribui para o equilíbrio da flora intestinal. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”. A documentação referente à comprovação de eficácia deve incluir: i) laudo de análise do produto que comprove a quantidade mínima viável do micro-organismo até o final do prazo de validade e ii) teste de resistência da cultura utilizada no produto à acidez gástrica e aos sais biliares (BRASIL, 2008).

6.6 Usos

A administração de probióticos pode ocorrer de três formas: i) suplementos; ii) alimentos tradicionalmente fermentados e iii) alimentos funcionais (HOLZAPFEL, 2006). Nessa última categoria, a matriz láctea foi uma das primeiramente exploradas e sobre a que se tem maiores estudos. No entanto, outras matrizes como sucos de frutas, vegetais e carnes fermentadas, cereais matinais, barras de cereais, fórmulas infantis e chocolates têm ganhado destaque (OUWEHAND, KURVINEN, RISSANEN, 2004; HOLZAPFEL, 2006; MODEST, 2009).

A incorporação de probióticos em alimentos depende de fatores como atividade de água, temperatura, pH, conteúdo de oxigênio, teor de sal, estresse mecânico, tipo de processamento e tempo de estocagem (SCHMID et al., 2006).

6.7 Doses

Os efeitos dos produtos probióticos são dose específicos, função do tipo e da quantidade de probiótico administrado e devem ser baseados, preferencialmente, em resultados de estudos com humanos (SANDERS, 2009).

Pesquisadores no âmbito acadêmico e industrial têm formulado alimentos com diversos micro-organismos probióticos para que ao final da vida de prateleira do produto e ao momento do consumo, tenham contagens de 10^6 UFC/g, consideradas suficientes para o efeito probiótico (VINDEROLA, BAILO e RENHEIMER, 2000; ROSS et al., 2005; ARAGON-ALEGRO, et al., 2007).

De maneira geral, a persistência dos probióticos no trato gastrointestinal ocorre quando a suplementação é diária e mantida por um mínimo de 15 dias (TANNOCK, 1999 apud BRANDT; SAMPAIO; MIUKI, 2006).

6.8 Possíveis Riscos e Contra-indicações

Estudos clínicos controlados com lactobacilos e bifidobactérias não revelaram contra-indicações causadas por esses micro-organismos. Embora muitas cepas de bactérias lácticas, particularmente as de *Lactobacillus spp.*, sejam resistentes a determinados antibióticos, essa resistência normalmente não é mediada por plasmídios. Cepas com plasmídios de resistência não devem ser

empregadas como probióticos humanos ou animais, por serem, possivelmente, capazes de transmitir os fatores de resistência para bactérias patogênicas, dificultando a cura de infecções (SALMINEN et al., 1998; O'BRIEN et al., 1999; SAARELA et al., 2000 apud SAAD, 2006).

7. Simbióticos

7.1 Definição

Simbiótico é o termo utilizado quando ingredientes prebióticos e probióticos estão contidos conjuntamente em um produto, agindo de forma em que o primeiro favoreça seletivamente o segundo (SCHREZENMEIR; DE VRESE, 2001). A sobrevivência da cultura probiótica é favorecida porque seus substratos específicos (prebióticos) estão mais disponíveis para a fermentação (COLLINS e GIBSON, 1999). Provavelmente, há uma adaptação do micro-organismo ao seu substrato quando são consumidos conjuntamente (SAAD; BEDANI e MAMIZUKA, 2011).

7.2 Desafios

Estudos sugerem que os ingredientes prebióticos melhoram a sobrevivência da cultura probiótica na parte superior do TGI, possibilitando o aumento da eficácia deles no intestino grosso, além dos benefícios já associados ao consumo de cada um dos ingredientes separadamente. No entanto, os desafios do desenvolvimento de produtos simbióticos envolvem a escolha de culturas probióticas e de ingredientes prebióticos de forma a alcançar adequada combinação para um benefício específico à saúde, bem como, estudos *in vivo* para atestar sua eficácia e o investimento em propaganda e instrução do consumidor acerca do produto (BIELECKA; BIEDRZYCKA; MAJKOWSKA, 2002; SEARBY, 2006).

7.3 Efeitos sobre a saúde

A revisão feita por Bosscher, Van Loo e Franck (2006) cita estudos em que simbióticos com frutanos e *Bifidobacterium infantis* possuem amplo espectro de ação sobre patógenos, em especial *Escherichia coli* e *Clostridium perfringens*.

Dughera et al. (2007) investigaram o efeito de um produto simbiótico comercial (*Actilight*) que disponibiliza 5×10^9 UFC de *B. longum* W11 e 2,5 g de FOS a 129 pessoas constipadas após 30 dias e após três meses de consumo. Os resultados mostraram aumento da frequência de evacuação, alívio das dores abdominais e redução do inchaço. Rafter et al. (2007) avaliaram uma preparação simbiótica contendo 10^{10} UFC de *L. rhamnosus* GG (Valio) e *B. lactis* Bb12 encapsulado em Eudragit L30-D55 (Chr. Hansen) combinada com 12 g de Synergy 1 (Orafti) a dois grupos de pacientes em duas semanas, às cegas. Foram avaliados: 43 pacientes polipectomizados e 37 pacientes com câncer de cólon. Houve aumento significativo do número de lactobacilos e de bifidobactérias nas fezes dos pacientes de ambos os grupos e redução do número de *Clostridium perfringens*. Em pacientes polipectomizados, o produto simbiótico melhorou a função de barreira da mucosa intestinal e reduziu a necrose de células colônicas. Em pacientes com câncer de cólon, houve aumento da produção de interferon.

De Preter (2011) afirma que os efeitos da combinação simbiótica utilizada em estudos não podem ser extrapolados para outras combinações simbióticas, pois a relação entre ingredientes prebióticos e probióticos tem substratos específicos e efeitos dependentes das linhagens. O trabalho cita a combinação efetiva de $6,5 \times 10^9$ *Lactobacillus casei* Shirota com 10 g de oligofrutose enriquecida com inulina em um estudo com fermentado lácteo simbiótico.

Clerici, Steel e Chang (2011) mencionam patentes de alimentos simbióticos à base de cereais, entre eles, a patente de um simbiótico à base de aveia pré-fermentada com probiótico encapsulado.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC Report. The definition of dietary fiber. **Cereal Foods World**, v. 46, n. 3, p. 112-126, March 2001.

ARAGON-ALEGRO, L. C. et al. Potentially probiotic and symbiotic chocolate mousse. **LWT – Food Science and technology**. v. 40, p. 669-675, 2007.

ALMEIDA, L.B. et al. Disbiose intestinal. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**. v. 24, n. 1, p. 58-65, 2009.

BARRANGOU, R. et al. Genus Lactobacillus, In: LAHTINEN, S., et al. **Lactic Acid Bacteria: Microbiological and functional aspects**. 4^a ed. Boca Raton: CRC Press, 2012. Cap. 5, p. 77-92.

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

BORGES, V. C. Alimentos funcionais: prebióticos, probióticos, fitoquímicos e simbióticos. In: Waitzberg D. L. (editor). **Nutrição oral enteral e parenteral na prática clínica**. 3^a ed. v. 2, São Paulo: Atheneu, 2001. p. 1495-1501.

BOSSCHER, D.; VAN LOO, J.; FRANCK, A. Inulin and oligofructose as prebiotics in the prevention of intestinal infections and diseases. **Nutrition Research Reviews**. v. 19, n. 2, p. 216-226, 2006.

BRANDT, K. G.; SAMPAIO, M. M. S. C.; MIUKI, C. J. Importância da microflora intestinal. **Revisões e ensaios**, São Paulo, v. 28, n. 2, p.117-127, 2006.

BRASIL. **Lista das alegações aprovadas para alimentos com alegações de propriedades funcionais e / ou de saúde, novos alimentos / ingredientes, substâncias bioativas e probióticos.** 2008. Publicado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.html>. Acesso em: 18 abr. 2011.

BRASIL. **Resolução nº 2, de 07 de janeiro de 2002.** Aprova o regulamento técnico de substâncias bioativas e probióticos isolados com alegação de propriedades funcional e / ou de saúde. Diário Oficial da União, Poder Executivo, de 17 de julho de 2002.

BRASIL. **Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999.** Estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e / ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. Diário Oficial da União, Poder Executivo, de 03 de maio de 1999, Seção 1, pág. 11.

BRASIL. **Resolução nº 60, de 05 de setembro de 2007.** Aprova regulamento técnico sobre atribuição de aditivos e seus limites máximos para a categoria de alimentos 6: cereais e produtos de/ou à base de cereais. Diário Oficial da União, Poder Executivo, de 11 de setembro de 2007.

BRASIL. **Resolução nº 263, de 22 de setembro de 2005.** Aprovar o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial da União, Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005.

BRASIL. **Resolução nº 359, de 23 de dezembro de 2003 (b).** Aprova o Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. Publicado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em:< http://www.mp.ba.gov.br/atuacao/ceacon/legislacao/alimentos/resolucao_RDC_ANVISA_359_2003.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2013.

CAPRILES, V. D. **Otimização de propriedades nutricionais e sensoriais de produtos à base de amaranto enriquecido com frutanos, para intervenção em celíacos.** 2009. n. folhas. Tese (Doutorado em Nutrição em Saúde Pública)- Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2009.

CEREAL and snacks bars – UK–2011. **Oxygen Intel**. Disponível em: <<http://oxygen.mintel.com/sinatra/oxygen/display/id=545264>>. Acesso em: 18 ago. 2011.

CHADWICK, R. et al. Functional foods and intestinal functions: the case of probiotics and prebiotics. In: CHADWICK, R. et al. **Functional Foods**. New York: Springer, 2003, Cap. 06, p. 161-179.

CHARALAMPOPOULOS, D.; RASTALL, R. A. Prebiotics and probiotics science and technology. **Springer**, Inglaterra, v. 2, p. 639-1247, 2009.

CHO, S. S. Functional and dietary fibers: An introduction. In: CHO, S. S; SAMUEL, P. (Ed.) **Fiber ingredients and food application and health benefits**. Boca Raton: CRC Press, Cap. 01, 2009. p.1-6.

CLERICI, M. T. P. S.; STEEL, C. J.; CHANG, Y. K. Produtos probióticos e prebióticos à base de cereais. In: SAAD, S. M. I.; CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F. (Ed.) **Probióticos e Prebióticos em Alimentos: Fundamentos e Aplicações Tecnológicas**. São Paulo: Varela Editora e Livraria LTDA, v. 01, 2011. p. 503-540.

CODEX ALIMENTARIUS. **ALINORM 09/32/26**, Report of the 32nd Session of the CCNFSDU, Appendix II. 2008. Disponível em: <http://www.codexalimentarius.net/download/report/710/al32_26e.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2013.

CODEX ALIMENTARIUS. **ALINORM 09/32/3**, Report of the 66th Session of the Executive Committee, p. 4. 2009. Disponível em: <http://www.codexalimentarius.net/download/report/727/al32_03e.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2013.

COLLINS, M. D.; GIBSON G. R. Probiotics, prebiotics, and synbiotics: approaches for modulating the microbial ecology of the gut. **American Journal of Clinical Nutrition**. v. 69 (Suppl), p. 1052-1057, 1999.

DAMIÃO, A. O. M. C. **Prebióticos, probióticos e simbióticos na diarreia aguda.** Disponível em: <http://www.medcenter.com/Medscape/infosites/Nestle/pdf/FiberMais_Flora.pdf>. Acesso em: 15 set. 2011.

DE PRETER, V. et al. Impact of the synbiotic combination of *Lactobacillus casei* Shirota and oligofructose-enriched inulin on the fecal volatile metabolite profile in healthy subjects. **Molecular Nutrition**, v. 55, n. 5, p. 714-722, 2011.

DUGHERA L. et al. Effects o of synbiotic preparations on constipated irritable bowel syndrome symptoms. **Acta Biomedica Brasiliensia**, v. 78, n. 2, p.111–16, 2007.

DUTCOSKY, S. D. et al. Combined sensory optimization of a prebiotic cereal product using multicomponent mixture experiments. **Food Chemistry**, v. 98, n. 4, p. 630-638, 2006.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria.** 2001. Disponível em: <http://www.who.int/food_safety/publications/fs_management/en/probiotics.pdf>. Acesso em: 05 set. 2011.

_____. **Report of a Joint FAO/WHO Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food.** 2002. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/es/esn/food/wgreport2.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2013.

FERREIRA, L. G.; LIMA, D. P.; RODRIGUES, M. C. P. Avaliação sensorial de barras de cereais com propriedades funcionais, direcionadas a mulheres no período do climatério. **Higiene Alimentar**, v. 21, n. 155, p 33-37, 2007.

FIESP/ITAL. **Brasil Food Trends 2020.** Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, Instituto de Tecnologia de Alimentos. São Paulo: FIESP/ITAL, 2010. 173 p.

FRANCK, A.; ALEXIOU, H. Inulin and oligofructose. In: JARDINE, S. *Ingredients Handbook: Prebiotics and probiotics*. Willey-Blackwell. Iowa: 2nd edition. Cap. 1.1, p. 3-30, 2009.

FREITAS, D. G. C. **Desenvolvimento e estudo da estabilidade de barra de cereais de elevado teor protéico e vitamínico**. 2005. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2005.

GALVEZ J.; RODRIGUEZ C. M. E.; ZARZUELO, A. Effect of dietary fiber on inflammatory bowel disease. **Molecular Nutritional Food Research**, v. 49, n. 6, p. 601–608, 2005.

GOMES-RUFFI, C.R.; CRUZ, C.L.C.V. **Apostila do Curso de Tecnologia de Barras de Cereais**. Campinas: ITAL, 2011. 122 p.

GRANATO, D. et al. Functional Foods and nondairy probiotic food development: trends, concepts and products. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 9, p. 292-302, 2010.

GUARNER, F.; MALAGELADA, JR. Gut flora in health and disease. **The Lancet**, v. 361, n. 9356, p. 512-519, 2003.

GUERRA, P. V. P. **Avaliação do uso de probiótico no tratamento de crianças e adolescentes com constipação intestinal crônica funcional não complicada: um estudo randomizado e duplo mascarado**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2010.

HOLZAPFEL, W. H. Introduction to prebiotics. In: GOKTEPE, I.; JUNEJA, V. K.; AHMEDNA, M. (Ed.) **Probiotics in food safety and human health**. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2006. 494 p.

HOWLETT et al. Discussions relating to the definition of dietary fiber at the ninth vahouny fiber symposium: building scientific agreement. **Food and Nutrition Research**, n. 54, 2010.

ISAPP - International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics. **6th Meeting of the International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics**, London, Ontario. Disponível em: <http://www.isapp.net/docs/annual_report_2008.pdf>. Acesso em: 10 out. 2011.

IZZO, M.; NINESS, K. Formulation nutrition bars with inulin and oligofructose. **Cereal Food World**, v. 46, n.3, p. 102-106, 2001.

JACOB, M. M.; PRAPULLA, S. G. Fructans including inulin. In: NOLLET, L. M. L.; TOLDRÁ, F. (Ed.) **Handbook of Analysis of Active Compounds in Functional Foods**. Boca Raton: CRC Press, Cap. 24, 2012. p.561-581.

KASHI. Disponível em: <<http://www.kashi.com/>>. Acesso em: 01 nov. 2011.

KLEESSEN, B. SCHWARZ, S. et al. Jerusalem artichoke and chicory inulin in bakery products affect faecal microbiota of healthy volunteers. **British Journal of Nutrition**. v. 98, p. 540-549, 2007.

MACKIE R.I.; SGHIR, A.; GASKINS, H.R. Developmental microbial ecology of the neonatal gastrointestinal tract. **American Journal of Nutrition**. v. 69 (Suppl.), 1999. p. 1035S-1045S.

MARTÍNEZ, G. P.; BÄUERL, C.; AMORES, M. C. C. Selection and Evaluation of Probiotics. In: NOLLET, L. M. L.; TOLDRÁ, F. (Ed.) **Handbook of Analysis of Active Compounds in Functional Foods**. Boca Raton: CRC Press, Cap. 27, 2012. p.607-640.

MATHAI, K. Nutrição na idade adulta. In: MAHAN, L. K.; Escott Stump S. Editor. Krause – **Alimentos, Nutrição e dietoterapia**. 11^a Ed. São Paulo: Roca: 2005. Cap 12, p. 288-303.

MATHEUS, A. S. Cólon Intestinal humano. Disponível em: <<http://www.asmatheus.com.br/cancerretal.html>>. Acesso em 11 mar. 2013.

MELO, E. A. Efeitos benéficos dos alimentos probióticos e prebióticos. **Revista de Nutrição Brasileira**. v. 3, n. 3, p. 174-179, 2004.

MENEZES, et al. Codex dietary fibre definition – Justification for inclusion of carbohydrates from 3 to 9 degrees of polymerisation. **Food Chemistry**, n. 140, p. 581-585, 2013.

MEYER, D.; TUNGLAND, B. Non-digestible oligosaccharides and polysaccharides: their physiological effects and health implications. In: McCLEARY B. V.; PROSKY, L. **Advanced dietary fibre technology**. Iowa: Blackwell Science Ltda. Cap 39, p. 455-468, 2003.

MODEST growth for global probiotic market. **FoodProcessing.com**. [2009?] Disponível em: <<http://www.foodprocessing.com/articles/2008/383.html>>. Acesso em: 29 ago. 2011.

MURPHY, P. Countlines and cereal bars. In: JACKSON, E. B.; **Sugar Confectionery Manufacture**. Cambridge: Chapman & Hall, 1995. Cap. 13, p. 287-297.

NINESS, K. R. Inulin and oligofructose: what they are? **The Journal of Nutrition**. v. 129, n. 7, p. 1402S – 1406S, 1999.

NESTLÉ. Disponível em: <http://www.nestle.com.br/site/marcas/mucilon/tradiconal/tradicional_arroz.aspx>. Acesso em: 01 nov. 2011.

NUTRY ATIVA. **Eu quero viver bem**. Disponível em: <http://www.euquerviverbem.com.br/index.php?pagina=produtos&utm_source=nutry_institucional_google&utm_medium=cpc&utm_campaign=nutryativa&gclid=CP7RuKDRmKwCFYHu7Qo dpWmMLg>. Acesso em: 10 set. 2011.

O'BRIEN, J.; CRITTENDEN, R.; OUWEHAND, A.C., SALMINEN, S. Safety evaluation of probiotics. **Trends in Food Science Technology**, Amsterdam, v.10, p. 418-424, 1999.

O'NEILL, J. The lifelong benefits of inulin and oligofructose. **Cereal Foods World**. v. 53, n. 2, p. 65-68, 2008.

OUWEHAND, A. C.; KURVINEN, T.; RISSANEN, P. Use of probiotic bifidobacterium in a dry food matrix, an in vivo study. **International Journal of Food Microbiology**. n. 95, p. 103-106, 2004.

PALAZZOLO, G. Cereal bars: They're not just for breakfast anymore. **Cereal Foods World**. v. 48, n. 2, p. 70-72, 2003.

PÓVOA, H. A. **Chave da longevidade**: novos tratamentos para a prevenção de doenças, técnicas para retardar o envelhecimento, a revolução da medicina ortomolecular. Rio de Janeiro: Objetiva; 2001. 296p.

PROSKY, L. What is dietary fibre? A new look at the definition. In: McCLEARY B. V.; PROSKY, L. **Advanced dietary fibre technology**. Iowa: Blackwell Science Ltda, 2003. Cap 06, p. 63-72.

RAFTER J. et al. Dietary synbiotics reduce cancer risk factors in polypectomized and colon cancer patients. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 85, n. 2, p. 488-96, 2007.

RASTALL, R. A. Galacto-oligosaccharides as prebiotic food ingredients. In: GIBSON, G. R.; RASTALL, R. A. (Ed). **Prebiotics** – development and application. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd, 2006. Cap. 5, p. 101-109.

ROBERFROID, M. B.; Caloric value of inulin and oligofructose. **The Journal of Nutrition**, v. 129, n. 7, p. 1436S-1437S, 1999.

ROBERFROID M. B. Functional foods: concepts and application to inulin and oligofructose. **British Journal of Nutrition**, v. 87 (Suppl 2), S139 – S143, 2002.

ROBERFROID, M. et al. Prebiotic concept and health. **British Journal of Nutrition**, v. 104, n. 4 (Suppl), S1-S63, 2010.

ROSS, R. P. et al. Overcoming the technological hurdles in the development of probiotic foods. **Journal of Applied Microbiology**, v. 98 p. 1410-1417, 2005.

SAAD, S. M. I.; BEDANI, R.; MAMIZUKA, E. M. Benefícios à saúde dos probióticos e prebióticos. In: SAAD, S. M. I.; CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F. (Ed.) **Probióticos e prebióticos em alimentos** – fundamentos e aplicações tecnológicas. São Paulo: Varela, 2011. Cap. 02, p. 51-84.

SAARELA, M. et al. Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties. **Journal of Biotechnology**, Amsterdam, v.84, p.197-215, 2000.

SALMIEN, S. LOVEREN, H. V. Probiotics and prebiotics: health claim substantiation. **Microbial Ecology in Health & Disease**, v. 23: 18568, 2012.

SALMINEN, S. et al. Demonstration of safety of probiotics: a review. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 44, p.93-106, 1998.

SANDERS, M. E. How do we know when something called “probiotic” is really a probiotic? A guideline for consumers and health care professionals. **Functional Food Reviews**, v.1, n. 1, p. 3-12, 2009.

SANGWAN, V. et al. Galactooligosaccharides: novel components of designer foods. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 4, p. 103-111, 2011.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. et al. Principais materiais plásticos para embalagens flexíveis. In: _____. **Embalagens plásticas flexíveis: principais polímeros e avaliação de propriedades**. Campinas: CETEA/ITAL, 2002. Cap. 01, p. 1-42.

SCHREZENMEIR, J.; DE VRESE, M. Probiotics, prebiotics, and synbiotics – approaching a definition. **American Journal of Clinical Nutrition**. v. 73 (Suppl.), p. 361S-364S, 2001.

SCHMID, K. et al. Development of probiotic food ingredients. In: GOKTEPE, I.; JUNEJA, V. K.; AHMEDNA, M. (Ed.) **Probiotics in food safety and human health**. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2006. 494 p.

SEARBY, L. The challenges of synbiotics. **Functional Foods and Nutraceuticals**, v. 57, p. 18-20, 2006.

SEGMENTO de barras de cereais atrai empresas. **Mercado Mineiro**. 2006. Disponível em <<http://www.mercadomineiro.com.br/vernoticia.jsp?cod=2176>>. Acesso em: 18 ago. 2011.

SENOK, A. C.; ISMAEEL, A. Y.; BOTTA, G. A. Probiotics: facts and myths. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 11, n. 12, p. 958-966, 2005.

SHAH, N. P.; Functional cultures and health benefits. **International Dairy Journal**, n. 17, p. 1262-1273, 2007.

SILVA, L. P.; WALTER, M. In: NOLLET, L. M. L.; TOLDRÁ, F. (Ed.) **Handbook of Analysis of Active Compounds in Functional Foods**. Boca Raton: CRC Press, Cap. 23, 2012. p.546-559.

SIRÓ, I. et al. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance – A review. **Appetite**. v. 51, p. 456-467, 2008.

TANNOCK, G.W. et al. Analysis of fecal microflora of human subjects consuming a prebiotic containing *Lactobacillus rhamnosus* DR20. **Applications Enviromental Microbiology**, v. 66, p. 2578-2588, 2000.

TEEN, A. Cereal bars. **Prepared Foods**. July 2008. Disponível em: <<http://www.preparedfoods.com/articles/article-cereal-bars-july-2008>>. Acesso em: 18 ago. 2011.

VAN LOO, J. Inulin-type fructans as prebiotics. In: GIBSON, G. R.; RASTALL, R. A. **Prebiotics – development and application**. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd, 2006. Cap. 3, p. 57-100.

VINDEROLA, C. G.; BAILO, N.; RENHEIMER, J. A. Survival of probiotic microflora in Argentinian yoghurts during refrigerated storage. **Food Research International**, v. 33, p. 97-102, 2000.

VIERHILE, T. New product trends in cereals and cereals bars. **Prepared Foods**, v. 180, n. 3, p. 61-62, 64, 66-67, March 2011.

WILLIAMSON, C. Functional foods: what are the benefits? **British Journal Community Nursing**, v. 14, n. 6, p. 230–236, Jun. 2009.

YOG ACTIVE. Disponível em: <<http://www.yogactive.com/>>. Acesso em: 01 nov. 2011.

ZONIS, S. Probiotic Foods: 2008 Update. **The Nibble Magazine**. Disponível em: <http://www.thenibble.com/reviews/nutri/probiotic-foods7.asp>>. Acesso em: 10 fev. 2011.

CAPÍTULO 2. ESTUDO DE BARRAS DE CEREAIS COMERCIALIZADAS NA CIDADE DE CAMPINAS, SP, BRASIL

CAPÍTULO 2. ESTUDO DE BARRAS DE CEREAIS COMERCIALIZADAS NA CIDADE DE CAMPINAS, SP, BRASIL

RESUMO

Barras de cereais são produtos multicomponentes, em que a diversidade de ingredientes pode interferir na qualidade do produto, especialmente em sua estabilidade e tempo de armazenamento. Para avaliar a qualidade de barras de cereais comerciais, foram estudados parâmetros físicos e físico-químicos (atividade de água, pH e firmeza instrumental), além da rotulagem nutricional, de sete marcas de barras de cereais comercializadas na cidade de Campinas/SP. Como critério de escolha das marcas considerou-se a acessibilidade à compra em diferentes regiões do país e em diversos pontos de venda, para uma melhor representatividade nacional (perfil) do produto. Com relação aos aspectos de rotulagem, as barras mostraram-se em conformidade com as legislações brasileiras vigentes, exceto quanto às instruções nutricionais complementares do conteúdo de fibras que sofreram alterações por meio da RDC nº 54/2012, posteriores à produção e distribuição ao varejo local das marcas estudadas. Os valores de atividade de água, entre 0,39 e 0,62, caracterizaram a maioria das barras como microbiologicamente estáveis. Para o pH, os valores variaram de $4,52 \pm 0,02$ a $6,74 \pm 0,04$, influenciados pelo tipo de sabor. A firmeza instrumental foi avaliada pela força de cisalhamento e também pela força de tensão, com valores entre $27,39 \pm 3,19$ N a $97,61 \pm 12,59$ N e $9,57 \pm 1,27$ N a $66,30 \pm 8,02$ N, respectivamente. A diversidade de texturas permite às indústrias processadoras possibilidades de criação de novas formulações, inclusive com sabores diferenciados e adicionadas de ingredientes funcionais. A ausência de um padrão de identidade e qualidade para barras de cereais traduziu-se na variabilidade dos resultados das amostras, o que não é negativo, desde que haja aceitação sensorial e intenção de compra por parte dos consumidores.

Palavras-chave: rotulagem nutricional, parâmetros de qualidade, textura instrumental.

ABSTRACT

Cereal bars are multicomponent products, in which the diversity of ingredients can interfere with product quality, especially in stability and storage time. To evaluate the quality of commercial cereal bars, physical and physico-chemical parameters (water activity, pH and instrumental firmness) of seven brands of cereal bars marketed in the city of Campinas/SP were studied, in addition to nutrition labeling. As a criterion of choice of the brands, the ease of purchasing in different regions of the country and in several sale outlets were considered, for a better national representation (profile) of the product. With regard to labeling aspects, the bars were in accordance with the generally prevailing Brazilian legislation, except when referring to the complementary nutritional guidelines modified through RDC nº 54/2012, post-production and distribution to local retail of the brands studied. The values of water activity found were between 0.39 and 0.62, defining most of the bars as microbiologically stable. The pH values ranged from 4.52 ± 0.02 to 6.74 ± 0.04 , influenced by the type of flavor. The instrumental firmness was evaluated by shear force and also by strain force, with values between 27.39 ± 3.19 and 97.61 ± 12.59 N and between 9.57 ± 1.27 and 66.30 ± 8.02 N, respectively. The diversity of textures allows processing industries possibilities of creating new formulations, including different flavors and added functional ingredients. The lack of a standard for cereal bars translates into variability, which is not negative, as long as there is positive acceptance by consumers.

Keywords: nutrition labeling, quality parameters, instrumental texture.

1. INTRODUÇÃO

As barras de cereais são produtos multicomponentes e, podem ser formados por diversos tipos de cereais, castanhas e frutas, adicionados de ingredientes ligantes como xaropes de glicose, mel e açúcares. Podem apresentar textura macia ou crocante (MURPHY, 1995). Estão disponíveis nas versões tradicional doce ou salgada ou ainda *light* ou *diet*. As barras energéticas também se destacam no cenário mundial (PADMASHREE et al., 2012).

A variação na textura das barras de cereais deriva, sobretudo, do tipo de processamento a que as barras são submetidas. Agentes ligantes também exercem influência e nas barras de textura macia (*chewy*), agentes anticristalizantes fazem-se necessários. No processo de fabricação das barras de cereais, os ingredientes ligantes são adicionados para agregar os ingredientes secos e formar uma massa que após ser laminada e resfriada está pronta para o corte e armazenamento. As barras crocantes (*crunchy*), após a laminação, são assadas, tendo menor teor de umidade que as barras macias (MURPHY, 1995; FERREIRA, LIMA e RODRIGUES, 2007; GOMES-RUFFI e CRUZ, 2011).

As barras de cereais surgiram como uma alternativa aos confeitados tradicionais e apresentam alto potencial de inovação, possibilitando a incorporação de ingredientes funcionais (DUTCOSKI et al., 2006; GUTKOSKI et al., 2007; CAPRILES, 2009). Cereais, sementes e castanhas contribuem com expressivas concentrações de fibras, proteínas, vitaminas, minerais e sabor. A escolha adequada dos ingredientes e suas concentrações é necessária para garantir valores nutritivos e ainda, manter o equilíbrio entre o sabor e a vida de prateleira (GUTKOSKI, 2007).

A associação entre barras de cereais e alimentos saudáveis é uma tendência no setor de alimentos (GUTKOSKI et al., 2007). Os consumidores se

interessam por barra de cereais por ser uma forma prática e conveniente de ingerir nutrientes, de preço acessível e fácil transporte (MOURÃO, 2008).

Conhecer as características das barras de cereais comercializadas no Brasil auxilia no desenvolvimento de inovações para esse produto, uma vez que existem muitas variações, em especial na textura. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar barras de cereais comercializadas nacionalmente, em seus aspectos de rotulagem nutricional e parâmetros físicos e físico-químicos (atividade de água, pH e firmeza instrumental) importantes para a qualidade do produto no que se refere à estabilidade e ao tempo de armazenamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

2.1.1 Barras de Cereais Comerciais

Para a avaliação das barras de cereais comerciais foram selecionadas seis marcas de barras de cereais tipo *chewy* (macia e mastigável) e uma marca tipo *crunchy* (crocante), comercializadas na cidade de Campinas/SP e adquiridas no varejo local em fevereiro de 2012. As barras estavam acondicionadas em embalagens primárias laminadas e em embalagens secundárias de papelão conhecidas como caixetas, contendo três unidades cada. O critério escolhido para a seleção das marcas foi a acessibilidade à compra em diferentes regiões do país e em diversos pontos de venda, para uma melhor representatividade nacional (do perfil) do produto.

Na impossibilidade de avaliar uma única versão (tradicional, por exemplo) ou um único sabor de barra de cereais, em razão das particularidades de cada marca, barras de diferentes sabores e versões foram avaliadas. As amostras receberam a seguinte codificação: **BC_1** (castanha do Brasil e ameixa), **BC_2** (aveia e mel), **BC_3** (morango, versão *light*), **BC_4** (banana), **BC_5** (ameixa com fruto-oligossacarídeo), **BC_6** (laranja e acerola), **BC_7** (banana, aveia e mel, versão *light*), **BC_8** (banana, aveia e mel, versão *light*). Ressalta-se que as amostras **BC_4** e **BC_5** são produtos de uma mesma empresa.

2.2 Métodos

2.2.1 Caracterização dos Rótulos das Barras de Cereais Comerciais

As sete marcas de barras de cereais comerciais tiveram seus rótulos avaliados quanto à lista de ingredientes, informação nutricional e alegação de conteúdo.

2.2.2 Avaliação Física e Físico-química das Barras de Cereais Comerciais

As diferentes marcas de barras de cereais comerciais tiveram como parâmetros avaliados: a atividade de água (Aa), o pH e a firmeza instrumental, conforme descrito nos subitens 2.2.2.1, 2.2.2.2 e 2.2.2.3, respectivamente.

2.2.2.1 Atividade de Água (Aa)

A determinação da atividade de água das barras de cereais foi realizada por medida direta em higrômetro modelo CX-2T (AquaLab, Pullman, EUA) à temperatura constante ($25,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,30$), em quadruplicata.

2.2.2.2 pH

Para a análise de pH, as barras de cereais foram trituradas em *blender* (liquidificador) profissional de alta performance modelo OBL 10/2 (Oxy, Santana de Parnaíba/SP) até assemelharem-se com farinhas e em seguida foram analisadas. O pH foi determinado através de leitura direta das amostras suspensas em água destilada (proporção 1 g amostra: 25 mL de água), em pH-

metro modelo DM 20 (Digimed, São Paulo/SP), calibrado a cada utilização com soluções tampão de pH 4,0 e pH 7,0. Os resultados são médias de três leituras.

2.2.2.3 Firmeza Instrumental

O parâmetro firmeza, caracterizado por moderada resistência à deformação, foi avaliado em equipamento texturômetro (*Stable Micro Systems TA-XT2i Texture Analyser*, Godalming/Surrey, UK). A medição foi feita através da força de resistência ao corte (teste de cisalhamento), medida em força Newton (N), utilizando-se o *probe Blade Set Knife* (HDP/BSK) e também através da resistência à flexão (teste de tensão), fazendo-se uso do *probe Three Point Bend Rig* (HDP/3PB), ambos em plataforma HDP/90 (STABLE MICRO SYSTEMS, 1997).

As especificações foram retiradas do guia de estudos aplicados (TA-XT2 *Application Study*) e modificadas para barras de cereais, ampliando-se os valores de velocidade para reduzirem-se os ruídos dos testes. Para o *probe* HDP/BSK foram utilizadas as especificações para biscoitos (REF: BIS2/KB): velocidades de 1,0 mm/s para pré-teste, teste e pós-teste e ainda 20 mm de distância (distância que o *probe* percorre após atingir a amostra). Para o *probe* HDP/3PB, as especificações foram baseadas no produto biscoito/*cookie* (REF: BIS4/3PB): velocidades de 1,0 mm/s (pré-teste), 3,0 mm/s (teste) e 10,0 mm/s (pós-teste) e ainda 25 mm de distância (distância que o *probe* percorre após atingir a amostra).

O teste de cisalhamento é aplicado a diversos produtos e muito comum em barras de cereais. O teste de tensão é mais comum em chocolates e produtos crocantes e a presença de uma marca de barras de cereais crocantes motivou a utilização deste teste (KILCAST, 2004; LU, ABBOT, 2004; TA.XT *Plus*, 2005; KIM et al., 2009; GREVE et al., 2010).

Os resultados representam a média de dez determinações, tanto para a força de resistência ao corte, quanto para a força de resistência à tensão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização dos Rótulos das Barras de Cereais Comerciais

A rotulagem dos alimentos é considerada uma importante ferramenta de saúde pública (BRASIL, 2012a). Segundo a RDC nº 259/2002 (BRASIL, 2002), rotulagem de alimentos é “toda inscrição, legenda, imagem ou toda matéria descritiva ou gráfica, escrita, impressa, estampada, gravada, gravada em relevo ou litografada ou colada sobre a embalagem do alimento”.

Oito amostras de barras de cereais comerciais tiveram seus rótulos avaliados quanto à lista de ingredientes, informação nutricional e alegação de conteúdo. Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Os produtos encontraram-se em conformidade com o Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados (BRASIL, 2002) quanto à denominação de venda do alimento (barra de cereais), lista de ingredientes, conteúdo, identificação da origem, nome ou razão social e endereço do importador (distribuidor ou produtor), identificação do lote e prazo de validade (mês e ano por ter validade superior a três meses). A amostra **BC_2**, embora de origem americana, apresenta o rótulo com dizeres no idioma português com caracteres de tamanho, realce e visibilidade adequados, conforme a exigência legal. De acordo com este regulamento, na lista de ingredientes, os mesmos devem constar em ordem decrescente, da respectiva proporção. Quando um ingrediente composto for um alimento (formado por mais de um ingrediente), devem-se declarar os ingredientes entre parênteses seguindo a mesma regra, desde que representem mais de 25 % do alimento. Nas barras avaliadas, os ingredientes com descrição entre parênteses foram os flocos de cereais, os flocos de arroz e a granola (para as amostras **BC_1**, **BC_4**, **BC_5**, **BC_6**, **BC_7** e **BC_8**) e ainda o preparado de morango (para a amostra **BC_3**).

A amostra **BC_4** incluiu entre parênteses os percentuais utilizados de cereais (35 %) e da fruta banana (17 %). A amostra **BC_7** descreveu que a banana de sua formulação era de dois tipos: passa e polpa, indicando também entre parênteses. A amostra **BC_3** na parte frontal da embalagem informou que sua barra contém 15 % de frutas.

Tabela 1. Caracterização dos rótulos das barras de cereais comerciais

AMOSTRAS	SABOR	LISTA DE INGREDIENTES	INFORMAÇÃO NUTRICIONAL E ALEGAÇÃO DE CONTEÚDO
BC_1	Ameixa e castanha do Pará	Xarope de glicose, açúcar, flocos de arroz (farinha de arroz, açúcar, extrato de malte e sal), aveia em flocos, castanha do Brasil, ameixa desidratada, clara de ovo pasteurizada, goma acácia, polidextrose, sal, aromatizante idêntico ao natural, acidulante ácido cítrico e antioxidante TBHQ (INS 319). Contém glúten.	Fonte de fibras; Não contém gorduras <i>trans</i> ; Contém aromatizante sintético idêntico ao natural; Não expor ao calor, umidade e luz solar.
BC_2	Aveia e mel	Grãos inteiros de aveia, açúcar, óleo de girassol, água, mel, sal, xarope de açúcar mascavo, amêndoas picadas, amendoim picado, emulsificante lecitina de soja (INS 322) e regulador de acidez bicarbonato de sódio (INS 500ii). Contém glúten.	Barra de granola crocante (<i>crunchy</i>); Fonte de fibras; Sem gorduras <i>trans</i> ; Feito com grãos inteiros de aveia; Promessa da empresa - a barra de granola que dá a energia natural para uma vida ativa. Produto integral - devido ao estilo ativo que todos nós temos, sabemos da necessidade de consumir alimentos saudáveis como frutas e vegetais que contêm nutrientes e são fontes de energia. Por isso é importante incorporar alimentos que contenham grãos inteiros que são fontes de fibra e proteína.

BC_3	Morango (<i>light</i> – 32% menos gorduras)	Aveia em flocos, flocos de trigo, xarope de glicose, preparado de morango (polpa de morango, farinha de arroz, açúcar invertido, acidulante ácido cítrico e aromatizantes), flocos de arroz, cevada em flocos, oleína de palma, gordura vegetal, sal, estabilizante povidexrose, umectantes sorbitol e glicerol, emulsificantes monoesterato de glicerila e lecitina de soja, aromatizantes, acidulante ácido cítrico, antioxidante tocoferol e corante natural carmim cochonilha. Contém glúten.	Com cereal integral; Rico em fibras; 15 % de fruta; Este produto apresenta redução de 32 % de gorduras totais quando comparado às médias dos produtos similares existentes no mercado brasileiro; Cereal integral é muito mais que fibra! Além da fibra, o cereal integral conserva todas as partes do grão e seus nutrientes. Inclua no seu dia-a-dia alimentos com cereais integrais para uma alimentação mais equilibrada.
BC_4	Banana	Xarope de glicose, cereais (35%): aveia e flocos de cereais (farinhas de arroz e de milho, açúcar, maltodextrina, extrato de malte e sal), banana (17%), açúcar invertido, povidexrose, gordura de palma, sal, óleo de milho, antioxidantes lecitina de soja INS 322 e mistura de tocoferóis INS 306. Contém glúten.	Fonte de fibras; Cereal integral/aveia; Pedaços de fruta; A marca nasceu de um projeto que teve como objetivos ajudar no projeto de desenvolvimento da sustentabilidade das comunidades que extraem castanha-do-Pará da Amazônia; A marca está em dia com o planeta carbono neutro. A empresa se preocupou em ser a 1ª indústria brasileira de alimentos que neutraliza o carbono que é emitido na fabricação dos seus produtos da linha de barra de cereais; Antes 75 g, agora 66 g, redução de 12,5 %.

BC_5	Ameixa	Flocos de cereais (farinhas de arroz e de milho, açúcar, maltodextrina, extrato de malte e sal), ameixa desidratada, aveia em flocos, fruto-oligossacarídeos, xarope de glicose, açúcar mascavo, óleo de milho, açúcar invertido, goma acácia, sal, estabilizante lecitina de soja, acidulante ácido cítrico e antioxidante mistura concentrada de tocoferóis. Contém glúten. Pode conter traços de amêndoas, castanhas do Pará, nozes e leite.	Alto teor de fibras; Cereal integral/aveia; Pedaços de fruta; O nutriente FOS contribui para o equilíbrio da flora intestinal (Benefício aprovado pelo Ministério da Saúde); “Os fruto-oligossacarídeos – FOS – contribuem para o equilíbrio da flora intestinal e seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e a hábitos de vida saudáveis.” Estudos científicos comprovam que o consumo de 1 barra por dia durante 21 dias, ajuda a regular o funcionamento do intestino.
BC_6	Laranja e acerola	Mix de cereais e frutas [granola (flocos de aveia, açúcar, farelo de trigo, flocos de cevada, flocos de trigos, mel, flocos de arroz, açúcar mascavo e aromatizante), aveia em flocos, flocos de arroz (farinha de arroz, açúcar, malte e sal), laranja desidratada e acerola desidratada], xarope de glicose, mel, castanha de caju, inulina, açúcar, gordura de palma, sal, umectantes: glicerina e sorbitol, estabilizantes: xarope de maltitol e lecitina de soja, aromatizantes e antioxidantes: butil hidroxianisol (BHA), butil hidroxitolueno (BHT). Contém glúten.	Feito com aveia de marca própria. 0% de gorduras <i>trans</i>. Rico em fibras.

BC_7	Banana, aveia e mel (<i>light</i>)	Aveia em flocos, banana (passa e polpa), flocos de arroz, xarope de glicose, açúcar, flocos de cereais (trigo, arroz, milho e aveia), gordura vegetal de palma, mel, estabilizante maltitol, aroma sintético idêntico ao natural de banana. Corantes naturais de clorofila, carmim de cochonilha e urucum, acidulante ácido cítrico. Contém glúten.	Fonte de fibras. 84 kcal por porção. <i>Light</i> (50% menos gordura). Livre de gorduras <i>trans</i> .
BC_8	Banana, aveia e mel (<i>light</i>)	Glucose, flocos de três cereais (arroz, trigo e cevada), maltodextrina, aveia em flocos, purê de banana, banana passa, mel, óleo de palma, sal, emulsificante lecitina de soja, bicarbonato de sódio, vitaminas C e E e antioxidante natural tocoferol. Contém glúten.	Fonte de vitaminas C e E. Quando comparado a três barras de cereais tradicionais sabor banana existentes no mercado nacional este produto apresenta 59 % de redução de gordura total.

A declaração dos aditivos alimentares como parte final da lista de ingredientes (Tabela 1) deve incluir sua função principal no alimento, por exemplo: estabilizante polidextrose, umectantes sorbitol e glicerol, emulsificantes monoesterato de glicerila e lecitina de soja, aromatizantes, acidulante ácido cítrico, antioxidante tocoferol e corante natural carmim cochonilha (apresentados pela amostra **BC_3**). Na lista deve constar o nome completo do aditivo alimentar ou seu número INS (Sistema Internacional de Numeração, *Codex Alimentarius* FAO/OMS), ou ambos, como apresentado pela amostra **BC_2**: emulsificante lecitina de soja (INS 322) e regulador de acidez bicarbonato de sódio (INS 500ii) (BRASIL, 2002).

As informações adicionais são permitidas desde que não induzam o consumidor ao erro e que não atribuam efeitos ou propriedades que não possam ser demonstradas (BRASIL, 2002), como visto nas embalagens das amostras **BC_2**, **BC_3**, **BC_4** e **BC_5** sobre a importância de uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis, bem como sobre os benefícios dos cereais integrais.

A amostra **BC_4** informa aos seus consumidores a motivação para a criação da marca e expõe sua preocupação com a sustentabilidade ambiental, uma das tendências para a alimentação até 2020 (FIESP/ITAL, 2010). A amostra adicionada de fruto-oligossacarídeos **BC_5**, apresenta a alegação funcional permitida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2008) quando presente em concentrações iguais ou superiores a 3,0 g/porção. A informação “Os fruto-oligossacarídeos – FOS – contribuem para o equilíbrio da flora intestinal e seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e a hábitos de vida saudáveis” está vinculada à comprovação científica, indicada na embalagem: “estudos científicos comprovam que o consumo de 1 barra por dia durante 21 dias, ajuda a regular o funcionamento do intestino”, em conformidade com a RDC nº 259/2002 (BRASIL, 2002).

A inulina, assim como os fruto-oligossacarídeos e outros oligossacarídeos (polidextrose, lactulose) são considerados fibras prebióticas e auxiliam na manutenção do equilíbrio da microbiota intestinal por favorecerem a multiplicação de bactérias benéficas. No entanto, a Legislação Brasileira (BRASIL, 2008) só permite o uso desta

alegação funcional quando o alimento sólido possui 3 g ou mais do ingrediente prebiótico por porção.

Os ingredientes prebióticos, além da função nutricional de atuarem como fibras, sem comprometer o sabor e a textura, possuem ainda função tecnológica; podendo ser substitutos de macronutrientes (gordura e açúcar). Proporcionam corpo e palatabilidade semelhantes aos produtos com menor valor calórico. A inulina e os fruto-oligossacarídeos apresentam intensidade de dulçor menor que a da sacarose, de 0,3 a 0,6 vezes (COUSSEMENT, 1999; NINESS, 1999; ROBERFROID, 1999)

Diferentemente da amostra **BC_5**, a amostra **BC_6**, lista a inulina como um de seus ingredientes sem fazer uso da alegação funcional acerca de seus benefícios para a flora intestinal. Possivelmente, a inulina foi utilizada com função tecnológica primordialmente e seu nível foi insuficiente para permitir a alegação. Não se pode afirmar que o maior valor de fibras (2,0 g / porção) da amostra **BC_6**, quando comparado às amostras **BC_1**, **BC_2**, **BC_4**, **BC_7** e **BC_8**, está associado à adição de inulina. A formulação das barras é diferente e outros ingredientes, em especial os cereais integrais, também contribuem para o percentual de fibras.

Todas as amostras avaliadas apresentaram a informação de **contém glúten** em destaque, após a lista de ingredientes, em acordo com Lei nº 10.674/2003, que obriga a inclusão da advertência “contém glúten” ou “não contém glúten”, conforme o caso, nos rótulos de produtos industrializados (BRASIL, 2003), garantindo a informação aos portadores de doença celíaca. Para os portadores da doença celíaca a ingestão de produtos que contém glúten prejudica a superfície da mucosa do intestino, dificultando a absorção de nutrientes pelo organismo (RAMOS; PIEMOLINI-BARRETO; SANDRI, 2012). São fontes de glúten nas barras avaliadas, os cereais: aveia, cevada e trigo (KAGNOFF, 2005).

A rotulagem nutricional informa ao consumidor as propriedades nutricionais do alimento e deve conter, obrigatoriamente e por porção, a declaração de valor energético e dos seguintes nutrientes: carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas,

gorduras *trans*, fibra alimentar e sódio (BRASIL, 2003c). A Tabela 2 apresenta a informação nutricional obrigatória por porção, das oito amostras avaliadas.

Tabela 2. Informação nutricional das barras de cereais comerciais **por porção***

Informação Nutricional	Amostras							
	BC_1	BC_2	BC_3	BC_4	BC_5	BC_6	BC_7	BC_8
	25 g*	21 g*	21 g*	22 g*	25 g*	24 g*	25 g*	22 g*
Valor Energético	94 kcal (392 kJ)	93 kcal (391 kJ)	63 kcal (265 kJ)	84 kcal (353 kJ)	78 kcal (382 kJ)	87 kcal (382 kJ)	84 kcal (382 kJ)	68 kcal (286 kJ)
Carboidratos	19,0 g	13,0 g	11,0 g	18,0 g	14,0 g	15,0 g	17,0 g	15,0 g
Proteínas	1,3 g	1,7 g	1,4 g	1,0 g	0,9 g	1,6 g	1,2 g	0,9 g
Gorduras Totais	1,9 g	3,4 g	1,4 g	1,1g	2,0 g	2,1 g	1,7 g	0,7 g
Gorduras Saturadas	0,4 g	0,4 g	0,5 g	0,3 g	0,3 g	0,7 g	0 g	0,2 g
Gorduras <i>Trans</i>	0 g	0 g	Não contém	0 g	0 g	0 g	0 g	0 g
Gorduras Monoinsaturadas	---	2,3 g	0,4 g	0,2 g	---	---	1,3 g	---
Gorduras Poli-insaturadas	---	0,6 g	0,2 g	0,5 g	---	---	0,4 g	---
Colesterol	---	0 mg	0 mg	---	---	---	0 mg	---
Fibra Alimentar	1,1 g	1,3 g	4,4 g	1,0 g	4,5 g	2,0 g	1,2 g	0,5 g
Fibra Solúvel	---	0,4 g	---	---	---	---	---	---
Fibra Insolúvel	---	0,9 g	---	---	---	---	---	---
Fruto-oligossacarídeo	----	----	---	---	3,0 g	---	---	---
Sódio	67 mg	71 mg	27 mg	16 mg	30 mg	30 mg	37 mg	58 mg
Vitamina C	---	---	---	---	---	---	---	2,2 mg
Vitamina E	---	---	---	---	---	---	---	0,5 mg

* A porção equivale a uma barra, cujo peso variou de 21 a 25 g para as barras avaliadas.

Foi verificada variabilidade das marcas em relação à massa das porções (em gramas) que variaram de 21 g a 25 g. A RDC nº 359/2003 (BRASIL, 2003b) prevê porções de 30 g para as barras de cereais com até 10 % de gordura e até 150 kcal. A porção deve ser de 20 g e ter até 100 kcal quando o teor de gordura for superior a 10 %. Para a comparação entre as amostras, a Tabela 3 apresenta os mesmos dados em g/100 g. Sete das oito amostras apresentaram teor de gordura inferior a 10 %, estando corretas as quantidades de suas porções. Somente a barra de cereais **BC_2**, com teor de gordura de 16 % deveria ter sua porção limitada a 20 g. No entanto, a mesma Resolução (nº 359/2003) permite uma variação de ± 30 % sobre o valor da porção, garantindo às marcas de barras de cereais avaliadas, a legalidade. Cabe ressaltar que, porção é a quantidade média do alimento que deveria ser consumida por pessoas saudáveis, maiores de 36 meses de idade, em cada ocasião de consumo, com a finalidade de promover uma alimentação saudável.

Para tratar os termos da informação nutricional complementar (INC) “fonte de”, “rico em” “alto teor de”, *light*, “livre de gorduras trans”, “0 % de gorduras *trans*”, “sem gorduras *trans*” e “não contém gorduras *trans*” foi utilizada a Resolução de nº 54/2012 (BRASIL, 2012b), que revogou a Portaria de nº 27/1998 (BRASIL, 1998), tendo o cuidado de expressar as alterações, pois as embalagens analisadas datam de fevereiro de 2012, portanto, anterior à resolução de novembro do mesmo ano.

As barras de cereais que apresentaram a designação “fonte de fibras” (amostras **BC_1**, **BC_2**, **BC_4** e **BC_7**), “rico em fibras” (amostras **BC_3** e **BC_6**) e ainda, “alto teor de fibras” (**BC_5**), valeram-se dos percentuais expressos na Portaria de nº 27/1998. Os percentuais de fibras alimentares para as oito amostras estudadas (em g/100 g) podem ser vistos na Tabela 3, e os termos utilizados para expressá-los são pertinentes (BRASIL, 1998). A Portaria de nº 27/1998 diz que um alimento sólido para ser “fonte de fibras” deve ter um mínimo de 3 g/100 g e para ser considerado “rico” ou “alto teor de fibras”, um mínimo de 6 g/100 g.

Tabela 3. Informação nutricional das barras de cereais comerciais **por 100 g**

Informação Nutricional (por 100g)	Amostras							
	BC_1	BC_2	BC_3	BC_4	BC_5	BC_6	BC_7	BC_8
Valor Energético	376 kcal (1568 kJ)	443 kcal (1851 kJ)	315 kcal (1317 kJ)	382 kcal (1604 kJ)	312 kcal (1528 kJ)	362 kcal (1515 kJ)	336 kcal (1528 kJ)	309 kcal (1292 kJ)
Carboidratos	76 g	62 g	55 g	82 g	56 g	63 g	68 g	68 g
Proteínas	5,2 g	8,1 g	7,0 g	4,5 g	3,6 g	6,7 g	4,8 g	4,1 g
Gorduras Totais	7,6 g	16 g	6,7 g	5,0 g	8,0 g	8,7 g	6,8 g	3,2 g
Gorduras Saturadas	1,6 g	1,9 g	2,5 g	1,4 g	1,2 g	2,9 g	0 g	0,9 g
Gorduras Trans	0 g	0 g	---	0 g	0 g	0 g	0 g	0 g
Gorduras Monoinsaturadas	---	11 g	2,0 g	0,9 g	---	---	5,2 g	---
Gorduras Poli-insaturadas	---	2,9 g	1,0 g	2,3 g	---	---	0,8 g	---
Colesterol	---	0 g	---	---	---	---	0 g	---
Fibra Alimentar	4,4 g	6,2 g	22 g	4,9 g	18 g	8,3 g	4,8 g	2,3 g
Fibra Solúvel	---	1,9 g	---	---	---	---	---	---
Fibra Insolúvel	---	4,3 g	---	---	---	---	---	---
Fruto-oligossacarídeo	---	---	---	---	12 g	---	---	---
Sódio	268 mg	338 mg	135 mg	73 mg	120 mg	125 mg	148 mg	264 mg
Vitamina C	---	---	---	---	---	---	---	10 mg
Vitamina E	---	---	---	---	---	---	---	2,3 mg

Contudo, com a revogação da Portaria nº 27/1998, os novos percentuais para fibras previstos pela RDC nº 54/2012 indicam que os termos “fonte” e “alto teor” serão aplicados quando houver um mínimo de 2,5 g e 5,0 g de fibras/**porção**, respectivamente. Assim, apenas as amostras de barras de cereais **BC_3** (com 4,4 g fibras/**porção**) e **BC_5** (com 4,5 g fibras/**porção**), Tabela 2, podem utilizar a expressão “fonte de fibras”. As demais amostras nada podem declarar sobre o conteúdo de fibras de suas barras de cereais.

Segundo a RDC nº 54/2012, todo alimento que apresente INC deve conter a informação nutricional obrigatória e a INC passa a ser atendida na **porção** do alimento (BRASIL, 2012b).

Os termos “livre de gorduras *trans*”, “0 % de gorduras *trans*”, “não contém gorduras *trans*” e “sem gorduras *trans*” utilizados pelas amostras **BC_7**, **BC_6**, **BC_1** e **BC_2**, respectivamente, são permitidos pela RDC nº 54/2012. Para o uso desses termos (e outros apropriados) é permitido o máximo de 0,1 g de gorduras *trans*/**porção** e baixo conteúdo de gorduras saturadas. O baixo conteúdo de gorduras saturadas se dá quando a soma de gorduras saturadas e *trans* é limitada a 1,5 g, satisfeitas em 50 g de produto para **porções** inferiores a 30 g. Todas as marcas analisadas poderiam valer-se dos termos citados acima para indicar a ausência de gorduras *trans*.

O processo de hidrogenação dos óleos, para transformá-los em gorduras, alterando seu ponto de fusão, possibilita a formação de ligações *trans* (RIBEIRO et al., 2007). A gordura de palma é obtida por processo físico de fracionamento dos triglicerídeos com pontos de fusão diferentes devido a sua composição de ácidos graxos (50% saturados e 50% insaturados) e não favorece a formação de ligações *trans* (AGROPALMA, 2013). Os óleos de milho e girassol, bem como a gordura de palma, utilizados nas formulações das barras estudadas são as fontes de gordura que corroboram com a afirmação “zero *trans*”.

A amostra **BC_3** utilizou gordura vegetal na preparação da sua barra de cereais, não mencionando a fonte. Assim, não é possível afirmar que esse ingrediente é

isento de ligações *trans*, no entanto, na porção considerada de barra de cereais não foi detectado gorduras *trans*, de acordo com a análise de rotulagem.

Para a utilização do termo *light* é necessário utilizar a INC comparativa, como feito pelas amostras de barras de cereais estudadas: **BC_3** (32 % menos gordura) e **BC_8** (50 % menos gordura). A comparação, como rege a legislação (RDC nº 54/2012), deve ser feita com o alimento de referência e este deve ser do mesmo fabricante. Na inexistência do alimento de referência do mesmo fabricante, deve ser utilizado o valor médio do conteúdo de três alimentos de referência comercializados no país de processamento e/ou comercialização. O critério de comparação deve ser informado ao consumidor no rótulo do produto. Embora tenha informado o valor da redução (59 %), a amostra **BC_7** não mencionou o critério considerado para a redução de gorduras totais.

A amostra **BC_8** utiliza ainda a INC de “fonte de vitaminas C e E”. Anteriormente, para um alimento ser “fonte de vitaminas” o percentual da ingestão diária recomendada (% IDR) deveria corresponder a 15 % por 100 g de alimento (BRASIL, 2003c). Com a mudança, o mesmo passou a ser por porção. Como os valores de 2,5 mg de vitamina C (IDR de 45 mg/adulto) e 0,5 mg de vitamina E (IDR de 10 mg/adulto) correspondem apenas a 5,5 % e 5,0 % da IDR de tais vitaminas, o termo “fonte de vitaminas” não pode mais ser aplicado à amostra **BC_8**, se mantida a formulação.

Outras comparações entre as barras de cereais em g/100 g (Tabela 3) ainda são cabíveis. O valor energético variou de 312 kcal a 443 kcal, sendo maior para a barra crocante (**BC_2**), que também apresentou o maior teor de gordura (16 %). Associado ao elevado percentual de gordura estão, além do óleo de girassol, as amêndoas e amendoins presentes.

Os valores de carboidratos variaram entre 55 g e 82 g, essencialmente pelo tipo de açúcares utilizados (xarope de glicose, açúcar, mel), e para proteínas os valores estiveram entre 3,6 g e 8,1 g. As maiores variações ocorreram para o teor de sódio, de 73 mg a 338 mg (IDR de 2400 mg/adulto).

3.2. Avaliação das Barras de Cereais Comerciais

Os valores das determinações do pH e da atividade de água (Aa) das barras de cereais estão reunidos na Tabela 4.

Tabela 4. Valores de pH e de atividade de água (Aa) para as barras de cereais

Amostras*	pH **,***	Aa **,***
BC_1	5,40 ± 0,03 ^C	0,62 ± 0,00 ^A
BC_2	6,74 ± 0,04 ^A	0,39 ± 0,001 ^G
BC_3	4,52 ± 0,02 ^E	0,47 ± 0,001 ^E
BC_4	5,43 ± 0,05 ^C	0,57 ± 0,001 ^C
BC_5	4,87 ± 0,05 ^D	0,57 ± 0,001 ^C
BC_6	5,34 ± 0,02 ^C	0,45 ± 0,001 ^F
BC_7	5,40 ± 0,04 ^C	0,52 ± 0,001 ^D
BC_8	5,69 ± 0,01 ^B	0,60 ± 0,001 ^B

*BC_1 a BC_8: amostras de barras de cereais comerciais; **Resultados estão expressos como média ± desvio padrão; ***Médias (de 4 leituras) com letras iguais na mesma coluna indicam que não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras pelo teste de Tukey;

Para os valores de pH, houve a formação de quatro grupos distintos estatisticamente ($p \leq 0,05$). Os valores de pH variaram de $4,52 \pm 0,02$ a $6,74 \pm 0,04$, sendo os extremos menor e maior para as amostras **BC_3** (morango) e **BC_2** (aveia e mel), respectivamente. As amostras **BC_1**, **BC_4**, **BC_6** e **BC_7** não apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$). As marcas **BC_7** e **BC_8**, apesar de apresentarem o mesmo sabor banana, aveia e mel, tiveram pH estatisticamente diferentes.

Para a atividade de água, os valores encontrados variaram entre 0,39 e 0,62 (Tabela 4), caracterizando a maioria das barras como microbiologicamente estáveis (atividade de água inferior a 0,60). Valores entre 0,60 e 0,85 favorecem o crescimento

de fungos e bolores (ORDÓÑEZ et al., 2005). Torres (2009), avaliando barras de cereais com adição de jenipapo seco (5 %) e semente de jenipapo (15 %) obteve valores de atividade de água de 0,45 e 0,46, respectivamente. Moreira (2010) obteve valores de 0,47 para formulações com extrudados de arroz, soja e gergelim, enquanto Costa (2010), ao elaborar barras de cereais com adição de farelo de arroz, encontrou valor de atividade de água de 0,55. As amostras **BC_1** e **BC_8**, por apresentarem atividade de água igual ou superior a 0,60 e pH acima de 4,5 (condições favoráveis ao desenvolvimento de *Clostridium botulinum* e *Staphylococcus aureus* e enterotoxinas) têm maiores condições de apresentarem contaminação microbiológica ao longo da estocagem (ORDÓÑEZ et al., 2005).

As amostras comerciais foram submetidas à avaliação da textura instrumental, para o parâmetro firmeza, aplicando-se duas forças. A Firmeza 1 (cisalhamento, Figura 1), que simula o corte pelos dentes molares com a primeira mordida no produto, foi aplicada para cortar as barras em partes separadas por meio de uma faca (*probe Blade Set Knife*). A Firmeza 2 (tensão ou fraturabilidade, Figura 2) avalia o que ocorre no produto após a primeira mordida (KIM et al., 2009) e foi medida utilizando o *probe Three Point Bend Rig*. Os resultados estão apresentados na Tabela 5.

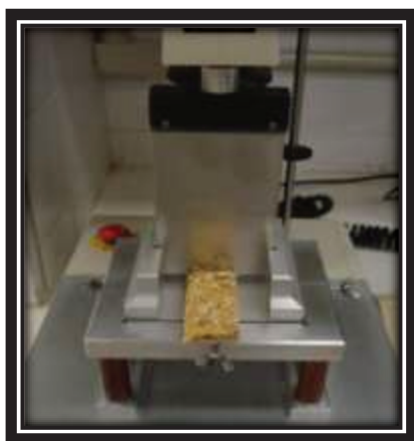


Figura 1 – Teste de cisalhamento



Figura 2 – Teste de tensão

Os valores para a Firmeza 1 variaram, em *Newtons*, de $27,39 \pm 3,19$ a $97,61 \pm 12,59$, com coeficientes de variação de até 16 %, dada a natureza heterogênea do produto. A amostra com maior força de cisalhamento foi a **BC_2**, de textura crocante ou

crunchy, acompanhada de alto desvio padrão. Considerando apenas as barras tipo *chewy* (mastigáveis), a variação da Firmeza 1 concentrou-se entre 27,39 N e 55,52 N, com as barras de cereais de mesma marca (**BC_4 e BC_5**) iguais estatisticamente ($p \leq 0,05$) entre elas, e inclusive à amostra **BC_6** e às amostras **BC_1** e **BC_3**. As amostras com menores forças de cisalhamento foram **BC_7** e **BC_8**, também consideradas iguais estatisticamente ($p \leq 0,05$). Silva et al. (2009) alcançaram valores semelhantes em suas formulações de barras de cereais adicionadas de resíduo de maracujá, onde a força de cisalhamento variou de 27,0 N (0 % de adição) a 50,0 N (40 % de adição).

A textura é um dos principais atributos de qualidade de barras de cereais e está associada à estrutura e propriedades mecânicas (NISHINARI et al., 2008). A estrutura é influenciada pelo tipo e concentração dos ingredientes, além do tamanho e da granulometria destes; que quanto menores, resultarão em maior compactação das barras e conseqüentemente, em maior força necessária ao corte (SILVA, 2009).

Tabela 5. Firmeza instrumental, força em Newton (N)

Amostras*	Firmeza 1 (N) **,*** (cisalhamento)	CV *	Firmeza 2 (N) **,*** (tensão)	CV *
BC_1	44,57 ± 2,77 ^C	6,22	43,72 ± 3,97 ^B	9,08
BC_2	97,61 ± 12,59 ^A	12,90	66,30 ± 8,02 ^A	12,09
BC_3	44,88 ± 5,28 ^C	11,77	14,00 ± 1,49 ^{D,E,F}	10,61
BC_4	50,37 ± 5,79 ^{B,C}	11,50	12,52 ± 1,36 ^{E,F}	10,86
BC_5	52,10 ± 5,01 ^{B,C}	9,62	18,96 ± 4,83 ^{C,D}	25,50
BC_6	55,52 ± 8,08 ^B	14,55	22,29 ± 1,48 ^C	6,62
BC_7	30,50 ± 5,10 ^D	16,74	9,57 ± 1,27 ^F	13,28
BC_8	27,39 ± 3,19 ^D	11,65	16,32 ± 1,50 ^{D,E}	9,17

*BC_1 a BC_8: amostras de barras de cereais comerciais; **Resultados expressos como média ± desvio padrão; CV: coeficiente de variação; **Médias (de 10 leituras) com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os valores para a força de tensão (Firmeza 2), variaram de $9,57 \text{ N} \pm 1,27$ a $66,30 \text{ N} \pm 8,02$, provavelmente porque os testes utilizando o *probe Three Point Bend Rig* são fortemente influenciados pela geometria da amostra. As barras tiveram espessura média de 2,75 mm, variando entre 2,0 mm e 3,5 mm. Uma barra mais espessa necessita de uma força maior para a flexão do que uma barra de menor espessura e isso, não necessariamente, significa que ela é mais firme (TA.XT Plus, 2005). Dentre todas as marcas avaliadas neste estudo, a barra crocante (**BC_2**) obteve maior valor para a força de tensão; considerando apenas as barras de textura macia, a barra da marca **BC_1** foi a que obteve maior valor. A amostra **BC_6** teve valores estatisticamente iguais aos da amostra **BC_5** e a amostra **BC_7** teve o menor valor de Firmeza 2. Dutcosky e colaboradores (2005), valendo-se do mesmo *probe* e avaliando barras de cereais enriquecidas com frutanos após 150 dias de armazenamento,

obtiveram valores de $4,28 \text{ N} \pm 0,40$ a $17,73 \text{ N} \pm 2,62$, inferiores aos encontrados neste trabalho, em que apenas a barra **BC_5** (com firmeza de 18,96 N) apresentava frutanos em sua formulação. Tendo os ingredientes ligantes influência na textura das barras de cereais (MURPHY, 1995; GOMES-RUFFI; CRUZ, 2011), os baixos valores citados por Dutcosky e colaboradores (2005) têm origem na calda de aglutinação com menor teor de sólidos (entre 74° e 78° Brix), gerando uma calda com alta fluidez e um produto final com maior atividade de água, muito maleável inclusive após o referido tempo de armazenamento.

4. CONCLUSÕES

As barras de cereais comerciais fornecem pequenas quantidades de fibras, contrariando a proposta de saudabilidade do produto, principalmente quando considerada a legislação recente sobre os teores de fibras (RDC nº 54/2012). Somente duas das amostras avaliadas podem ser consideradas “fonte de fibras”.

O estudo mostrou que mesmo num universo pequeno (sete marcas) de barras de cereais avaliadas há a variabilidade dos parâmetros (atividade de água, pH e firmeza instrumental), reflexo da mistura e diversidade de ingredientes utilizados. A variabilidade, em termos de pH está associada ao tipo de fruta (sabor) e a atividade de água à interação entre os constituintes. A maioria dos valores de atividade de água encontrados foram inferiores a 0,60, limite que favorece o controle microbiológico.

O padrão de identidade das barras de cereais é próprio de cada empresa e não há, necessariamente, um modelo a ser seguido. Garantir aspectos de qualidade física e físico-química e estabilidade microbiológica objetivando a aceitação e fidelização dos consumidores em um produto com maior tempo de vida útil é o desafio. As indústrias processadoras têm diversas possibilidades na criação de novas formulações, sabores diferenciados, alterando o tipo e a concentração dos ingredientes, podendo incluir ingredientes funcionais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROPALMA. Disponível em: < <http://www.agropalma.com.br/produtos.asp>>. Acesso em: 13 mar. 2013.

BRASIL. **Lei nº 10.674, de 16 de maio de 2003 (a)**. Obriga a que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.674.htm>. Acesso em: 11 fev. 2013.

BRASIL. **Lista das alegações aprovadas para alimentos com alegações de propriedades funcionais e / ou de saúde, novos alimentos / ingredientes, substâncias bioativas e probióticos**. 2008. Publicado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm#>. Acesso em: 18 abr. 2011

BRASIL. **Portaria nº 27, de 23 de dezembro de 1998**. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes). Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/27_98.htm>. Acesso em: 11 fev. 2013.

BRASIL. **Resolução nº 259, de 20 de setembro de 2002**. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados. Diário Oficial da União, Poder Executivo, de 23 de setembro de 2002.

BRASIL. **Resolução nº 359, de 23 de dezembro de 2003 (b)**. Aprova o Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. Publicado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em:< http://www.mp.ba.gov.br/atuacao/ceacon/legislacao/alimentos/resolucao_RDC_ANVISA_359_2003.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2013.

BRASIL. **Resolução nº 360, de 23 de dezembro de 2003 (c)**. Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a

rotulagem nutricional. Publicado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diário Oficial da União, Poder Executivo, de 26 de dezembro de 2003.

BRASIL. **Informe Técnico nº 50/2012 (a)**. Dispõe sobre o Teor de Sódio nos Alimentos Processados. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/856c37804d19e24d9d7aff4031a95fac/INFORME+T%C3%89CNICO+2012-+OUTUBRO.pdf?MOD=AJPE+RES>>. Acesso em: 13 fev. 2013

BRASIL. **Resolução nº 54, de 12 de novembro de 2012 (b)**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial da União, Poder Executivo, de 13 de novembro de 2012, Seção 1, pág. 122 -126.

CAPRILES, V. D. **Otimização de propriedades nutricionais e sensoriais de produtos à base de amaranto enriquecido com frutanos, para intervenção em celíacos**. 2009. Tese (Doutorado em Nutrição em Saúde Pública)-Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

DUTCOSKY, S. D. et al. Combined sensory optimization of a prebiotic cereal product using multicomponent mixture experiments. **Food Chemistry**. v. 98, n. 4, p. 630-638, 2006.

FERREIRA, L. G.; LIMA, D. P.; RODRIGUES, M. C. P. Avaliação sensorial de barras de cereais com propriedades funcionais, direcionadas a mulheres no período do climatério. **Higiene Alimentar**. v. 21, n. 155, p 33-37, 2007.

FIESP/ITAL. **Brasil Food Trends 2020**. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, Instituto de Tecnologia de Alimentos. São Paulo: FIESP/ITAL, 2010. 173 p.

GARCIA, M. C. **Influência do tempo de torra por micro-ondas nas características sensoriais físicas e químicas de farelos de cultivares de arroz e sua aplicação em barras de cereais**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

GOMES-RUFFI, C. R.; CRUZ, C. L. C. V. **Apostila do Curso de Tecnologia de Barras de Cereais**. Campinas: ITAL, 2011. 122p.

GUTKOSKI, L. C. et al. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 355-363, 2007.

KAGNOF, F. M. Overview and pathogenesis of celiac disease. **Gastroenterology**. v. 128, n. 4, Suppl 1, p. S10-8, 2005.

KILCAST, D.; Texture in food. v. 2 - solid foods. In: KILCAST, D. (Ed.) **Measuring consumer perceptions of texture: an overview**. Boca Raton: Woodhead Publishing Limited CRC, 2004. Cap. 1, p. 03-32.

KIM, E.H.J. et al. Predicting the sensory texture of cereal snack bars using instrumental measurements. **Journal of Texture Studies**. v. 40, p. 457–481, 2009.

LIMA, A. C. et al. Barra de cereal de caju. - Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2007. 45 p. : il. - (Coleção Agroindústria Familiar)

LU, R.; ABBOT, J. A.; Texture in food. v. 2 - solid foods. In: KILCAST, D. (Ed.) **Force/deformation techniques for measuring texture**. Boca Raton: Woodhead Publishing Limited CRC, 2004. Cap. 5, p. 109-145.

MOREIRA, D. K. T. **Extrudados expandidos de arroz, soja e gergelim para uso em barras alimentícias**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

MOURÃO, L. H. E. **Obtenção de barras de cereais de caju ameixa com alto teor de fibras processadas com ingredientes funcionais**. 2008. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

NISHINARI, K. et al. Comparative study of texture terms: English, French, Japanese and Chinese. **Journal of Texture Studies**. n. 39, p. 530-568, 2008.

ORDÓÑEZ, J. A. et al. Tecnologia de Alimentos. v. 02 - **Componentes dos alimentos processados**. In: MURAD, F. (Trad.). Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 284.

PADMASHREE, A et al. Development of shelf stable protein rich composite cereal bar. **Journal of Food Science Tecchnology**. n. 49, v. 3, p. 335-441, 2012.

RAMOS, N. C; PIEMOLINI-BARRETO, L. T.; SANDRI, G. Elaboração de pré-mistura para bolo sem glúten. **Alimentos e Nutrição**. v. 23, n. 1, p. 33-38, 2012.

RIBEIRO, A, P. B. et al. Interesterificação química: alternativa para obtenção de gorduras zero trans. **Química Nova**, v. 30, n. 5, p. 1295-1300, 2007.

TA.XT *Plus*. Texture Analyzer Study: Cereal and granola bars in three point bend tests. **Texture Technologies Corp**. 2005.

CAPÍTULO 3. DESENVOLVIMENTO DE BARRAS DE CEREAIS COM INGREDIENTES PREBIÓTICOS

CAPÍTULO 3. DESENVOLVIMENTO DE BARRAS DE CEREAIS COM INGREDIENTES PREBIÓTICOS

RESUMO

Com o crescente consumo de alimentos processados em substituição aos alimentos naturais há uma maior preocupação dos órgãos mundiais de saúde com a ingestão de fibras, dada sua importância ao trato gastrointestinal. Na tentativa de acompanhar as mudanças de hábitos alimentares do consumidor, o desenvolvimento de produtos enriquecidos com fibras busca reduzir estes prejuízos nutricionais com o processamento de alimentos. Neste trabalho, para a elaboração de barras de cereais adicionadas de fibras, foram utilizadas fibras prebióticas (inulina e fruto-oligossacarídeos) com percentuais individuais variando entre 0,0 e 7,0. A adição de fibras prebióticas contribui para a normalização da microbiota gastrointestinal por favorecer o crescimento de bactérias benéficas (lactobacilos e bifidobactérias). Utilizou-se um planejamento experimental fatorial 2^2 do tipo delineamento composto central rotacional (DCCR), tendo como variáveis independentes as concentrações de inulina e fruto-oligossacarídeo e como variáveis respostas a atividade de água, a firmeza instrumental e a umidade. Cinco formulações com teores de fibras prebióticas entre 3,50 % e 10,50 % e a formulação controle (sem adição de fibras prebióticas) foram avaliadas sensorialmente em seus atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global e receberam notas na zona de aceitação, entre gostei ligeiramente a gostei muito para todos os atributos avaliados. Foi avaliada também a intensidade dos atributos de doçura e firmeza.

Palavras-chave: inulina, fruto-oligossacarídeos, planejamento experimental, análise sensorial.

ABSTRACT

With the increasing consumption of processed foods in substitution to natural foods there is a greater concern of world health organizations with fiber intake, given its importance to the gastro-intestinal tract. In an attempt to keep up with changing consumer habits, the development of fiber-enriched products seeks to reduce these nutritional losses in food processing. In this work, for the preparation of cereal bars with added fiber, prebiotic fibers (inulin and fructo-oligosaccharides), with individual percentages ranging between 0.0 and 7.0, were used. The addition of prebiotic fibers contributes to the normalization of the gastro-intestinal microflora by promoting the growth of beneficial bacteria (bifidobacteria and lactobacilli). A 2² central composite rotational design (CCDR) was used, having as independent variables the concentrations of inulin and fructo-oligosaccharides and as response variables the water activity, instrumental firmness and moisture content of the bars. Five formulations with prebiotic fiber content between 3.50% and 10.50% and the control formulation (without addition of prebiotic fibers) were evaluated sensorially in their attributes of appearance, aroma, flavor, texture and overall acceptance and received acceptance scores between “liked slightly” and “liked very much” for all the attributes evaluated. The intensity of the attributes sweetness and firmness were also assessed.

Keywords: inulin, fructo-oligosaccharides, experimental design, sensory analysis.

1. INTRODUÇÃO

O cotidiano acelerado das pessoas tem reduzido o consumo de alimentos naturais e, conseqüentemente, a ingestão de fibras e outros nutrientes. Uma das principais patologias associadas à baixa ingestão de fibras é a constipação intestinal e decorrem dela outros agravantes ao sistema gastrointestinal (CIROLINI, ROSA, CALLEGARO, 2004). As fibras alimentares promovem efeitos fisiológicos benéficos, sobretudo no intestino, e também na atenuação do colesterol e/ou glicose no sangue (AACC REPORT, 2001).

O desenvolvimento da indústria de alimentos tem acompanhado as necessidades e o desejo dos consumidores por alimentos mais saudáveis, sem perda de sabor e qualidade, surgindo assim os alimentos enriquecidos com nutrientes ou outras substâncias que forneçam benefícios à saúde além do seu valor nutricional, denominados alimentos funcionais (WILLIAMSON, 2009). A fisiologia do intestino grosso e a atividade da microbiota que o coloniza têm atraído grande interesse no desenvolvimento de alimentos funcionais, ganhando destaque os alimentos probióticos, prebióticos e simbióticos (ROBERFROID, 2005b).

Prebióticos são ingredientes não digeríveis, mas seletivamente fermentáveis, que promovem mudanças específicas na composição e/ou atividade da microbiota gastrointestinal e melhoram a saúde do hospedeiro. São considerados prebióticos os os fruto-oligossacarídeos (FOS), transgalacto-oligossacarídeos (TOS), isomalto-oligossacarídeos (IMO), xilo-oligossacarídeos (XOS), oligossacarídeos da soja (SOS), inulina (INU), galacto-oligossacarídeos (GOS), lactulose e polidextrose (BRASIL, 2008; SIRÓ et al., 2008; ROBERFROID, 2010).

O que diferencia os ingredientes prebióticos das demais fibras alimentares é a fermentação seletiva pelo grupo de bactérias colônicas benéficas, em especial lactobacilos e bifidobactérias. Dentre os efeitos decorrentes da fermentação seletiva têm-se: a modulação da microbiota gastrointestinal, melhora das funções intestinais

(trânsito intestinal, regularidade e consistência das fezes); aumento da absorção de alguns minerais, como o cálcio por exemplo, regulação/modulação da função imune; modulação da saciedade e redução do risco de infecções intestinais, diabetes tipo 2, obesidade e síndrome do intestino irritado (GOKTEPE; JUNEJA; AHMEDNA, 2005; ROBERFROID, 2010).

Os frutanos (inulina e fruto-oligossacarídeos) podem ser utilizados em formulações de alimentos com o intuito de aumentar o teor de fibra alimentar, não interferindo negativamente no sabor ou na textura dos produtos. Como função tecnológica, atuam como substitutos de macronutrientes (gordura e açúcar), proporcionando corpo e palatabilidade semelhantes com reduzido valor calórico (COUSSEMENT, 1999; NINESS, 1999).

Os prebióticos têm sido incorporados com sucesso em uma ampla variedade de produtos como pães, iogurtes, barras de cereais, sucos e *shakes* substitutos de refeição (SANGWAN et al., 2011). Estima-se que uma ingestão adequada de prebióticos, para conferir benefícios à saúde do consumidor, oscile entre 5 e 15 g/dia de prebióticos (ROBERFROID, 2002), inferior à ingestão de fibras alimentares totais (25 g/dia) (JACOB; PRAPULLA, 2012).

Um estudo com barras de cereais comerciais (capítulo 2) indicou o baixo teor de fibras desse produto, entre 0,5 e 4,4 g/porção, valores preocupantes uma vez que as barras de cereais são lembradas pelos consumidores como fontes de fibras. Entendendo o enriquecimento dos produtos alimentícios como uma estratégia para aumentar o consumo de fibras e para veicular compostos bioativos, o objetivo deste trabalho foi o de desenvolver, através de planejamento experimental, barras de cereais adicionadas de ingredientes prebióticos e avaliar a sua aceitação sensorial por meio de testes afetivos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

2.1.1 Matérias-primas

Para a elaboração das barras de cereais foram utilizadas como matérias-primas: aveia em flocos grossos nº 01 (SL Alimentos, Mauá da Serra/PR), flocos de arroz longos, flocos de arroz redondos e flocos de milho (Cerealle, Pelotas/RS), castanha de caju granulada 1 mm (Carino Ingredientes, Marília/SP), gordura de palma 370 B (Agropalma, Belém/PA), xarope de glicose BD 30/EL1040 (Ingredion, Mogi-Guaçu/SP), açúcar invertido 56% (Dulcini, Pirassununga/SP), lecitina de soja SolecTM SG TN (Solae, Esteio/RS) e aroma natural de manga (IFF, Taubaté/SP), gentilmente doadas pelas indústrias produtoras.

Outros ingredientes como manga desidratada 160 (Polpa Brasil, Fraiburgo/SC), farelo de aveia (Taeq, Lagoa Vermelha/RS), sal comum (Lebre, Areia Branca/RN), açúcar refinado (Alegre, Colorado/PR) e suco tropical de manga (Da Fruta, Recife/PE) foram adquiridos com a empresa produtora ou no comércio de Campinas/SP.

Para as barras de cereais prebióticas foram utilizadas as fibras prebióticas fruto-oligossacarídeos Orafiti[®] P95 e inulina Orafiti[®] GR, ambas da BENEIO-Orafiti (Tienen, Bélgica), doadas pela distribuidora Clariant (Suzano/SP).

Nas determinações químicas, reagentes de pureza analítica e com as especificações requeridas pelos métodos empregados foram aplicados.

2.2 Métodos

2.2.1 Caracterização das Matérias-Primas

Foram avaliadas a castanha de caju quanto aos teores de umidade e de gordura e as fibras prebióticas quanto aos teores de umidade e de frutanos totais.

Para as análises, a castanha de caju foi triturada em *blender* profissional de alta performance, modelo OBL 10/29 (Oxy, Santana de Parnaíba/SP) até a obtenção de farinha e em seguida foi analisada.

2.2.1.1 Umidade

A umidade da castanha de caju foi determinada através do aquecimento direto em estufa (130°C), de 5 g da amostra, até a obtenção de peso constante, conforme descrito nas normas do IAL (2008).

A umidade das fibras prebióticas foi determinada em estufa a vácuo (60 °C/24 h), utilizando-se 5 g de amostra, pois altas temperaturas durante a secagem aceleram a reação de caramelização dos açúcares, liberando água (CECCHI, 1999).

As análises foram realizadas em quadruplicata.

2.2.1.2 Lipídeos

Os lipídeos foram extraídos em aparelho Soxhlet, utilizando éter de petróleo como solvente, seguindo o método 920.39C da AOAC (2005). A análise foi realizada em quadruplicata.

2.1.2.3 Frutanos Totais

A quantificação de frutanos totais, classe a que pertencem as fibras prebióticas FOS e INU, foi realizada por método espectrofotométrico de acordo com o método 999.03 da AOAC (2005), utilizando o kit enzimático Megazyme-Fructan HK (Megazyme International, Wicklow, Irlanda). O princípio consiste na hidrólise da sacarose e maltossacarídeos de baixo grau de polimerização, em frutose e glicose, utilizando-se uma enzima específica (sacarase/maltase). Após o ajuste do pH, faz-se a quantificação da glicose e da frutose liberada nessa etapa (A), através da leitura da absorbância (340 nm). Na sequência, parte da amostra é tratada com uma frutanase purificada, com a finalidade de hidrolisar os frutanos em frutose e glicose (B). A glicose e a frutose presentes nesta alíquota são tratadas com a hexoquinase/fosfato-glicose isomerase/glicose 6-fosfato, e posteriormente quantificadas pela leitura da absorbância (340 nm). O frutano presente na amostra é determinado através da diferença entre os valores de **B** e **A**. Os valores são apresentados em percentuais e representam a média de três leituras.

2.2.2 Processo de Elaboração das Barras de Cereais

2.2.2.1 Formulação Controle (C)

Após uma sequência de testes preliminares, adaptando a formulação de Gomes-Ruffi e Cruz (2011), obteve-se a formulação final de barras de cereais apresentada na Tabela 1. Nestes pré-testes, variou-se a concentração de todos os ingredientes e as proporções entre fase seca e fase ligante, respectivamente: 45:55, 50:50, 55:45 e 60:40. Outros ingredientes como goma acácia, maltodextrina, sorbitol líquido, polpa desidratada, suco e aroma de jabuticaba foram aplicados, mas não permaneceram na formulação final.

Para um lote de 1000 g, a proporção final definida para os ingredientes secos e ligantes foi 60:40 e 100 mL de água foram adicionados para a dissolução da fase ligante.

Tabela 1. Formulação controle de barras de cereais

INGREDIENTES SECOS	%	Peso (g)
Aveia em flocos grossos	14,2	142,0
Manga desidratada	10,9	109,0
Flocos de arroz longos	9,3	93,0
Flocos de arroz redondos	8,7	87,0
Castanha de caju	7,1	71,0
Flocos de milho	6,8	68,0
Farelo de aveia	3,0	30,0
TOTAL	60,0	600,0
INGREDIENTES LIGANTES	%	Peso (g)
Xarope de glicose	20,0	200,0
Açúcar refinado	8,0	80,0
Suco tropical de manga	5,4	54,0
Açúcar invertido	4,0	40,0
Gordura de palma	1,6	16,0
Lecitina de soja	0,8	8,0
Aroma de manga	0,3	3,0
Sal	0,2	4,0
TOTAL	40,0	400,0

2.2.2.2 Processamento da Formulação Controle

O esquema do processamento da formulação controle (C) de barras de cereais está apresentado na Figura 1.



Figura 1. Processamento de barras de cereais - formulação controle (C)

As barras foram produzidas na planta-piloto de barras de cereais do Cereal Chocotec no Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) do Estado de São Paulo na cidade de Campinas/SP.

Todos os ingredientes foram pesados em balança semi-analítica. Para compor a fase ligante ou xarope de aglutinação, os ingredientes ligantes foram misturados, solubilizados em água e aquecidos em fogo baixo em um tacho misturador inoxidável com fogão acoplado de acendimento automático (Braslaer Indústria e Comércio de Máquinas Ltda., Limeira/SP). O suco tropical de manga foi adicionado por último para acentuar o sabor da fruta. O controle da fase ligante foi acompanhado pela medição da temperatura entre 105 e 115°C por meio de termômetro digital GULTERM 180 (Gulton

Instrumentos de Medição e Automação Indústria e Comércio Ltda., São Paulo/SP) e do teor de sólidos solúveis totais (85 ou 86 °Brix) em refratômetro digital de bancada modelo RDA8600 (ACATEC, São Paulo/SP).

Os ingredientes secos foram pré-misturados e incorporados ao xarope de aglutinação à temperatura de 36 ± 1 °C. Nesta etapa, promoveu-se a mistura e homogeneização, formando uma massa de cereais com diminuição de sua temperatura para cerca de 30 °C. A massa de cereais foi então laminada em mesa laminadora manual (Braslaer Indústria e Comércio de Máquinas Ltda., Limeira/SP). Em seguida, procedeu-se ao resfriamento em refrigerador doméstico (± 20 °C) por 20 min. Após 5 min à temperatura ambiente (25 °C), seguiu-se ao corte das barras de cereais em formato retangular com dimensões: 10 cm (comprimento) x 3 cm (largura) x 1,5 cm (altura) e peso médio de 20 g, utilizando-se a mesa de corte semi-automática composta por facas rotativas (Braslaer Indústria e Comércio de Máquinas Ltda., Limeira/SP). As barras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno bi-orientado (BOPP), seladas a quente em seladora modelo AP-450 (TEC-MAQ, São Paulo/SP), contendo duas, quatro ou oito unidades, e armazenadas à temperatura ambiente (25 °C).

2.2.3 Planejamento Experimental

2.2.3.1 Definição da Concentração de Fibras Prebióticas

Para avaliar a influência da concentração de fibras prebióticas (FOS e INU) no desenvolvimento de barras de cereais com ingredientes prebióticos foi adotado um planejamento experimental do tipo delineamento composto central rotacional (DCCR) 2^2 com onze ensaios, sendo quatro pontos fatoriais, quatro pontos axiais e três pontos centrais (RODRIGUES & IEMA, 2009). As variáveis dependentes (respostas) estudadas foram atividade de água, firmeza e umidade.

Os ensaios do planejamento tiveram parte do ingrediente xarope de glicose substituído pelas fibras prebióticas (DUTCOSKY, 2004). Os níveis de cada variável independente foram definidos para que a partir dos resultados do planejamento experimental fosse possível obter formulações otimizadas com no mínimo 3 g de ingrediente prebiótico/100 g de barra de cereais e estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Níveis das variáveis independentes utilizados no planejamento experimental

Variável	Código	-1,41*	-1	0	+1	+1,41*
FOS**	x ₁	0	1,02	3,50	5,98	7,00
INU**	x ₂	0	1,02	3,50	5,98	7,00

* $\alpha = \pm \sqrt[4]{2^n} = \pm \sqrt[4]{2^2} = \pm \sqrt[4]{4} = \pm 1,41$; **FOS: fruto-oligossacarídeos; INU: inulina.

Os valores reais dos ingredientes prebióticos estão expressos em g/100 g de produto.

A Tabela 3 mostra a matriz do planejamento experimental com os ensaios realizados e os valores codificados e reais das variáveis independentes para lotes de 100 g de produto. Para o processamento das formulações de cada ensaio, multiplicaram-se os níveis por cinco para obter-se lotes de 500 g. A sequência dos ensaios corresponde à ordem em que foram realizados.

Tabela 3. Matriz do delineamento composto central rotacional (DCCR) 2²

Ensaio*	Variáveis Independentes	
	FOS**	INU**
P 1	-1,00 (1,02)***	-1,00 (1,02)
P 2	1,00 (5,98)	-1,00 (1,02)
P 3	-1,00 (1,02)	1,00 (5,98)
P 4	1,00 (5,98)	1,00 (5,98)
P 5	-1,41 (0,00)	0,00 (3,50)
P 6	1,41 (7,00)	0,00 (3,50)
P 7	0,00 (3,50)	-1,41 (0,00)
P 8	0,00 (3,50)	1,41 (7,00)
P 9	0,00 (3,50)	0,00 (3,50)
P 10	0,00 (3,50)	0,00 (3,50)
P 11	0,00 (3,50)	0,00 (3,50)

*A letra P à frente de cada ensaio indica uma formulação com ingredientes prebióticos;

FOS: fruto-oligossacarídeos; INU: inulina; *Valores codificados dos ingredientes prebióticos seguidos dos valores reais entre parênteses.

2.2.3.2 Processamento das Formulações com Ingredientes Prebióticos

Uma escala de produção foi montada para a elaboração das formulações prebióticas: dia 1 (P 1 e P 2 e também a formulação controle C); dia 2 (P 3, P 4 e P 5); dia 3 (P 6, P 7 e P 8) e dia 4 (P 9, P 10 e P 11). Os lotes foram de 500 g.

A Figura 2 ilustra as etapas do processamento das formulações.



Figura 2. Processamento das barras de cereais adicionadas de ingredientes prebióticos

O processamento das barras prebióticas segue o descrito no item 2.2.2.1 para a elaboração da formulação controle, com algumas modificações.

Os ingredientes prebióticos sofreram um pré-preparo antes de serem adicionados aos demais ingredientes ligantes. Adicionou-se água (50 mL/lotte de 500 g) a 100 °C sobre eles, agitando-se manualmente, e deixou-se em ebulição até total solubilização. Nas formulações que contemplam as duas fibras, recomenda-se dispersar primeiro a INU (menos solúvel) e depois incluir o FOS (mais solúvel).

2.2.3.3 Caracterização das Barras de Cereais Prebióticas

Para a determinação das respostas dos ensaios do planejamento experimental, realizaram-se análises para a determinação da atividade de água, da firmeza instrumental e da umidade, após sete dias de processamento (para estabilização das formulações).

O teor de frutanos nesta fase foi calculado com base no percentual de frutanos das fibras prebióticas determinado segundo o item 3.2.2.2.3 e definido como valor teórico de fibras prebióticas.

2.2.3.3.1 Atividade de Água (Aa)

A determinação da atividade de água das barras de cereais foi realizada por medida direta em higrômetro modelo AquaLab CX-2T (Pullman, EUA), à temperatura constante ($25,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,30$).

A análise foi realizada em quadruplicata.

2.2.3.3.2 Firmeza Instrumental

O parâmetro firmeza é caracterizado por moderada resistência à deformação e avaliado em equipamento texturômetro TA-XT2i Texture Analyser (Stable Micro Systems, Godalming/Surrey, UK). A quantificação se dá através da resistência ao corte, medido em força (N), utilizando-se o *probe Blade Set* (HDP/BSK) e também através da resistência à flexão, fazendo-se uso do *probe three-point bending* (HDP/3PB), ambos em plataforma HDP/90 (STABLE MICRO SYSTEMS, 1997).

As especificações foram retiradas do guia de estudos aplicados (TA-XT2 *Application Study*) e modificadas para barras de cereais, ampliando-se os valores de velocidade para reduzirem-se os ruídos dos testes. Utilizou-se apenas o probe HDP/BSK, mais adequado às barras de cereais macias e foram utilizadas as especificações para biscoitos (REF: BIS2/KB): velocidades de 1,0 mm/s para pré-teste, teste e pós-teste e ainda 20 mm de distância (distância que o *probe* percorre após atingir a amostra).

Os resultados são a média de dezoito leituras.

2.2.3.3.3 Umidade

A umidade das barras de cereais foi determinada em estufa a vácuo (60 °C/24 h), utilizando-se 5 g de amostra (CECCHI, 1999). Antes, a amostra foi triturada em *blender* profissional de alta performance, modelo OBL 10/29 (Oxy, Santana de Parnaíba/SP) até a obtenção de farinha.

As análises foram realizadas em quadruplicata.

2.2.4 Análise Sensorial

Cinco formulações, dentre as onze do planejamento experimental, foram analisadas sensorialmente. O critério de seleção foi o teor de fibras prebióticas (níveis do DCCR), de forma que houvesse formulações com 3,50 % e 10,50 % de fibras adicionadas, conforme pode ser visto na Tabela 4. A formulação controle também foi incluída. Assim, foram avaliadas seis amostras e a codificação foi alterada.

Tabela 4. Formulações selecionadas para a análise sensorial

Ensaio*	FOS (%)**	INU (%)**
P 5 (E)	0,00	3,50
P 6 (F)	7,00	3,50
P 7 (G)	3,50	0,00
P 8 (H)	3,50	7,00
P 9 (I)	3,50	3,50

*Ensaio do planejamento experimental com a nova codificação entre parênteses;

**FOS: fruto-oligossacarídeos; INU: Inulina; Valores codificados dos ingredientes prebióticos.

2.2.4.1 Preparo das Amostras e Testes Sensoriais

As amostras para a análise sensorial foram processadas num mesmo dia em lotes de 2000 g e armazenadas em embalagens contendo oito unidades, a 25 °C, por sete dias, para estabilização das formulações.

A aceitabilidade das amostras foi mensurada por 120 julgadores representativos do público consumidor, no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP. Para conhecer melhor os julgadores, aplicou-se um questionário sobre o consumo de barras de cereais e suas expectativas (Anexo 1).

Porções de um terço das barras de cereais, codificadas com três dígitos aleatórios, foram apresentadas aos julgadores, à temperatura ambiente, sob luz branca e em cabines individuais. A Figura 3 exemplifica as seis amostras a serem recebidas por um julgador, de forma monádica.

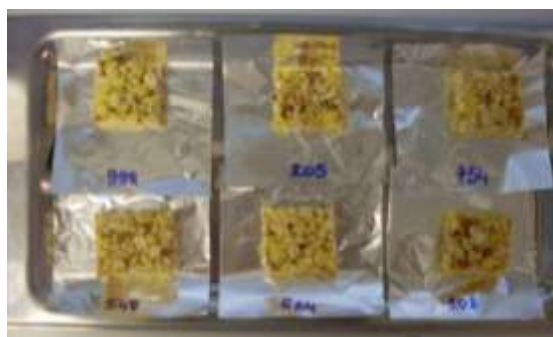


Figura 3. Barras de cereais submetidas à análise sensorial

Os julgadores utilizaram três escalas estruturadas. A escala hedônica de nove pontos, com extremos: desgostei muitíssimo (1) e gostei muitíssimo (9) para avaliar a aceitabilidade dos atributos: aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. A escala do ideal de cinco pontos foi aplicada para estimar a intensidade apropriada dos atributos gosto doce e textura relacionada à firmeza das barras, sendo (0) para ideal de

doçura/firmeza. Para verificar a intenção de compra, os julgadores fizeram uso de uma escala de cinco pontos, sendo eles: (1) certamente não compraria; (2) possivelmente não compraria; (3) talvez comprasse, talvez não comprasse; (4) provavelmente compraria e (5) certamente compraria, conforme Stone e Sidel (2004). A ficha utilizada na análise sensorial pode ser vista no Anexo 2.

2.2.5 Análise Estatística

Os resultados do planejamento experimental do tipo delineamento composto central rotacional (DCCR) 2^2 foram calculados pelo erro padrão, utilizando-se o programa estatístico *Statistica*® versão 7.0 (Stat Soft Inc., Tulsa/OK, EUA) e avaliados através da verificação dos efeitos significativos das variáveis independentes ($p \leq 0,10$) sobre as variáveis respostas.

Os dados obtidos na avaliação sensorial das barras de cereais adicionadas de ingredientes prebióticos foram analisados estatisticamente por análise de variância (ANOVA) e teste F, com comparação de médias pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), ambos usando o programa estatístico SAS (2009).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização das Matérias-Primas

As matérias-primas estudadas foram a castanha de caju e as fibras prebióticas, ingredientes que impactam a estabilidade das barras de cereais desenvolvidas neste estudo. A castanha por seu teor de lipídeos é passível de oxidação lipídica e as fibras prebióticas por sofrerem hidrólise e reduzirem seu teor com o tempo, interferem no tempo de armazenamento do produto.

3.1.1 Castanha de Caju Granulada

A castanha de caju avaliada apresentou 9,52 % de umidade. Valores inferiores foram encontrados por Soares (2011), 5,63 %; por Cavalcante (2010), 3,29%, e por Abe, Lajolo e Genovese (2010), 4,50 %; ao caracterizarem amêndoas de castanha de caju prontas para o consumo. Costa et al. (2009) obtiveram umidade de 3,70 % para amêndoas cruas e 2,25 % para amêndoas torradas e salgadas. Segundo dados da FAO (2010), as amêndoas prontas para o consumo possuem em torno de 5,9 % de umidade. Alimentos ricos em gordura e com baixo teor de umidade estão sujeitos à rancificação lipídica durante o armazenamento. O aumento da umidade facilita a contaminação microbiológica e promove mudanças na textura (ORDONEZ et al., 2005).

Acerca do percentual lipídico, a castanha de caju estudada apresentou 50,36 % em base seca. A literatura mostra valores em base seca um pouco menores: 41,65 % (SOARES, 2011), 44,14 % (CAVALCANTE, 2010), 45,68 % (COSTA et al., 2009), entre 44,8 % e 49,1% (KORNSTEINER; WAGNER; MADFA, 2006).

3.1.2 Prebióticos

A umidade dos frutanos foi de $0,23 \pm 0,09$ % para os fruto-oligossacarídeos e de $1,49 \pm 0,04$ % para a inulina. A baixa umidade contribui para a estabilidade das fibras prebióticas.

O teor de frutanos (em base úmida) foi determinado para cada um dos ingredientes prebióticos, tendo sido detectado $92,30 \pm 0,11$ % de frutanos nos fruto-oligossacarídeos e $91,25 \pm 1,44$ % na inulina. Para o delineamento experimental, esses dados foram considerados no cálculo do percentual teórico de frutanos das barras de cereais.

O percentual de frutanos é inferior a 100 % devido ao teor de umidade e à presença de mono- e dissacarídeos (glicose, frutose e sacarose) decorrentes dos processos de extração ou síntese dos prebióticos que não apresentam eficiência total (PATEL; GOYAL, 2011).

3.2 Planejamento Experimental e Caracterização das Barras de Cereais com Ingredientes Prebióticos

Foi utilizado um planejamento experimental fatorial 2^2 do tipo delineamento composto central rotacional (DCCR) para verificar o efeito dos fatores (variáveis independentes) fruto-oligossacarídeos (FOS) e inulina (INU) sobre as variáveis respostas: atividade de água, firmeza instrumental e umidade; propriedades físicas e físico-químicas das barras de cereais elaboradas.

A Tabela 5 apresenta a matriz do planejamento contendo os parâmetros observados (as variáveis respostas). As barras de cereais referentes aos doze ensaios estão ilustradas na Figura 4.

Tabela 5. Matriz do delineamento composto central rotacional (DCCR) 2² com as médias dos parâmetros observados

	x₁	x₂	Valor Teórico de Frutanos (%)*			Parâmetros Observados**		
Ensaios	FOS (%)	INU (%)	FOS (%)	INU (%)	Frutanos (%)	Atividade de Água	Firmeza (N)	Umidade (%)
P 1	-1,00 (1,02)***	-1,00 (1,02)	0,94	0,93	1,87	0,5229 ± 0,001 ^{E,F}	30,24 ± 5,50 ^{B,C,D}	7,60 ± 0,18 ^{B,C}
P 2	1,00 (5,98)	-1,00 (1,02)	5,52	0,93	6,45	0,5266 ± 0,001 ^{D,E}	31,62 ± 7,40 ^{B,C}	6,94 ± 0,21 ^D
P 3	-1,00 (1,02)	1,00 (5,98)	0,94	5,46	6,40	0,5420 ± 0,001 ^B	30,78 ± 3,96 ^{B,C,D}	8,18 ± 0,20 ^A
P 4	1,00 (5,98)	1,00 (5,98)	5,52	5,46	10,98	0,5200 ± 0,001 ^{F,G}	30,70 ± 4,97 ^{B,C,D}	7,31 ± 0,10 ^{C,D}
P 5	-1,41 (0,00)	0,00 (3,50)	0,00	3,19	3,19	0,5167 ± 0,001 ^G	30,88 ± 3,96 ^{B,C,D}	7,57 ± 0,21 ^{B,C}
P 6	1,41 (7,00)	0,00 (3,50)	6,46	3,19	9,65	0,5434 ± 0,001 ^{A,B}	26,88 ± 3,98 ^{C,D}	7,31 ± 0,16 ^{C,D}
P 7	0,00 (3,50)	-1,41 (0,00)	3,23	0,00	3,23	0,5275 ± 0,001 ^{C,D}	25,51 ± 5,13 ^{C,D}	7,39 ± 0,29 ^{B,C,D}
P 8	0,00 (3,50)	1,41 (7,00)	3,23	6,39	9,62	0,5238 ± 0,001 ^{D,E,F}	39,87 ± 8,07 ^A	7,38 ± 0,21 ^{B,C,D}
P 9	0,00 (3,50)	0,00 (3,50)	3,23	3,19	6,42	0,5313 ± 0,001 ^C	24,84 ± 4,91 ^D	7,32 ± 0,19 ^{C,D}
P 10	0,00 (3,50)	0,00 (3,50)	3,23	3,19	6,42	0,5182 ± 0,001 ^G	34,05 ± 7,15 ^{A,B}	7,56 ± 0,22 ^{B,C}
P 11	0,00 (3,50)	0,00 (3,50)	3,23	3,19	6,42	0,5430 ± 0,001 ^B	25,23 ± 5,07 ^D	7,69 ± 0,32 ^{A,B,C}
C****	---	---	---	---	---	0,5477 ± 0,001 ^A	29,24 ± 7,87 ^{B,C,D}	7,92 ± 0,25 ^{A,B}

*FOS: fruto-oligossacarídeos (pureza: 92,30 %); INU: inulina (pureza: 91,25 %); **Resultados expressos como médias ± desvio-padrão para a atividade de água e a umidade, em triplicata. Os resultados da firmeza correspondem à média de 18 leituras ± desvio-padrão; Médias com letras iguais em uma mesma coluna indicam que não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras pelo teste de Tukey; ***Valores codificados seguidos de valores reais entre parênteses; ****C: formulação controle.

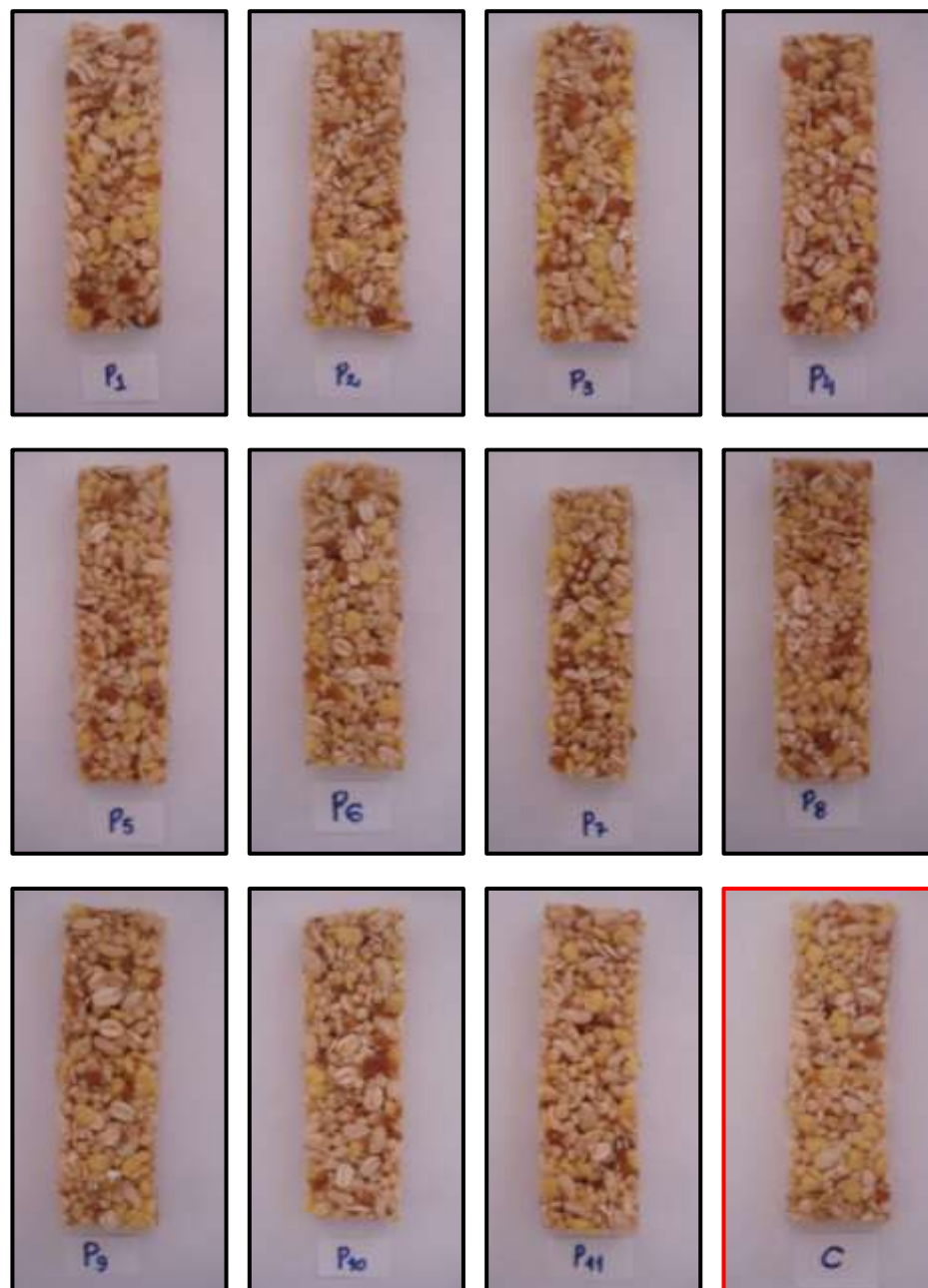


Figura 4. Barras de cereais com adição de fibras prebióticas e barra controle (C)

Comparando-se os resultados da atividade de água das barras de cereais dos doze ensaios em estudo, por meio do teste de Tukey, foi verificada variação no parâmetro de 0,5167 (**P 5**) a 0,5477 (**C**), sendo as amostras com ingredientes prebióticos, exceto a amostra **P 6**, consideradas diferentes significativamente da amostra controle ($p \leq 0,05$). Tanto a formulação controle, quanto as formulações

com ingredientes prebióticos apresentaram valores de atividade de água satisfatórios (inferiores a 0,60) para permitir o controle microbiológico durante a estabilidade do produto (ORDOÑEZ, 2005).

Quanto à textura, as barras apresentaram valores entre 24,84 N (**P 9**) e 39,87 N (**P 8**), com firmeza média de 30,05 N, similar à formulação controle (29,24 N). Não houve diferença significativa entre a maioria das amostras com ingredientes prebióticos comparadas entre si e à formulação controle, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Os resultados deste estudo foram inferiores aos apresentados no Capítulo 2, item 2.3.2 para barras comerciais tipo *chewy* (mastigáveis), em que a variação da firmeza foi de 27,39 N a 55,52 N, com média de 43,62 N. Dutcosky e colaboradores (2005), avaliando a influência do percentual de ingredientes prebióticos (goma acácia, inulina e fruto-oligossacarídeo) na textura de barras de cereais por meio de um delineamento de misturas, chegaram à conclusão de que a inulina era o principal ingrediente responsável pela dureza (2,57 a 11,14 N) em barras recém-preparadas (dois dias de fabricação), enquanto que à goma acácia foi atribuída maior influência na dureza (4,28 a 17,74 N) durante a estabilidade (após 150 dias), quando utilizado um teste de tensão (*probe three-point bending*).

A análise da umidade mostrou como extremos os valores 6,94 % (**P 2**) e 8,18 % (**P 3**), com a maioria dos ensaios com umidade em torno de 7,50 %, inferior ao limite (15 %) expresso pela RDC nº 263/2005 (BRASIL, 2005) para cereais e produtos derivados. Freitas e Moretti (2005) encontraram 10,71 % de umidade em barras com alto teor protéico, enquanto Guimarães (2007) obteve 7,60 % em barras de murici-passa. Dutcosky et al. (2005), em barras formuladas com 10,12 % e 13,5 % de fibras prebióticas, obtiveram valores médios de umidade de 6,15 % (sabor banana) e 6,62 % (sabor maracujá). Já Santos et al. (2011), ao avaliarem barras de cereais com 38 % de uma mistura de polpa desidratada de jaca e farinha de semente de jaca, perfazendo em média 4,40 % de fibras (base úmida), alcançaram 20,9 % de umidade, valor muito acima ao encontrado neste trabalho. O valor de umidade varia com o tipo e concentração dos ingredientes

(secos e ligantes) e das fibras adicionadas e ainda, com o período da análise (pós-elaboração do produto).

Através da análise dos resultados do planejamento experimental, calculados pelo erro padrão (Tabelas 6, 7 e 8), concluiu-se que nos níveis estudados (de 0 a 7 %), os ingredientes prebióticos não promoveram influências significativas nas respostas ($p \leq 0,10$), o que é desejável no desenvolvimento de produtos, em especial quando da substituição ou adição de novos ingredientes, objeto de estudo deste trabalho.

As Tabelas 6, 7 e 8 apresentam os coeficientes de regressão para as respostas: atividade de água, firmeza e umidade; respectivamente. Entenda-se coeficiente de regressão como o valor numérico da influência (efeito) do fator, para cada nível estudado, que será negativo ou positivo de acordo com seu impacto em ampliar ou reduzir o valor do parâmetro considerado, desde que seja significativo.

Tabela 6. Coeficientes de regressão para a resposta atividade de água

	Coeficiente de Regressão	Erro Padrão	t (5)	p-valor
MÉDIA*	0,53	0,01	101,77	0,00
FOS (L)	0,00	0,00	-0,92	0,40
FOS (Q)	0,00	0,00	-0,68	0,53
INU (L)	0,01	0,00	1,97	0,11
INU (Q)	0,00	0,00	-0,09	0,93
FOS (L) x INU (L)	-0,01	0,00	-1,43	0,21

*Valores estatisticamente significativos a 90% de significância ($p \leq 0,10$).

Tabela 7. Coeficientes de regressão para a resposta firmeza

	Coeficiente de Regressão	Erro Padrão	t (5)	p-valor
MÉDIA*	28,04	2,62	10,71	0,00
FOS (L)	2,70	1,60	1,68	0,15
FOS (Q)	2,34	1,91	1,22	0,28
INU (L)	-0,75	1,60	-0,47	0,66
INU (Q)	0,43	1,91	0,23	0,83
FOS (L) x INU (L)	-0,37	2,27	-0,16	0,88

*Valores estatisticamente significativos a 90% de significância ($p \leq 0,10$).

Tabela 8. Coeficientes de regressão para a resposta umidade

	Coeficiente de Regressão	Erro Padrão	t (5)	p-valor
MÉDIA*	7,52	0,20	38,02	0,00
FOS (L)	-0,19	0,12	-1,59	0,17
FOS (Q)	-0,05	0,14	-0,32	0,76
INU (L)	0,07	0,12	0,62	0,57
INU (Q)	-0,02	0,14	-0,11	0,92
FOS (L) x INU (L)	-0,05	0,17	-0,31	0,77

*Valores estatisticamente significativos a 90% de significância ($p \leq 0,10$).

Neste estudo, foi utilizado o intervalo de confiança de 90 % ($p \leq 0,10$) para o planejamento experimental, pois segundo Rodrigues e Iema (2009), processos e/ou produtos com muita variabilidade valem-se de intervalos menores que 95 %, como é o caso das barras de cereais.

3.3 Análise Sensorial

Como não foi possível otimizar a formulação de barra de cereais adicionada de fibras prebióticas dentro dos níveis estudados, exigiu-se outro

critério para seleção das barras de cereais para a análise sensorial. O critério escolhido foi o percentual de fibras, obtido somente de um tipo de fibra prebiótica e também de percentuais iguais de ambas, desde que superiores a 3 % no total (valor mínimo exigido para que um alimento fosse considerado “fonte de fibras” pela Portaria nº 27/1998, vigente na época da definição dos objetivos deste trabalho). Foram selecionadas as formulações referentes aos ensaios: **P 5** a **P 9** e a formulação **C** (controle). Novos lotes foram processados e submetidos à determinação de atividade de água e à avaliação da firmeza, tendo as médias avaliadas pelo teste de Tukey (ANOVA). As formulações da análise sensorial assumiram novas designações, como mostra a Tabela 9.

Tabela 9. Valores comparativos das análises física e físico-química das barras de cereais do DCCR 2², submetidas à avaliação sensorial

Amostras*	Valor Teórico de Frutanos (%)**		Atividade de Água***		Firmeza (N)****	
	FOS	INU	DCCR	Análise Sensorial	DCCR	Análise Sensorial
C (D)	---	----	0,5477 ^{A,a}	0,5080 ^{B,b}	29,24 ^{F,G,e}	33,30 ^{E,e}
P 5 (E)	0,00	3,19	0,5167 ^{F,a}	0,4731 ^{D,b}	30,88 ^{F,e}	41,89 ^{E,f}
P 6 (F)	6,46	3,19	0,5434 ^{B,a}	0,4974 ^{C,b}	26,88 ^{F,G,e}	31,04 ^{F,f}
P 7 (G)	3,23	0,00	0,5275 ^{D,a}	0,5110 ^{B,b}	25,51 ^{F,G,e}	24,43 ^{G,e}
P 8 (H)	3,23	6,39	0,5238 ^{E,a}	0,5225 ^{A,a}	39,87 ^{E,e}	41,56 ^{E,e}
P 9 (I)	3,23	3,19	0,5313 ^{F,a}	0,5267 ^{A,a}	24,84 ^{G,e}	29,51 ^{F,G,f}

*Formulação controle (D) e ensaios do planejamento experimental com a nova codificação entre parênteses; **FOS: fruto-oligossacarídeos (pureza: 92,30 %); INU: inulina (pureza: 91,25 %), ingredientes prebióticos calculados considerando-se a pureza do ingrediente; ***Resultados expressos como média $\pm$ desvio-padrão das análises em triplicata; ****Resultados expressos como média $\pm$ desvio-padrão das análises (18 leituras); Médias com letras minúsculas iguais em uma mesma linha indicam que não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras para cada parâmetro, pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas referem-se à comparação entre às amostras;

Quando avaliada a firmeza instrumental das barras do DCCR, os valores estiveram entre 24,84 N e 39,87 N com as amostras **H (P 8)** e **I (P 9)** nos extremos e diferentes entre si ($p \leq 0,05$), sendo a **H** diferente de todas as outras. As amostras

da análise sensorial variaram de 33,30 N a 41,89 N. A não reprodutibilidade da análise de textura para as amostras **E**, **F** e **I**, possivelmente está associada ao processo de preparação das barras de cereais em escala piloto que, com o aumento do lote (de 500 g para 2000 g), favoreceu a compactação das barras na etapa de laminação. Segundo Gaines (1991), os produtos de panificação apresentam variabilidade de amostra para amostra e de lote para lote. As barras de cereais, os *cookies* e os *crackers*, apresentam esta variabilidade em especial pela heterogeneidade dos materiais constituintes e da estrutura do produto.

Houve variação significativa também entre os dados de atividade de água para as amostras **D**, **E**, **F** e **G**.

As análises instrumentais mostraram não haver diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) entre algumas amostras adicionadas de fibras prebióticas e a amostra controle e assim prosseguiu-se com a avaliação sensorial.

3.3.1 Perfil dos Consumidores

O questionário denominado de Questionário de Consumo (Anexo 2) foi aplicado aos julgadores para se desenhar o perfil do público consumidor de barras de cereais, suas aspirações e interesses em inovações nesse produto.

Dos cento e vinte julgadores, 57,50 % eram do sexo feminino. A faixa etária entre 18 e 25 anos foi predominante (52,50 %), seguida pela faixa entre 26 e 35 anos (36,70 %), conforme ilustra a Figura 5. Sobre a frequência de consumo, 41,70 % responderam consumir barras de cereais 1 a 2 vezes/semana e a maior preferência indicada foi por barras de textura macia, 66,70 %.

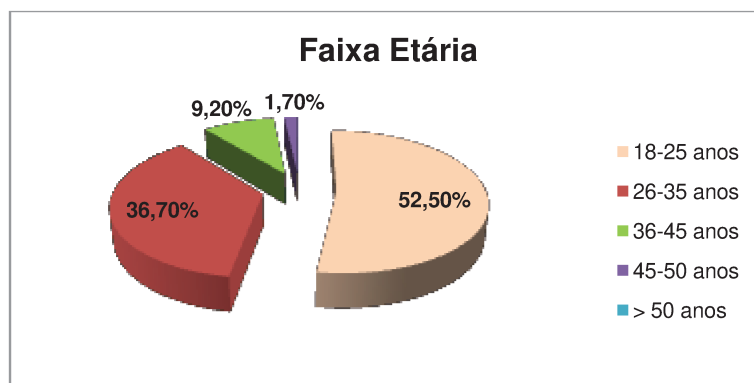


Figura 5 – Faixa etária dos julgadores avaliados

Sobre a frase: “*Você consome barras de cereais como...*”, os julgadores responderam como lanche da tarde (67,50 %), como lanche da manhã (36,70 %) e como fonte de fibras (20,80 %). Os demais percentuais encontram-se na Figura 6. Esses dados orientam as pesquisas acadêmicas e industriais no desenvolvimento de produtos através da adição de ingredientes que forneçam maiores teores de fibras ao produto. Os consumidores, de maneira geral, não estão atentos a esse item da informação nutricional no momento da compra, pois como visto no Capítulo 2 (item 3.1), as barras comerciais não apresentam valores de fibras satisfatórios para serem consideradas fontes de fibras, com muitos valores inferiores a 2,0 g/porção. O aumento do teor de fibras pode ocorrer com a inclusão de cereais integrais (FREITAS; MORETTI, 2005), subprodutos e/ou resíduos da agroindústria (SILVA et al., 2009; COSTA et al., 2005) e ingredientes prebióticos, como neste trabalho e em outros (DUTCOSKY et al., 2005; CAPRILES; ARÊAS, 2009).

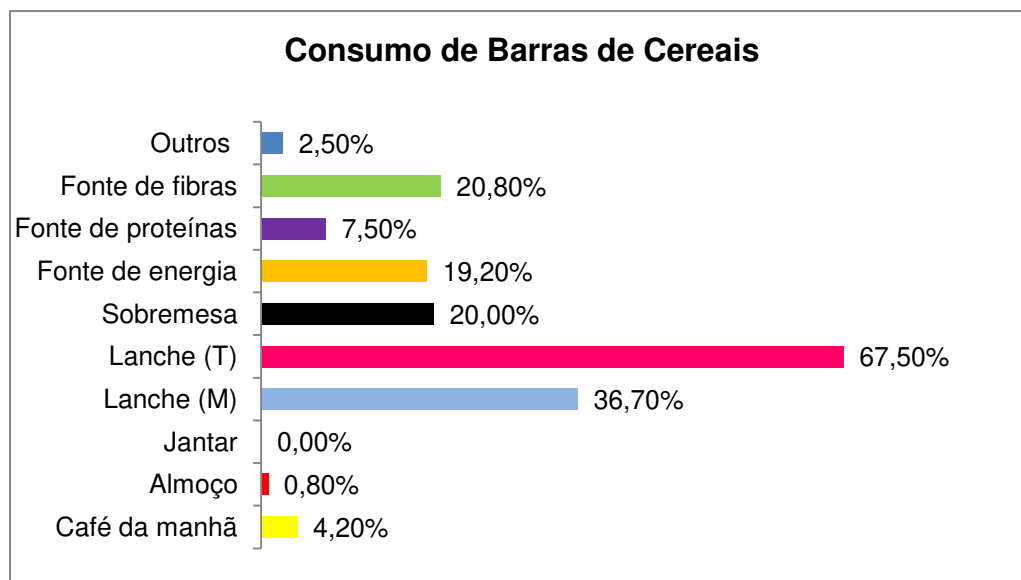


Figura 6. Consumo de barras de cereais

Para os itens: local e motivação de compra, os julgadores poderiam escolher até três respostas e os percentuais mais expressivos podem ser vistos nas Figuras 7 e 8. Quanto ao local de compra, os supermercados foram mais citados, com 95,80 %; o mesmo foi verificado por Degáspari, Mottin e Blinder (2009), que perceberam ainda que esses estabelecimentos são os mais procurados na busca por informações sobre barras de cereais.

Sobre a motivação para a compra, os julgadores deste estudo preferencialmente compram barras de cereais por ser um produto saudável, ter conveniência e sabor. Degáspari, Mottin e Blinder (2009) relatam a motivação para consumo de barras de cereais como sendo alimento para disfarçar a fome, seguido por três outros motivos: por ser mais saudável, sem motivo e na hora do lanche. Anos antes, Bower e Whitten (2000) encontraram o aspecto saudável como fator menos decisivo para a compra de barras de cereais, o que demonstra a atual conscientização dos consumidores com os aspectos de saúde.

Saudabilidade e bem-estar e conveniência e praticidade foram interesses demonstrados pelo consumidores de barras de cereais deste estudo, o que

confirma um estudo divulgado pela FIESP/ITAL (2010), em que essas são algumas das tendências da alimentação no Brasil para até o ano de 2020.

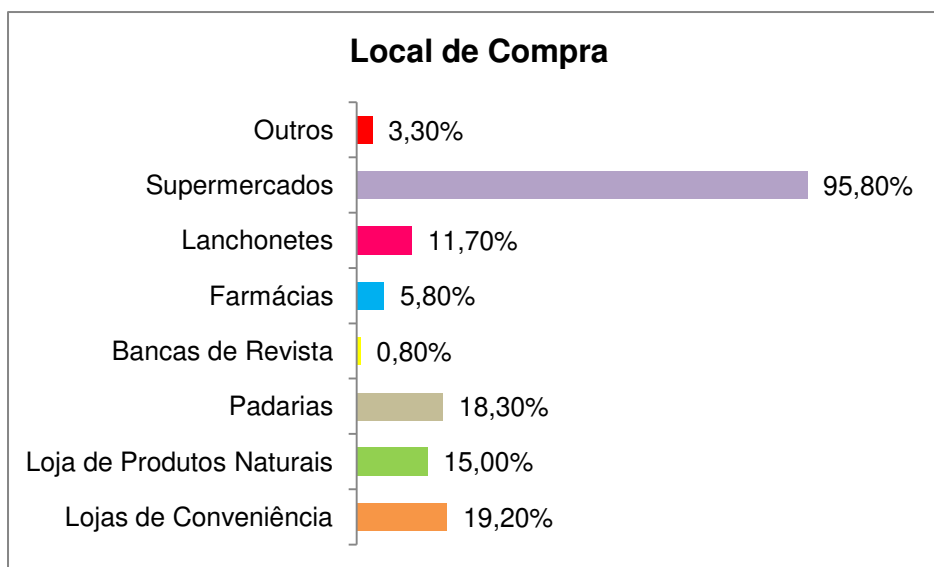


Figura 7. Local de compra de barras de cereais

*A frequência está associada ao percentual total de julgadores (120), embora a pergunta fosse de múltipla escolha (até três respostas).

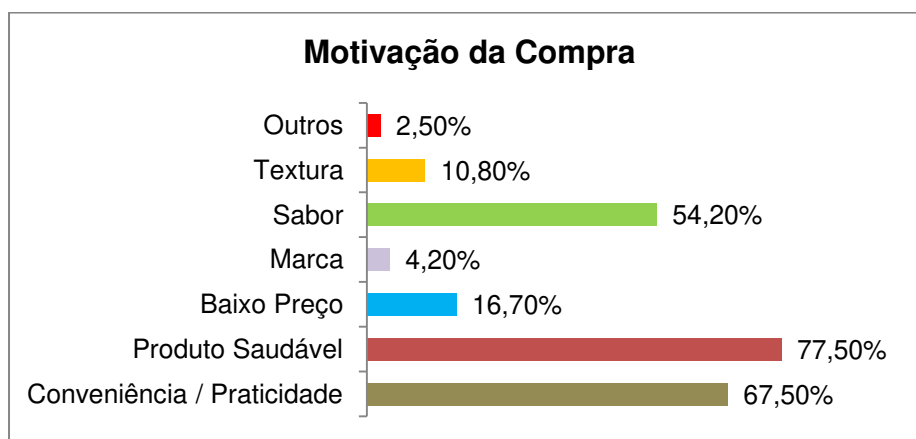


Figura 8. Motivação da compra de barras de cereais

*A frequência está associada ao percentual total de julgadores (120), embora a pergunta fosse de múltipla escolha (até três respostas).

Quando os julgadores foram solicitados a emitir suas opiniões sobre as barras de cereais comerciais, fazendo uso de seus conceitos pré-concebidos, 43,80 % afirmaram que as barras apresentam doçura ideal e 40,80 %, doçura pouco acima do ideal. As palavras mais mencionadas para descrever as barras comerciais foram compiladas e em ordem crescente foram: doce (muito doce/açucarada/doçura), prática praticidade/conveniência/comodidade/fácil acesso/rápida), saborosa (sabor/ gostosa/bom sabor/boa) e crocante (referindo-se à crocância dos cereais). Buscando identificar as necessidades do público-alvo, avaliaram-se os seus desejos para barras de cereais e o resultado mostrou que preferem textura macia (66,70 %), embora tenham interesse em barras tipo *crunchy*, uma lacuna atual do mercado nacional (Capítulo 2). Foi mencionada a melhora do sabor com o aumento do teor de frutas, sejam elas desidratadas ou liofilizadas. A formulação de barras com menor dulçor foi um atributo desejável, corroborando com os 40,80 % que afirmaram que as barras comerciais apresentam dulçor pouco acima do ideal (Figura 9).

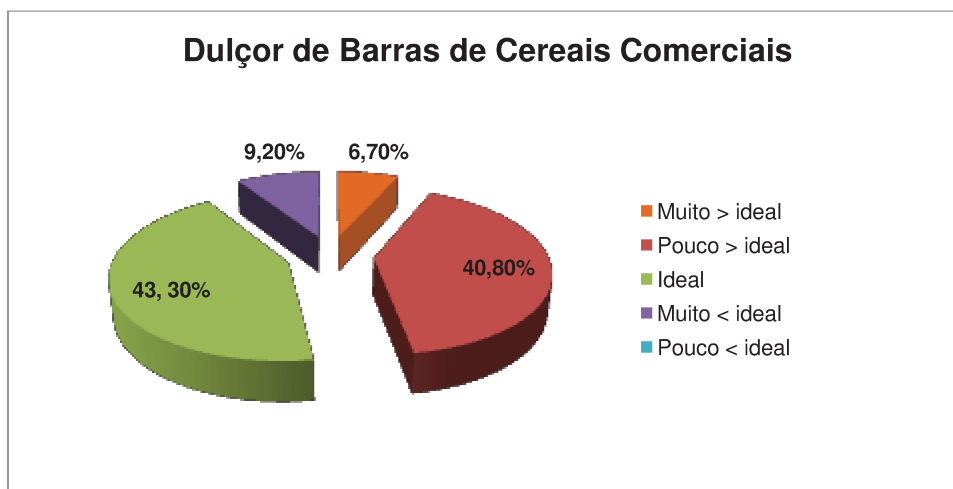


Figura 9. Dulçor de barras de cereais comerciais

Questionou-se ainda o interesse dos julgadores no consumo de uma barra de cereal simbiótica, caso estivesse disponível para compra, solicitando-se que

justificassem suas respostas. Dos cento e vinte julgadores avaliados, cento e dois (85 %) responderam afirmativamente à pergunta (Figura 10). A maioria das justificativas às afirmativas contemplou palavras como benefícios à saúde, ao trato gastrointestinal e ao organismo, bem como alegação de saudabilidade e propriedades funcionais. É importante lembrar que os julgadores foram recrutados no meio universitário, entre alunos, professores e funcionários da Faculdade de Engenharia de Alimentos, sendo um público com maior conhecimento sobre diferentes alimentos funcionais. Algumas justificativas foram selecionadas e transcritas abaixo:

“Eu consumiria porque eu teria um produto prático aliado a valores nutritivos e funcional agregados, diferente de muitos produtos práticos com calorias vazias”.

“Eu consumiria para variar a dieta, possibilitando a substituição de outro produto que eu consuma normalmente com a mesma função e esteja enjoada”.

“Eu consumiria para ver se gosto e se faz bem”.

“Eu consumiria porque entendo esse produto como um complemento alimentar”.

“Eu consumiria porque tenho dificuldades intestinais e preciso de altas quantidades de fibras”.

“Eu consumiria porque sou favorável a produtos que melhorem o funcionamento do trato gastrointestinal, dada a sua importância”.

“Eu consumiria por seu benefício à saúde, sendo uma opção além dos iogurtes”.

“Eu consumiria porque aumentaria o apelo saudável do produto, além de ser uma refeição prática e rápida”.

“Eu consumiria porque entendo os benefícios e me preocupo com minha saúde”.

Dezessete julgadores (14,2%) responderam “talvez”, mesmo reconhecendo os benefícios dos ingredientes (prebióticos e probióticos) incorporados ao produto. Afirmaram que o consumo dependeria mais do sabor como ocorreu nos estudos de Ares, Giménez e Gámbaro (2008) e de Saba et al. (2010) e também do preço do que das propriedades funcionais, e ainda, das necessidades de seu organismo de tais ingredientes. Relataram receio em consumir alimentos que alterem o funcionamento do trato gastrointestinal e as possíveis reações adversas, bem como, não terem opinião formada sobre o tema.

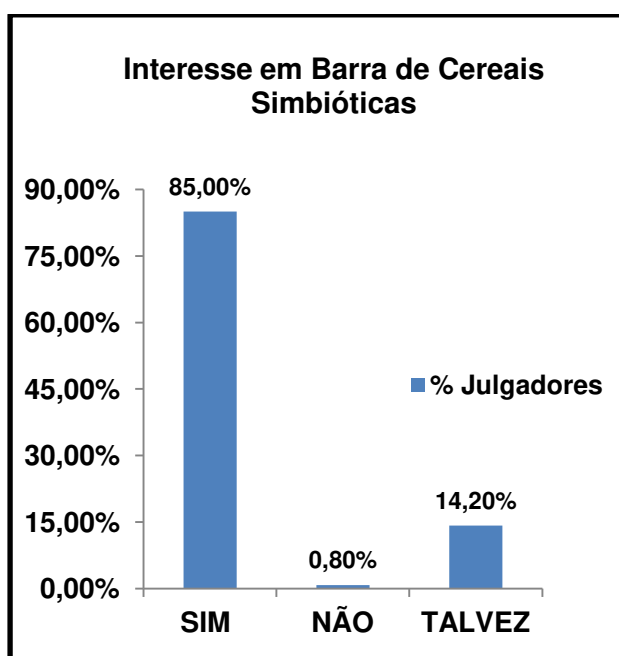


Figura 10. Interesse em consumir barras de cereais simbióticas

3.3.2 Testes Afetivos

Os testes afetivos são utilizados para avaliar as respostas dos consumidores ou consumidores em potencial de um produto ou de características desse produto com a finalidade de manter a qualidade, otimizar ou melhorar seu processo, ou ainda, auxiliar no desenvolvimento de um novo produto

(MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999). A preferência/aceitação do consumidor de barras de cereais incorporadas de fibras prebióticas com uso de escala hedônica está compilada na Tabela 10.

Tabela 10. Aceitabilidade sensorial das barras de cereais formuladas

Amostras	Valor Teórico de Frutanos (%)*		Atributos Avaliados (DMS)**				
	FOS (%)	INU (%)	Aparência (0,31)	Aroma (0,38)	Sabor (0,39)	Textura (0,43)	Impressão Global (0,34)
D	---	----	7,31 ^A	6,53 ^A	6,93 ^A	6,92 ^{A,B}	6,99 ^{A,B}
E	0,00	3,19	7,20 ^A	6,53 ^A	6,72 ^A	6,49 ^B	6,74 ^B
F	6,46	3,19	7,23 ^A	6,70 ^A	7,09 ^A	7,13 ^A	7,12 ^A
G	3,23	0,00	7,07 ^A	6,45 ^A	7,02 ^A	6,87 ^{A,B}	6,96 ^{A,B}
H	3,23	6,39	7,11 ^A	6,43 ^A	6,84 ^A	6,62 ^B	6,80 ^{A,B}
I	3,23	3,19	7,34 ^A	6,61 ^A	6,93 ^A	6,90 ^{A,B}	7,06 ^{A,B}

*FOS: fruto-oligossacarídeos (pureza: 92,30 %); INU: inulina (pureza: 91,25 %), ingredientes prebióticos calculados considerando-se a pureza do ingrediente; **Resultados expressos como médias das notas de 120 julgadores. Médias com letras iguais na mesma coluna indicam que não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras, pelo teste de Tukey. DMS: diferença mínima significativa.

As seis amostras avaliadas apresentaram a mesma aceitabilidade para os atributos aparência (7,07 – 7,34), aroma (6,53 – 6,70) e sabor (6,72 – 7,09). Acerca da textura, as amostras **D**, **G** e **I** não demonstraram diferenças significativas; o mesmo pode ser dito das amostras **E**, e **H**. Embora a amostra **F**, com 9,41 % de ingredientes prebióticos e maior teor de FOS (6,46 %), tenha obtido maior nota para a textura sensorial (7,13) não se pôde afirmar que o aumento no teor de FOS contribuiu para uma melhor aceitação da textura; pois a amostra **G** (3,23 % de FOS) teve aceitabilidade semelhante à amostra **E**, sem adição de FOS. Considerando a impressão global, as amostras **E** e **F** diferiram entre si ($p \leq 0,05$) e as amostras **D**, **G**, **H** e **I** não. Independente do atributo avaliado,

todas as notas sensoriais encontram-se na região de aceitação positiva, entre gostei ligeiramente (6,0) e gostei muito (8,0).

Capriles (2009), ao desenvolver barras de amaranto tipo *crunchy* com FOS e INU (17,00 %) nos sabores banana, morango, nozes, castanha e uva passa, coco e damasco, observou a preferência para os sabores mais comuns comercialmente, em especial banana, castanha e uva passa e coco. As notas sensoriais, como neste trabalho, estiveram entre 6,0 e 8,0. Mourão (2008), estudando barras de cereais de caju-ameixa com ingredientes funcionais, obteve notas sensoriais na região de dúvida (5,0) a gostei moderadamente (7,0).

Gutkosky et al. (2007), em barras de cereais de aveia com elevado teor de fibra alimentar, alcançaram valores semelhantes ao deste estudo para a aparência (7,3 – 7,5) e o sabor (6,9 – 7,7) e um pouco superiores para a textura (7,4 – 7,6) e a impressão global (7,1 – 8,1). Garcez (2008), avaliando barras elaboradas com amêndoas de sapucaia e casca de abacaxi, obteve menor aceitação quanto ao aroma (5,9 – 6,9), ao sabor (5,9 – 7,0), à textura (6,6 – 7,3) e à impressão global (6,2 – 7,1).

Dado que as fibras prebióticas podem interferir no dulçor e na textura dos produtos adicionados (NINESS, 1999a), foi avaliada a percepção dos julgadores por meio da escala do ideal. Os resultados estão na forma de gráfico, mostrados pelas Figuras 11 e 12.

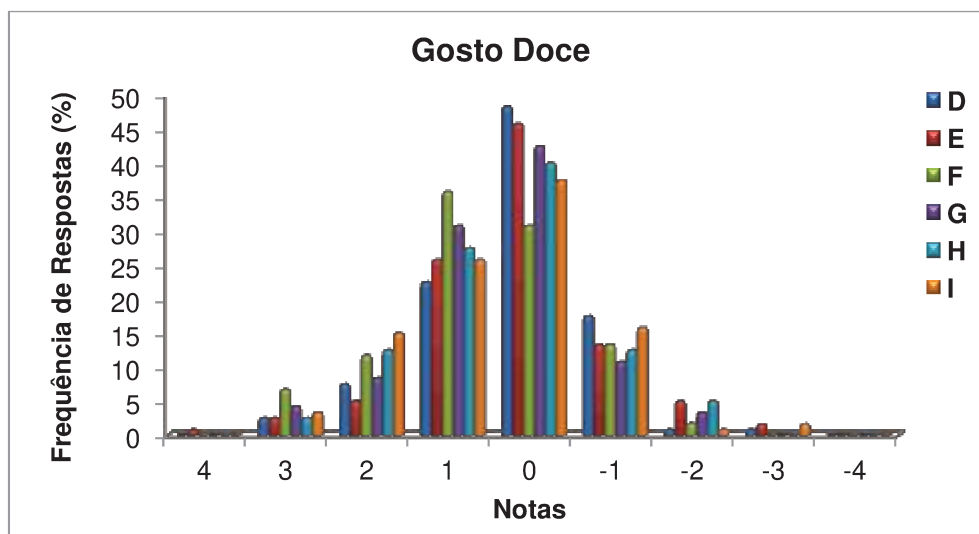


Figura 11. Resultados para o atributo gosto doce com aplicação da escala do ideal

Amostra controle, sem ingredientes prebióticos: D; Amostras com ingredientes prebióticos em porcentagem (FOS : INU): E (0,00 : 3,50), F (7,00 : 3,50), G (3,50 : 0,00), H (3,50 : 7,00) e I (3,50 : 3,50); Notas: 4: extremamente, 3: muito mais, 2: moderadamente, 1: ligeiramente (mais doce que o ideal); 0: ideal; -1: ligeiramente; -2: moderadamente; -3: muito mais; -4: extremamente (menos doce que o ideal).

Percentualmente, as amostras com maior frequência de respostas para o dulçor ideal (0) foram, em ordem decrescente, **D**, **E**, **G**, **H**, **I** e **F**. Embora os fruto-oligossacarídeos contribuam com leve dulçor, representando poder adoçante 0,3-0,6 vezes o da sacarose e a inulina, com poder adoçante ainda menor, de 0,10 vezes o da sacarose (NINESS, 1999a; NINESS, 1999b; FRANCK; ALEXIOU, 2009); os julgadores consideraram que a adição de frutanos potencializou a percepção de dulçor. Neste trabalho, FOS e INU substituíram parte do xarope de glicose que apresenta dulçor 0,7 vezes menor que da sacarose (BOTELHO et al., 2009). A amostra **F**, com maior teor de FOS, obteve a última posição para a idealidade do dulçor e primeira posição para a resposta pouco acima do ideal (1), no entanto, isso não influenciou sua aceitabilidade (Tabela 10) e intenção de compra (Figura 13).

Dutcosky et al. (2005), avaliando barras de cereais adicionadas de misturas de FOS, INU e goma acácia (GA), perceberam que a variável de maior influência no brilho, dulçor e crocância foi o FOS.

Assim como no teste instrumental, não foi possível associar a concentração de FOS e INU à firmeza sensorial, nos níveis avaliados (Figura 12). Todas as seis amostras alcançaram elevados percentuais de respostas considerando a firmeza ideal. Dutcosky et al. (2005), estudando barras de cereais com 13,50 % de ingredientes funcionais, observaram que a inulina contribuiu para o aumento da dureza e teve ação inversa ao fruto-oligossacarídeo.

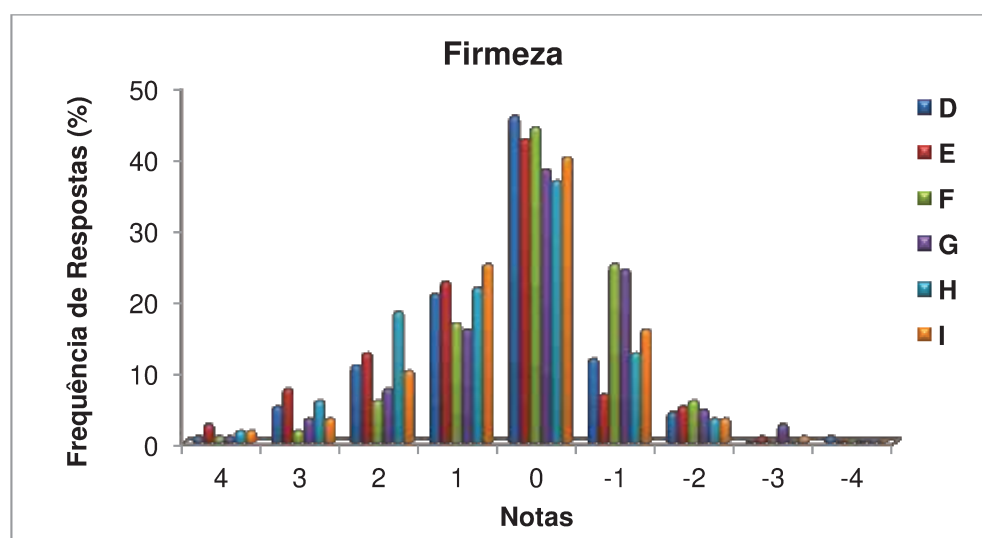


Figura 12. Resultados para o atributo firmeza com aplicação da escala do ideal

Amostra controle, sem ingredientes prebióticos: D; Amostras com ingredientes prebióticos em porcentagem (FOS : INU): E (0,00 : 3,50), F (7,00 : 3,50), G (3,50 : 0,00), H (3,50 : 7,00) e I (3,50 : 3,50); Notas: 4: extremamente, 3: muito mais, 2: moderadamente, 1: ligeiramente (mais firme que o ideal); 0: ideal; -1: ligeiramente; -2: moderadamente; -3: muito mais; -4: extremamente (menos firme que o ideal)

O teste de intenção de compra foi aplicado para conhecer a expectativa de compra das barras de cereais adicionadas de fibras prebióticas pelos consumidores e o resultado está mostrado na Figura 13.

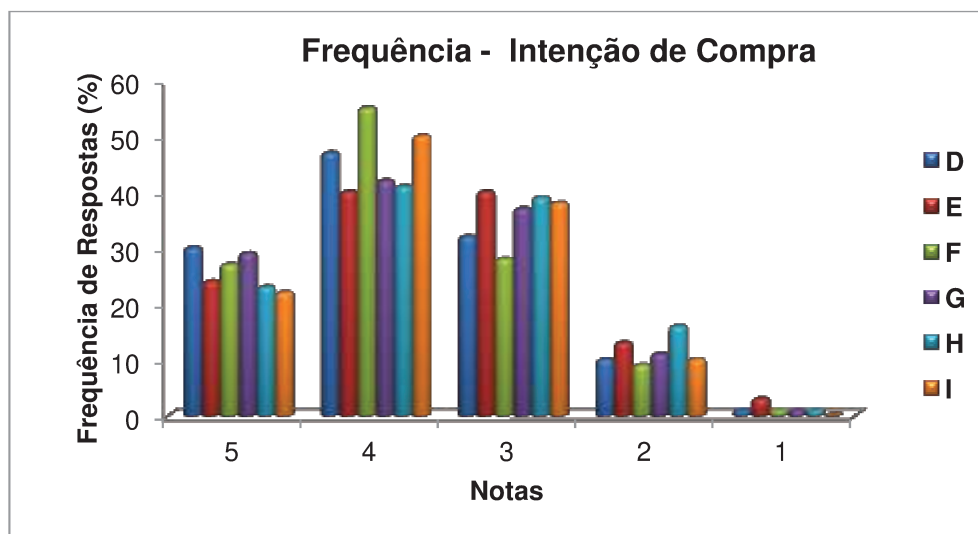


Figura 13 – Resultados para a intenção de compra com aplicação da escala de atitude

Amostra controle, sem ingredientes prebióticos: D; Amostras com ingredientes prebióticos em porcentagem (FOS : INU): E (0,00 : 3,50), F (7,00 : 3,50), G (3,50 : 0,00), H (3,50 : 7,00) e I (3,50 : 3,50); Notas: 5: certamente compraria; 4: provavelmente compraria; 3: talvez comprasse, talvez não comprasse; 2: provavelmente não compraria; 1: certamente não compraria.

Considerando como respostas favoráveis à compra as notas 4 e 5, as amostras **F**, **D** e **G**, em ordem decrescente, apresentaram maior intenção de compra. As notas médias das seis amostras variaram de 3,6 (**E** e **H**) a 3,8 (**D** e **F**), bem próximo ao encontrado por Gutkoski et al. (2007) em barras de cereais à base de aveia (3,94) e semelhante à média das formulações com ingredientes regionais (3,60) estudadas por Torres (2009).

4. CONCLUSÕES

Os ingredientes prebióticos (fruto-oligossacarídeos e inulina), dentro dos percentuais estudados neste trabalho (0 a 7 %), podem ser utilizados para suplementar barras de cereais com fibras, sem prejuízo dos parâmetros físico e físico-químicos (atividade de água, textura e umidade) avaliados, não comprometendo a qualidade e a estabilidade do produto.

Foi possível incorporar ingredientes funcionais às barras de cereais e obter aceitação sensorial similar à formulação controle, com notas na zona de aceitação positiva, entre “gostei ligeiramente” e “gostei muito”, para todos os atributos avaliados. Somente os atributos textura (firmeza) e impressão global apresentaram diferenças significativas entre as amostras. Possivelmente, a textura foi o fator preponderante para influenciar a nota da impressão global.

Os julgadores demonstraram interesse em saudabilidade e são favoráveis ao desenvolvimento de produtos que beneficiem o trato gastrointestinal, como é o produto em estudo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC. American Association of Cereal Chemists. **Approved methods**. 11.ed. St. Paul, 2010.

AACC Report. The definition of dietary fiber. **Cereal Foods World**, v. 46, n. 3, p. 112-126, March 2001.

ABE, L. T.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Comparison of phenol content and antioxidant capacity of nuts. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 254-259, 2010.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists. HORWITZ, W. (Ed.). 18th ed., Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2005. **Current through Revision 1**, 2006, cap. 45, met. 999.03, p. 92-94.

ARES, G.; GIMÉNEZ, A.; GÁMBARO, A. Does information about the source of functional ingredients influence consumer perception of functional milk desserts? **Journal of the Science of Food and Agriculture**. n 88; p. 2061-2068; 2008.

BOTELHO, R. B. A. et al. Transformação dos alimentos: açúcares, açucarados e edulcorantes. In: ARAÚJO, W. M. C.; MONTEBELLO, N. DI P.; BOTELHO R. B. A.; BORGIO, L. A. **Alquimia dos Alimentos**, Cap. 11. Brasília: Senac, 2009. p. 451-472.

BOWER, J.A.; WHITTEN, R. Sensory characteristics and consumer liking for cereal bar snack foods. **Journal of Sensory Studies**, v.15, p. 327-345, 2000.

BRASIL. **Resolução nº 263, de 22 de setembro de 2005**. Aprova o Regulamento Técnico para Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos. Diário Oficial da União, Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005.

CAPRILES, V. D.; ARÊAS, J. A. G.; Barras de amaranto enriquecidas com frutanos: aceitabilidade e valor nutricional. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion.** v. 60, n. 3, 2010.

CAVALCATE, C. E. B. **Atividade antioxidante total durante o processamento de amêndoas de castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.).** 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, 2010.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos.** Campinas: Editora Unicamp, 1999. Cap. 4, p. 37-48.

CIROLINI, A.; ROSA, C. S.; CALLEGARO, M. G. Avaliação do teor de fibra em produtos à base de cereais com ênfase na rotulagem de alimentos. **Disciplinarum Scientia, Série: Ciências da Saúde**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 23-32, 2004.

COSTA, L. A. et al. Desenvolvimento de alimento em barra à base de resíduo da fabricação de farinha de mandioca. **Alimentos e Nutrição.** v. 16, n. 4, p. 389-396, 2005.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Integrated production practices of cashew in Asia.** Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/005/ac451e/ac451e0b.htm>> Acesso em: 06 abr. 2010.

DUTCOSKY, S. D. et al. Combined sensory optimization of a prebiotic cereal product using multicomponent mixture experiments. **Food Chemistry.** v. 98, n. 4, p. 630-638, 2006.

FIESP/ITAL. **Brasil Food Trends 2020.** Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, Instituto de Tecnologia de Alimentos. São Paulo: FIESP/ITAL, 2010. 173 p.

GAINE, C. S. Instrumental measurement of the hardness of cookies and crackers. **Cereal Foods World**, v. 36, n. 12, p. 989, 991-994, 996, 1991.

GUTKOSKI, L. C.; BONAMIGO, J. M. A.; TEIXEIRA, D. M. F.; PEDÓ, I. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 355-363, 2007.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 6. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.1020p.

JACOB, M. M.; PRAPULLA, S. G. Fructans including inulin. In: NOLLET, L. M. L.; TOLDRÁ, F. (Ed.) **Handbook of Analysis of Active Compounds in Functional Foods**. Boca Raton: CRC Press, Cap. 24, 2012. p.561-581.

KORNSTEINER, M.; WAGNER, K. H.; ELMADFA, I. Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types, *Food Chem.*, Oxford, v. 98, n. 2, p. 381–387, 2006.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 3rd edition. Boca Raton: CRC Press LCC. 1999.

MOURÃO, L. H. E. **Obtenção de barras de cereais de caju ameixa com alto teor de fibras processadas com ingredientes funcionais**. 2008. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

NINESS, K.R. Breakfast foods and the health benefits of inulin and oligofructose. **Cereal Foods World**, v.44, n.2, p.79-81, 1999a.

_____. Inulin and oligofructose: what are they? **The Journal of Nutrition**, v.129, n.7 (suppl.), p.1402S -1406S, 1999b.

ORDÓÑEZ, J. A. et al. Tecnologia de Alimentos. v. 02 - **Componentes dos alimentos processados**. In: MURAD, F. (Trad.). Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 284.

RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F.; **Planejamento de experimentos e otimização de processos**. Cárita Editora 2^a Ed. Campinas, SP.2009. 358p.

SABA, A. e; VASSALLO, M.; SHEPHERD, R.; LAMPILA, P.; ARVOLA, A.; DEAN, M.; WINKELMANN, M. CLAUPEIN, E.; LÄHTEENMAKI, L. Country-wise differences in perception of health-related messages in cereal-based food products. **Food Quality and Preference**. n. 21; p. 385-393; 2010.

SAS - Statistical Analysis **System. System for Windows, versão 9.2**. SAS Institute Inc., Cary, N.C., USA, 2009.

SILVA, I. Q. et al. Obtenção de barra de cereais adicionada do resíduo industrial de maracujá. **Alimentos e Nutrição Araraquara**. v.20, n.2, p. 321-329, 2009.

TORRES, E. R. **Desenvolvimento de barra de cereais formuladas com ingredientes regionais**. Mestrado em Engenharia de Processos. Universidade Tiradentes-UNIT. Aracaju. 2009.

**CAPÍTULO 4. DESENVOLVIMENTO DE BARRA DE CEREAIS
COM INGREDIENTE PROBIÓTICO E DE BARRA DE CEREAIS
COM INGREDIENTES PREBIÓTICOS E PROBIÓTICO E ESTUDO
DA ESTABILIDADE**

CAPÍTULO 4. DESENVOLVIMENTO DE BARRA DE CEREAIS COM INGREDIENTE PROBIÓTICO E DE BARRA DE CEREAIS COM INGREDIENTES PREBIÓTICOS E PROBIÓTICO E ESTUDO DA ESTABILIDADE

RESUMO

Um produto funcional com ingredientes prebióticos e probiótico por meio da adição de frutanos (inulina e fruto-oligossacarídeo) e *Lactobacillus acidophilus* La-5 foi desenvolvido. A viabilidade do micro-organismo probiótico foi investigada, avaliando-se o efeito da matriz barra de cereais, bem como, a influência dos frutanos em sua sobrevivência no produto. A estabilidade das barras foi avaliada ao longo de 60 dias através das análises de atividade de água, firmeza, pH, umidade e índice de acidez. Os resultados foram comparados com amostras com ingredientes prebióticos (P), ingrediente probiótico (M) e amostras sem adição de frutanos e de micro-organismo (C). A análise de frutanos mostrou que os ingredientes prebióticos mantiveram-se estáveis ao longo dos 60 dias. Nas condições estudadas, a matriz não se mostrou favorável para disponibilizar o micro-organismo probiótico *Lactobacillus acidophilus* La-5, dado a sua baixa viabilidade e a adição de frutanos não contribuiu com melhorias nos resultados.

Palavras-chave: alimento funcional, inulina, fruto-oligossacarídeos, *Lactobacillus acidophilus*.

ABSTRACT

A functional product with probiotic and prebiotic ingredients by the addition of fructans (inulin and fructo-oligosaccharides) and *Lactobacillus acidophilus* La-5 was developed. The viability of the probiotic micro-organism was investigated by evaluating the effect of the cereal bar matrix and the influence of fructans on its survival in the product. The stability of the bars was evaluated over 60 days through the analysis of water activity, texture, pH, moisture content and acid value. The results were compared to samples with only prebiotic ingredients (W), only probiotic ingredient (M) and a control sample without the addition of fructans and the micro-organism (C). The analyses showed that the fructan prebiotic ingredients remained stable throughout the 60 days. Under the conditions studied, the matrix was not favorable to provide the probiotic micro-organism *Lactobacillus acidophilus* La-5 to cereal bar consumers, given its low viability, and the addition of fructans did not contribute to improve these results.

Keywords: functional food, inulin, fructo-oligosaccharides, *Lactobacillus acidophilus*.

1. INTRODUÇÃO

O acelerado desenvolvimento da indústria de alimentos por meio de lançamentos de produtos funcionais tem sido motivado pelas exigências dos consumidores: alimentos mais saudáveis, com sabor e qualidade, que forneçam benefícios à saúde além de seu valor nutricional (WILLIAMSON, 2009). Um alimento funcional pode ser elaborado através do aumento da concentração, adição ou melhoramento da biodisponibilidade de um determinado componente em um produto tradicionalmente consumido (SIRÓ, 2008; SANGWAN et al., 2011).

Os produtos probióticos (adicionados de cultura probiótica), prebióticos (adicionados de fibras prebióticas) e simbióticos (adicionados de ambos os ingredientes) têm ganhado destaque como alimentos funcionais, tendo os produtos lácteos como os principais representantes. Problemas associados aos altos níveis de colesterol, à intolerância e à alergia aos constituintes do leite, têm impulsionado estudos na busca de novas matrizes alimentares para disponibilizar micro-organismos probióticos (GRANATO et al., 2010). Como alternativa, os cereais constituem uma boa opção, por ser a principal fonte de nutrientes da dieta humana no mundo (BLANDINO et al., 2003), contribuindo com proteínas, carboidratos digeríveis e não-digeríveis, fibras solúveis e insolúveis, vitaminas e minerais, fitoquímicos e outros componentes bioativos.

Os principais produtos probióticos à base de cereais são produtos fermentados, como bebidas à base de malte, milho, painço, sorgo, trigo e aveia (*Anarshe, Boza, Bushera, Kaffir, Maue, Mahewu, Tobwa*) pudins e iogurtes, em que as culturas tradicionais de fermentação, normalmente bactérias ácido lácticas, são substituídas por (ou adicionadas de) culturas probióticas (BLANDINO et al., 2002; GRANATO et al., 2010), exigindo normalmente temperaturas de refrigeração para armazenamento (RANADHEERA; BAINES; ADAMS, 2010).

Probióticos são “micro-organismos vivos que quando administrados em

quantidades adequadas conferem benefícios à saúde do hospedeiro” (FAO, 2001), sendo capazes de melhorar o equilíbrio microbiano intestinal (BRASIL, 2002). Estudos sugerem que a adição de prebióticos conjuntamente com probióticos, constituindo-se produtos simbióticos, melhoram a sobrevivência dos probióticos na parte superior do trato gastrointestinal (TGI), permitindo o aumento de sua eficácia no intestino grosso (BIELECKA; BIEDRZYCKA; MAJKOWSKA, 2002).

A adição de fibras em produtos probióticos confere proteção ao micro-organismo durante o processamento e a estocagem do produto (LAMSAL e FAUBION, 2009). O consumo de fibras solúveis, como é o caso da inulina e dos fruto-oligossacarídeos (ingredientes prebióticos) permite a redução da velocidade da digestão e de absorção de nutrientes, em especial açúcares e gorduras, diminuindo os níveis de colesterol LDL e de glicose no sangue e ainda, a redução da síntese de colesterol no fígado. Protegem o intestino de doenças inflamatórias, como a doença de Crohn e a colite ulcerativa; aumentam a produção de ácidos graxos de cadeia curta (resultado da fermentação no cólon) que atuam como imunomoduladores no intestino inflamado e contribuem para o aumento de bactérias benéficas na microbiota gastrointestinal (GALVEZ; RODRIGUEZ; ZARZUELO, 2005; CHO, 2009; EFSA, 2010; SILVA; WALTER, 2012; HAUNER et al., 2012).

As fibras prebióticas fornecem benefícios adicionais com a seletividade de sua ação sobre as bactérias probióticas (ROBERFROID et al., 2010), como: melhora da absorção mineral (em especial de cálcio), modulação do metabolismo de energia e a saciedade; regulação/modulação das funções imunológicas, melhora das funções de barreira do intestino, inibição de patógenos, redução do risco de infecções intestinais, obesidade, síndromes metabólicas e de câncer de cólon (RASTALL, 2006; VAN LOO, 2006; FRANCK; ALEXIOU, 2009; ROBERFROID et al., 2010).

Propõe-se neste trabalho disponibilizar a cultura probiótica (*Lactobacillus acidophilus La-5*) em uma matriz de cereais, sem a necessidade das etapas de fermentação e refrigeração. Para tanto, foi desenvolvida uma barra de cereais, adicionada ou não de ingredientes prebióticos e avaliada a

interferência desse ingrediente na viabilidade da cultura probiótica, buscando melhor qualidade nutricional e benefícios à saúde advindos da alimentação e ainda, uma alternativa ao consumo de produtos lácteos probióticos. A escolha pelo *Lactobacillus acidophilus* fundamentou-se no fato de ser uma cultura microaerófila, aprovada para uso no Brasil e sobre a qual se há diversos estudos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

2.1.1 Ingredientes e Formulação das Barras de Cereais

Quatro formulações em escala piloto de barras de cereais, a saber: controle (C), com ingredientes prebióticos (P), com ingrediente probiótico (M) e com ingredientes prebióticos e probiótico (S) foram preparadas em lotes de 2,5 kg, de acordo com a Tabela 1.

As matérias-primas utilizadas foram: aveia em flocos grossos nº 01 (SL Alimentos, Mauá da Serra/PR), flocos de arroz longos, flocos de arroz redondos e flocos de milho (Cerealle, Pelotas/RS), castanha de caju granulada 1 mm (Carino Ingredientes, Marília/SP), gordura de palma 370 B (Agropalma, Belém/PA), xarope de glicose BD 30/EL1040 (Ingredion, Mogi-Guaçu/SP), açúcar invertido 56% (Dulcini, Pirassununga/SP), lecitina de soja SolecTM SG TN (Solae, Esteio/RS) e aroma natural de manga (IFF, Taubaté/SP); manga desidratada 160 (Polpa Brasil, Fraiburgo/SC), farelo de aveia (Taeq, Lagoa Vermelha/RS), sal comum (Lebre, Areia Branca/RN), açúcar refinado (Alegre, Colorado/PR) e suco tropical de manga (Da Fruta, Recife/PE).

Para as barras de cereais com ingredientes prebióticos foram utilizados o fruto-oligossacarídeo (FOS) Orafti[®] P95 e a inulina (INU) Orafti[®] GR, ambas da BENEIO-Orafti (Tienen, Bélgica) na proporção de frutanos (FOS e INU) de 10,5 %. A cultura probiótica de *Lactobacillus acidophilus* La-5 (*Christian Hansen*, Valinhos, SP) foi adicionada às formulações M e S.

Tabela 1. Formulação das barras de cereais

INGREDIENTES SECOS (%)	TRATAMENTOS*			
	C	P	M	S
Aveia em flocos grossos	14,2	14,2	14,2	14,2
Manga desidratada	10,9	10,9	10,9	10,9
Flocos de arroz longos	9,3	9,3	9,3	9,3
Flocos de arroz redondos	8,7	8,7	8,7	8,7
Castanha de caju	7,1	7,1	7,1	7,1
Flocos de milho	6,8	6,8	6,8	6,8
Farelo de aveia	3,0	3,0	3,0	3,0
<i>Lactobacillus acidophilus</i> La-05	0,0	0,0	0,6	0,6
TOTAL	60	60	60,6	60,6

INGREDIENTES LIGANTES (%)**	TRATAMENTOS			
	C	P	M	S
Xarope de glicose	20	9,5	20	9,5
FOS***	0,0	7,0	0,0	7,0
INU****	0,0	3,5	0,0	3,5
Açúcar refinado	8,0	8,0	8,0	8,0
Suco tropical de manga	5,4	5,4	5,4	5,4
Açúcar invertido	4,0	4,0	4,0	4,0
Gordura de palma	1,6	1,6	1,6	1,6
Lecitina de soja	0,8	0,8	0,8	0,8
Aroma de manga	0,3	0,3	0,3	0,3
Sal	0,2	0,2	0,2	0,2
TOTAL	40	40	40	40

*C: formulação controle; P: formulação com ingredientes prebióticos; M: formulação com ingrediente probiótico; S: formulação com ingredientes prebióticos e probiótico; **Para a dissolução da fase ligante, 10 % de água foram adicionadas e posteriormente evaporadas com o aquecimento da calda; ***FOS: fruto-oligossacarídeos (pureza: 92,30 %); ****INU: inulina (pureza: 91,25 %).

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Processamento das Barras de Cereais

Foram utilizados equipamentos da marca Braslaer Indústria e Comércio de Máquinas Ltda. (Limeira/SP) para o processamento. Após a pesagem dos

ingredientes secos, eles foram pré-misturados, exceto a cultura probiótica e reservados.

Para a elaboração da calda, foram misturados os ingredientes ligantes com água (10 %) para a dissolução dos ingredientes e submetidos à temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ até a obtenção do teor de sólidos solúveis totais entre 85 e 86 °Brix. Nas barras P (com ingredientes prebióticos) e S (com ingredientes prebióticos e probiótico), a adição dos frutanos exigiu um pré-preparo por meio da dissolução completa dos ingredientes prebióticos em água, mais 5 % (100°C), antes da junção aos demais ingredientes da calda. A calda foi mantida a $36 \pm 1^\circ\text{C}$ para a incorporação dos ingredientes secos.

As barras M (com ingrediente probiótico) e S (com ingredientes prebióticos e probiótico) foram adicionadas do micro-organismo *Lactobacillus acidophilus* La-5 em sua forma liofilizada, como descrito no item 2.2.2.1.3.

A massa de cereais foi laminada até 1,5 cm de espessura e submetida ao resfriamento em refrigerador doméstico ($\pm 20^\circ\text{C}$) por 20 min. Após 5 min à temperatura ambiente, seguiu-se ao corte das barras de cereais em tamanhos retangulares com dimensões: 10 cm (comprimento) x 3 cm (largura) e peso médio de 20 g. As barras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno bi-orientado (BOPP), seladas a quente, contendo duas, quatro ou oito unidades e armazenadas à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ por 60 dias .

2.2.2 Cultura Probiótica

A cultura probiótica utilizada na formulação das barras de cereais probiótica (M) e simbiótica (S) foi doada pela *Christian Hansen* (Valinhos, SP) em embalagens de 25 g e na forma de cultura liofilizada (tipo DVS – *direct vate set*).

A viabilidade da cultura DVS foi verificada conforme metodologia proposta por Correa, Castro e Saad (2008). Os envelopes com a cultura liofilizada foram abertos em condições assépticas e pesadas porções de 0,1 g de micro-organismo em tubos estéreis. A cultura foi diluída em 0,9 mL de água peptonada 0,1 % e incubada em estufa (37°C / 2 h) para ativação do micro-

organismo. Posteriormente, foi realizada a diluição decimal em água peptonada 0,1 % e plaqueamento por profundidade com sobrecamada em ágar MRS (Difco, EUA), em duplicata. As placas foram incubadas a 37 °C por 72 h em aerobiose e em seguida procedeu-se à contagem das colônias.

2.2.2.1 Procedimentos para a Incorporação da Cultura Probiótica

Foram avaliados três procedimentos para a incorporação da cultura probiótica na elaboração de barras de cereais com ingrediente probiótico (M) e com ingredientes prebióticos e probiótico (S): concentrado celular, micro-organismo microencapsulado e cultura liofilizada, tendo como parâmetros norteadores a viabilidade celular, os custos de produção das barras e as alterações no processamento. Para os testes, a cultura foi aplicada na formulação controle (C).

2.2.2.1.1 Concentrado Celular

Para a obtenção de concentrado celular em quantidade suficiente para os testes, fez-se necessário um crescimento seriado da cultura, modificando-se as metodologias propostas por Reddy et al. (2009) e Rößle et al. (2010).

A cultura liofilizada foi pesada de forma asséptica (1,0 g), inoculada em 100 mL de caldo MRS (A) e incubada a 37 ± 1 °C por 18 h. Após esse período, o volume A foi inoculado em 1000 mL de caldo MRS (B) e incubada à mesma temperatura por 24 h. No terceiro dia, 1 % do volume B foi inoculado em 1000 mL de caldo MRS nas mesmas condições do volume A. O restante do volume A ficou armazenado a 10 °C até o terceiro dia. No quarto dia, os volumes A e B formaram o volume C e foram centrifugados a 9654 g / 15 min / 4 °C em centrífuga Beckman, modelo J2-21 e rotor JA-14 (Beckman Coulter, EUA). As células foram lavadas com água peptonada 0,1 % e centrifugadas até o sobrenadante estar claro (aproximadamente 2-3 vezes). Após as sucessivas lavagens, obteve-se o concentrado celular.

O concentrado celular na proporção de 1 % do total dos ingredientes ou 0,6 % da fase seca foi incorporado à calda (36 ± 1 °C), diluído na menor quantidade de água que permitisse a diluição (2,0 g).

2.2.2.1.2 Microcápsulas

Para o preparo das microcápsulas, seguiu-se a metodologia de Fritzen-Freire (2012), com modificações, utilizando-se a técnica de *spray drying*. Os materiais encapsulantes utilizados foram maltodextrina (MDX) Mor Rex 1910, (*National Starch*, Balsa Nova, Paraná) e goma acácia (GA) Instantgum™ BA (NEXIRA, Perdizes, São Paulo) na proporção 50:50 (MDX:GA). Antes do processo de microencapsulação a sensibilidade dos microrganismos a esses materiais de parede foi testada pelo contato dos mesmos com as soluções dos materiais encapsulantes nas formas individuais (apenas MDX ou GA). Os microrganismos foram dispersos na solução de material de parede, mantendo-se o contato por 40 min, sob agitação e à temperatura de 25 °C. Em seguida, as amostras foram plaqueadas e incubadas a 35 °C por 3 dias para avaliação da viabilidade do micro-organismo após o contato com a solução do material de parede.

O experimento de microencapsulação foi realizado em equipamento *spray dryer* modelo B290 (Büchi, Uster, Suíça). A solução de alimentação do *spray dryer* consistiu em 30 % de sólidos totais, dos quais o micro-organismo (em base úmida) correspondeu 20 % e o material encapsulante 80 % (proporção de MDX:GA – 1:1). O micro-organismo em base úmida corresponde à sua forma como concentrado celular, descrito no item 2.2.2.1.1.

As condições utilizadas para a secagem foram temperaturas do ar de 125 °C (entrada) e de $70 \pm 2,0$ °C (saída), com bico resfriado a 20 °C por circulação de água, vazão do ar comprimido de 600 L/h e vazão de alimentação de 8,3 mL/min. Após a obtenção das microcápsulas, estas foram recolhidas do coletor de amostra e armazenadas sob refrigeração para posterior utilização nas barras de cereais.

As microcápsulas foram adicionadas na proporção de 3 % da formulação (1,8 % dos ingredientes secos).

2.2.2.1.3 Cultura Liofilizada

Foram testadas concentrações de cultura liofilizada (p/p da formulação total) de 0,3 % (HADJUC et al., 2009); 0,5 % e 1,0 %. A cultura liofilizada foi adicionada ao farelo de aveia e homogeneizada aos demais ingredientes da fase seca que foram incorporados à fase ligante à temperatura de 36 ± 1 °C. Para a concentração de 0,3 % de cultura, foi elaborada, ainda, outra formulação, em que a cultura liofilizada foi ativada em água (37 °C / 2 h) e posteriormente adicionada à fase ligante (36 ± 1 °C). Foram realizados ao todo, quatro testes com a cultura liofilizada.

2.2.3 Caracterização das Barras de Cereais

2.2.3.1 Composição Centesimal das Barras de Cereais

As determinações de proteínas (método 46-12.01) e cinzas (08-12.01) foram realizadas de acordo com os procedimentos da AACC (2010). As determinações de lipídeos (método 920.39C), utilizando-se o equipamento Soxhlet e de umidade (método 995.45), com o uso de estufa a vácuo por 60 °C/24 h seguiram os procedimentos da AOAC (2005) e Cecchi (1999). A fibra alimentar total foi quantificada através do método enzimático-gravimétrico 985.29 (AOAC, 2005) e os frutanos pelo método espectrofotométrico 999.03 (AOAC, 2005). O teor de carboidratos foi estimado por diferença, diminuindo de 100 o somatório de proteínas, lipídeos, fibra alimentar total, cinzas e umidade.

Todas as análises foram realizadas após 7 dias de processamento e os resultados foram expressos em base úmida, em g/100 g como médias de triplicatas.

Para o cálculo do valor energético foram utilizados os coeficientes de Atwater, em que lipídeos correspondem a 9 kcal/g, carboidratos e proteínas a 4

kcal/g. Às fibras alimentares, inclusive aos frutanos, foram contabilizados 2 kcal/g segundo recomendação da FAO (2003).

2.2.4 Estudo da Estabilidade

2.2.4.1 Análises Físico-químicas

As determinações físico-químicas foram realizadas nas barras de cereais armazenadas por 7, 30 e 60 dias à temperatura de 25 ± 1 °C. O preparo das amostras para as determinações de atividade de água, pH e umidade envolveram a trituração das barras de cereais em *blender* (liquidificador) profissional de alta performance modelo OBL 10/2 (Oxy, Santana de Parnaíba/SP) até assemelharem-se a farinhas.

A análise de atividade de água foi realizada por medida direta em higrômetro modelo CX-2T (AquaLab, Pullman, EUA) à temperatura constante ($25,0$ °C $\pm$ 0,30). O pH foi determinado em pH-metro modelo DM 20 (Digimed, São Paulo/SP), através de leitura direta das amostras suspensas em água destilada (proporção 1 g amostra: 25 mL de água) e a umidade foi verificada como descrito no item 2.2.3.1. Os resultados são médias de três leituras.

A firmeza foi avaliada em texturômetro (*Stable Micro Systems TA-XT2i Texture Analyser*, Godalming/Surrey, UK), utilizando-se o *probe* de cisalhamento *Blade Set* (HDP/BSK) em plataforma HDP/90 (STABLE MICRO SYSTEMS, 1997), com modificações nas especificações para biscoitos (BIS2/KB): velocidades de 1,0 mm/s para pré-teste, teste e pós-teste e ainda 20 mm de distância (distância que o *probe* percorre após atingir a amostra). Os resultados são a média de dezoito leituras.

Para avaliar a influência dos ingredientes das barras de cereais e condições de armazenamento na determinação da validade do produto, foram realizadas análises de quantificação de frutanos totais e índice de acidez nos tempos inicial (7 dias) e final (60 dias) de estocagem das barras.

A quantificação de frutanos totais foi realizada pelo método espectrofotométrico 999.03 da AOAC (2005), utilizando-se o kit enzimático *Megazyme-Fructan HK* (*Megazyme International*, Wicklow, Irlanda). Os valores são apresentados em percentuais e representam a média de três leituras. O índice de acidez foi determinado pelo método Ca 5a-40 da AOCS (2009), sendo a média de duas leituras.

2.2.4.2 Análises Microbiológicas

As análises para acompanhamento da qualidade microbiológica das barras de cereais foram realizadas aos 7, 30 e 60 dias de armazenamento (VANDERZANT; SPLITTSTOESSER, 1992), enquanto a viabilidade da cultura probiótica foi monitorada a cada 15 dias, por 60 dias (CORREA; CASTRO; SAAD, 2008). Os resultados são médias de quadruplicatas e apresentam-se como logaritmos ($\log_{10}$ UFC/g).

2.2.4.2.1 Controle de Qualidade Microbiológico

Os métodos foram os recomendados pela *American Public Health Association* (VANDERZANT; SPLITTSTOESSER, 1992). A contagem de coliformes a 45 °C valeu-se da técnica convencional dos tubos múltiplos. A contagem de bactérias mesófilas em meio *plate count agar* incubadas a 35 °C/48 h e de bolores e leveduras em meio *plate dextrose agar* incubadas a 23 °C/ 3-5 dias também foram realizadas.

2.2.4.2.2 Viabilidade da Cultura Probiótica em Barras de Cereais

Porções de 25 g de barra de cereais com ingrediente probiótico (M) e de barras de cereais com ingredientes prebióticos e probiótico (S) foram pesadas em *filter bags* BA 6041 I/STR (Seward, England) e homogeneizadas com 225 mL de água peptonada 1 % por dois tempos de 30 s, utilizando-se um

laboratory blender stomacher 400 (misturador), (Seward, England) e em seguida procedeu-se diluições seriadas e plaqueamento das amostras, conforme metodologia descrita no item 2.2.2.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Procedimentos para a Incorporação da Cultura Probiótica

Para definir qual o melhor procedimento para a incorporação da cultura probiótica em barras de cereais, a viabilidade do micro-organismo *Lactobacillus acidophilus* La-05 foi testada nos dias 1 e 7 após o processamento das barras de diferentes tratamentos. Os resultados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Viabilidade do micro-organismo *L. acidophilus* La-05 para a avaliação dos procedimentos para a sua incorporação em barras de cereais

TRATAMENTOS*	ARMAZENAMENTO (DIAS)		
	0**	1	7
BC 1 % CC com 2,0 g de água	11,20 ^{A***}	8,85 ^A	7,30 ^A
BC 3 % MC	8,86 ^B	7,80 ^A	6,18 ^D
BC 0,3 % CL água	11,30 ^A	8,19 ^A	6,74 ^{B,C}
BC 0,3 % CL aveia	11,30 ^A	8,44 ^A	6,81 ^{B,C}
BC 0,5 % CL aveia	11,30 ^A	8,29 ^A	6,65 ^C
BC 1 % CL aveia	11,30 ^A	8,90 ^A	6,92 ^B

*BC: barra de cereais; CC: concentrado celular; MC: microcápsulas; CL: cultura liofilizada;

**Contagem do micro-organismo probiótico antes da adição nas barras de cereais;

***Resultados expressos em base logarítmica ($\log_{10}$ UFC/g); Médias (de 4 leituras) com letras iguais em uma mesma coluna indicam que não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras pelo teste de Tukey.

Concentrações diferenciadas da cultura probiótica foram aplicadas na expectativa de se obter contagens elevadas do micro-organismo no produto em estudo. Considerando o dia 1, não houve diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos na viabilidade do micro-organismo, variando entre 7,80 e 8,90 $\log_{10}$ UFC/g. A redução de ciclos log, no primeiro dia de armazenamento está associada à diluição da concentração da cultura no produto elaborado e

não à mortalidade celular e foi menor para a amostra BC 3 % MC. Os resultados para o dia 7 apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ($p \leq 0,05$), pelo teste de Tukey. Os melhores resultados foram para a barra com concentrado celular ($7,30 \log_{10}$ UFC/g), seguida pela barra com 1 % de cultura liofilizada adicionada ao farelo de aveia durante processamento ($6,92 \log_{10}$ UFC/g).

A escolha da forma de incorporação da cultura considerou além da viabilidade do probiótico, as facilidades de inclusão e o custo de sua aplicação (dados não apresentados). A adição do concentrado celular provocou a perda de compactação e do formato das barras de cereais, dificuldades com a padronização do inóculo e maior custo, dado o baixo rendimento do processo, quando comparado à adição de cultura liofilizada. Sendo assim, a cultura liofilizada foi escolhida para disponibilizar *L. acidophilus* La-05 nas barras de cereais. Vale ressaltar que os materiais encapsulantes (goma acácia e maltodextrina) utilizados na elaboração das microcápsulas não se mostraram adequados à formulação em estudo, pois interferiram na textura das barras de cereais, tornando-as excessivamente pegajosas.

3.2 Composição Centesimal das Barras de Cereais

A Tabela 3 apresenta a composição centesimal das barras de cereais elaboradas neste estudo após sete dias de fabricação, a saber: formulação controle (C), formulação com ingredientes prebióticos (P), formulação com ingrediente probiótico (M) formulação com ingredientes prebióticos e probiótico (S). As formulações diferem quanto à presença de fibras prebióticas (frutanos), amostras P e S e quanto à presença da cultura probiótica, amostra M e S.

Tabela 3. Composição centesimal das barras de cereais elaboradas

Determinações (g/100 g)	C ^{*,****}	P ^{*,****}	M ^{*,****}	S ^{*,****}
Proteínas ^{**}	6,89 ± 0,57 ^A	6,37 ± 0,20 ^A	6,84 ± 0,10 ^A	6,84 ± 0,27 ^A
Umidade ^{**}	7,66 ± 0,03 ^A	6,52 ± 0,04 ^C	7,27 ± 0,02 ^B	7,25 ± 0,06 ^B
Lipídeos Totais ^{**}	7,10 ± 0,20 ^A	6,31 ± 0,11 ^B	6,50 ± 0,48 ^{A,B}	6,09 ± 0,48 ^B
Cinzas ^{**}	1,71 ± 0,02 ^B	1,63 ± 0,02 ^C	2,03 ± 0,00 ^A	2,03 ± 0,00 ^A
Fibra Alimentar Total ^{** 1}	4,78	16,69	7,20	15,33
Fibra Alimentar ^{** 2}	2,60 ± 0,36 ^A	4,97 ± 0,78 ^A	5,02 ± 0,10 ^A	4,48 ± 0,30 ^A
Frutanos ^{** 3}	2,18 ± 0,06 ^C	11,72 ± 0,24 ^A	2,18 ± 0,06 ^C	10,85 ± 0,30 ^B
Carboidratos ^{**}	71,86	62,48	70,16	62,46
Valor Energético ^{***} (kcal/100 g)	388,50	365,50	380,90	362,70

*C: formulação controle; P: formulação com ingredientes prebióticos; M: formulação com ingrediente probiótico; S: formulação com ingredientes prebióticos e probiótico; **Resultados expressos como média ± desvio-padrão das análises em triplicata. Exceto as fibras alimentares (duplicata); **Calculados por diferença: 100 – (proteínas + umidade + lipídeos totais + cinzas + fibra alimentar total); ***Calculado pela soma das porcentagens de proteínas e carboidratos multiplicados pelo fator 4 (kcal/g) somado ao teor de lipídeos totais multiplicado pelo fator 9 (kcal/g) e de fibra alimentar total multiplicado pelo fator 2 (kcal/g). Fator de conversão de nitrogênio em proteína: (N x 6,25); ****Médias com letras iguais em uma mesma linha indicam que não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras pelo teste de Tukey; ¹ Fibra alimentar total = fibra alimentar + frutanos; ² Fibra alimentar total determinada pelo método da AOAC (2005) n° 985.29; ³ Frutanos determinados pelo método da AOAC (2005) n° 999.03.

Os resultados mostraram que além da variação no teor de fibras, já esperada, outros constituintes como lipídeos, cinzas e umidade, também variaram ao nível de 5 % de significância. A composição centesimal das barras elaboradas neste estudo foi similar a de barras comerciais (Capítulo 2), destacando-se o valor energético, 362 a 388 kcal/100 g, com média inferior às barras comerciais (315 a 443 kcal/100 g) de maioria *light*.

As formulações em estudo apresentaram teores de fibras entre 4,78 e 16,69 %, dos quais 2,18 a 11,72 % eram de frutanos, como mostra a Tabela 3. O enriquecimento em fibras (adição de frutanos) permitiu às amostras **P** e **S** valerem-se da alegação de fonte de fibras, mínimo 2,5 g por porção (BRASIL,

2012), considerando porções de 25 g de barras de cereais. Os valores obtidos são superiores aos relatados por Ferreira, Lima e Rodrigues (2007) em barras de cereais funcionais (com isoflavonas de soja), 2,70 %.

As formulações comerciais, de maneira geral, têm apresentado baixos teores de fibras, embora um dos interesses dos consumidores ao optarem pelas barras de cereais como lanches rápidos seja como fonte de fibras (Capítulos 2 e 3). A adição de resíduos da agroindústria, casca e albedo de maracujá (SILVA et al., 2009) e semente desidratada de jaca (SANTOS et al., 2011), em barras de cereais, mostrou percentuais de fibras entre 4,10 e 10,40 %, inferiores aos encontrados neste estudo. Dutcosky (2004) e Capriles (2009), em barras adicionadas de fibras prebióticas, obtiveram percentuais de fibras de 20,08 e 26,17, respectivamente.

Os valores de proteínas estiveram entre 6,37 e 6,89 %, similar aos encontrados por Dutcosky (2004), Matsuura (2005) e Santos et al. (2010). A variação nos valores de lipídeos (6,09 a 7,10 %) é reflexo da heterogeneidade das amostras, sendo função da concentração de gordura e de castanha de caju adicionados. Percentuais inferiores entre 1,41 e 5,64 % foram observados por Freitas (2005), Coelho (2006), Capriles (2009), Torres (2009) e Santos (2010), enquanto Carvalho (2008) e Mourão (2008) relataram percentuais acima de 10 % em barras adicionadas de outras oleaginosas como linhaça, amêndoas de chichá, de sapucaia e castanha-do-gurgéia.

A substituição de parte do xarope de glicose (10,5 %) por fibras prebióticas nas formulações **P** e **S** resultou na redução de 4,0 a 6,6 % no valor calórico quando comparado às barras **C** e **M** e no incremento de 150 a 350 % no teor de fibra alimentar total. Dutcosky (2004) obteve resultados similares com a substituição dos açúcares (15,5 %) por fibras inulina, fruto-oligossacarídeo e goma acácia em barras de cereais.

Quanto aos teores de frutanos, as amostras **P** e **S** apresentaram valores superiores aos 10,5 % adicionados, também foram quantificados frutanos nas amostras **C** e **M** e encontrados 2,18 %. A presença de frutanos nas barras não adicionadas de fibras prebióticas pode estar associada aos ingredientes manga e aveia, pois dentre as várias fontes relatadas de frutanos

estão os vegetais, as frutas e os cereais (IZZO; NINESS, 2001; MEYER; TUNGLAND, 2003; MUSSATTO; MANCILHA, 2007).

3.3 Análises Físico-Químicas

As variações nos parâmetros atividade de água, firmeza instrumental, pH e umidade das barras de cereais durante o armazenamento de 60 dias estão reunidas na Figura 1.

A atividade de água variou de $0,52 \pm 0,01$ a $0,56 \pm 0,01$, faixa considerada microbiologicamente segura por Ordoñez (2004) e semelhante ao encontrado por Capriles (2009), de 0,50 a 0,56. Valores inferiores foram obtidos por Matsuura (2005) e Torres (2009), variando de 0,44 a 0,46. As amostras adicionadas de fibras prebióticas (**P** e **S**), em todos os tempos, apresentaram os menores valores de atividade de água. Niness (1999b) menciona a capacidade de umectância dos fruto-oligossacarídeos sem prejuízo da atividade de água.

Os valores de umidade entre $4,70 \pm 0,45$ e $7,82 \pm 0,16$ % foram coerentes com valores (de 6,38 a 17,48 %) reportados em outros estudos (FREITAS, 2005; MATSUURA, 2005; COELHO, 2006; MOURÃO, 2008; CAPRILES, 2009; SANTOS, 2010).

A firmeza das barras esteve entre $24,12 \pm 3,60$ e $31,76 \pm 3,99$ N, similar ao obtido por Capriles (2009) de 32,20 a 39,70 N e inferior ao citado por Mourão (2008) de 70,32 a 114,45 N. As amostras armazenadas por 60 dias apresentaram aumento na firmeza ocasionado pela cristalização dos açúcares que as compõem. Embora não significativo, as amostras com fibras prebióticas (**P** e **S**) apresentaram leve aumento na firmeza durante o armazenamento, o que também foi verificado por Dutcosky (2004) em barras de cereais 50:50 FOS e INU. Segundo Ferreira, Lima e Rodrigues (2007), a redução da firmeza durante a estocagem está associada à maior umidade das amostras devido à permeação de vapor de água durante o armazenamento, o que neste estudo foi verificado nas amostras M (30 dias) e C (60 dias).

A acidez das barras de cereais é função dos ingredientes suco de manga e manga desidratada utilizados em iguais proporções nos tratamentos estudados. No entanto, a variação nos valores de pH entre as barras de cereais de um mesmo tempo decorrem da não uniformidade da amostra durante a análise, sendo tanto menor o valor de pH quanto maior a quantidade de pedaços de manga desidratada da amostra. Os valores encontrados estão entre $4,35 \pm 0,13$ e $5,60 \pm 0,20$.

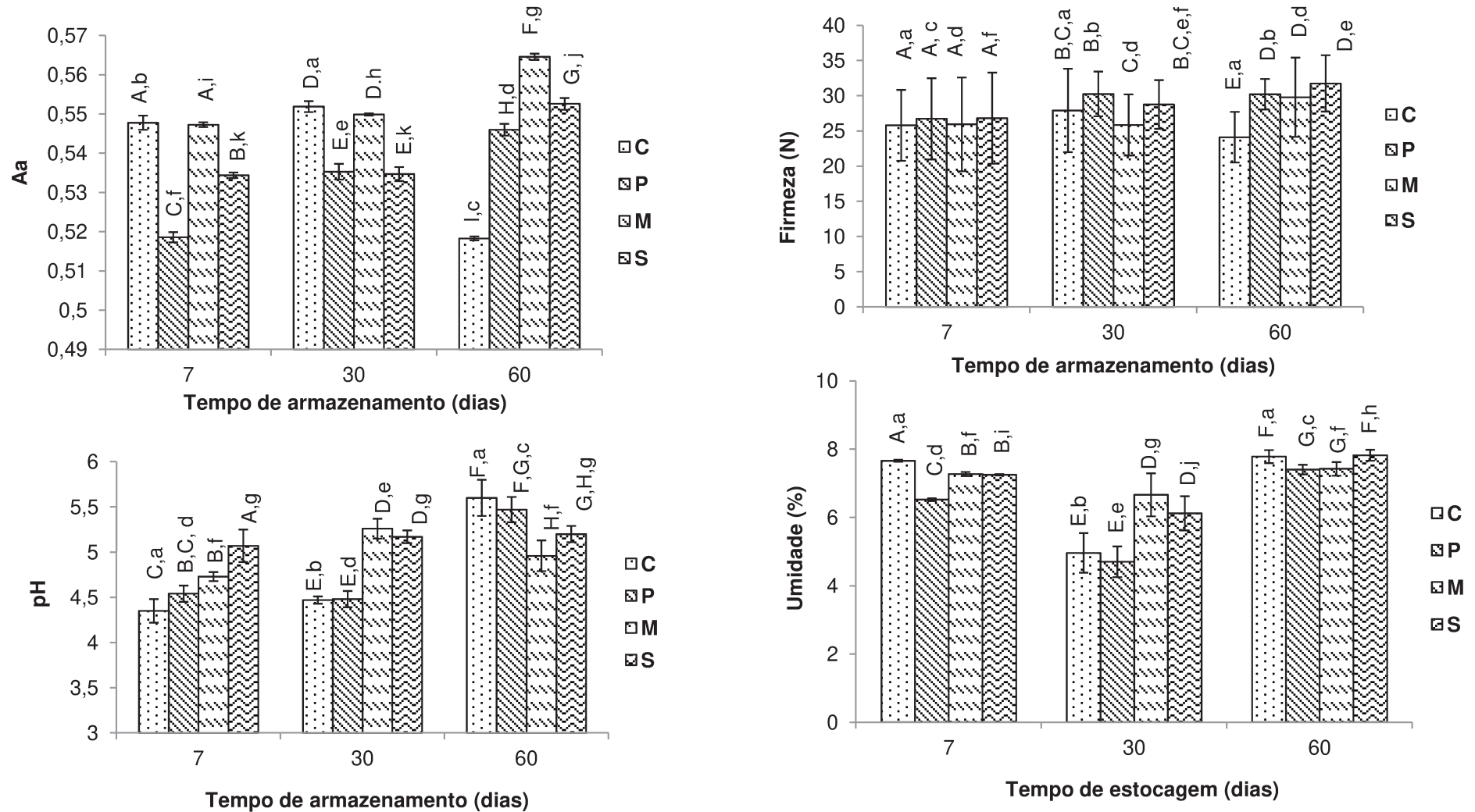


Figura 1. Mudanças na (a) atividade de água (Aa), (b) firmeza instrumental, (c) pH e (d) umidade durante o armazenamento de barras de cereais. Letras maiúsculas iguais indicam que não há diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo de estocagem. Letras minúsculas iguais indicam que não há diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre diferentes tempos de estocagem para um mesmo tratamento. C: formulação controle; P: formulação com ingredientes prebióticos; M: formulação com ingrediente probiótico; S: formulação com ingredientes prebióticos e probiótico.

O teor de frutanos e os índices de acidez foram quantificados no início (7 dias) e no final (60 dias) do estudo de estabilidade das barras de cereais.

Os frutanos, além de enriquecer as barras de cereais com fibras, foram adicionados para melhorar a viabilidade da cultura probiótica no produto e também por sua atividade bifidogênica (favorece o crescimento e/ou ação de bifidobactérias e lactobacilos no intestino), não sendo interessante a sua degradação durante o armazenamento. As pequenas variações encontradas neste estudo nas amostras **P** (de $11,72 \pm 0,24$ para $11,48 \pm 0,31$) e **S** (de $10,85 \pm 0,30$ para $10,16 \pm 0,25$) entre os dias 7 e 60 de armazenamento, possivelmente representam a variação analítica dos resultados pois Jacob e Prapulla (2012) afirmam a estabilidade dos frutanos em pH entre 4,0 e 7,0. Blecker e colaboradores (2002) relataram que a hidrólise de frutanos é favorecida em pH entre 2,0 e 4,2, inferiores aos obtidos nas barras de cereais **P** e **S**.

Segundo Roberfroid (2002), para conferir benefícios ao consumidor, a ingestão adequada de fibras prebióticas oscila entre 5 e 15 g/dia de prebióticos. Considerando que, as barras (porção de 25 g) elaboradas neste estudo, fornecem de 0,55 a 2,87 g de fibras prebióticas, o consumo de 2 barras/dia, a saber **P** ou **S** (maiores teores), contribui com benefícios ao consumidor. A ingestão pode ser aumentada com o consumo de outros produtos com ingredientes prebióticos, como frutas, pães, queijos, iogurtes, sucos.

Os resultados (médias de duplicatas) mostraram barras de cereais com índices de acidez variando entre 0,20 e 0,29 mg KOH/g óleo no tempo inicial (7 dias) e após 60 dias, houve um aumento nos índices de acidez das amostras contendo a cultura probiótica **M** (2,15) e **S** (2,29) e nenhuma alteração para as amostras **C** e **P**, revelando uma possível interferência da adição da cultura probiótica. O Regulamento Técnico para Óleos, Gorduras e Cremes Vegetais (BRASIL, 2005) estabelece índice de acidez máximo de 0,6 mg KOH/g, estando as amostras **M** e **S** (60 dias) acima do índice permitido. Os resultados indicam a necessidade de se incorporar antioxidantes para garantir um maior tempo de

armazenamento, já que a substituição da castanha acarretaria perdas na aceitação sensorial.

O índice de acidez revela o estado de conservação do óleo ou do produto que o contém, no caso das barras de cereais deste estudo, tem-se além da gordura de palma, a castanha de caju. A decomposição dos triglicerídeos é acelerada pelo aquecimento, pela presença de água, enzimas e calor. A rancidez hidrolítica é acompanhada pela formação de ácidos graxos livres e sua concentração varia com a natureza e a qualidade da matéria-prima, o grau de pureza da gordura, o processamento e, principalmente, com as suas condições de conservação (FARHOOSH; EINAFSHAR; SHARAYEI, 2009).

3.4 Análises Microbiológicas

3.4.1 Controle de Qualidade Microbiológico

A contagem microbiológica para avaliação da qualidade das barras de cereais durante o armazenamento por 60 dias está apresentada na Tabela 4 e não apresenta riscos sanitários aos consumidores. Coliformes termotolerantes (a 45 °C) não foram detectados. As contagens de bactérias mesófilas tiveram valores entre 1,30 e 1,81 log₁₀ UFC/g e as contagens de bolores e leveduras estiveram entre 1,00 e 2,30 log₁₀ UFC/g. Os limites considerados seguros para coliformes termotolerantes a 45 °C (inferior a 5x10² ou 2,70 log₁₀ UFC/g) e para mesófilos (inferior a 5x10⁴ UFC/g ou 4,70 log₁₀ UFC/g) em produtos à base de cereais estão expressos na RDC nº12/2001 (BRASIL, 2001) e RDC nº 263/2005 (BRASIL, 2005), não sendo previsto limites para bolores e leveduras.

Tabela 4. Determinações microbiológicas para o controle de qualidade

TRATAMENTOS*	TEMPO (dias)	COLIFORMES a 45 °C**	MESÓFILOS***	BOLORES E LEVEDURAS***
C	7	ND	1,30	2,18
	30	ND	1,30	2,30
	60	ND	1,54	1,00
P	7	ND	1,81	1,30
	30	ND	1,74	1,00
	60	ND	1,65	1,00
M	7	ND	1,48	1,00
	30	ND	1,40	1,00
	60	ND	1,78	1,00
S	7	ND	1,30	1,00
	30	ND	1,40	1,00
	60	ND	1,54	1,00

*C: formulação controle; P: formulação com ingredientes prebióticos; M: formulação com ingrediente probiótico; S: formulação com ingredientes prebióticos e probiótico; **ND: não detectado, limite sanitário de 2,70 log₁₀ UFC/g; ***Valores em base logarítmica, log₁₀ UFC/g. Limite sanitário para mesófilos de 4,70 log₁₀ UFC/g.

3.4.2 Viabilidade da Cultura Probiótica em Barras de Cereais

A viabilidade da cultura de *L. acidophilus* La-05 em barras de cereais está representada na Figura 2.

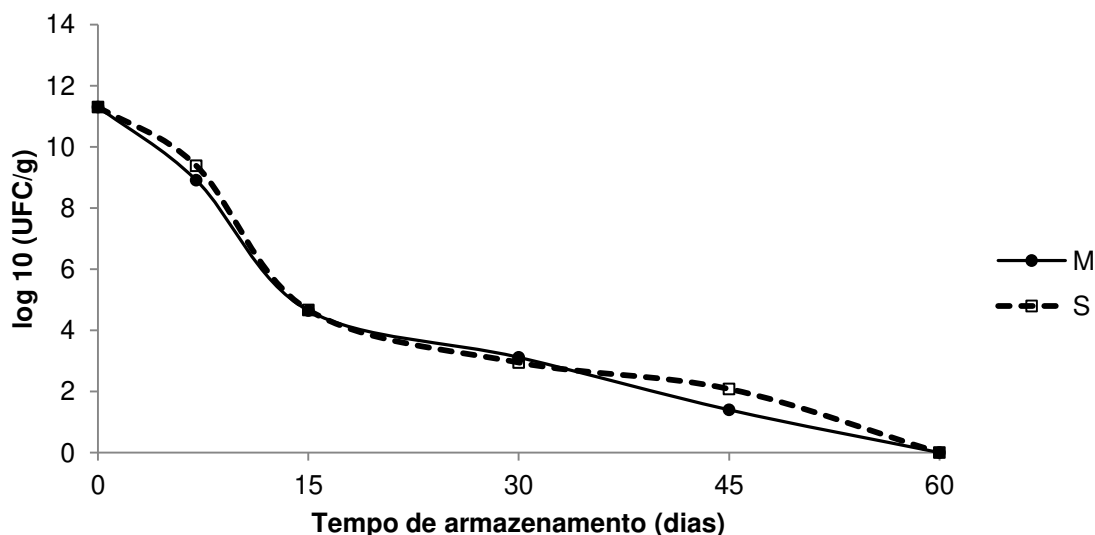


Figura 2. Viabilidade de *Lactobacillus acidophilus* La-05 em barras de cereais com ingrediente probiótico (M) e com ingredientes prebióticos e probiótico (S) ao longo de 60 dias de armazenamento

As contagens iniciais são da ordem de 11,30 log₁₀ UFC/g, com redução de 2,4 ciclos log (amostra M) e 1,90 ciclos log (amostra S) entre o processamento e a primeira semana de armazenamento, semelhante aos resultados para a análise das formas de incorporação da cultura (Tabela 2). Já entre o 7º e o 15º dia de armazenamento houve uma redução celular de mais de 4 ciclos log, fazendo com que as barras formuladas perdessem a possibilidade de alegação probiótica ($\geq 10^6$ UFC/25 g), alcançando cerca de 10^5 UFC/25 g (BRASIL, 2008). A adição de frutanos na formulação (barra S) pode ter influenciado a sobrevivência da cultura no tempo de 45 dias, ampliando-a em 2 ciclos log. Gibson et al. (2004) e Donkor et al. (2007) afirmam que a adição de ingredientes funcionais auxilia o crescimento e a sobrevivência de bactérias probióticas em produtos lácteos, cárneos, à base de

cereais, bebidas e fórmulas infantis, o que não ficou evidenciado neste estudo com barras de cereais.

O crescimento de micro-organismos probióticos, quando da adição de cultura como suplemento em matrizes não lácteas, não é comum, mas espera-se que as características da matriz permitam a sua estabilidade ao longo do processamento e do armazenamento.

Os estudos para disponibilizar probióticos em matrizes de cereais são desafiadores, o que se reflete no baixo número de pesquisas. Quando existem, valem-se da fermentação e em sua maioria são adicionados de leite ou derivados lácteos. Os desafios envolvem, principalmente, a atividade de água, a presença de oxigênio e a temperatura de armazenamento (MATILLA-SANDHOLM et al., 2002; SCHMID et al., 2006), fazendo-se necessária a proteção da cultura. A microencapsulação é uma técnica que apresenta bons resultados (ZHAO et al., 2008; ROKKA e RANTAMÄKI, 2010) e foi uma alternativa avaliada para as barras de cereais, contudo, não pôde ser aplicada porque os materiais encapsulantes testados (maltodextrina e goma arábica) interferiram na qualidade do produto, descaracterizando-o, embora a cultura microencapsulada tivesse apresentado boa sobrevivência nas barras de cereais ao fim do 7º dia de armazenamento (Tabela 2).

A temperatura ambiente pode ter contribuído para a baixa sobrevivência da cultura em barras de cereais, conforme Saarela et al. (2006) perceberam em sucos de frutas (laranja, uva e maracujá) adicionados de bifidobactérias e armazenados a 20 °C, quando comparados com os melhores resultados a 4°C.

A cultura liofilizada sofreu estresse mecânico e a etapa de mistura e homogeneização das barras contribuiu para o aumento da incorporação de ar, reduzindo a viabilidade celular (CRUZ et al., 2009), pois o micro-organismo em estudo é microaerófilo e tolera baixas concentrações de oxigênio. Some-se a isso a atividade de água intermediária (0,52 a 0,56), o ideal seriam valores menores e próximos à atividade de água da cultura liofilizada (0,30) e o teor de açúcares, que

interferiram na pressão osmótica da cultura. Ouwehand, Kurvinen e Rissanen (2004), ao desenvolverem barras de cereais probióticas (com *Bifidobacterium lactis* Bb-12) contendo leite, que confere proteção às culturas, alcançaram contagens superiores às deste estudo (5×10^9 UFC/25 g) a uma baixa atividade de água (0,25).

Outros produtos à base de cereais, fermentados ou não, mantiveram a propriedade probiótica, como a bebida fermentada simbiótica à base de aveia, por dez semanas para *L. plantarum* ($1,29 \times 10^7$ UFC/mL) e *L. paracasei ssp. casei* ($4,49 \times 10^8$ UFC/mL) e duas semanas para *L. acidophilus* (GOKAVI et al., 2005). A sobrevivência de *Lactobacillus acidophilus* La-5 determinada em pudim de arroz (4 °C) foi de 89,44 %, tendo pouco mais de 6,5 log UFC/g ao fim dos 21 dias de estocagem. Hajduk et al. (2009), ao elaborarem um produto contendo flocos de trigo, inulina e *Bifidobacterium animalis* Bb-12, encontraram inicialmente $4,45 \times 10^8$ UFC/g. Avaliando sua estabilidade à temperatura de 22 °C, houve redução de 2 ciclos log ao fim dos doze meses, sendo que a maior redução (1,5 log) ocorreu nos dois primeiros meses. Irkin e Guldas (2011), ao estudarem pudim probiótico de chocolate elaborado com farinha de trigo e amido de milho, observaram que as culturas de *L. acidophilus* e *L. casei* mantiveram a propriedade probiótica (10^6 UFC/g) após 25 dias de estocagem a 4 °C, diferentemente do *B. lactis* (até 15 dias).

Embora o pH também interfira na sobrevivência de culturas probióticas, esse parâmetro não foi crítico para a sobrevivência do *L. acidophilus* nas formulações de barras de cereais estudadas, pois os valores encontrados neste estudo (entre 4,35 e 5,60) estão dentro da faixa tolerada por esse micro-organismo (de 4,5 a 6,4) (SHAH, 2007; BARRANGOU et al., 2012). Menor viabilidade de *Lactobacillus acidophilus* La-5, *Bifidobacterium animalis* Bb-12 e *Lactobacillus rhamnosus* GG foram obtidas durante a fermentação e a estocagem de pudim de cereal (arroz e milho) formulado com água (pH 3,4 a 4,4) quando comparado à formulação com leite (pH 4,0 a 4,8). A menor sobrevivência foi

atribuída ao baixo valor de pH e à sua rápida diminuição durante a estocagem (21 dias a 4-6°C). O leite funcionou como meio tamponante (HELLAND et al., 2004).

4. CONCLUSÕES

A adição da cultura probiótica como cultura liofilizada na elaboração de barras de cereais com ingrediente probiótico ou sua combinação com ingrediente prebiótico foi possível pelos bons resultados acerca da viabilidade celular, facilidades de inclusão na formulação e menor custo, comparada às demais formas testadas.

As barras de cereais se destacaram no teor de fibras quando comparadas às barras comerciais e a adição de frutanos permitiu o enriquecimento das barras de cereais e menor valor calórico, comparado à formulação controle. As quatro formulações estudadas mantiveram-se estáveis ao longo do armazenamento, mesmo com as variações nos parâmetros de atividade de água, pH, firmeza e umidade, no que se refere à qualidade sanitária das barras de cereais. O índice de acidez elevado após 60 dias de armazenamento das barras com cultura probiótica revelou a necessidade do uso de antioxidantes.

A tentativa de fornecer probióticos em uma matriz de cereais, não fermentada e sem adição de leite, como as barras de cereais, enfrentou desafios no processamento e armazenamento do produto. O desenvolvimento de barras probióticas e simbióticas (interação positiva entre frutanos e a cultura probiótica) não foram alcançados, deixando de fornecer a cultura probiótica em quantidades viáveis para a alegação probiótica (contagens superiores a 10^6 UFC/porção), após 15 dias de armazenamento.

Este estudo trouxe novas indagações a respeito da possibilidade de fornecer micro-organismos probióticos em barras de cereais. Algumas sugestões de estudo para melhorar a sobrevivência de culturas probióticas são: testar culturas diferentes; testar outros materiais de parede para microencapsular a cultura e avaliar a sua influência no processamento; modificar a fase ligante para reduzir a atividade de água das barras de cereais; acondicionar o produto em

embalagens a vácuo; avaliar diferentes gramaturas do material de embalagem para minimizar a permeação de oxigênio e de vapor de água e avaliar diferentes condições de temperatura de estocagem, inclusive de refrigeração.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC. American Association of Cereal Chemists. **Approved Methods of Analysis**, 11th ed. St. Paul. 2010.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 18th ed., Gaithersburg, MD. 2005.

AOCS. American Oil Chemists Society. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society**. FIRESTONE, D. (Ed.). 6th ed. 2009. Urbana: AOCS, 2009. Met. Cd 8b-90.

BRASIL. **Resolução nº 12, de 02 de janeiro de 2001**. Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. Diário Oficial da União, Poder Executivo, de 10 de janeiro de 2001.

BRASIL. **Resolução nº 263, de 22 de setembro de 2005**. Aprova o Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos. Diário Oficial da União, Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005.

BRASIL. **Resolução nº 270, de 22 de setembro de 2005**. Aprova o Regulamento Técnico para Óleos Vegetais, Gorduras Vegetais e Creme Vegetal. Diário Oficial da União, Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005.

BRASIL. **Resolução nº 54, de 12 de novembro de 2012**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial da União, Poder Executivo, de 13 de novembro de 2012, Seção 1, pág. 122 -126.

CHO, S. S. Functional and dietary fibers: An introduction. In: CHO, S. S; SAMUEL, P. (Ed.) **Fiber ingredients and food application and health benefits**. Boca Raton: CRC Press, Cap. 01, 2009. p.1-6.

CORREA, S. B. M.; CASTRO, I. A.; SAAD, S. M. I. Probiotic potential and sensory properties of coconut flan supplemented with *Lactobacillus paracasei* and *Bifidobacterium lactis*. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 43, p. 1560–1568, 2008.

CRUZ, A. G. et al. Ice-cream as a probiotic food carrier. **Food Research International**. v. 42, p. 1233-1239, 2009.

DONKOR, O. N. et al. **Survival and activity of selected probiotic organisms in set type yogurt during cold storage**. International Dairy Journal, v. 17, p. 657-665, 2007.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United States. Food energy : methods of analysis and conversion factors. Chapter 4: Summary - Integration of analytical methods and food energy conversion factors. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/006/Y5022E/y5022e05.htm#TopOfPage>>. Acesso em 05 jul. 2013.

FARHOOSH, R.; EINAFSHAR, S.; SHARAYEI, P. The effect of commercial refining steps on the rancidity measures of soybean and canola oils. **Food Chemistry**, Mashhad, n. 115, p.933-938, 2009.

FERREIRA, L. G.; LIMA, D. P.; RODRIGUES, M. C. P. Avaliação sensorial de barras de cereais com propriedades funcionais, direcionadas a mulheres no período do climatério. **Higiene Alimentar**. v. 21, n. 155, p 33-37, 2007.

FRITZEN-FREIRE, C. B. et al. Microencapsulation of bifidobacteria by spray drying in the presence of prebiotics. **Food Research International**, v. 45, p. 306–312, 2012.

GALVEZ J.; RODRIGUEZ C. M. E.; ZARZUELO, A. Effect of dietary fiber on inflammatory bowel disease. **Molecular Nutritional Food Research**, v. 49, n. 6, p. 601–608, 2005.

GIBSON, G. R. et al. .; Dietary modulation of the human colonic microbiota. **Nutrition Research Reviews**, v. 17, p. 259-275, 2004.

GOKAVI, S. et al. Oate-based symbiotic beverage fermented by *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus paracasei ssp. casei*, and *Lactobacillus acidophilus*. **Journal of Food Science**. v. 70, n. 4, p. M216-M223, 2005.

HADJUC, G. et al. Probiotic properties of *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 in cereal flakes enriched with inulin. **Italian Journal of Food Science**. n. 2, v. 21, p. 473-486. 2009.

HELLAND, M. H.; WICKLUND, T.; NARVHUS, J. A. Growth and metabolism of selected strains of probiotic bacteria in milk- and water-based cereal puddings, **International Dairy Journal**, v. 14, n. 11, p. 957-965, 2004.

HOLZAPFEL, W. H. Introduction to prebiotics. In: GOKTEPE, I.; JUNEJA, V. K.; AHMEDNA, M. (Ed.) **Probiotics in food safety and human health**. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2006. 494 p.

JACOB, M. M.; PRAPULLA, S. G. Fructans including inulin. In: NOLLET, L. M. L.; TOLDRA, F. (Ed.) **Handbook of Analysis of Active Compounds in Functional Foods**. Boca Raton: CRC Press, Cap. 24, 2012. p.561-581.

MATILLA-SANDHOLM, T. et al. Technological challenges for future probiotic foods. **International Dairy Journal**, v. 12; p. 173-182, 2002.

OZCAN, T. et al. Viability of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 and *Bifidobacterium bifidum* BB-12 in rice pudding. *Mljekarstvo*, v. 60, n. 2, p. 135-144, 2010.

ROKKA, S.; RANTAMÄKI, P. Protecting probiotic bacteria by microencapsulation: challenges for industrial applications. **European Food Research Technological**. v. 231, p. 1-12, 2010.

SAARELA, M. VIRKAJÄRVI, I. et al. Stability and functionality of freeze-dried probiotic *Bifidobacterium* cells during storage in juice and milk. **International Dairy Journal**. v. 16, p. 1477-1483, 2006.

SANTOS, C. T. et al. Characterization and sensorial evaluation of cereal bars with jackfruit. **Maringá**. v. 33, n. 1, p. 81-85, 2011.

SILVA, I. Q. et al. Obtenção de barra de cereais adicionada do resíduo industrial de maracujá. **Alimentos e Nutrição Araraquara**. v.20, n.2, p. 321-329, 2009.

SILVA, L. P.; WALTER, M. In: NOLLET, L. M. L.; TOLDRÁ, F. (Ed.) **Handbook of Analysis of Active Compounds in Functional Foods**. Boca Raton: CRC Press, Cap. 23, 2012. p.546-559.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, F.D. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3a ed., American Public Health Association, Washington, D.C., 1992, 1219p.

ZHAO, R.; SUN, J.; MO, H.; ZHU, Y. Analysis of functional properties of *Lactobacillus acidophilus*. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**. v. 23, p. 195–200, 2007.

ZHAO R.; SUN, J.; TORLEY, P.; WANG, D.; NIU, S. Measurement of particle diameter of *Lactobacillus acidophilus* microcapsule by spray drying and analysis on its microstructure. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**. v. 24, p. 1349-1354, 2008.

CONCLUSÕES GERAIS

As barras de cereais comerciais fornecem pequenas quantidades de fibras, contrariando a proposta de saudabilidade do produto, principalmente por ser uma característica desejável e esperada em barras de cereais, segundo os consumidores entrevistados.

Os ingredientes prebióticos (fruto-oligossacarídeos e inulina) contribuíram para o enriquecimento do teor de fibras do produto e dentro dos percentuais estudados (0 a 7 %) não ocasionaram prejuízo aos parâmetros físico e físico-químicos (atividade de água, textura e umidade) avaliados. A análise sensorial mostrou aceitabilidade das barras com ingredientes prebióticos similar a das barras comerciais.

A tentativa de fornecer probióticos em uma matriz de cereais, não fermentada e sem adição de leite, como as barras de cereais, enfrentou desafios no processamento e armazenamento do produto. O desenvolvimento de barras probióticas e simbióticas (interação positiva entre frutanos e a cultura probiótica) não foram alcançados, deixando de fornecer a cultura probiótica em quantidades viáveis para a alegação probiótica (contagens superiores a 10^6 UFC/porção), após 15 dias de armazenamento.

Este estudo trouxe novas indagações a respeito da possibilidade de fornecer micro-organismos probióticos em barras de cereais. Algumas sugestões de estudo para melhorar a sobrevivência de culturas probióticas são: testar culturas diferentes; testar outros materiais de parede para microencapsular a cultura e avaliar a sua influência no processamento; modificar a fase ligante para reduzir a atividade de água das barras de cereais; acondicionar o produto em embalagens a vácuo; avaliar diferentes gramaturas do material de embalagem para minimizar a permeação de oxigênio e de vapor de água e avaliar diferentes condições de temperatura de estocagem, inclusive de refrigeração.

ANEXOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Nome: _____ Idade: _____ Data: _____

Email: _____

PROJETO - APROVADO EM 19/07/12 (CAAE: 02131112.0.0000.5376)Avaliação Sensorial de Barra de Cereal Funcional

Este teste é parte do meu projeto de Mestrado “Desenvolvimento de Barra de Cereal Funcional Simbiótica” e visa avaliar as características sensoriais de barras de cereais elaboradas com ingredientes prebióticos.

As barras de cereais a serem avaliadas foram produzidas em condições de higiene e de segurança alimentar, seguindo as normas de Boas Práticas de Fabricação (BPF) de alimentos, sendo adequadas para o consumo humano. As formulações contêm: cereais (flocos de arroz e flocos de milho), castanha de caju, fruta desidratada, açúcares (sacarose, xarope de glicose, sorbitol e açúcar invertido), fruto-oligossacarídeos e inulina, gordura de palma e lecitina de soja. Não são indicadas para o consumo por pessoas alérgicas aos componentes da formulação, inclusive portadores de diabetes (contêm açúcares) e celíacos (podem ter sido processadas ou conter ingredientes processados em equipamentos que processam trigo/farinha de trigo, que contém glúten).

O principal benefício associado à sua participação na pesquisa é permitir a definição de uma formulação adequada para as próximas etapas deste projeto de pesquisa que objetiva uma barra de cereal que auxilie no funcionamento do trato gastrointestinal. Um possível desconforto associado à sua participação no projeto seriam cólicas abdominais, visto que os prebióticos podem ter efeitos laxativos (Entretanto, é preciso consumi-los em quantidades acima daquelas a serem ingeridas neste teste).

É garantido ao participante ter esclarecimentos sobre o projeto antes e durante a pesquisa. Se precisar entrar em contato com a pesquisadora responsável, os dados encontram-se no final deste termo. Sua participação é voluntária e a qualquer momento pode deixar de participar da pesquisa sem qualquer prejuízo pessoal. Não há formas de ressarcimento por sua participação, no entanto, como bonificação, receberá um brinde apresentado na forma de guloseima.

É garantido o sigilo dos dados pessoais dos julgadores, confidenciais na pesquisa.

Você está de acordo com os termos da pesquisa e concorda em participar?

(☐) Sim (☐) Não.

Assinatura do(a) Julgador(a)

Cinthia Soares Rodrigues
Pesquisadora Responsável pelo Projeto

Contatos: cinthias@fea.unicamp.br
Fones: (19) 3521.4004 – Laboratório de Cereais (FEA-UNICAMP)

Para denúncias ou reclamações:
Comitê de Ética em Pesquisa – UNICAMP
Fone: (19) 3521-8936
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
FAX: (19) 3521-7187
Caixa Postal 6111; CEP: 13084-971 Campinas – SP

cep@fcm.unicamp.br

QUESTIONÁRIO DE CONSUMO

Nome: _____

As barras de cereais são produtos formados por diversos tipos de cereais, castanhas e frutas, podendo apresentar textura macia ou crocante. Estão disponíveis nas versões tradicional doce ou salgada ou ainda *light* ou *diet*. Como parte de uma pesquisa de Mestrado que envolve o desenvolvimento de barras de cereais funcionais, gostaríamos de conhecer você, sua opinião e preferência acerca desse produto.

1. Faixa etária: () 18-25 () 26-35 () 36-45 () 46-50 () acima de 50
2. Sexo: () Feminino () Masculino
3. Com que frequência você consome barras de cereais?
() diariamente () 3 – 4 vezes / semana () 1 – 2 vezes / semana () 2 vezes / mês
() 1 vez / mês () menos que 1 vez / mês
4. Você consome barras de cereais como:
() Substituto de uma refeição – Qual(is)? () Café da manhã () Almoço () Jantar
() Lanche – Qual(is)? () Manhã () Tarde
() Sobremesa
() Fonte de energia
() Fonte de proteínas
() Fonte de fibras
() Outro(s). Especifique: _____
5. Onde você costuma comprar suas barras de cereais? **Marque até três locais.**
() Lojas de conveniência () Padarias () Farmácias () Supermercados
() Lojas de produtos naturais () Bancas de revista () Lanchonetes () Outro. Especifique:

6. O que motiva sua compra? **Marque até três motivos.**
() Conveniência / praticidade
() Produto saudável
() Baixo preço
() Marca
() Sabor
() Textura
() Outro(s). Especifique: _____
7. Sobre a textura, sua preferência é por barras:
() macias (mastigáveis)? () crocantes (quebradiças)?

8. Acerca da doçura, como você avaliaria as marcas disponíveis no mercado?

- () muito acima do ideal
- () pouco acima do ideal
- () ideal
- () pouco abaixo do ideal
- () muito abaixo do ideal

9. Cite até 04 palavras que, em sua opinião, caracterizam as barras de cereais comerciais:

_____	_____
_____	_____

10. Cite até 04 características que você gostaria de encontrar em uma barra de cereais:

_____	_____
_____	_____

11. Existindo uma barra de cereais simbiótica (com prebiótico e probiótico), você consumiria?

- () Sim () Não () Talvez

Por quê?

Ficha de Avaliação Sensorial

Nome: _____

- 1) Você está recebendo 06 amostras de barras de cereais. Por favor, avalie-as para todos os atributos citados e indique o quanto você **GOSTOU** ou **DESGOSTOU**, utilizando a escala hedônica abaixo:

9 - Gostei extremamente (Adorei)

8 - Gostei muito

7 - Gostei moderadamente

6 - Gostei ligeiramente

5 - Nem gostei/nem desgostei

4 - Desgostei ligeiramente

3 - Desgostei moderadamente

2 - Desgostei muito

1 - Desgostei extremamente (Detestei)

Amostra	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global

- 2) Prove as amostras novamente e avalie-as quanto ao ideal dos atributos **GOSTO DOCE** e **TEXTURA (firmeza)**, utilizando as escalas abaixo (não se esqueça do sinal: + ou -):

GOSTO DOCE

- + 4 – extremamente mais DOCE que o ideal
+ 3 – muito mais DOCE que o ideal
+ 2 – moderadamente mais DOCE que o ideal
+ 1 – ligeiramente mais DOCE que o ideal
0 – DOÇURA IDEAL
- 1 – ligeiramente menos DOCE que o ideal
- 2 – moderadamente menos DOCE que o ideal
- 3 – muito menos DOCE que o ideal
- 4 – extremamente menos DOCE que o ideal

TEXTURA (Firmeza)

- + 4 – extremamente mais FIRME que o ideal
+ 3 – muito mais FIRME que o ideal
+ 2 – moderadamente mais FIRME que o ideal
+ 1 – ligeiramente mais FIRME que o ideal
0 – FIRMEZA IDEAL
- 1 – ligeiramente menos FIRME que o ideal
- 2 – moderadamente menos FIRME que o ideal
- 3 – muito menos FIRME que o ideal
- 4 – extremamente menos FIRME que o ideal

Amostra	Nota
_____	()
_____	()
_____	()
_____	()
_____	()
_____	()

Amostra	Nota
_____	()
_____	()
_____	()
_____	()
_____	()
_____	()

- 3) Se esse produto estivesse disponível no supermercado, utilize a escala a seguir para expressar a sua intenção de compra:

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

Amostra	Nota

Comentários:
