



Universidade de Sorocaba

Pró-Reitoria Acadêmica

Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas

Márcia Sabadin Mendes de Souza

Desenvolvimento de Barra de Cereal com Alto Teor de Fibras

Sorocaba/SP

2014

Márcia Sabadin Mendes de Souza

Desenvolvimento de Barra de Cereal com Alto Teor de Fibras

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade de Sorocaba, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dra. Marta Maria Duarte
Carvalho Vila

Sorocaba

2014

Ficha Catalográfica

S716d Souza, Márcia Sabadin Mendes de
Desenvolvimento de barra de cereal com alto teor de fibras /
/ Márcia Sabadin Mendes de Souza. – 2014.
70 f. : il.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marta Maria Duarte Carvalho Vila
Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) –
Universidade de Sorocaba, Sorocaba, SP, 2014.

1. Cereais como alimento. 2. Fibras na nutrição humana. 3.
Alimentos – Teor Fibroso. I. Vila, Marta Maria Duarte Carvalho,
orient. II. Universidade de Sorocaba. III. Título.

Márcia Sabadin Mendes de Souza

Desenvolvimento de Barra de Cereal com Alto Teor de Fibras

Dissertação aprovada como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-
Graduação em Ciências Farmacêuticas da
Universidade de Sorocaba.

Aprovada em ____/____/____

Banca Examinadora

Profa. Dra. Marta Maria Duarte Carvalho Vila
Universidade de Sorocaba (presidente)

Profa. Dra. Maria Aparecida Lopes da Costa
Universidade de Sorocaba

Prof. Dr. Victor Manuel Cardoso Figueiredo Balcão
Universidade de Sorocaba

Sorocaba

2014

AGRADECIMENTOS

À Deus.

Aos meus pais Paulo e Norma pela educação, dedicação e incentivo em todos os dias da minha vida.

Ao meu marido Nilson pela paciência, pelo companheirismo e amor proporcionados durante o período de estudo e de muito trabalho.

Aos meus filhos Felipe, Júlia e Luiza pela compreensão da falta de tempo, pelo amor e incentivo.

À Universidade de Sorocaba pelo apoio, estrutura e oportunidade de estudo.

À minha orientadora Prof. Dra. Marta Maria Duarte Carvalho Vila pela amizade, paciência, disponibilidade e apoio à pesquisa.

À ex-aluna e colega Carla Cristine M. dos Santos que me auxiliou diretamente nos trabalhos em laboratório.

À coordenação do Curso de Nutrição da Uniso, Prof^ª Me. Luciane Lopes Sant'Ana Araújo e Prof. Dra. Maria Aparecida que indiretamente apoiaram e incentivaram a conclusão deste curso.

Ao CQA laboratórios que muito me auxiliou nos resultados laboratoriais.

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da UNISO, pelos ensinamentos e todo aprendizado nas disciplinas por eles ministradas.

Muito Obrigada!

A saúde do corpo é melhor que todo ouro e a prata; e um espírito vigoroso, mais do que imensa fortuna.

(Eclesiástico 30, 15)

RESUMO

O surgimento da revolução industrial trouxe mudanças no estilo de vida humana, abrindo espaço ao sedentarismo e reduzindo gradativamente o consumo de fibras na dieta, com consumo de alimentos cada vez mais processados. As fibras são consideradas nutrientes que embora não se incorporam ao organismo, promovem efeitos benéficos para saúde, podendo retardar o estabelecimento de doenças crônico-degenerativas e melhorando a qualidade de vida das pessoas. As fibras podem ser classificadas em função do papel que elas cumprem sendo que as fibras solúveis são capazes de diminuir o colesterol sanguíneo, melhorar tolerância à glicose e controlar o diabetes tipo 2; as fibras insolúveis são capazes de aumentar o bolo fecal e tornar eliminação mais rápida e fácil, além de retardar a absorção de glicose e a hidrólise do amido. As barras de cereais podem ser consideradas alimentos adequados para uma refeição prática e rápida podendo aliar baixa quantidade de calorias e gorduras e elevado teor de fibras. Com base no exposto, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver formulações de barras de cereais com alto teor de fibras, elaborando-se três formulações de barras de cereais com diferentes concentrações de fibras. Foram determinados o valor calórico, a composição centesimal e realizadas análises microbiológicas para bolores e leveduras de cada produto desenvolvido. Os testes sensoriais realizados foram através do teste afetivo de aceitabilidade para os atributos aparência, aroma, textura, sabor, impressão global do produto e intenção de compra. Os resultados obtidos em relação à composição centesimal foram: umidade 11,1% (m/m) a 12,2% (m/m); cinzas 1,3% (m/m) a 2,3 % (m/m); lipídeos 4,4% (m/m) a 6,0% (m/m); proteínas 4,2% (m/m) a 6,0% (m/m); fibra alimentar 12,7% (m/m) a 15,1% (m/m); carboidratos 58,3% (m/m) a 64,5% (m/m). O valor energético de cada barra (25g) foi de 78,4 a 82,2 Kcal. Em relação à presença de fungos e leveduras todos os valores encontrados mostraram-se de acordo com os padrões previstos pela legislação vigente. Para o teste de aceitação participaram 44 indivíduos e cada um avaliou os três tipos de barras de cereais, sendo barra de cereal com 15,1% (m/m) de fibras, barra de cereal com 13,8% (m/m) de fibras e barra de cereal com 12,7% (m/m) de fibras e os resultados interpretados empregando-se o teste estatístico de Friedman e gráficos *box-plot*. Pelos dados obtidos as amostras não apresentaram diferenças significativas nos atributos avaliados. Os resultados permitiram concluir que as barras de cereais (C150, C135, C105) de alto teor de fibras desenvolvidas nesta pesquisa podem ser caracterizadas como produtos pré-bióticos de baixo valor calórico (*light*) e funcionais. Em relação às análises sensoriais, demonstraram satisfatória aceitação quanto aos atributos avaliados no teste afetivo de

aceitabilidade, concluindo que há possibilidade do desenvolvimento de produtos funcionais com boa aceitação, interessante ao mercado e à saúde das pessoas.

Palavras-chave: Barras de cereais. Fibras. Análise Centesimal. Teste afetivo de aceitabilidade.

ABSTRACT

The rise of industrial revolution brought changes in human lifestyle, making room to sedentary lifestyle and reducing gradually fiber intake in the diet, with increasingly consumption of processed food. Fibers are considered nutrients that although do not incorporate in the organism; promote beneficial health effects, and may delay the onset of chronicle-degenerative diseases and improve people's life. Fibers can be classified according to the role that they fulfill been that the soluble fiber is able to lower blood cholesterol, improve glucose tolerance and control diabetes type2; insoluble fibers are able to increase fecal cake and make the elimination quick and easy, and also slow glucose absorption and starch hydrolysis. Cereal bars can be considered food for a practical and quick meal that can combine low amount of calories and fat and high fiber levels. Based on the above, the present study aimed to develop cereal bar formulations with high fiber levels, elaborating three cereal bar formulations with different fiber concentrations. It was determined the calorie value, the centesimal composition and microbiological analysis was performed for yeast and mold for each developed product. Sensorial tests were done through the affective test of acceptability for the following attributes appearance, aroma, texture, flavor, global impression of the product and purchase intention. The obtained results in relation to the centesimal composition were: humidity 11,1% (w/w) to 12,2% (w/w); ashes 1,3% (w/w) to 2,3 % (w/w); lipids 4,4% (w/w) to 6,0% (w/w); proteins 4,2% (w/w) to 6,0% (w/w); dietary fiber 12,7% (w/w) to 15.1% (w/w); carbohydrates 58,3% (w/w) to 64,5% (w/w). The energy value of each bar (25g) was 78,4 to 82,2 Kcal. Regarding the presence of fungi and yeasts all the values encountered meet the standards required in current legislation. For the acceptance test 44 people participated and each one evaluated the three types of cereal bar, been cereal bar with 15,1% (w/w) of fibers, with 13,8% (w/w) of fibers and with 12,7% (w/w) of fibers and interpreted using Friedman statistical test and box-plot graphics. From the data collected the samples did not show significantly differences in the evaluated attributes. The results allow us to conclude that cereal bars with high level of fibers developed in this research can be categorized as pre-biotic products with low caloric value (light) and functional. Regarding the sensorial analysis, those show satisfactory acceptance related to the attributes evaluated in the affective acceptance test, concluding that there is possibility of developing functional products with good acceptance, interesting to the market and to people's health.

Key words: Cereal Bars. Fibers. Centesimal Analysis. Affective Acceptance Test.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fórmula molecular de beta-glucanas	26
Figura 2 – Fórmula molecular do ácido cítrico.....	28
Figura 3 – Fluxograma da produção das barras de cereais	30
Figura 4 - Desenho esquemático do modo de preparação das barras de cereais	34
Figura 5 – Imagem da massa de cereais anterior à prensagem	35
Figura 6 – Imagem da massa de cereais prensada	36
Figura 7 – Imagem das amostras embaladas.....	36
Figura 8 – Apresentação das amostras de barras de cereais para degustação	50
Figura 9 – Distribuição dos julgadores por sexo	51
Figura 10 – Distribuição dos julgadores por idade	52
Figura 11 – <i>Box-Plot</i> da aparência em função dos três tipos de barras de cereais	53
Figura 12 – <i>Box-Plot</i> do sabor em função dos três tipos de barras de cereais	55
Figura 13 – <i>Box-Plot</i> da textura em função dos três tipos de barras de cereais	57
Figura 14 – <i>Box-Plot</i> do aspecto global em função dos três tipos de barras de cereais	59
Figura 15 – <i>Box-Plot</i> da intenção de compra em função dos três tipos de barras de cereais	61

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 – Tipos, fontes e principais funções das fibras alimentares.....	18
Quadro 2 – Ação das fibras no organismo humano e mecanismos de ação na prevenção de doenças	21
Tabela 1 – Ingredientes secos e agentes ligantes utilizados nas formulações das barras de cereais co alto teor de fibras.....	33
Tabela 2 – Composição centesimal e densidade energética das três formulações de barras de cereais.....	46
Tabela 3 – Análises microbiológicas das formulações para bolores e levedura.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
IAL	Instituto Adolfo Lutz
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
Kcal	Quilocalorias
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
g	Gramas
UFC	Unidade Formadora de Colônia
LQ	Limite de Quantificação
RDC	Resolução de Diretoria Colegiada
AGCC	Ácidos graxos de cadeia curta
PA	Pró-análise
μL	microlitros
°C	graus centígrados
RT	resíduo total da amostra
BT	resíduo total do branco
C	cinzas da amostra
M	massa da tomada da amostra
P	teor de proteína

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 Fibras alimentares.....	16
2.1.1. Benefícios advindos das fibras alimentares	19
2.2 Alimentos funcionais	22
2.3 Barras de cereais	23
2.3.1 Principais ingredientes das barras de cereais	25
2.3.1.1 Aveia	25
2.3.1.2 Flocos de arroz	27
2.3.1.3 Frutas desidratadas	27
2.3.1.4 Ácido cítrico	28
2.3.1.5 Açúcares e xaropes	29
2.4 Produção de cereal em barras.....	29
3. OBJETIVOS	32
3.1 Objetivo geral	32
3.2 Objetivos específicos	32
4. MATERIAL E MÉTODOS	33
4.1 Material	33
4.2 Métodos	34
4.2.1 Preparo das barras de cereais	34
4.2.1.1 Etapas do processamento das barras de cereais	35
4.2.2 Análise Centesimal	37
4.2.2.1 Determinação de Umidade.....	37
4.2.2.2 Determinação de Cinzas	37
4.2.2.3 Determinação de Proteínas	38
4.2.2.4 Determinação de Lipídeos	38
4.2.2.5 Determinação de Fibra Alimentar	39
4.2.2.6 Determinação de Carboidratos	40

4.2.2.7	Determinação de Energia	40
4.2.3	Análise Microbiológica	41
4.2.4	Análise Sensorial	41
4.2.4.1	Seleção de provadores.....	42
4.2.4.2	Teste de Aceitação	43
4.2.4.3	Avaliação das Amostras.....	43
4.2.4.4	Análise dos Dados	43
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
5.1	Análise centesimal e densidade energética das barras de cereais	45
5.2	Análises microbiológicas	48
5.3	Análise sensorial	49
5.3.1	Aparência	52
5.3.2	Sabor	54
5.3.3	Textura	56
5.3.4	Aspecto Global	58
5.3.5	Intenção de compra	60
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
	REFERÊNCIAS	63
	ANEXOS	70

1 INTRODUÇÃO

A alimentação é essencial para todo ser vivo, uma vez que, fornece os nutrientes necessários ao funcionamento dos organismos. A história da alimentação humana, assim, como a própria trajetória do homem apresenta muitos mistérios. Acredita-se, no entanto, que o homem teria como primeiros alimentos, frutas, folhas, sementes e raízes. Os primeiros seres humanos, em sua maioria, provavelmente, consumiam dietas predominantemente à base de plantas, com alto teor de fibras e índice glicêmico baixo. Com o início da agricultura ocorre uma mudança na civilização com o ser humano produzindo seu próprio alimento. O surgimento da revolução industrial promove uma dramática mudança no estilo de vida humana abrindo espaço ao sedentarismo e reduzindo gradativamente o consumo de fibras na dieta, levando as pessoas a consumirem alimentos cada vez mais processados (KENDALL *et al.*, 2010). A evolução contínua do *Homo sapiens* processada por longos períodos desde então, vem refletindo sobre sua vida com consequentes mudanças de hábitos alimentares (BOARETTO, 2009).

As fibras são nutrientes que não se incorporam ao organismo, porém cumprem uma função de nutrição, promovendo efeitos benéficos para saúde, podendo retardar o estabelecimento de doenças crônico-degenerativas e melhorando a qualidade de vida das pessoas (GALISA *et al.*, 2007). As propriedades físico-químicas das frações das fibras alimentares produzem diferentes efeitos fisiológicos no organismo. As fibras alimentares têm como características comuns, não serem digeridas no intestino delgado e serem fermentadas no intestino grosso. Dependendo de suas propriedades físico-químicas podem afetar, quando passam pelo trato digestório, o metabolismo de certos nutrientes, proporcionando a regulação de mecanismos desencadeadores de algumas doenças (MIRA *et al.*, 2009).

A demanda por alimentos nutritivos e seguros apresenta um crescimento mundial e, a ingestão de alimentos balanceados é a maneira correta de prevenir problemas de saúde, como obesidade, diabetes, desnutrição, cardiopatias, câncer, obesidade entre outros, que têm origem, em grande parte, nos erros alimentares (GUTKOSKI *et al.*, 2007).

Contudo, os hábitos alimentares de uma população ultrapassam a necessidade de nutrição e segurança alimentar, tendo também importância os aspectos culturais. Assim, a conquista de consumidores por parte da indústria de alimentos se faz através de estratégias de segmentação do mercado, adequando-se, de modo a atender os anseios de grupos específicos. Os consumidores, cada vez mais exigentes, não se limitam as propriedades organolépticas dos

alimentos, atentam-se também aos teores de colesterol, gorduras, calorias, açúcares, sódio, e fibras além dos valores agregados como embalagem, adição de vitaminas no produto e até mesmo o formato que ele se apresenta. Estes fatos têm promovido, por parte das indústrias de alimentos, o desenvolvimento de alimentos mais saudáveis com adequadas propriedades sensoriais de forma a serem aceitos pelo consumidor (DRESCH; ANDRADE, 2010).

Neste sentido, as barras de cereais, são uma alternativa viável como alimento rico em fibras. As barras de cereais são produtos atraentes para os consumidores que buscam alimentação equilibrada e saudável, podendo aliar-se a alimentação rica em fibras e carboidratos com baixa quantidade de calorias e gorduras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Fibras alimentares

A definição do termo fibra alimentar foi inicialmente estabelecida por Hipsley em 1953. A partir de então, o conceito de fibra alimentar tem sido modificado, significativamente nos últimos anos, em função dos diferentes estudos realizados, considerando entre outros, os aspectos de sua origem e os impactos da fibra sobre o metabolismo humano. No entanto, não existe uma definição aceita universalmente de fibra alimentar (ACC Report, 2001; MENDES, 2011).

De acordo com recentes definições, a fibra alimentar consiste em polímeros de carboidratos e em polissacarídeos não-amiláceos que são, fundamentalmente, componentes da parede celular das plantas. As fibras são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado de humanos, com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. Estes polímeros abrangem celulose, hemiceluloses, hemiglicanos e pectinas, além de outros polissacarídeos oriundo de vegetais e de algas, como as gomas e mucilagens. Outros componentes que podem ser compreendidos neste tipo de substâncias são os oligossacarídeos não-digeríveis, como a inulina, amido resistente e a lignina. Outras definições consideram também como constituintes das fibras alimentares outros carboidratos que atravessam o intestino delgado sem sofrer qualquer tipo de alteração, como maltodextrinas resistentes, frutooligossacarídeos e galactooligossacarídeos, e ainda as celulosas fisiológicas modificadas e polímeros de carboidratos sintetizados, como a polidextrose (CATALANI *et al.*, 2003; MENDES, 2011).

As fibras podem ser classificadas em função do papel que cumprem nos vegetais em dois grandes grupos, sendo considerados como polissacarídeos estruturais a celulose e outros polissacarídeos não amiláceos como a lignina. A única característica em comum entre estes polissacarídeos é que eles não são digeríveis, o que é o principal critério para que sejam considerados como componentes da fibra alimentar (MORAES; COLLA, 2006; DAMODARAM *et al.*, 2010).

Outra classificação é determinada com base na sua estrutura química básica e está ligada diretamente a sua atividade fisiológica, sendo classificada em dois grupos distintos: fibras solúveis e fibras insolúveis (MORAES; COLLA, 2006; MIRA *et al.*, 2009; DAMODARAN *et al.*, 2010). Além das atividades fisiológicas distintas, a natureza solúvel e insolúvel das fibras alimentares envolve diferenças em suas funcionalidades tecnológicas.

As fibras solúveis são as pectinas, gomas, mucilagens e algumas hemiceluloses encontradas nos legumes, aveia, leguminosas e frutas (ELLEUCH *et al.*, 2011).

As fibras solúveis são capazes de diminuir o colesterol sanguíneo, havendo duas hipóteses a respeito desta atividade. Uma teoria indica que seria pela capacidade em aumentar a excreção de ácidos biliares, fazendo com que o fígado remova colesterol do sangue para síntese de novos ácidos e sais biliares. Sugere-se ainda que seja através da formação do propionato (produto originado de fermentação das fibras solúveis) que inibe a síntese hepática do colesterol (RIQUE *et al.*, 2002). As fibras alimentares solúveis são responsáveis pelo aumento da viscosidade do conteúdo intestinal e redução do colesterol plasmático (MATTOS; MARTINS, 2000).

Além disto, outros benefícios estão relacionados à ingestão das fibras solúveis como a redução nas concentrações séricas do colesterol da *Low-Density Lipoprotein* (LDL), melhor tolerância à glicose e o controle do diabetes tipo 2 (RIQUE *et al.*, 2002). Em comparação com as fibras insolúveis, a fração solúvel demonstra maior capacidade de viscosidade, habilidade para formação de géis e/ou atuar como emulsificantes sem modificar textura ou sabor, sendo mais fácil sua incorporação nos produtos alimentícios e bebidas (ELLEUCH *et al.*, 2011).

As fibras insolúveis são lignina, celulose, algumas hemiceluloses e mucilagens, presentes nos derivados de grãos inteiros, como os farelos, e também nas hortaliças (CATALANI *et al.*, 2003; ELLEUCH *et al.*, 2011).

As fibras insolúveis são caracterizadas pela sua capacidade de aumentar o bolo fecal e o trânsito intestinal e tornam a eliminação fecal mais fácil e rápida (MATTOS; MARTINS, 2000). Além disso, retardam a absorção de glicose e a hidrólise do amido (CATALANI *et al.*, 2003).

No Quadro 1 estão, resumidamente descritas, as fontes e as funções das fibras alimentares considerando sua classificação em fibras solúveis e insolúveis.

Quadro 1. Tipos, fontes e principais funções das fibras alimentares

Classificação	Tipos	Fontes	Função
Fibras solúveis	Pectina, gomas, mucilagem, betaglucana, e algumas hemiceluloses	Frutas, verduras, aveia, cevada, leguminosas (feijão, lentilha, soja, grão de bico)	-Retardo na absorção da glicose; -Redução no tempo de esvaziamento gástrico (sensação de saciedade); -Diminuição dos níveis de colesterol sanguíneo; - Proteção contra câncer de intestino.
Fibras insolúveis	Lignina, celulose e algumas hemiceluloses.	Verduras, farelo de trigo, cereais integrais.	- Aumento do bolo fecal; -Estímulo ao bom funcionamento intestinal (aceleração no trânsito intestinal); - Prevenção da constipação intestinal.

Fonte: CHIMOFF, 2008.

2.1.1 Benefícios advindos pelo consumo de fibras

Sabe-se que a partir do consumo diário recomendado, as fibras promovem benefícios fisiológicos aos seres humanos (CATALANI *et al.*, 2003). Além disto, resultados divulgados em estudos científicos mostram a ação benéfica desta classe de substâncias no organismo e sua relação entre seu consumo em quantidades adequadas e prevenção de doenças (SILVA *et al.*, 2012). As fibras alimentares possuem características físico-químicas próprias que promovem ações locais e sistêmicas no organismo. A capacidade de retenção de água, de promover fermentação, de apresentar viscosidade e capacidade de adsorção de diversas substâncias, entre outras, são responsáveis por implicações metabólicas (efeitos sistêmicos) bem como no trato gastrointestinal (efeitos locais) (BERNAUD; RODRIGUES, 2013). Além disto, as fibras fornecem volume à dieta, de modo que os alimentos ricos em fibras proporcionam saciedade sem contribuir significativamente com calorias (DAMODARAN *et al.*, 2010).

No entanto, apesar das inúmeras vantagens advindas do consumo de alimentos ricos em fibras King *et al.* (2012) relataram que a ingestão de fibras pela população, de modo geral, não atinge os níveis ideais recomendados. Fatores culturais e sociais são responsabilizados pelo reduzido consumo de fibras, havendo necessidade de novas estratégias clínicas e programas de saúde para melhorar a utilização e a divulgação de informações sobre as fibras alimentares.

Há muitas explicações que justificam o consumo inadequado de fibras, como o alto consumo de açúcares com elevado valor energético, alimentos industrializados sem fibras e percepção inadequada de alimentos ricos ou pobres em fibras (KING *et al.*, 2012). Moraes e Colla (2006) relataram que a modificação dos padrões de vida da sociedade tem levado pessoas a maus hábitos alimentares e a alta incidência de doenças.

Em estudo publicado por Neltzling *et al.* (2007) foi identificado que 83% da população jovem consome dieta pobre em fibras e 36% consome dieta rica em gorduras. Portanto, se faz necessário o incentivo para consumo e o desenvolvimento de produtos ricos em fibras alimentares.

A *American Heart Association* enfatizou o consumo de vegetais, frutas e grãos integrais, confirmando a importância das fibras alimentares, antioxidantes e outras substâncias na prevenção de controle da Doença Coronariana Vascular (DCV). Os principais benefícios relacionados ao consumo de alimentos ricos em fibras alimentares estão alicerçados na

capacidade destas substâncias em promover queda nos teores sanguíneos do colesterol LDL e aumentar a tolerância à ingestão de açúcares, entre outras funções (RIQUE *et al.*, 2002).

As fibras alimentares podem ajudar ainda a regular o apetite no tratamento para obesidade, pois alimentos ricos em fibras requerem maior mastigação, mais esforço, enviam sinais de saciedade ao cérebro, absorvem grande quantidade de água e promovem distensão no estômago com sensação de plenitude e esvaziamento gástrico retardado (KRISTENSEN; JENSEN, 2010). Carvalho *et al.* (2006) publicaram estudo que corroboram com esta afirmação, demonstrando que dietas com baixo teor de fibras tem maior associação com a obesidade que com a constipação intestinal.

O consumo de fibras adequado também está relacionado com a menor incidência de câncer, principalmente o câncer colorretal, existindo várias hipóteses para tal afirmação. Acredita-se que os principais mecanismos de prevenção de câncer colorretal estão associados a produção de AGCC (ácidos graxo de cadeia curta) e a acidificação do ceco (primeira parte do intestino grosso) pela fermentação das fibras pela flora bacterina. A fermentação também age pela produção de ácidos voláteis que contribuem com a diminuição do pH, além do ácido butírico produzido ser capaz de inibir o crescimento e a proliferação de células cancerígenas. A exposição prolongada das fezes com mucosa também pode aumentar a exposição a fatores cancerígenos (MACEDO; SCHMOURLO; VIANA, 2012)

Destaca-se também o papel das fibras alimentares na redução do risco de câncer de mama, sugerindo que o aumento do consumo de fibras, ou seja, frutas, vegetais e grãos integrais, podem reduzir o risco deste tipo de câncer. Inúmeros mecanismos de ação têm sido sugeridos, sendo o mais destacado o que envolve a redução de estrogênios bioativos no sangue. Neste sentido, dietas ricas em fibras estão sendo associadas à alteração da flora colônica, atuando na regulação da recirculação enterohepática de estrogênios, de tal forma que a quantidade de estrogênio excretado é aumentada. Contudo, estas teorias necessitam de estudos mais aprofundados (PADILHA; PINHEIRO, 2004).

Outras doenças do trato gastrointestinal como o megacólon e a diverticulose também tem como causa o consumo reduzido de fibras (MACEDO; SCHMOURLO; VIANA, 2012).

Resumidamente, o Quadro 2 apresenta a ação das fibras no organismo humano e os principais mecanismos de ação ligados à prevenção de doenças.

Quadro 2. Ação das fibras no organismo humano e mecanismos de ação na prevenção de doenças

Atuação	Função	Mecanismos de ação
Fibras e diabetes	Retardo na absorção da glicose;	-Retenção de líquidos causada pela fibra solúvel no intestino, diminuindo acessibilidade da enzima pancreática pelo aumento da viscosidade do quimo e reduzindo a difusão da glicose pelo enterócito.
Fibras e obesidade	Redução no tempo de esvaziamento gástrico	-Retenção hídrica, promovendo plenitude gástrica, retardo no esvaziamento e maior saciedade.
Fibras e diminuição do colesterol	Diminuição dos níveis de colesterol sanguíneo;	-Aumento da capacidade de produção de ácidos biliares e /ou através da produção de AGCC (ácidos graxos de cadeia curta), altamente absorvíveis pelo intestino modificando o metabolismo de lipídios e dos carboidratos.
Fibras e a prevenção do câncer	Proteção contra câncer de intestino.	-Desenvolvimento da flora bacteriana benéfica, inibindo o crescimento de bactérias patogênicas, aumentando sistema imunológico, prevenindo as infecções gastrointestinais e o câncer de cólon. -Fermentação com produção de AGCC e modificação de pH.

Fonte: CATALANI, 2003

2.2 Alimentos funcionais

O termo alimentos funcionais foi introduzido no Japão em meados dos anos 80 e, referia-se à alimentos processados, contendo ingredientes que auxiliam funções específicas do corpo além de serem nutritivos (MORAES; COLLA, 2006).

Considera-se que alimentos funcionais são aqueles que além de fornecer a nutrição básica, promovem a saúde (OLIVEIRA *et al.*, 2002). Segundo Pacheco e Sgarbieri (2013) alimento funcional é aquele semelhante em aparência ao alimento convencional, consumido como parte da alimentação normal, capaz de produzir efeitos metabólicos ou fisiológicos desejáveis na manutenção da saúde. Adicionalmente às suas funções nutricionais como fonte de energia e de substrato para a formação de células e tecidos, possui, em sua composição, uma ou mais substâncias capazes de agir no sentido de modular os processos metabólicos, melhorando as condições de saúde, promovendo o bem-estar das pessoas e prevenindo o aparecimento precoce de doenças degenerativas, que levam a uma diminuição da longevidade. Os alimentos funcionais se caracterizam por oferecer vários benefícios à saúde, além do valor nutritivo inerente à sua composição química, podendo desempenhar um papel potencialmente benéfico na redução do risco de doenças não transmissíveis (OLIVEIRA *et al.*, 2002; MORAES; COLLA, 2006).

Segundo Moraes e Colla (2006), os alimentos funcionais apresentam como principais características:

- a) serem alimentos convencionais e consumidos na dieta normal/usual;
- b) serem compostos por componentes naturais, algumas vezes, em elevada concentração ou presentes em alimentos que normalmente não os supririam;
- c) apresentarem efeitos positivos, além do valor básico nutritivo, que podem aumentar o bem-estar e a saúde e/ou reduzir o risco de ocorrência de doenças, promovendo benefícios à saúde;
- d) apresentarem embasamento científico relacionado a propriedade funcional;
- e) podem ser alimentos naturais ou alimentos no qual um componente tenha sido removido;
- g) podem ser alimentos no qual a natureza e/ou a bioatividade de um ou mais componentes tenha sido modificada.

As fibras alimentares podem ser utilizadas no enriquecimento de produtos ou como ingrediente, pois é constituída de polissacarídeos, lignina, oligossacarídeos resistentes e amido resistente, entre outros, que tem diferentes propriedades físico-químicas e podem contribuir para a saúde das pessoas. Além das propriedades fisiológicas favoráveis, as fibras

permitem inúmeras aplicações na indústria de alimentos, substituindo gordura ou atuando como agente estabilizante, espessante e emulsificante. Assim, podem ser incluídas na produção de diferentes produtos como bebidas, sopas, molhos, sobremesas, derivados de leite, biscoitos, massas e pães e diferentes produtos a base de cereais, como as barras de cereais (GIUNTINI *et al.*, 2003), contribuindo na obtenção de um produto funcional.

As barras de cereais representam uma alternativa de complemento alimentar à base de carboidratos, proteínas e fibras. São um meio prático e conveniente de ingerir nutrientes, além de serem fáceis de encontrar e carregar. A associação entre barras de cereais e alimentos saudáveis é uma tendência no setor de alimentos em função da preocupação crescente com alimentação saudável pela população (PEUCKERT *et al.*, 2010).

2.3 Barras de cereais

A busca por uma alimentação mais saudável está crescendo em todo o mundo. A ingestão de alimentos balanceados é a maneira correta de evitar ou mesmo corrigir problemas de saúde, como obesidade, diabetes, desnutrição, cardiopatias, entre outros que têm origem, em grande parte, nos erros alimentares.

As barras de cereais são classificadas como “snacks”, que são definidos como pequenas refeições, leves ou substanciais. O consumo desse tipo de alimento apresenta crescimento constante devido à sua praticidade que, com a mudança no estilo de vida da população, se tornou uma característica importante para a escolha de um alimento (CÓRDOVA, 2012).

A barra de cereais é consumida por diferentes tipos de pessoas atraídas por apelos como “ingredientes naturais” e “saúde”, podendo ser considerada alimento funcional, no entanto, o consumo e a aceitação são também decorrentes de sabor e valor nutricional (FREITAS, 2005; PASQUALOTO, 2009).

As barras de cereais são obtidas da mistura ou combinação de três ou mais substâncias alimentares com valores nutritivos e sabores específicos. As barras de cereais são produzidas nas mais variadas combinações de ingredientes empregando, principalmente, frutas e cereais. Ao ser acrescentado um agente ligante, confere-se textura adequada ao produto, que é embalado e comercializado em porções individuais.

Os principais aspectos considerados na elaboração desse produto incluem a escolha do cereal, a seleção do carboidrato apropriado (de forma a manter o equilíbrio entre o sabor e a vida de prateleira), o enriquecimento com vários nutrientes e, finalmente, sua estabilidade no processamento (GUTKOSKI *et al.*, 2007). Em função destas exigências, diversos são os componentes utilizados na preparação de barras de cereais, podendo-se citar a aveia, soja, flocos de arroz, nozes e castanhas, frutas diversas, entre outros.

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), as barras de cereais são classificadas como cereais processados (BRASIL, 2005), sendo que, especificamente, designa-se como:

Cereais processados: são os produtos obtidos a partir de cereais laminados, cilindrados, rolados, inflados, flocados, extrudados, pré-cozidos e ou por outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos, podendo conter outros ingredientes desde que não descaracterizem os produtos. Podem apresentar cobertura, formato e textura diversos (BRASIL, 2005).

No Brasil, a primeira barra de cereais foi lançada em 1992, no entanto, não foi bem aceita pelo consumidor. Somente, alguns anos mais tarde, as barras de cereais foram ganhando espaço, chegando a um crescimento de 25% ao ano (TORRES, 2009). Nos dias de hoje, as barras de cereais encontradas no mercado varejista são largamente consumidas por serem consideradas alternativas de lanche saudável e prático.

O mercado de barras de cereais e alimentos associados a produtos saudáveis apresenta crescimento constante, levando a indústria a diversificar a variedade de sabores e atributos, como produtos fortificado com nutrientes; produtos desenvolvidos para um nicho de população específica ou ainda com novas características que tragam benefícios para saúde (SAMPAIO *et al.*, 2009). O número de consumidores de produtos saudáveis, naturais e convenientes aumenta, o mercado melhora e modifica as formulações para tornar os “*snack foods*” uma composição nutritiva (WATERHOUSE *et al.*, 2010).

2.3.1 Principais ingredientes das barras de cereais

Vários são os ingredientes empregados na elaboração de barras de cereais, podendo-se destacar a aveia, a soja, os flocos de arroz, os flocos de milho, os flocos de cevada, os edulcorantes naturais ou artificiais, a gordura ou óleo vegetal, as frutas secas diversas, as sementes oleaginosas, o sal, estabilizantes, os aromatizantes e a cobertura de chocolate, dentre outros. Os componentes da formulação das barras de cereais, evidentemente, são alterados dependendo da composição de cada marca e do sabor. Pode-se considerar, de modo geral, que o processo de fabricar uma barra de cereal, envolve as proporções entre os grupos de ingredientes de 20-60% de grãos integrais do grupo da aveia, trigo, flocos de trigo, cevada, flocos de cevada com casca, sorgo e milho, 35-60% de aglutinante, incluindo composições diversas de carboidratos que podem conter suco de cana, xarope de arroz integral, caramelo, oligofrutose, inulina e misturas dos mesmos, e 5-40% de compostos de revestimento podendo abranger gordura, carboidratos, flavorizantes e fibras. Os compostos de revestimento podem ser misturados com o material aglutinante, sendo aplicados sobre a barra de cereal como forma de melhorar o sabor, evitar o ressecamento e para ajudar a manter a vida de prateleira das barras de cereais (TORRES, 2009).

Cabe destacar que a introdução de um ingrediente numa formulação pode causar interações com outros componentes e influenciar as características físicas e sensoriais do produto final (GARCIA *et al.*, 2012). Assim, cada ingrediente deve ser avaliado em relação as suas características nutricionais, sensoriais e funcionais antes da incorporação em uma formulação alimentícia.

2.3.1.1 Aveia (*Avena sativa* L.)

Um dos principais ingredientes das barras de cereais é a aveia (*Avena sativa* L.), que é um cereal de alta qualidade nutricional, rico em proteínas, ácido oléico e linoléico, e vitaminas (SAMPAIO, 2009). A aveia é uma gramínea que possui safra anual pertencente ao gênero *Avena*, que compreende a várias espécies existentes em quase todos os continentes (SILVA *et al.*, 2012).

A aveia destaca-se dos demais cereais por seu teor e qualidade protéica, que varia de 12,40 a 24,50% no grão descascado, e por sua maior porcentagem de lipídios, que varia de

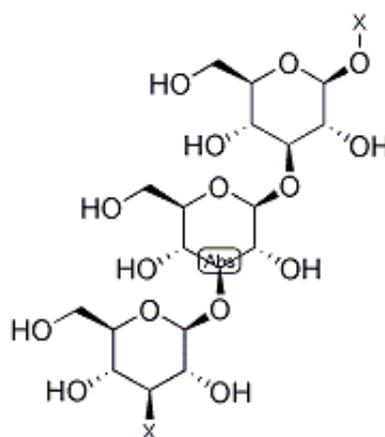
3,10 a 10,90%, distribuídos por todo o grão, com predominância de ácidos graxos insaturados (PIOVESANA, 2011). Contêm ainda, entre 7,1 e 12,1% de fibra alimentar total dependendo dos métodos de determinação utilizados e diferenças entre cultivares (GUTKOSKI *et al.*, 2007).

As fibras solúveis presentes na aveia, denominadas beta-glucanas são componentes bioativos com propriedades benéficas para saúde dos indivíduos. Por isso, o consumo de aveia, bem como produtos ricos neste ingrediente apresenta crescimento no mercado mundial (RYAN *et al.*, 2011).

As glucanas (Figura 1) são polissacarídeos lineares, não ramificados, compostos por unidades de beta-glucanas, unidas por ligações cuja irregularidade molecular se reflete na sua propriedade de solubilidade em água. As beta-glucanas, resistentes a processos digestivos, formam soluções viscosas em contato com a água e são pseudoplásticas. Classificadas como fibras solúveis, presentes em quantidades elevadas no farelo de aveia e na cevada, promovem aumento da viscosidade do bolo alimentar e retardam a absorção de nutrientes (MIRA *et al.*, 2009).

Além das propriedades ligadas às beta-glucanas com a redução dos níveis de colesterol, reduzindo a resposta glicêmica pós-prandial, a aveia contém também componentes antioxidantes como a vitamina E e compostos fenólicos, o que podem contribuir muito para saúde das pessoas que a consomem (RYAN *et al.*, 2011).

Figura 1. Formula molecular de beta-glucanas



Fonte: CHEMICAL BOOK, 2013

A aveia passa por processamentos mecânicos e térmicos durante a obtenção de diversos produtos como farelo de aveia, farinha de aveia e flocos de aveia. Estes produtos diferenciados permitem distintos empregos pela indústria de alimentos (PIOVESANA, 2011).

2.3.1.2 Floco de arroz

Um ingrediente também bastante utilizado na produção de barras de cereais é o floco de arroz. O floco de arroz está presente na formulação de diversos tipos de barras de cereais em virtude de seu preço acessível e grande versatilidade (PIOVESANA, 2011).

O floco de arroz é um produto alimentício crocante, fabricado à base de farinha de arroz utilizando-se o processo de extrusão, com adição ou não de outros ingredientes. Os flocos de arroz utilizados na produção de barras de cereais, geralmente, são adicionados de compostos, como açúcar, sal refinado e extrato de malte (PIOVESANA, 2011).

No processo de extrusão os ingredientes são submetidos à ação do calor, umidade, pressão e cisalhamento, transformando-os em uma massa viscoelástica que emerge do extrusor. A queda súbita de pressão permite a vaporização de água e, em consequência, ocorre a expansão da massa de cereal. O produto intumescido tem estrutura celular formada por bolsões de ar envolvidos por paredes de amido gelatinizado, o que contribui para sua textura quebradiça (SAMPAIO, 2009).

2.3.1.3 Frutas Desidratadas

Alimentos ou ingredientes desidratados constituem elementos importantes dentro da indústria alimentícia. Os alimentos desidratados têm sido bastante empregados em virtude, principalmente, da resistência dos consumidores ao uso de conservantes químicos e pelo aumento da popularidade de produtos desidratados de rápido preparo e de alta qualidade. O processamento de frutas na forma desidratada é uma maneira de conservação e industrialização destes alimentos de forma saudável e segura (RAMOS *et al.*, 2008).

As frutas desidratadas tem tido um emprego crescente na indústria de alimentos. Esta tendência tem se verificado mundialmente, apesar de serem mais consumidas na Europa e nos Estados Unidos da América. A grande demanda por produtos naturais impulsiona o uso de

frutas desidratadas que são empregadas por suas propriedades nutricionais, por facilidade no transporte, pois não necessitam de refrigeração e, particularmente, pelo valor que agrega ao produto (SILVA; CALISTO, 2013).

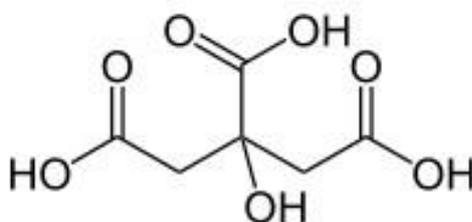
A evolução das frutas processadas no Brasil e no mundo aponta o caminho da agregação de valor e o mercado das frutas industrializadas é maior que o de frutas *in natura* para aplicação em preparações como a de barras de cereais (FERREIRA, 2008).

2.3.1.4 Ácido cítrico

O ácido cítrico é uma substância considerada como aditivo alimentar acidulante com fórmula molecular apresentada na Figura 2. Originalmente, obtinha-se este aditivo pela extração de frutas cítricas. Como produto da fermentação utiliza-se o *Aspergillus niger*. As principais características deste aditivo alimentar são alta solubilidade em água, capacidade neutralizante do paladar doce, efeito acidificante sobre o sabor sendo, por estas razões, amplamente utilizado na indústria de alimentos (MOREIRA, 2011).

De modo geral, a função do ácido cítrico é atribuir um pequeno grau de acidez aos produtos, o que faz com que seja empregado como recurso para a melhoria do sabor de determinados alimentos, tais como bebidas gasosas, geléias artificiais, sorvetes, balas, pós para coberturas, produtos de confeitaria e barra de cereais, entre outros (PIOVESANA, 2011).

Figura 2. Fórmula molecular do ácido cítrico



Fonte: CHEMICAL BOOK, 2013

2.3.1.5 Açúcares e xaropes

Na elaboração da calda, responsável pela aglomeração dos ingredientes sólidos e também pelo sabor doce, a utilização exclusiva de sacarose pode resultar em produto seco, duro e granuloso, devido ao seu limite de solubilidade, em torno de 67%. Neste sentido, observa-se na produção de produtos de confeitaria, em associação à sacarose, o uso de açúcar invertido, glicose, frutose, maltose e seus xaropes. Além disto, como as soluções de açúcares invertidos, o xarope de glicose é mais denso que soluções de sacarose e, por este motivo, apresenta vantagens em relação à minimização da possibilidade de cristalização e do crescimento de bolores e leveduras (SAMPAIO, 2009).

Os xaropes são divididos em duas classes. Aqueles derivados da sacarose, açúcar refinado ou por inversão completa ou parcial, e os derivados de materiais obtidos de materiais amiláceos em particular de milho, através de hidrólise. Assim, os xaropes são soluções de açúcares, normalmente possuindo uma concentração entre 70% (m/m) a 80% (m/m) de açúcares ou mais. O xarope de milho é bastante empregado em produtos de confeitaria, sendo obtido a partir de amido de milho, que é composto principalmente de glicose (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2013).

O açúcar mascavo também tem sido incorporado em produtos de confeitaria, como as barras de cereais (GUTKOSKI *et al.*, 2007). O açúcar mascavo é obtido da cana de açúcar integral (*Saccharum officinarum*), porém ao contrário do açúcar refinado não passa por nenhum tipo de processo de refino ou beneficiamento e, portanto, pode ser um substituto do açúcar branco na elaboração de diversos produtos de confeitaria. Comparativamente, o açúcar mascavo difere do açúcar branco, principalmente, pela sua coloração escura e menor percentual de sacarose (PIOVEZANA, 2011).

2.4 Produção de cereal em barras

Segundo Pasqualoto (2009) a produção de barras de cereais pode ser esquematicamente dividida em duas fases, como ilustrado na Figura 3.

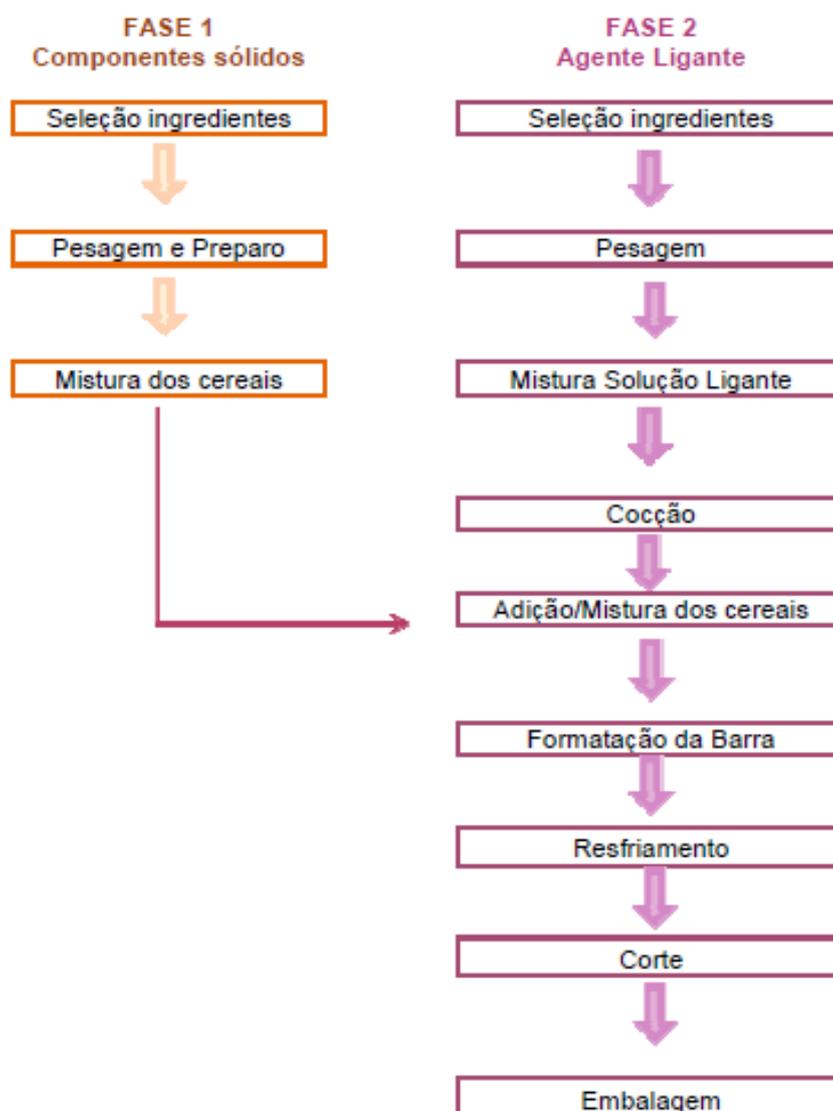
Na fase 1 é feito um “pré-mix”, no qual os cereais e as frutas são pesados, misturados e enviados à esteira de produção. Estes ingredientes correspondem a 60% da formulação.

A fase ligante ou fase 2 é aquela no qual ocorre a mistura dos elementos líquidos (40% da formulação). Os ingredientes líquidos são aquecidos a 105 °C, atingindo 85° Brix (escala numérica de índice de refração) e 36% (m/m) de sólidos solúveis.

A seguir a fase 1 é adicionada a fase 2. A mistura resultante é prensada na forma de um “tapete” em um sistema laminador, passando por cilindros para regular a espessura.

A próxima etapa é a secagem, que ocorre, de modo geral, em túnel de resfriamento, onde as barras deverão atingir 9 °C. Segue-se o corte e embalagem.

Figura 3. Fluxograma de produção de barras de cereais



Fonte: PASQUALOTO, 2009

O principal atrativo das barras de cereais é o conceito de alimento saudável. Neste sentido, o aporte de fibras, vitaminas e minerais são fatores importantes para esta classe de produtos.

Segundo a RDC (Resolução de Diretoria Colegiada) nº 360 (BRASIL, 2003), exige-se que a rotulagem nutricional, indique obrigatoriamente o valor energético e de nutrientes (carboidratos, proteínas, gorduras totais, gordura saturada, gordura trans, fibra alimentar e sódio). No entanto, segundo Proença e Silveira (2012) a legislação brasileira apresenta algumas falhas em relação à notificação da gordura trans no rótulo dos alimentos industrializados, o que pode favorecer a ingestão de gordura trans em quantidade superior ao aceitável (limite máximo 1% (m/m) em relação ao valor energético diário total) (MELLO *et al.*, 2012).

Assim, é fundamental a escolha de ingredientes adequados para a formulação de produtos considerados “saudáveis”, como as barras de cereais, para atender os consumidores mais exigentes de forma segura e em conformidade com o objetivo proposto, ou seja, um alimento que contribua com a saúde.

O desenvolvimento de um produto rico em fibras associado a frutas tropicais com características sensoriais atrativas e com benefícios à saúde pode oferecer novas oportunidades de mercado e melhor conscientização de nutrição à população. Com estes fatos em mente, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma formulação de barra de cereais com elevado teor de fibras associado a um sabor de característica tropical.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Desenvolver formulações de barra de cereal com alto teor de fibras e avaliar sua qualidade e aceitação.

3.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver três formulações de barras de cereais com diferentes teores de fibras;
- Avaliar características organolépticas das barras de cereais (aparência, sabor, textura, aparência global) e intenção de compra;
- Caracterizar as barras de cereais desenvolvidas quanto a sua composição centesimal e
- Realizar análises microbiológicas para bolores e leveduras nas barras de cereais desenvolvidas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

Foram desenvolvidas três formulações de barras de cereais empregando diferentes teores de aveia, sendo denominadas C150, C135 e C105. Os componentes das fórmulas das barras de cereais e suas proporções estão listados na Tabela 1. Todos os ingredientes empregados nas barras foram adquiridos de firmas especializadas em produtos alimentares atendendo aos atributos nutricionais e sanitários adequados ao uso alimentar.

Os reagentes analíticos utilizados foram de grau analítico (PA/Pró-Análise) e a água empregada no preparo de soluções foi purificada num sistema Milli-Q Elga Purelab (Molsheim, França).

Tabela 1. Ingredientes secos e agentes ligantes utilizados nas formulações das barras de cereais com alto teor de fibras.

Ingredientes	% (m/m)	% (m/m)	% (m/m)
	Ingredientes Fórmula C150	Ingredientes Fórmula C135	Ingredientes Fórmula C105
Aveia em flocos	18,0	12,6	9,0
Farelo de aveia	13,0	13,0	9,0
Flocos de arroz	10,0	14,4	16,6
Abacaxi desidratado	17,1	17,1	21,0
Coco desidratado	3,0	4,0	6,0
Ácido cítrico	0,04	0,04	0,04
Glicose de milho	20,0	20,0	20,0
Açúcar mascavo	15,0	15,0	15,0
Água mineral	3,9	3,9	3,9

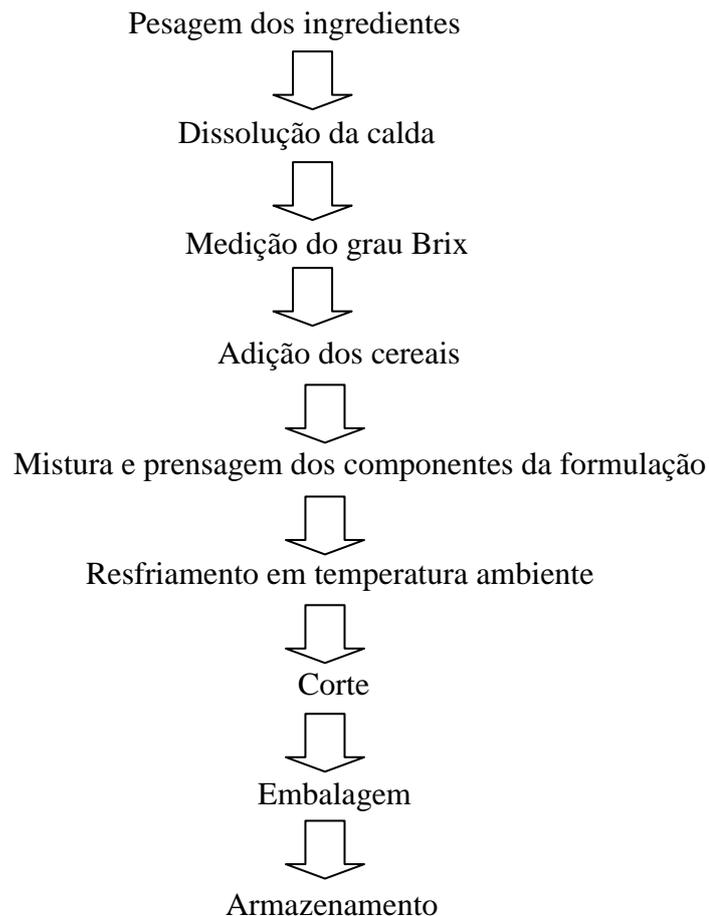
Fonte: Elaboração própria

4.2. Métodos

4.2.1. Preparo das Barras de Cereais

O desenvolvimento das barras de cereais com alto teor de fibras foi realizado no Laboratório de Alimentos da Universidade de Sorocaba (UNISO). A manipulação dos ingredientes e a produção das barras foram conduzidas de acordo com as diretrizes estabelecidas pelas Boas Práticas de Manipulação de Alimentos (BRASIL, 2004). O preparo das barras de cereais seguiu o diagrama abaixo (Figura 4).

Figura 4. Desenho esquemático do modo de preparação das barras de cereais



Fonte: Elaboração própria

4.2.1.1 Etapas do processamento das barras de cereais

Os ingredientes da calda (xarope de glicose e açúcar mascavo) foram dissolvidos em tacho de alumínio, sob aquecimento em chapa elétrica. Em seguida foi medido grau Brix da solução empregando-se refratômetro, até atingir 85° Brix.

Após esse procedimento, foram adicionados os ingredientes flocos de arroz, farelo de aveia, aveia em flocos, frutas desidratadas (abacaxi e coco) e o ácido cítrico. Misturou-se manualmente com o auxílio de masseira elétrica planetária até distribuição igualitária dos componentes. A Figura 5 representa a massa anterior à etapa de prensagem, ilustrando esta etapa.

Figura 5. Imagem da massa de cereais anterior à prensagem



Fonte: Elaboração própria

Na sequência, esta mistura foi depositada em tábua de polietileno de alta densidade (PEAD) para ser prensada com rolo de polietileno até a espessura aproximada de 1 cm, como pode ser visualizado pela Figura 6.

Figura 6. Imagem da massa de cereais prensada



Fonte: Elaboração própria

Em seguida, as barras foram cortadas nas dimensões de cerca de 3 cm de largura e 10 cm de comprimento, embaladas em laminado de alumínio e armazenadas em abrigo de luz e em temperatura ambiente. A Figura 7 ilustra as barras de cereais embaladas e etiquetadas.

Figura 7. Imagem das amostras embrulhadas em embalagem aluminizada e identificadas em função da cor da etiqueta, sendo etiqueta rosa fórmula 150C, etiqueta alaranjada fórmula 135C e etiqueta verde formula 105C.



Fonte: Elaboração própria

4.2.2 Análise centesimal

As análises que envolveram a determinação da composição centesimal das barras de cereais foram baseadas nas metodologias propostas pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2010) e nas da Association of Official Analytical Chemists (AOAC INTERNATIONAL, 2012) sendo abaixo descritas.

4.2.2.1 Determinação de umidade

A determinação do teor de umidade nas amostras em estudo foi realizada conforme o método descrito pela AOAC (2012), fundamentando-se na perda de umidade e substâncias voláteis a 105 °C. A primeira etapa focou-se na preparação do cadinho de porcelana, secando-o em estufa a 105 °C durante uma hora, com posterior resfriamento e pesagem. A seguir, pesou-se 3g da amostra no cadinho seco e tarado. O cadinho com a amostra foi colocado na estufa na temperatura de 105 °C e deixou-se até a evaporação de toda água, ou seja, até peso constante. Após cerca de 12 horas os cadinhos foram retirados da estufa e colocados em dessecador. Pesou-se, depois de resfriado, o conjunto cadinho mais amostra seca. O transporte dos cadinhos foi sempre realizado com pinça e as análises realizadas em triplicatas. O teor de umidade foi obtido pela a diferença entre o peso total inicial e o peso total da amostra seca.

4.2.2.2 Determinação de cinzas

A determinação do teor de cinzas foi realizada segundo o método descrito pela AOAC (2012). Foram utilizadas as amostras empregadas na determinação de umidade. Os cadinhos contendo as amostras secas foram levados à chama em bico de Bunsen e as amostras foram carbonizadas. A seguir, as amostras foram levadas à mufla (600 °C) por 6 horas até obtenção de cinza clara. Os cadinhos foram resfriados em dessecadores. Na sequência as amostras foram pesadas. O teor de cinza foi calculado empregando-se a equação abaixo (equação1).

$$\% \text{ cinzas } \left(\frac{m}{m} \right) = \frac{100 \times N}{P} \quad \text{(equação 1)}$$

N= massa de cinzas em gramas

P= massa da amostra em gramas

4.2.2.3 Determinação de proteínas

A determinação de proteínas foi realizada pelo método de micro-Kjeldahl, o qual está baseado na determinação do teor de nitrogênio da amostra. Esse método compreende três etapas: digestão da amostra, destilação e titulação. No primeiro momento, foi feita a digestão de 0,2 g de amostra, a qual foi pesada, digerida com ácido sulfúrico concentrado na presença de catalizador (1,5 g de sulfato de potássio e sulfato de cobre). Em seguida, ocorreu a reação do bissulfato de amônio formado com hidróxido de sódio para a liberação de amônia, sob a forma de borato de amônio. A amônia foi então liberada, dentro de um volume conhecido de ácido bórico. O borato de amônio formado foi dosado com uma solução padronizada de ácido clorídrico para obtenção do teor de nitrogênio. A conversão do teor de nitrogênio em proteína foi feita através do fator de conversão 6,25, utilizado para a farinha de trigo (equações 2a e 2b) (IAL, 2010).

(equação 2a)

$$\% \text{ nitrogênio total } \left(\frac{m}{m} \right) = \frac{V \times M \times 0,014 \times 100}{P}$$

$$\% \text{ proteína} = \% \text{ nitrogênio total} \times 6,25 \quad \text{(equação 2b)}$$

V = mL de ácido clorídrico 0,1 M gastos na titulação

M= molaridade do ácido clorídrico

f= fator de correção do ácido clorídrico

P = massa da amostra em g

4.2.2.4 Determinação de lipídeos

A metodologia utilizada foi extração de lipídios em extrator do tipo Soxhlet. O método empregou alíquota de 6g de amostra e como solvente extrator éter de petróleo PA. Empregou-

se a equação abaixo (equação 2) para o cálculo da porcentagem de lipídeos presente na amostra (AOAC, 2012).

$$\% \text{ lipídeos no extrato etéreo} = \frac{100 \times N}{P}$$

(equação 3)

N= massa de lipídeos em gramas

P= massa da amostra em gramas

4.2.2.5 Determinação de fibra alimentar

A determinação da fibra alimentar foi realizada pelo método enzimático-gravimétrico (IAL, 2010; AOAC, 2012).

Inicialmente a amostra foi moída e tratada com 100 mL de solução hidroalcoólica 85% (v/v), por 30 minutos em banho-maria a 70 °C com posterior filtração. O resíduo foi lavado com solução hidroalcoólica a 70% (v/v), seco em estufa (105 °C) e pulverizado (IAL, 2010).

A seguir, procedeu-se a etapa de tratamento enzimático. Foram adicionados 40 mL de solução-tampão ácido 2-(N-Morfolino)etanosulfônicoTris(hidroximetil)aminometano (MES-TRIS) 0,05M, pH 8,2 e cerca de 1 g da amostra tratada em béquer. A amostra foi incubada com 50 µL de α-amilase termorresistente e aquecida (95±5 °C) em banho-maria por 35 minutos. A seguir retirou-se o béquer, resfriou-se e adicionou-se 100 µL de solução de protease (50 mg mL⁻¹ em tampão MES-TRIS). Agitou-se por 30 minutos a 60±1 °C. Adicionou-se 5 mL de ácido clorídrico 0,5 M, com agitação. Ajustou-se o pH entre 4,0 - 4,7, com adição de solução de hidróxido de sódio 1M. Adicionou-se 300 µL de solução de amiloglicosidase e aqueceu-se por 30 minutos a 60±1 °C.

Na sequência foi medido o volume do hidrolisado obtido no tratamento enzimático e adicionou-se solução hidroalcoólica a 60% (v/v) na proporção de 4:1 do volume do hidrolisado. A mistura foi deixada em repouso, à temperatura ambiente por uma hora, para precipitação da fibra solúvel. Filtrou-se quantitativamente a solução alcoólica contendo resíduo da hidrólise empregando-se filtro de vidro sinterizado acoplado em kitassato e vácuo.

Lavou-se o resíduo com duas porções de 15 mL de solução hidroalcoólica a 95% (v/v) e duas porções de 15 mL de acetona. Os filtros contendo os resíduos foram secos a 105 °C, durante uma noite. Resfriou-se em dessecador e pesou-se (resíduo da amostra e resíduo do branco). Após pesagem calculou-se o teor da fibra alimentar total empregando-se equação 4.

$$\% \text{ fibra alimentar total } \left(\frac{m}{m} \right) = \frac{(RT-P-C-BT)}{M} 100 \quad \text{(equação 4)}$$

RT = resíduo total da amostra

BT = resíduo total do branco

C = cinzas da amostra

M = massa da tomada da amostra

P = teor de proteína

4.2.2.6 Determinação de carboidratos

O teor de carboidratos foi determinado pela diferença entre 100 e a soma do conteúdo de proteínas, gorduras, fibra alimentar, umidade e cinzas empregando-se a equação abaixo descrita (BRASIL, 2003).

$$\% \text{ carboidrato} = 100 - (\text{umidade} - \text{cinzas} - \text{proteínas} - \text{lipídeos} - \text{fibras}) \quad \text{(equação 5)}$$

4.2.2.7 Determinação de energia

Com base na composição das barras alimentícias, foram utilizados fatores de conversão de Atwater (ATWATER; WOODS, 1896) relativos à energia de combustão, sendo 4 kcal/g (proteína), 4 kcal/g (carboidratos) e 9 kcal/g (lipídios), de acordo com as determinações da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA - USP) (USP, 2014), como mostra a equação abaixo.

$$\text{Energia} = (4 \text{ kcal/g} \times \text{massa de carboidratos (g)}) + (4 \text{ kcal/g} \\ \times \text{massa de proteínas (g)}) + (9 \text{ kcal/g} \times \text{massa lipídios (g)})$$

(equação 6)

4.2.3 Análise microbiológica

A avaliação da qualidade microbiológica das barras de cereais foi feita pela determinação da contaminação por bolores e leveduras. O método baseia-se na verificação da capacidade desses microrganismos se desenvolverem em meios de cultura com pH próximo a 3,5 e temperatura de incubação de 25 ± 1 °C.

O método envolveu as seguintes etapas: (i) o preparo das placas de Petri com meio de agar batata dextrose; (ii) preparo das amostras; (iii) incubação das amostras (CMP, 2003), sendo:

(i) Preparo das placas de Petri: dissolveu-se cerca de 42,0 g de pó de agar batata dextrose em 1 litro de água destilada ou deionizada. Aqueceu-se o meio até dissolução completa. Esterilizou-se em autoclave a 121 °C por 15 minutos. Resfriou-se em temperatura ambiente e ajustou-se o pH para $3,5 \pm 0,1$ através da adição de solução a 10% (m/m) de ácido tartárico esterilizado.

(ii) Preparo das amostras: as amostras foram maceradas em condições assépticas em cabine de fluxo laminar. A seguir foram dissolvidas em água salina peptonada estéril para obtenção de diluição de 10^{-1} . Quando necessário procedeu-se o mesmo processo de diluição.

(iii) Incubação das amostras: transferiu-se 1 mL da diluição de cada amostra em placas de Petri e adicionou-se aproximadamente 15 mL do meio ainda líquido. Misturou-se suavemente. Deixou-se solidificar e incubou-se entre 22-25 °C por 5 dias. Todo o experimento foi realizado em duplicatas.

4.2.4 Análise sensorial

Os testes sensoriais foram realizados no Laboratório de Alimentos da Universidade de Sorocaba (UNISO) e conduzidos pela pesquisadora. O teste empregado foi o teste de aceitabilidade do tipo afetivo que avalia a aceitação de um alimento (FNDE, 2010).

Para a realização dos testes sensoriais, o presente estudo foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade de Sorocaba, recebendo o parecer número 427.767.

Os participantes realizaram a degustação das barras em local apropriado com total liberdade para expressar qualquer desconforto ou constrangimentos. Todo o processo da análise sensorial foi realizado de modo a manter o anonimato do provador e a confidencialidade dos resultados.

4.2.4.1 Seleção de provadores

Os provadores foram selecionados entre os alunos da Universidade de Sorocaba na faixa etária entre 18 e 60 anos, de ambos os gêneros. O recrutamento dos julgadores foi realizado entre aqueles com hábitos de ingestão de barras de cereais com frequência semanal mínima de consumo, não fumante e com disponibilidade para participação nos testes.

Também aplicou-se um questionário com perguntas como: idade, sexo, escolaridade, sabores de preferências das barras de cereais, frequência de consumo e principal fator que influencia a compra do produto avaliado, visando traçar um perfil mais detalhado do participante da pesquisa.

Antes do início do teste sensorial, cada julgador recebeu duas vias do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), uma para ficar com o mesmo e outra para ser assinada e arquivada. O TCLE está apresentado no Anexo 1. Neste termo (TCLE) destacou-se a composição da barra de cereais, para que o participante da pesquisa pudesse conhecer a formulação e dar ciência de sua possibilidade de participação por ausência de intolerância alimentar, alergias ou aversões a algum componente. Indivíduos que declaram intolerância alimentar ou alergias a qualquer um dos ingredientes da formulação foram excluídos da pesquisa. Foram selecionados 44 provadores para desenvolvimento do teste sensorial.

Em seguida, o participante recebeu as instruções para realizar a degustação, tendo o acompanhamento de um monitor que ficou durante o todo o procedimento para esclarecimento de qualquer dúvida. Cada voluntário experimentou e avaliou os três tipos de barras de cereais, sendo estas diferenciadas pelas siglas C150, C135 e C105.

4.2.4.2 Teste de Aceitação

Empregou-se o teste afetivo de aceitabilidade, sendo as notas dos atributos sensoriais da escala hedônica estruturada de nove pontos, ancorada nos seus extremos, com os termos "adorei" e "detestei", quanto à aceitação global, e "certamente compraria" e "certamente não compraria", para intenção de compra. A ficha está apresentada no Anexo 2.

A escala hedônica serviu de base para avaliação das amostras segundo os atributos aparência, textura, sabor e impressão geral do produto. As notas em relação à intenção de compra poderiam variar de 1 a 5 e de 1 a 10 para as demais características buscando-se determinar se houve diferença significativa entre as barras, no que se referiu a cada característica avaliada.

Foi estipulada a nota de corte 7 como indicadora da aceitabilidade adequada do produto. A média 7 “gostei moderadamente” é significativa, além de estar dentro das expectativas da nota de corte (7) e atender os principais critérios para aceitação de alimentos enriquecidos com fibras alimentares que são bom comportamento no processamento, boa estabilidade e aparência, e satisfação no aroma, na cor, na textura e na sensação deixada pelo alimento na boca (MAURO *et al.*, 2010).

4.2.4.3 Avaliação das amostras

As amostras foram analisadas após 4 dias de armazenamento. Junto com as amostras foram fornecidos um copo de água à temperatura ambiente e um biscoito sabor água e sal a fim de eliminar a interferência de sabor residual na avaliação entre as amostras.

4.2.4.4 Análise de dados

O experimento foi delineado em blocos casualizados completos, nos quais os tipos de barras de cereais são chamados de tratamentos e cada indivíduo constitui um bloco, pois cada um avalia os três tratamentos e não apenas um. Assim, tem-se um experimento em blocos

casualizados completos com três tratamentos (C150, C135 e C105) e 44 indivíduos. Os dados obtidos nas análises sensoriais foram submetidos a tratamento estatístico para análise dos resultados empregando-se o teste não paramétrico, denominado teste de Friedman (CAMPOS, 1983; ZAR, 2010). O teste Friedman permite decidir entre duas hipóteses, sendo:

H0: Não há diferença entre os tratamentos quanto a certa característica;

H1: Pelo menos dois tratamentos diferem entre si, quanto a certa característica.

Para decidir entre as hipóteses H0 e H1, fixa-se um nível de significância do teste (α), $\alpha = 0,05$, calcula-se o valor X^2 do teste conforme apresentado em Zar (2010) e, também o p-valor. Se p-valor $> \alpha$, não rejeita H0, caso contrário se p-valor $\leq \alpha$, rejeita-se H0, neste caso não há evidências de diferenças entre os tratamentos quanto a característica em análise.

A estatística X^2 do teste de Friedman é dada pela equação abaixo (equação 6).

$$X^2 = \frac{\frac{12}{nk(k+1)} \sum_i R_i^2 - 3n(k+1)}{1 - \frac{\sum_j T_j}{nk(k^2-1)}} \quad \text{(equação 6)}$$

n = o número de blocos (indivíduos)

k = o número de tratamentos

R_i = a soma das ordens atribuídas aos dados do tratamento i nos n blocos

$$T_j = \sum_i t_{ij}^3 - k$$

t_{ij} = o número de observações empatadas do tratamento i no bloco j .

O teste de Friedman foi aplicado na análise de cada uma das características. Antes da aplicação do teste de Friedman foi realizada, também, uma análise gráfica, utilizando-se o gráfico “Box-plot”, comparando os três tipos de barras de cereais para cada uma das características.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise centesimal e densidade energética das barras de cereais

As barras de cereais são consumidas de modo rotineiro pela população brasileira, sendo cada vez maior a variedade de marcas e tipos de “barrinhas de cereais”. De modo geral, são feitas a partir da compactação de frutas desidratadas e de cereais como a aveia, o trigo, a soja, o milho e o arroz, sendo que as barras de cereais ganharam grande popularidade no mercado, principalmente devido à sua praticidade para consumo como lanche rápido. (DEGÁSPARI *et al.*, 2008).

Os principais pontos a serem considerados na elaboração de barras de cereais recaem sobre a escolha do cereal como aveia, arroz, milho, centeio, trigo e cevada; a seleção do carboidrato mais adequado, de modo a preservar a vida de prateleira; o enriquecimento com vários nutrientes como fibras, vitaminas e/ou minerais e sua estabilidade de processamento de preparação (SREBERNICH *et al.*, 2011). Nas formulações desenvolvidas optou-se pelo uso do farelo de aveia em função do oferecimento de beta-glucanas em grande porcentagem.

Neste trabalho foram desenvolvidas três formulações denominadas de C150, C135 e C105 com diferentes teores de fibras. Todas as análises para a determinação da composição centesimal e os resultados expressos em porcentagem. O valor da densidade energética foi calculado conforme descrito no item 4.2.2.7. As informações relativas ao conteúdo de nutrientes e de outros componentes nos alimentos processados e “in natura” são fundamentais tanto para a padronização e regulamentação de alimentos como para determinar a qualidade nutricional de um produto alimentício (GIUNTINI *et al.*, 2008), por isto estas análises são justificadas. Os resultados relativos à composição centesimal e densidade energética estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Composição centesimal e densidade energética das três formulações de barras de cereais

Teores	Fórmula C150	Fórmula C135	Fórmula C105
Umidade (g/100g)	11,5	11,1	12,2
Cinzas (g/100g)	1,3	2,3	1,4
Lipídios (g/100g)	6,0	4,4	5,3
Proteínas (g/100g)	7,9	4,2	5,8
Fibra alimentar (g/100g)	15,1	13,8	12,7
Carboidratos (g/100g)	58,3	64,3	64,5
Kcal/ 100g	318,80	313,6	328,9
Kcal / barra (25g)	79,7	78,4	82,2

Fonte: Elaboração própria

Pelos resultados obtidos verificou-se alto teor de carboidratos, entre 58,3% a 64,5% (m/m), sendo este o maior contribuinte calórico do produto. Outros estudos também apresentaram elevada porcentagem de carboidratos em barras de cereais não denominadas “light” ou “diet” (BRITO *et al.*, 2004; GUIMARÃES; SILVA, 2009; SANTOS, 2010; SBARDELOTTO, 2011).

Observou-se que o teor de proteína aumentou com a elevação de fibra na formulação. Isto pode se esperar, uma vez que, segundo Gutkoski *et al.* (2007) ao estudar a composição química da aveia observou que a fração farelo apresentou maior teor de proteína bruta. Na amostra C150 foi agregado maior teor de aveia em flocos e de farelo de aveia, sendo a formulação que apresentou o maior teor protéico. Com a substituição parcial dos flocos de arroz por aveia em flocos e farelo, foi possível aumentar o conteúdo de proteínas das barras, atendendo exigências do consumidor atual por um produto com alto valor nutricional.

Nesta pesquisa, o aumento das fibras favoreceu a elevação dos teores de lipídios nas barras formuladas uma vez que a aveia é rica em lipídios. Na fração farelo da aveia, os lipídios estão presentes em quantidades que variam de 7 a 10% (m/m). Os teores de lipídeos

obtidos tiveram uma variação entre 5% a 6% (m/m), estando similares aos produtos desenvolvidos em outros trabalhos que empregaram aveia em suas formulações (BRITO *et al.*, 2004; GUIMARÃES; SILVA, 2009; GUTKOSKI *et al.*, 2010; SBARDELOTTO 2011).

Os valores de umidade encontrados nas barras de cereais variaram entre 11,1, e 12,2 % (m/m). Os resultados de umidade demonstraram que todas as amostras apresentaram resultados de umidade inferiores a 15% (m/m), limite estabelecido pela Resolução 263 de 23 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005) referente aos produtos à base de cereais. Teores elevados de umidade favorecem reações indesejáveis, como o escurecimento não-enzimático e o crescimento microbiano com consequente redução de vida de prateleira. Altos valores de umidade também reduzem a crocância, atributo sensorial importante nas barras de cereais (GUIMARÃES; SILVA, 2009)

Os valores encontrados para fibras (12,7% a 15,1% (m/m)) permitiram classificar as formulações de barras de cereais como “teores muito alto de fibras”, conforme Mattos e Martins (2000), por enquadrarem-se na faixa = ou > 7g de fibras/100g de produto. Os teores de fibras nas amostras C150, C135, C105 apresentaram 280% (m/m), 245% (m/m) e 217% (m/m) a mais de fibras alimentares, respectivamente, quando comparadas com as barras comerciais apresentadas por Brito *et al.* (2004).

A quantidade de fibras alimentares encontrada nas barras de cereais desenvolvidas nesta pesquisa indicou que uma barra de cereal, ou seja, 25g do produto pode fornecer 15% da necessidade diária de fibras alimentares para um adulto, uma vez que, recomenda-se de 20 a 35g de fibra alimentar por dia ou 10 a 13g de fibra alimentar a cada 1000 kcal ingeridas (CATALANI *et al.*, 2004).

As barras de cereais com alto teor de fibras deste estudo foram caracterizadas como alimentos pré-bióticos, pois a presença das fibras permite mudança de atividade e composição da microbiota intestinal com perspectiva de promoção da saúde do indivíduo que ingere o produto (MORAES; COLLA, 2006).

Alimentos ricos em beta-glucanas (como produtos da aveia) diminuem glicemia pós-prandial e resposta insulínica, de acordo com a quantidade ingerida. A ingestão de fibras solúveis também promove diminuição dos níveis de colesterol, mostrando efetividade das propriedades das betas-glucanas na rotina alimentar do indivíduo (WOOD, 2007).

Carvalho *et al.* (2012) concluíram que a ingestão de fibras em quantidades suficientes apresenta efeito favorável no metabolismo da glicose e da insulina. Portanto, existe consenso em diretrizes alimentares que buscam incentivar o consumo de alimentos ricos em fibras,

tais como grãos integrais, leguminosas, hortaliças e frutas. Nesse mesmo estudo, os resultados mostraram correlação negativa entre a variação no consumo de fibra e a glicemia média semanal, demonstrando um impacto positivo do aumento do consumo de fibras no controle glicêmico.

Os elevados teores de fibras alimentares obtidos permitem afirmar que as barras de cereais desenvolvidas apresentaram alegação de alimento funcional como descrito acima, pois se obteve formulações com valores acima dos estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2005), que é de no mínimo 3g de fibras ou de beta-glucanas por 100g de produto, podendo ser enquadrados nos atributos de alto teor e fonte, respectivamente.

O valor nutricional por 100 g mostrou que o produto apresenta densidade energética ou valor calórico total entre 313,6 e 328,9 kcal, valores compatíveis com produtos industrializados (DIAS *et al.*, 2010). Quando avaliou-se o produto unitário (25 g) notou-se que os valores energéticos também foram bastante próximos aos comercialmente disponíveis, podendo ser considerados produtos adequados para um lanche rápido, capazes de fornecer energia e nutrientes adequados. Ainda, em relação ao teor calórico das formulações com alto teor de fibras, as barras de cereais enquadram-se como alimento light. O termo “light” pode ser empregado em alimentos que apresentem redução mínima de 25% em determinado nutriente ou no valor calórico do produto em comparação com o alimento convencional (440 kcal/100g). Esse percentual de redução calórica (318 kcal a 328 kcal/100g) permite classificar a formulação como “light” (MOTA *et al.*, 2011).

5.2 Análises microbiológicas

A presença de bolores e leveduras foi pesquisada, visto serem deteriorantes potenciais de produtos do tipo barra de cereais. Os principais fatores que levam a essa contaminação estão ligados à suscetibilidade dos cereais à contaminação fúngica durante o período de plantio e, fundamentalmente, ao armazenamento (SREBERNICH *et al.*, 2011).

Os resultados obtidos nas análises microbiológicas para bolores e leveduras de todas as formulações podem ser visualizados na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados das análises microbiológicas das formulações para bolores e leveduras

Formulações	Bolores (UFC)	Leveduras (UFC)	Tolerância p/ amostra indicativa
C150	**<LQ	2,6x10 ¹	10 ⁴
C135	1x10 ¹	6x10 ¹	10 ⁴
C105	2x10 ¹	1x10 ¹	10 ⁴

NOTA: ** < LQ – menor que o limite de quantificação; UFC – unidade formadora de colônia

Os valores encontrados mostraram que todas as amostras estavam de acordo com os padrões previstos pela ANVISA (BRASIL, 2001). As barras de cereais estavam dentro dos padrões previstos em legislação e comprovaram a manipulação adequada dos produtos, uma vez que, o procedimento de obtenção das barras de cereais não é capaz de eliminar possíveis contaminantes.

Os resultados obtidos também podem ser justificados pela elevada concentração de açúcar presente nas barras de cereais. O grau Brix utilizado (85° Brix) na calda de aglutinação é responsável não só pela textura e sabor do alimento, como também para conservação do produto.

5.3 Análise sensorial

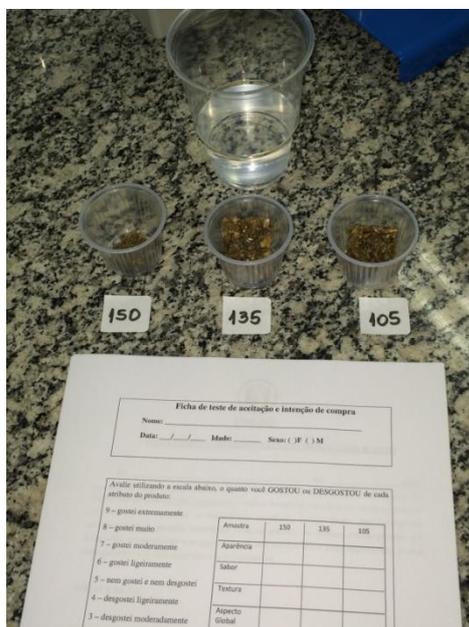
A análise sensorial é definida como procedimento científico empregado para medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição. A percepção sensorial dos alimentos é processada por interações complexas que envolvem os cinco sentidos (BARBOZA, 2003). O teste de aceitabilidade faz parte da análise sensorial do tipo afetivo que avalia a aceitação de um alimento. A execução do teste de aceitabilidade é fácil e permite verificação da preferência média dos alimentos oferecidos. Os métodos sensoriais afetivos não necessitam de provadores treinados, pois avaliam somente a aceitação e a preferência dos produtos (FNDE, 2010).

Um alimento além de seu valor nutritivo deve produzir satisfação e ser agradável ao consumidor, isto é resultante do equilíbrio de diferentes parâmetros de qualidade sensorial. No desenvolvimento de um novo produto é fundamental otimizar parâmetros, como aparência, sabor, odor, textura, consistência e a interação dos diferentes componentes, com a finalidade de alcançar um equilíbrio que se traduza em qualidade adequada e que seja de boa aceitabilidade. Esta avaliação de qualidade sensorial pode ser alcançada pela análise sensorial do produto (BARBOZA, 2003; CARVALHO *et al.*, 2011).

Segundo estudo de Degáspari *et al.* (2008) a escolha da marca ou tipo de barra de cereal é feita principalmente devido ao sabor e textura do produto. O valor nutricional fica em segundo lugar, seguido pelo preço. Assim, é fundamental para avaliação da aceitação do produto desenvolvido a realização de uma análise sensorial.

A figura abaixo (Figura 8) ilustra a forma de apresentação das barras para os voluntários. Para cada um dos três tipos de barra, cada indivíduo atribuiu uma nota para as seguintes características: aparência, sabor, textura, aspecto global e intenção de compra.

Figura 8. Apresentação das amostras de barras de cereais para degustação

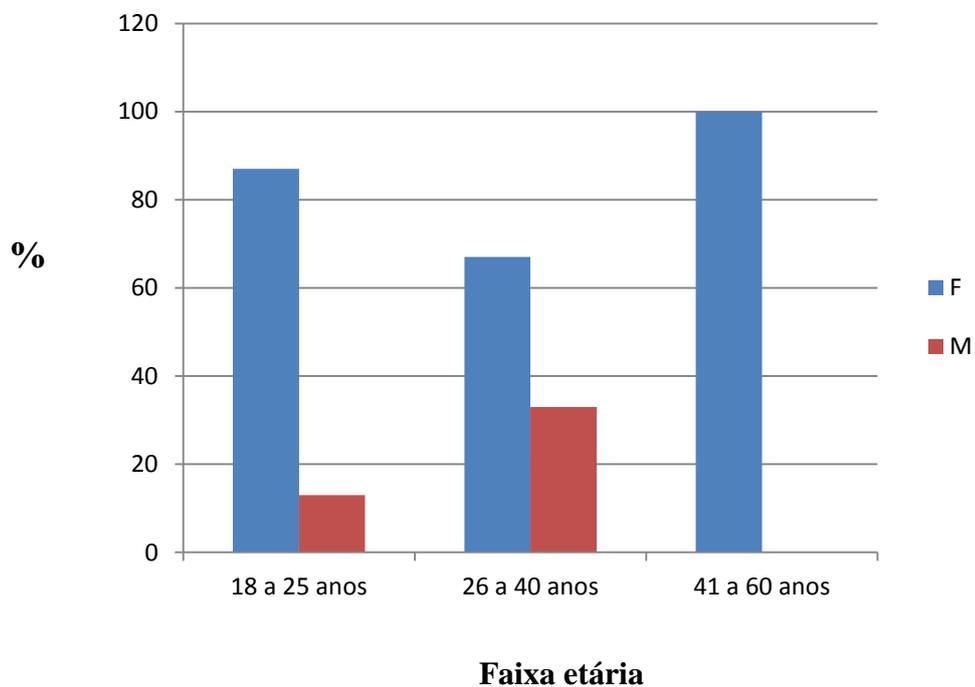


Fonte: Elaboração própria

Avaliou-se também o perfil dos julgadores, uma vez que isto também pode influenciar a análise de um produto. Embora o recrutamento dos avaliadores tenha sido feito de modo

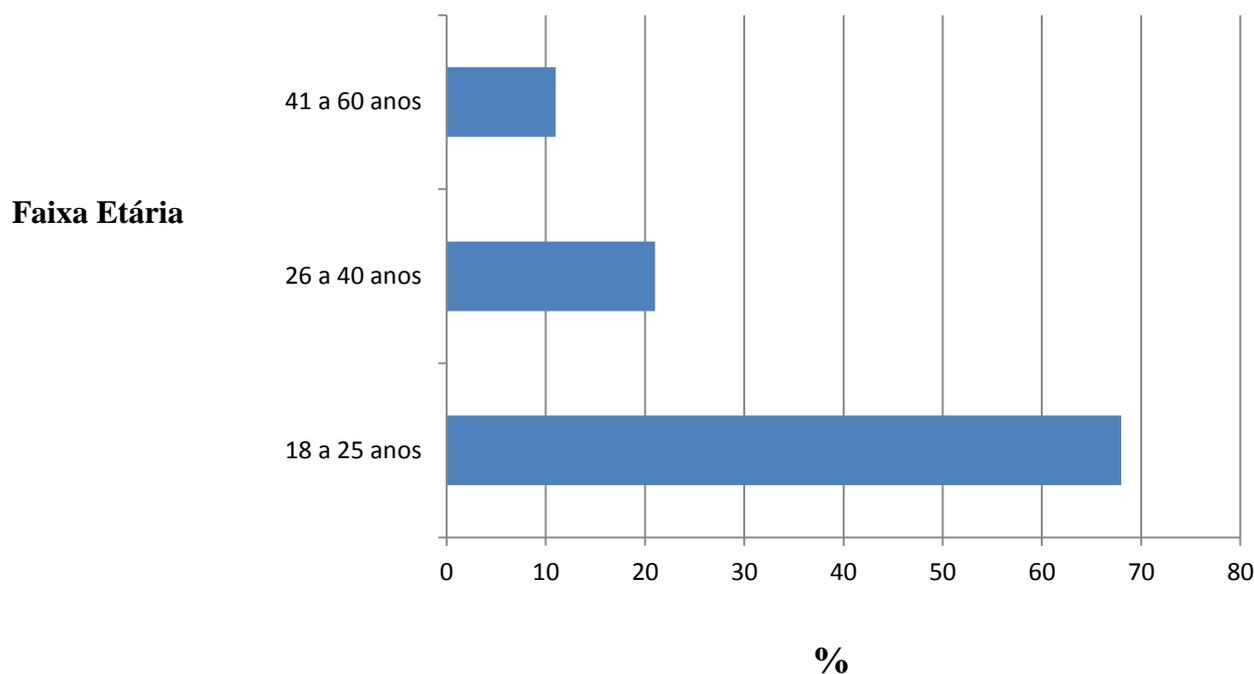
aleatório, a amostra envolvida no teste apresentou perfil adequado considerando os consumidores de barras de cereais. Segundo Degáspari *et al.* (2008) a maioria dos consumidores de barras de cereais é do sexo feminino e apresenta idade inferior a 44 anos. Na pesquisa realizada observou-se que dos 44 julgadores que participaram da pesquisa, 16% eram do sexo masculino e 84% do sexo feminino (Figura 9). A maioria dos julgadores (68%) tinham idade entre 18 e 25 anos, 21% estavam entre 26 e 40 anos e apenas 11% tinham entre 41 e 60 anos (Figura 10).

Figura 9. Distribuição dos julgadores por sexo (F=feminino; M= masculino)



Fonte: Elaboração própria

Figura 10. Distribuição dos julgadores por idade



Fonte: Elaboração própria

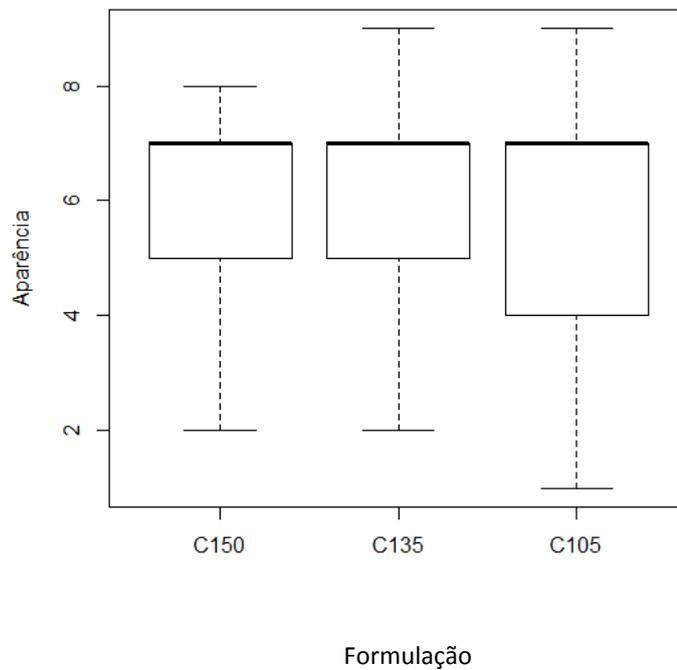
As formulações de barras de cereais desenvolvidas foram avaliadas em relação aos atributos aparência, textura, sabor e impressão geral do produto, conforme indicado no item 4.2.4.2. sendo os resultados apresentados a seguir.

5.3.1 Aparência

A aparência de um produto alimentar é o primeiro atributo apreciado pelo ser humano, seguido pelo odor, consistência, textura e sabor. Neste sentido, uma avaliação positiva desta característica é de vital importância para a aceitação de uma nova formulação (PEUCKERT *et al.*, 2010). A visão permite avaliar a cor, textura, formato, brilho e a uma infinidade de atributos levando ao julgamento de um produto positivamente ou não (BIEDRZYCKI, 2008).

A Figura 11, apresenta os gráficos *Box-plot* dos dados da aparência em função das três formulações das barras de cereais. A linha horizontal mais forte em cada *Box-plot* representa a mediana. Nota-se que nos três gráficos as medianas estão na mesma altura, em torno de 7 na qualidade “gostei moderadamente” em relação à aparência. Pelos dados não houve diferenças entre os três tipos de barras no que se refere à aparência (Figura 11).

Figura 11. *Box-plot* da aparência em função dos três tipos de barras de cereais



Fonte: Elaboração própria

A fim de se confirmar o que foi observado na Figura 11, ou seja, que não houve diferença entre as barras em relação à aparência, o teste de Friedman foi aplicado. As hipóteses testadas foram:

H0: As três formulações das barras de cereais não diferem quanto à aparência.

H1: Existem diferenças entre pelo menos duas formulações quanto à aparência.

Os resultados obtidos relativos ao teste de Friedman foram $X^2 = 0,1$ e p-valor = 0,9512. Assim, na prática, adota-se um nível de significância de $\alpha=0,05$, para se testar as hipóteses. Então, comparou-se o p-valor obtido com o nível de significância. Se p-valor $> \alpha$, não rejeita H_0 e se p-valor $\leq \alpha$, rejeita-se H_0 . Como o p-valor obtido foi de $0,9512 > 0,05$, não rejeita-se H_0 , ou seja, não há evidências de diferenças entre os três tipos de barras de cereais quanto à aparência. Isto pode ser explicado devido à formulação das três diferentes barras terem os mesmos ingredientes, porém com teores diferentes entre eles.

Brito *et al.* (2004), em estudo comparativo com barras de cereais caseira e industrializadas, evidenciaram que não houve diferenças estatísticas significativas em relação à aparência, mostrando que este tipo de produto pode ser produzido facilmente com ingredientes de boa qualidade, menor custo e de fácil aceitação pela população.

Em estudo semelhante, Freitas e Moretti (2006) realizando análise sensorial de barras de cereais com alto teor proteico e vitamínico, observaram que apenas a formulação com alto teor de ácido ascórbico levou a rejeição pelos consumidores para os atributos de aparência e impressão global. As demais formulações não apresentaram diferenças significativas entre si.

Sampaio *et al.* (2009) realizaram teste de aceitação de barras de cereais fortificadas com ferro, juntamente com a formulação padrão (sem adição de ferro) e com relação à aparência não houve diferença estatisticamente significativa entre as amostras.

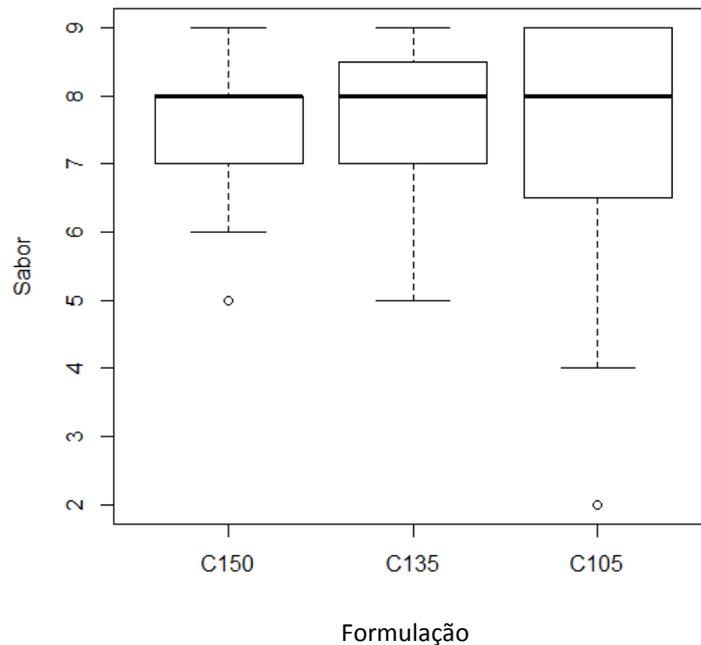
As amostras, em relação à aparência, obtiveram resultados muito próximos. Isto pode ter ocorrido pelo uso dos mesmos ingredientes, alterando-se somente a porcentagem de alguns componentes. A coloração das barras foi muito semelhante, fazendo com que, provavelmente, os julgadores não conseguissem detectar diferenças importantes entre as amostras.

5.3.2 Sabor

O parâmetro sabor é de difícil interpretação em função da complexidade dos fatores responsáveis por este atributo (DAMODARAN *et al.*, 2010).

A Figura 12, apresenta os gráficos *Box-plot* dos dados de relativos a avaliação de sabor das três formulações das barras de cereais. Nota-se que nos três gráficos as medianas estão aproximadamente na mesma altura, em torno de 8. Isso indica que aparentemente não há diferenças entre os três tipos de barras no que se refere ao sabor.

Figura 12. *Box-plot* do sabor em função dos três tipos de barras de cereais



Fonte: Elaboração própria

Com a intenção de se confirmar o que foi observado na Figura 12, o teste de Friedman foi aplicado para testar se há ou não diferenças entre os três tipos de barras de cereais quanto ao sabor. As hipóteses testadas foram:

H0: As três formulações das barras de cereais não diferem quanto ao sabor.

H1: Existem diferenças entre pelo menos duas formulações quanto ao sabor.

Os resultados obtidos relativos ao teste de Friedman foram $X^2 = 0,3962$ e p-valor = 0,8203. Como o p-valor foi de 0,8203, não há evidências de diferenças entre os três tipos de barras de cereais quanto ao sabor.

Oliveira *et al.* (2013) apresentaram estudo semelhante com análise sensorial em barras de cereais e obtiveram média 8, apresentando uma boa aceitação das barras enriquecidas com fibra de caju.

Para o atributo de sabor nas barras de cereais com alto teor de fibras, Gutkosk *et al.* (2007) obtiveram diferenças significativas, que indicaram que a adição de aveia melhora as características sensoriais das barras de cereais.

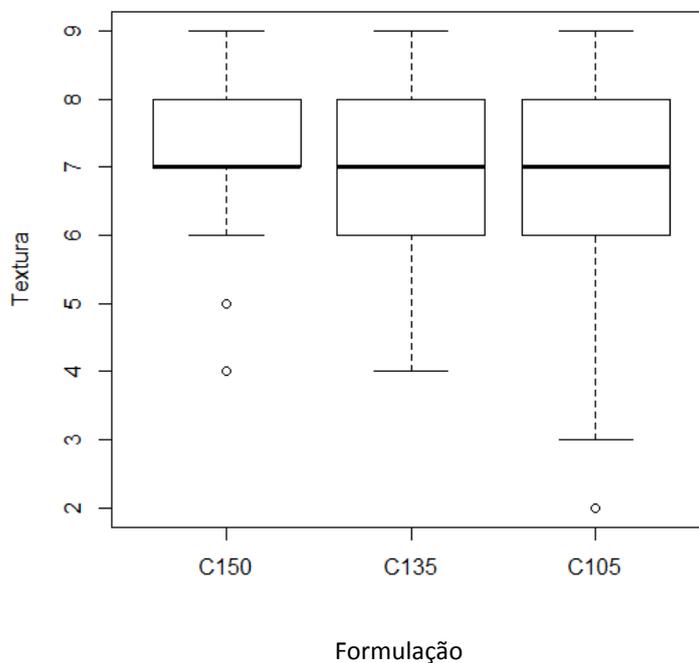
Os produtos desenvolvidos mostraram excelente aceitação em relação ao sabor, nas três formulações C150, C135 e C105. No trabalho apresentado por Mauro, Silva e Freitas (2010) com análise sensorial de “cookies” ricos em fibras, resultado foi semelhante aos demais estudos, com média 7 e foram avaliados com boa aceitação. Estes dados apontam para uma tendência das indústrias e pesquisadores em promover o enriquecimento de produtos alimentícios como barras e biscoitos, por serem de baixo custo, facilmente consumidos pela população e permitirem a incorporação de fibras com boa aceitação em relação ao sabor do produto.

No atributo sabor, as médias alcançadas dos produtos desenvolvidos foram superiores a 7,0 indicando boa aceitação e não apresentaram diferença significativa entre si. As três amostras estavam com dulçor natural das frutas e do xarope de glicose o que pode ter contribuído para a avaliação positiva deste atributo. O elevado teor de fibras de aveia também pode ter colaborado para uma agradável avaliação sensorial, em função do elevado grau de palatabilidade da aveia (GUTKOSK *et al.*, 2007). Além disto, o ensaio empregado neste estudo, não exige avaliadores treinados e, sendo assim, fica difícil uma diferenciação significativa relativa a este parâmetro sensorial em função da complexidade deste atributo.

5.3.3 Textura

A Figura 13, apresenta os gráficos *Box-plot* dos dados da textura em função das três formulações das barras de cereais. Nota-se que nos três gráficos as medianas estão aproximadamente na mesma altura, em torno de 7. Isso indica que aparentemente não há diferenças entre os três tipos de barras no que se refere à textura.

Figura 13. *Box-plot* da textura em função dos três tipos de barras de cereais



Fonte: Elaboração própria

A fim de se confirmar o que foi observado na Figura 13, o teste de Friedman foi aplicado para testar se há ou não diferenças entre os três tipos de barras de cereais quanto ao sabor. As hipóteses testadas foram:

H0: As três formulações das barras de cereais não diferem quanto à textura.

H1: Existem diferenças entre pelo menos duas formulações quanto à textura.

Os resultados obtidos relativos ao teste de Friedman foram $X^2=0,9808$ e p-valor = 0,6185. Como o p-valor foi de 0,6185, isto é, maior do que o nível de significância $\alpha=0,05$, não há evidências de diferenças entre os três tipos de barras de cereais quanto à textura.

Analisando a textura do produto, o julgador avaliou firmeza, crocância, suculência e adesividade e todos estes atributos podem interferir nos resultados. Embora a figura do *Box-plot* da textura tenha apresentado notas muito diferentes, conclui-se que 75% dos julgadores mencionaram média 7 para este atributo.

Estudos com barras de cereais (SAMPAIO *et al.*, 2009; COSTA *et al.*, 2005) encontraram diferenças estatísticas no atributo textura devido a interferência de elementos que

modificaram a dureza do produto, como adição de ferro na calda ou pela substituição do farelo de aveia por outros ingredientes sem glúten.

Gutkoski *et al.* (2007), Brito *et al.* (2004) e Freitas e Moretti (2006) não encontraram diferenças estatísticas para textura, pois utilizaram receitas com ingredientes típicos das barras de cereais que na mistura mantinha as características de aparência e textura mais próximas do produto comercializado, assim como neste presente estudo.

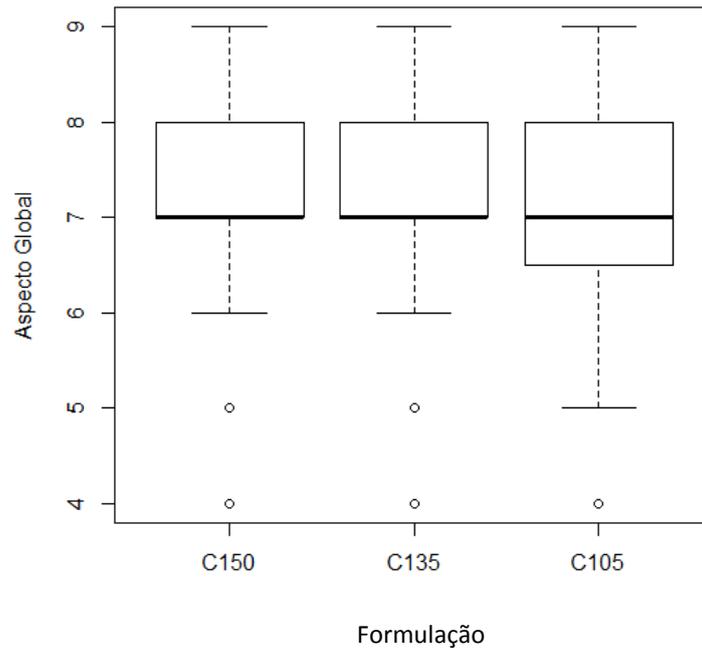
Os parâmetros que envolvem a textura em um alimento, podem ser relacionados às características mecânicas (dureza, viscosidade e fraturabilidade), às características geométricas (forma e tamanho de partículas) e aos teores de umidade e gordura (FERREIRA, 2002).

Os componentes empregados nas formulações foram os mesmos, com diferenciação significativa, principalmente, em relação aos teores de fibras. Estes fatores, provavelmente, contribuíram para que as texturas nas três formulações ficassem muito parecidas. Esta afirmação pode ser corroborada pelos valores de umidade (11,2 a 12,2% (m/m)) e de lipídeos (4,4 a 6,0% (m/m)) observados nas formulações. Por outro lado, como a textura é também influenciada pelas características mecânicas poderia esperar-se diferença de textura nas barras de cereais em função dos teores de flocos de arroz empregados, no entanto, isto não foi observado.

5.3.4 Aspecto global

A Figura 14 apresenta os gráficos *Box-plot* relativos aos dados sobre o aspecto global das barras de cereais. Nota-se que nos três gráficos as medianas (linha horizontal mais forte) estão aproximadamente na mesma altura, em torno de 7. Isso indica também que aparentemente não há diferenças entre os três tipos de barras no que se refere ao aspecto global.

Figura 14. *Box-plot* do aspecto global em função dos três tipos de barras de cereais



Fonte: Elaboração própria

Para comprovar o que foi observado na Figura 14, o teste de Friedman foi aplicado para testar se há ou não diferenças entre os três tipos de barras de cereais quanto ao sabor. As hipóteses testadas foram:

H0: As três formulações das barras de cereais não diferem quanto ao aspecto.

H1: Existem diferenças entre pelo menos duas formulações quanto ao aspecto.

Os resultados obtidos relativos ao teste de Friedman foram $X^2 = 0,62$ e p-valor = 0,7334. Como o p-valor foi de 0,7334, isto é, maior do que o nível de significância $\alpha=0,05$, não rejeita-se H0, ou seja, não há evidências de diferenças entre os três tipos de barras de cereais quanto ao aspecto.

Neste atributo, concluiu-se que não houve diferença relativa ao aspecto das três formulações embora tivessem teores diferentes de fibras, porém aparências semelhantes.

A impressão global do produto dá informação sobre aspectos do alimento como: cor, tamanho e forma, textura da superfície, brilho e viscosidade do produto.

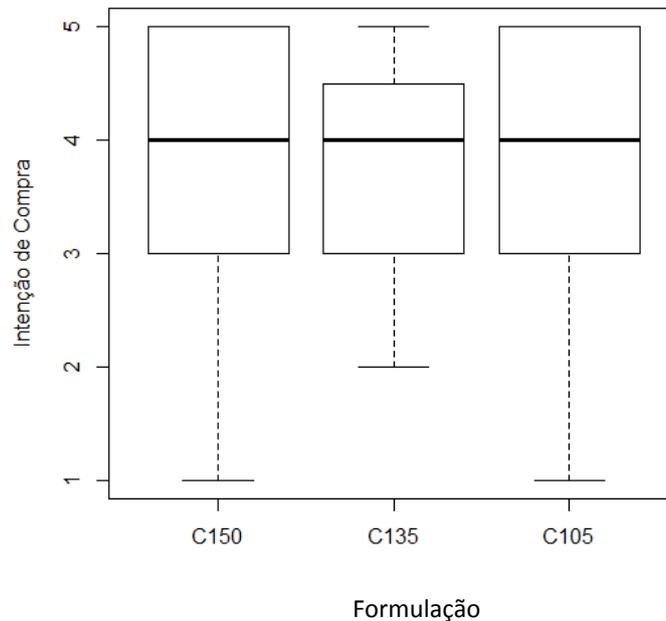
Dentre os atributos avaliados pelo sentido da visão Dutcoski (1996) concluiu que o impacto causado pela cor se sobrepõe aos demais atributos. O consumidor espera que o produto tenha a cor que o caracteriza e reluta em consumir quando esta é diferente em tonalidade ou intensidade do esperado. A cor normalmente relaciona-se com a qualidade.

Todas as amostras avaliadas atingiram mínimo de 70% de respostas no nível da escala correspondente ao “ideal” em todos os atributos avaliados, mostrando que o produto desenvolvido com alto teor de fibras tem aceitação no mercado e que pode trazer benefícios ao consumidor.

5.3.5 Intenção de compra

A Figura 15, apresenta os gráficos *Box-plot* dos dados de intenção de compra dos três tipos de barras de cereais. Nota-se que nos três gráficos as medianas (linha horizontal mais forte) estão aproximadamente na mesma altura, em torno de 4. Isso indica que aparentemente não há diferenças entre os três tipos de barras no que se refere à intenção de compra.

Figura 15. *Box-plot* da intenção de compra dos três tipos de barras de cereais



Fonte: Elaboração própria

Com o objetivo de se confirmar o que foi observado na Figura 15, o teste de Friedman foi aplicado para testar se há ou não diferenças entre os três tipos de barras de cereais quanto ao sabor. As hipóteses testadas foram:

H0: As três formulações das barras de cereais não diferem quanto à intenção de compra.

H1: Existem diferenças entre pelo menos duas formulações quanto à intenção de compra.

Os resultados obtidos para a estatística do teste e o p-valor foram $X^2 = 0,4441$ e p-valor = 0,8419. Como o p-valor foi de 0,8419, isto é, não há evidências de diferenças entre os três tipos de barras de cereais quanto à intenção de compra.

As respostas referentes à intenção de compra que são apresentadas na Figura acima (Figura 15), mostraram maior percentual de respostas no nível 4, correspondente a “provavelmente eu compraria”. Os dados da intenção de compras atestam que as três amostras obtiveram bons resultados, confirmando a boa aceitação deste produto sob os diversos atributos pelos consumidores.

Dados semelhantes foram obtidos por Sampaio *et al.* (2009) com barras de cereais enriquecidas com ferro tal como Costa *et al.* (2005) com barras de cereais isentas de glúten. Já a pesquisa conduzida por Gutkoski *et al.*, 2007 apresentou diferenças estatísticas entre as amostras e, as barras com maior teor de fibras tiveram média 4 como preferência dos julgadores.

As análises estatísticas empregadas na avaliação das características organolépticas das barras de cereais permitiram concluir que as três formulações das barras de cereais não apresentaram diferenças significativas em qualquer das características avaliadas (aparência, sabor, textura e aspecto global). Neste sentido, os diferentes teores de fibras empregados não tiveram influência significativa nos atributos sensoriais. Além disto, não houve diferença significativa na intenção de compra, quando se empregou qualquer uma das três formulações.

As barras de cereais industrializadas apresentam formulações contendo, de modo geral, grande quantidade de açúcar, baixo teor de proteína e pequena quantidade de fibra alimentar. O grande desafio no desenvolvimento do produto do tipo barra de cereais é aliar sabor, aparência e qualidade nutricional (DIAS *et al.*, 2010). Neste sentido, pode-se concluir que os produtos desenvolvidos atingiram o objetivo idealizado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os produtos desenvolvidos apresentam, de modo geral, propriedades sensoriais agradáveis, excelente aceitação, com característica “light” e com alto teor de fibras. Os ingredientes usados na formulação permitiram obter um produto pré-biótico e funcional.

Os resultados admitiram concluir que a aveia pode e deve ser um ingrediente na elaboração de barras de cereais por promover textura, sabor e aparência adequados, permitindo a formulação de produtos à base de grãos integrais e com características de alimento rico em fibras.

Em relação à composição centesimal, observou-se maior teor protéico na amostra C150. As três formulações apresentaram alto teor de fibras alimentares, as quais são extremamente necessárias e benéficas para saúde da população.

Os resultados das análises sensoriais das barras com alto teor de fibras demonstraram satisfatória aceitação quanto aos atributos aparência, sabor, textura, aspecto global e intenção de compra.

Os resultados obtidos evidenciaram a viabilidade de se obter uma barra de cereal mediante formulação simples como alternativa aos produtos comerciais, que atende às especificações sanitárias, nutricionais e sensoriais.

REFERÊNCIAS

ACC REPORT. The Definition of Dietary Fiber. **Cereal Foods World**. v. 46, n. 3, p 112- 126, 2001

ADITIVOS E INGREDIENTES. **Açúcares e xaropes em biscoitos e bolachas**. Disponível em: http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/83.pdf. Acesso em 12/10/2013

A.O.A.C. INTERNATIONAL. **Official Methods of Analysis**. 19th ed, Vol. II, Maryland/USA: A.O.A.C. International, 2012.

ATWATER W.O.; WOODS, C.D. **The Chemical Composition of American Food Materials**. US Department of Agriculture Bulletin No. 28, Washington, 1896. Disponível em <http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12354500/Data/Classics/es028.pdf>. Acesso em: 04/03/2014

BARBOZA, L.M.V.; FREITAS, R. J. S.; WASZCZYNSKYJ, N. Desenvolvimento de produtos e análise sensorial. **Brasil alimentos** v. 18 p.34-35, 2003. Disponível em <http://www.signuseditora.com.br/ba/pdf/18/18%20-%20Desenvolvimento.pdf>. Acesso em 16/10/2013

BERNAUD, F. S. R.; RODRIGUES, T. C. Fibra alimentar Ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. **Arquivos Brasileiros Endocrinologia e Metabolismo**. v. 57, nº 6, p 397-405, 2013

BIEDRZYCKI, A. **Aplicação da avaliação sensorial no controle de qualidade em uma indústria de produtos cárneos**. Monografia de Conclusão de Curso de Engenharia de Alimentos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008

BOARETTO, A. E. A evolução da população mundial, da oferta de alimentos e das ciências agrárias. **Revista Ceres** v. 56, nº4, p 513-526, 2009

BOWER, J.A.; WHITTEN, R. Sensory characteristics and consumer liking for cereal Bar snack foods. **Journal of Sensory Studies** v. 15, nº 3, p.237-245, 2000

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução *RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003*. **Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, Tornando Obrigatória a Rotulagem Nutricional**, 2003

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução - RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. **Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação**, 2004.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 263, de 23 de setembro de 2005. **Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos**, 2005.

BRITO, I. A. *et al.* Elaboração e avaliação global de barras de cereais caseira, **CEPPA**, v.22, n.1, p. 35-50, 2004

CAMPOS, H. **Estatística experimental não-paramétrica**. 4. ed. Piracicaba: FEALQ, p. 349, 1983.

CARVALHO, E. *et al.* Fiber intake, constipation, and overweight among adolescents living in São Paulo city, **Nutrition**, v.22, p 744 – 749, 2006.

CARVALHO, M. G. *et al.* Formulation and sensory acceptance of cereal-bars made with almonds of *chichá*, *sapucaia* and *gurguéia* nuts. **The Open Food Science Journal** v. 5, p. 26-30, 2011

CARVALHO, F.S.*et al.* Importância da orientação nutricional e do teor de fibras da dieta no controle glicêmico de pacientes diabéticos tipo 2 sob intervenção educacional intensiva, **Arq. Bras. Endocrinol. Metab.**, São Paulo, v. 56, 2012.

CATALANI L. *et al.* Fibras Alimentares. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**. São Paulo, v.18, n.4, p. 178-182, 2003.

CHIMOFF, H. Dossiê: fibras alimentares. **Food Ingredient Brasil**, n.4, p. 342:65, 2008.

CMP - Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods/American Public Health Association (APHA), 4a Edition - 2003.

COELHO, K. D. **Desenvolvimento e avaliação da aceitação de cereais matinais e barras de cereais à base de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.)**. Dissertação de mestrado, USP, São Paulo, SP, Brasil, 2006.

CORDOVA, K.R.V. **Barras de cereais com *agaricus brasiliensis* e minerais: elaboração, caracterização física, química e sensorial**. Tese de Doutorado de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

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

CHEMICAL BOOK. Disponível em:

http://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_CB9683840.htm. Acesso em 10/10/2013

CMP - Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods/American Public Health Association (APHA) 4a Edition - 2003.

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

DEGÁSPARI, C. H.; BLINDER, E.W.; MOTTIN, F. Perfil nutricional do consumidor de barras de cereais. **Visão Acadêmica**, v.9, nº1, p. 49-61, 2008

DIAS, J. M. *et al.* Barra de cereais desenvolvida por uma cooperativa popular no contexto da economia solidária. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 17, nº1, p 94-103, 2010

DRESCH, L.O.; ANDRADE, E.S. Evolução dos hábitos alimentares e a busca por alimentos saudáveis em Campo Grande / MS – Identificação de tendências e potencialidades. 48º **Congresso Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Campo Grande, julho, 2010

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. Curitiba: Ed. Universitária Champagnat, 123 p, 1996.

ELLEUCH, M. *et al.* Dietary fibre and fibre rich by products of food processing: characterisation, technological functionality and commercial applications: a review. **Food Chemistry**. v.124, p 411 – 421, 2010.

EMULSIFICANTES. Aditivos e emulsificantes. Disponível em:
http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/269.pdf. Acesso em: 12/10/2013

FERREIRA, J. B. **Desenvolvimento de frutas desidratadas com teor de umidade entre 12 a 15%**. Monografia para conclusão do curso. Curso de química dos alimentos. Universidade Regional de Blumenau, Jaraguá do Sul, 2008.

FERREIRA, S.M.R. **Controle de qualidade em sistemas de alimentação coletiva I**. Varela : São Paulo: Editora e Livraria Ltda, 2002, 173p.

FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. **Manual para aplicação dos testes de aceitabilidade no PNAE**, Cecane, Unifesp, 2010. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/index.php/ae-alimentacao-e-nutricao>>. Acesso em 21/10/2013.

FREITAS, D.; MORETTI R. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto valor proteico e vitamínico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n.2, p 318 – 324, 2006

FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. **Manual para aplicação dos testes de aceitabilidade no PNAE**, Cecane, Unifesp, 2010. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/index.php/ae-alimentacao-e-nutricao>>. Acesso em 21/10/2013

GALISA, M. S., ESPERANÇA, L M.B.; SÁ, N. G. **Nutrição: Conceitos e Aplicações**. São Paulo: M. Books, 2007, 257p.

GARCIA, M.C.*et al.* Application of roasted rice bran in cereal bars. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** v.32, n.4, p. 718-724, 2012.

GIUNTINI, E. B.; LAJOLO, F.M.; MENEZES, E.W. Potencial de fibra alimentar em países ibero-americanos: alimentos, produtos e resíduos. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion** v. 53, n.1, p. 1-7, 2003

GIUNTINI, E. B.; LAJOLO, F.M.; MENEZES, E.W. Composição de alimentos: um pouco de história. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición** v.56, n.3, p. 295-303, 2006

GUIMARÃES, M. M.; SILVA, M.S Qualidade nutricional e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de frutos de murici-passa. **Revista do Instituto Adolfo Lutz** v. 68, nº3, p. 426-33, 2009

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**, Campinas, v.27, n. 2, p 355 - 363, 2007

INSTITUTO ADOLFO LUTZ, **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**, 4ª. edição, São Paulo, 2005

KENDAL, C. W.C.; ESFAHANI, A.; JENKINS, D.J.A. The link between dietary fibre and human health. **Food Hydrocolloids**, Toronto, v.24, p.42-48, 2010.

KING D., MAINOUS, A., LAMBOURNE, C. Trends in dietary fiber intake in the United States, 1999 – 2008. **Journal of the Academy of Nutrition**, USA, v.112, n.5, p 642 – 648, 2012

KRISTENSEN, M.; JENSEN M. Dietary fibres in the regulation of appetite and food intake. Importance of viscosity, **Appetite**, Copenhagen, v. 56, p 65 – 70, 2010.

MACEDO, T.M.B.; SCHMOURLO, G.; VIANA, K.D.A.L. Fibra alimentar como mecanismo preventivo de doenças crônicas e distúrbios metabólicos. **Revista UNI**, v., nº 2, p 67-77, 2012

MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 34, n.1, p50-55, 2000

MAURO, A.K.; SILVA, V.L. M.; FREITAS, M.C.J. Caracterização física, química e sensorial de cookies confeccionados com farinha de talo de couve (FTC) e farinha de talo de espinafre (FTE) ricas em fibra alimentar. **Ciência. Tecnologia de Alimentos**. v. 30, nº 3, p. 719-728, 2010

MELLO, A.V. *et al.* Avaliação da composição centesimal e da rotulagem de barras de cereais. **e-Scientia** v. 5, nº2, p 41-48, 2012

MENDES, A.R. **Implementação e validação de uma metodologia para análise de fibra alimentar**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Química. Universidade de Coimbra, Portugal, 2011

MIRA, G.; GRAF, H.; CÂNDIDO, L. Visão retrospectiva em fibras alimentares com ênfase em beta-glucanas no tratamento do diabetes. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, Curitiba, PR, v. 45, n.1, p.11-19, Mar, 2009

MORAES, F. ; COLLA, L. Alimentos Funcionais e Nutraceuticos : Definições, Legislação e Benefícios à Saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Passo Fundo, RN, v. 3, 109 - 122, 2006.

MOREIRA, R. Dossiê acidulantes. **Food Ingredients Brasil** n. 11, p. 25-30, 2011.
Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/196.pdf>. Acesso em: 12/10/2013.

MOTA, M.C. *et al.* Bolo light, diet e com alto teor de fibras: elaboração do produto utilizando polidestrose e inulina, **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 70, p. 268 – 275, 2011.

NEUTZLING, M. B. *et al.* Fatores associados ao consumo de frutas, legumes e verduras em adultos de uma cidade no sul do Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.25, n11, p 2365 – 2374, 2009.

OLIVEIRA, M.N. *et al.* Aspectos tecnológicos de alimentos funcionais contendo probióticos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. v. 38, n. 1, p 1-21, 2002.

OLIVEIRA, C. F. P. Desenvolvimento, avaliação sensorial e físico-química de barra de cereal de caju, **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 7; p 934 – 942, Ponta Grossa, PR, 2013.

PACHECO, M.T.B.; SGARBIERI, V. C. Alimentos funcionais. Disponível em:
http://www.cban.com.br/pdfs/alimentos_funcionais.pdf. Acesso em 10/10/2013

PADILHA, P. C.; PINHEIRO, R.L. O papel dos alimentos funcionais na prevenção e controle do câncer de mama. **Revista Brasileira de Cancerologia**. v 50, n 3, p 251-226, 2004.

PASQUALOTO, A.P. **Funcionalidade da fibra alimentar em barras de cereais**. Monografia para conclusão de Curso. Curso de Engenharia de Alimentos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009

PEUCKERT, Y. P. *et al.* Caracterização e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de proteína texturizada de soja e camu - camu (*Myrciaria Dúbia*). **Alimentos e Nutrição**. v.21, n.1, p. 147-152, 2010.

PIOVESANA, A. **Elaboração e aceitabilidade de barras de cereais com bagaço de uva**. Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves, 2011.

PROENÇA, R. P. C.; SILVEIRA, B. M. Recomendações de ingestão e rotulagem de gordura trans em alimentos industrializados brasileiros: análise de documentos oficiais. **Revista de Saúde Pública** 2012, v.46, n.5, p. 923-928, 2012.

RAMOS, A.M. *et al.* Efeito do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento nas qualidades físico-químicas e microbiológica de abacaxi desidratado. **Alimentos e Nutrição**, v.19, n.3, p 259-269, 2008.

RIQUE, A. B., SOARES, E. A.; MEIRELLES, C. M. Nutrição e exercício na prevenção e controle de doenças cardiovasculares. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 8, n.6, p 244-253, 2002.

RYAN, L.; TRONDE, P.; HENRY, C. Oat-based breakfast cereals are a rich source of polyphenols and high in antioxidant potential, **Journal of Food Composition and Analysis**, v.24, p. 929-934, 2011.

SAMPAIO, C.R.P. **Desenvolvimento e estudo das características sensoriais e nutricionais de barras de cereais fortificadas com ferro**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009.

SANTOS, J. F. **Avaliação das propriedades nutricionais de barras de cereais elaboradas com farinha de banana verde**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010

SAMPAIO, C., FERREIRA, S., BRAZACA, S. Perfil sensorial e aceitabilidade de barras de cereais fortificadas com ferro, **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.20, n.1, p 95 – 106, 2009.

SILVA, D.A.; CALISTO, S.M.M. **Avaliação físico-química e sensorial da manga Tommy Atkins submetida à desidratação**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Paraná. Londrina, 2013.

SBARDELOTTO, J. **Desenvolvimento e estudo comparativo de barras de cereais fortificadas com ferro e enriquecidas com frutooligossacarídeo**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, Francisco Beltrão 2011.

SREBERNICH, S. M.; MEIRELES, F. LOURENÇÃO, G. Avaliação microbiológica de barras de cereais *diet* por meio de agente ligante colágeno hidrolisado e goma acácia. **Revista Ciência Médica**, v. 20, nº1-2, p.5-13, 2011

SOUZA, R.F. **Investigação de resíduos de pentaclorofenol em gelatina comestível por cromatografia a gás com captura de elétrons(CG/ DCE)**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

TORRES, E.R. **Desenvolvimento de barra de cereais formuladas com ingredientes regionais**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Tiradentes. Aracaju/ SE,2009

USP UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos-USP**. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tabela/> . Acesso em 04/03/2014

WATERHOUSE, D. *et al.* Comparative analysis of fruit-based functional snack bars. **Food Chemistry**, New Zealand, v. 119, p 1369 – 1379, 2010.

WOOD, P. J. Cereal β glucans in diet and health, **Jornal of Cereal Science**, Canada, v. 46, p. 230 – 238, 2007.

ZAR, J.H. **Bioestatistical analysis**, 5 ed, New Jersey: Pearson Prentice Hall, p. 944, 2010.

ANEXO 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), da pesquisa – **Desenvolvimento de Barras de Cereais com Alto Teor de Fibras**, no caso de você concordar em participar, favor assinar ao final do documento. Sua participação não é obrigatória, e, a qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador(a) ou com a instituição.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e endereço do pesquisador(a) principal, podendo tirar dúvidas do projeto e de sua participação.

NOME DA PESQUISA: Desenvolvimento de Barras de Cereais com Alto Teor de Fibras

PESQUISADOR(A) RESPONSÁVEL: Márcia Sabadin Mendes de Souza

ENDEREÇO: Rua Luiza Bortz Evaso – 80

TELEFONE: (15) 34181328/ (15) 9742 3762

OBJETIVOS: Análise de aceitabilidade do produto “barras de cereais com alto de teor de fibras”

PROCEDIMENTOS DO ESTUDO: Assim que concordar em participar da pesquisa, você terá que responder a um questionário sobre sabor, textura, aparência e sua intenção de compra em relação ao produto estudado. As amostras estarão prontas para consumo, e o resultado da pesquisa mostrará o grau de aceitabilidade de um produto novo que levará ao consumidor os benefícios das fibras alimentares. Você também será informado sobre os componentes da formulação para que seja manifestada qualquer intolerância alimentar, alergias ou aversão em relação às substâncias utilizadas na formulação das barras de cereais

RISCOS E DESCONFORTOS: Não haverá riscos e prejuízos de qualquer espécie para os participantes bem como desconfortos, riscos morais ou constrangimentos provocados pela pesquisa.

As barras de cereais serão produzidas de acordo com as Boas Práticas de Manipulação de Alimentos. Todos os ingredientes serão obtidos de distribuidoras de alimentos idôneas atendendo aos atributos nutricionais e sanitários adequados ao uso alimentar. Os componentes da formulação das barras de cereais desenvolvidas no presente projeto são de uso comum, tradicionalmente empregados na produção de barras de cereais e incluem: aveia em flocos; farelo de aveia; farinha de aveia; flocos de arroz; castanha do Pará; lecitina de soja; fruta desidratada abacaxi e coco; gelatina hidrolisada; ácido cítrico; aroma natural de abacaxi; glicose de milho; açúcar.

BENEFÍCIOS: Ao final da pesquisa, o participante receberá os resultados e poderá acompanhar o andamento do projeto.

CUSTO/REEMBOLSO PARA O PARTICIPANTE: Os sujeitos de pesquisa não arcarão com nenhum gasto decorrente da sua participação (entrevista, sessão de estudos, exames laboratoriais, etc.). Os participantes não receberão qualquer espécie de reembolso ou gratificação devido à participação na pesquisa.

CONFIDENCIALIDADE DA PESQUISA: Os participantes devem garantir sigilo aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa,

Assinatura do Pesquisador Responsável: _____

CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu, NOME DO ENTREVISTADO(A), RG/CPF, declaro que li as informações contidas nesse documento, fui devidamente informado(a) pelo pesquisador(a) - (NOME DO PESQUISADOR(A)) - dos procedimentos que serão utilizados, riscos e desconfortos, benefícios, custo/reembolso dos participantes, confidencialidade da pesquisa, concordando ainda em participar da pesquisa. Foi-me garantido que posso retirar o consentimento a qualquer momento, sem que isso leve a qualquer penalidade. Declaro ainda que recebi uma cópia desse Termo de Consentimento.

LOCAL E DATA:

Nome da cidade, data, ano.

NOME E ASSINATURA DO SUJEITO OU RESPONSÁVEL (menor de 18 anos):

(Nome por extenso)

(Assinatura)

ANEXO 2

Ficha de teste de aceitação e intenção de compra			
Nome: _____			
Data: ___/___/___ Idade: _____ Sexo: ()F ()M			

Avalie utilizando a escala abaixo, o quanto você GOSTOU ou DESGOSTOU de cada atributo do produto:

9 – gostei extremamente
8 – gostei muito
7 – gostei moderadamente
6 – gostei ligeiramente
5 – nem gostei e nem desgostei
4 – desgostei ligeiramente
3 – desgostei moderadamente
2 – desgostei muito
1 – desgostei extremamente

Amostra			
Aparência			
Sabor			
Textura			
Aspecto Global			

Indique a INTENÇÃO DE COMPRA do produto, utilizando-se da escala abaixo:

5 – certamente eu compraria
4 – provavelmente eu compraria
3 – talvez eu compraria
2 – provavelmente eu não compraria
1 – certamente eu não compraria

Amostra			
Intenção de compra			

Figura 2 – Ficha que foi utilizada para o teste de aceitação e compra