



FELIPE FURTINI HADDAD

**BARRAS ALIMENTÍCIAS DE SABOR
SALGADO COM DIFERENTES AGENTES
LIGANTES: ASPECTOS TECNOLÓGICO,
SENSORIAL E NUTRICIONAL**

**LAVRAS-MG
2013**

FELIPE FURTINI HADDAD

**BARRAS ALIMENTÍCIAS DE SABOR SALGADO COM DIFERENTES
AGENTES LIGANTES: ASPECTOS TECNOLÓGICO, SENSORIAL E
NUTRICIONAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de pós-graduação em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dra. Maria de Fátima Píccolo Barcelos

**LAVRAS-MG
2013**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Haddad, Felipe Furtini.

Barras alimentícias de sabor salgado com diferentes agentes ligantes : aspectos tecnológico, sensorial e nutricional / Felipe Furtini Haddad. – Lavras : UFLA, 2013.

154 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Maria de Fátima Píccolo Barcelos.

Bibliografia.

1. Barra de cereal. 2. Goma acácia. 3. Colágeno hidrolisado. 4. Amido modificado. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.7207

FELIPE FURTINI HADDAD

**BARRAS ALIMENTÍCIAS DE SABOR SALGADO COM DIFERENTES
AGENTES LIGANTES: ASPECTOS TECNOLÓGICO, SENSORIAL E
NUTRICIONAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de pós-graduação em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 26 de fevereiro de 2013

Dr. Michel Cardoso de Angelis Pereira UFLA

Dra. Maria da Penha Pícolo Ramos UFES

Dra. Maria de Fátima Pícolo Barcelos

Orientadora

**LAVRAS-MG
2013**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por me dar força e condições de realizar este trabalho.

Aos meus pais, irmãos, avôs, avós, tios, tias, namorada, cunhadas, enfim, toda minha família que, na hora do cansaço e das dificuldades, esteve presente e pronta para me incentivar e conceder apoio.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos pela oportunidade e contribuição para a minha formação acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo fornecimento da bolsa de estudo.

A todos os professores do Departamento de Ciência dos Alimentos e do Departamento de Exatas que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

A minha orientadora Maria de Fátima Píccolo Barcelos pela orientação, educação, apoio, confiança e muitos ensinamentos durante a jornada.

Às laboratoristas Tina, Denise, Cidinha, Eliane e Creuza, por toda ajuda e contribuição, sempre que necessário.

À empresa *Gemacom Tech*, especialmente ao Alisson Borges, pela disponibilização de materiais e informações.

A todos meus amigos e colegas, de dentro ou fora da Universidade Federal de Lavras, que me apoiaram e ajudaram no desenvolvimento do trabalho, seja direta ou indiretamente.

Meu sincero agradecimento a todos vocês...

RESUMO

Barras alimentícias, produto de merecido destaque por sua praticidade e valor nutricional, também chamada de barras de cereais, necessitam de um agente ligante para unir e compactar todos os seus ingredientes. Barra alimentícia de sabor doce mundialmente conhecida pelo mercado consumidor, que utiliza agentes ligantes de sabor doce para realizar tais funções. Já para as barras alimentícias de sabor salgado, ainda raras no mercado, se faz necessário a utilização de agentes ligantes que não conferem sabor doce ao alimento. Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia de diferentes agentes ligantes (amido modificado, colágeno hidrolisado e goma acácia), em diferentes proporções, na elaboração de barras alimentícias de sabor salgado. Foram elaboradas nove soluções ligantes distintas, sendo três de cada agente ligante, em três proporções diferentes (4,5%, 6,5% e 8,5%). Com isso, foram elaboradas nove barras alimentícias distintas, mantendo-se fixo o teor de ingredientes básicos (granola salgada, tomate desidratado e tempero de alho, cebola e salsa desidratados) em todas as barras alimentícias desenvolvidas. As barras foram analisadas química, física, físico-química, microbiológica e sensorialmente. Os resultados demonstraram que as barras alimentícias desenvolvidas apresentaram baixos teores de pH e atividade de água, favorecendo, assim, a sua conservação, elevado teor de fibra alimentar, principalmente nos tratamentos que continham goma acácia em suas formulações, fato que agrega valor nutricional ao produto, além de elevado teor de minerais e baixo valor calórico. As mesmas barras alimentícias com goma acácia apresentaram os maiores valores em análises instrumentais de textura e na aceitação sensorial, além da intenção de compra do produto. Dessa forma, o desenvolvimento de barras alimentícias de sabor salgado contendo, como agentes ligantes, amido modificado, colágeno hidrolisado e goma acácia, se torna viável como alternativa para o desenvolvimento de novos produtos.

Palavras-chave: Amido modificado. Colágeno hidrolisado. Goma acácia.
Fibra alimentar. Barras de cereais.

ABSTRACT

Food bars, a product of deserved prominence due to its practicality and nutritional value, also known as cereal bars, needs a binding agent to bond and compact all its ingredients. Food bars of sweet-flavoured, worldwidely known by its consumer market use binding agents of sweet flavours to achive such functions. For food bars of salty-flavoured, still rare in the market, it is necessary the use of binding agents that do not provide sweet flavour to the food. This work had as objective to evaluate the efficiency of different binding agents (modified starch, hydrolyzed collagen and acacia gum) in different proportions in the making of food bars of salty-flavoured. Nine different solutions have been designed, with three being of each binding agent, in three different proportions (4.5%, 6.5% and 8.5%). Hence, nine different kinds of food bars were designed, keeping the basic ingredients level (salty granola, dehydrated tomato and garlic seasoning, dehydrated onions and parsley) set in all the developed food bars.

The bars were chemically, physically, physico-chemical, microbiologically and sensorily analyzed. The results showed that the food bars developed presented low pH level and water activity, favoring then, its conservation, high level of dietary fibers, mainly in the treatments containing acacia gum in its formulation, which adds nutritional value to the product, besides the high minerals level and low caloric value. The same food bars with acacia gum presented the highest values in instrumental analyses of textures, and sensorial acceptance, in addition to the intention of product purchase. This way, the development food bars of salty-flavoured containing as binding agents, modified starch, hydrolyzed collagen and acacia gum, becomes viable as an alternative for the development of new products.

Keywords: Modified starch. Hydrolyzed collagen. Acacia gum. Dietary fiber.
Cereal bars.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Estrutura química da amilose (a) e amilopectina (b).....	23
Figura 2	Variação da viscosidade do amido durante sua gelatinização. (a) temperatura de gelatinização; (b) viscosidade máxima da pasta; (c) diminuição da viscosidade da pasta.....	26
Figura 3	Diagrama esquemático da estrutura de colágeno Tipo I. Moléculas helicoidais de colágeno formadas a partir de três cadeias polipeptídicas, as quais se associam lateralmente formando as fibras de colágeno.....	32
Figura 4	Representação esquemática da estrutura da hélice tripla do colágeno.....	33
Figura 5	Exsudação de goma acácia.....	37
Figura 6	Ingredientes básicos das barras alimentícias de sabor salgado	68
Figura 7	Agentes ligantes e respectivas soluções preparadas sob três concentrações diferentes (4,5%, 6,5% e 8,5%) e utilizadas na elaboração das barras alimentícias	68
Figura 8	Barras alimentícias de sabor salgado desenvolvidas com diferentes agentes ligantes	68
Figura 9	Fluxograma dos procedimentos gerais realizados na elaboração dos agentes ligantes e das barras alimentícias de sabor salgado e na realização das análises	69
Figura 10	Representação esquemática da curva tensão <i>versus</i> deformação.....	74
Figura 11	Ficha utilizada na análise sensorial das barras alimentícias.....	75

Figura 12	Perfil demográfico dos provadores participantes do teste de aceitação e intenção de compra das barras alimentícias de sabor salgado em relação ao sexo, faixa etária, grau de escolaridade e renda familiar mensal.....	115
Figura 13	Perfil do comportamento dos provadores participantes do teste de aceitação e intenção de compra das barras alimentícias de sabor salgado em relação à frequência de consumo e o motivo que os levam ao consumo de barras alimentícias.....	116
Figura 14	Distribuição dos dados das análises de composição centesimal, fibra alimentar solúvel e insolúvel, valor calórico e dos parâmetros das análises de <i>TPA</i> e de compressão uniaxial. As amostras estão representadas pelas letras A, B, C, D, E, F, G, H e I. Os parâmetros analisados estão representados por Um. (umidade), Ptn. (proteína), E.E. (lipídeos), F.A.T. (fibra total), F. Sol. (fibra solúvel), F. Ins. (fibra insolúvel), Cin. (cinzas), Carb. (carboidratos), V.C. (valor calórico), Dur. (dureza), Frac. (fracturabilidade), Mast. (mastigabilidade), Ten. r. (tensão de ruptura), Def. r. (deformação de ruptura) e W. Rup. (trabalho na ruptura)	121

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição de aminoácidos (aa) da fibra de colágeno.....	34
Tabela 2	Quantidades dos ingredientes básicos e dos agentes ligantes utilizados na elaboração das barras alimentícias.....	66
Tabela 3	Valores médios da composição centesimal dos ingredientes básicos das barras alimentícias: granola salgada (soja, aveia, quinoa, linhaça e gergelim) e tomate parcialmente desidratado....	77
Tabela 4	Valores médios da composição centesimal, valor calórico e fibra alimentar das barras alimentícias elaboradas com diferentes agentes ligantes (amido modificado, AM; colágeno hidrolisado, CH; goma acácia, GA) em diferentes concentrações e respectivos coeficientes de variação.....	82
Tabela 5	Valores médios da viscosidade (em mPa.s) das soluções ligantes de amido modificado (AM), colágeno hidrolisado (CH) e goma acácia (GA) utilizadas na elaboração das barras alimentícias e coeficiente de variação	91
Tabela 6	Valores médios do teor de minerais das barras alimentícias de sabor salgado elaboradas com diferentes agentes ligantes (amido modificado, AM; colágeno hidrolisado, CH; goma acácia, AG) e respectivos coeficientes de variação e valores da Ingestão Dietética de Referência, <i>Dietary Reference Intake (DRI)</i> , de cada mineral, para homens entre 19 e 30 anos	94
Tabela 7	Valores médios da atividade antioxidante total (AAT) das barras alimentícias elaboradas com diferentes agentes ligantes (amido modificado, AM; colágeno hidrolisado, CH; goma acácia, GA), expressos em EC ₅₀ (g barra alimentícia/g DPPH), e coeficiente de variação.....	97

Tabela 8	Valores médios do pH das barras alimentícias elaboradas com diferentes agentes ligantes (amido modificado, AM; colágeno hidrolisado, CH; goma acácia, GA) e coeficiente de variação.....	99
Tabela 9	Teores médios da atividade de água (a_w) das barras alimentícias de sabor salgado elaboradas com diferentes agentes ligantes (amido modificado, AM; colágeno hidrolisado, CH; goma acácia, GA) e coeficiente de variação....	101
Tabela 10	Contagem microbiológica de coliformes, <i>Bacillus cereus</i> , <i>Salmonella</i> sp. e fungos nas barras alimentícias elaboradas com agentes ligantes em diferentes proporções após 20 dias de armazenamento	104
Tabela 11	Valores médios dos parâmetros de cor das barras alimentícias de sabor salgado elaboradas com diferentes agentes ligantes (amido modificado, AM; colágeno hidrolisado, CH; goma acácia, GA) e respectivos coeficientes de variação.....	107
Tabela 12	Valores médios dos resultados da análise do perfil de textura (TPA) para os parâmetros dureza, fracturabilidade e mastigabilidade realizada nas barras alimentícias de sabor salgado elaboradas com diferentes agentes ligantes (amido modificado, AM; colágeno hidrolisado, CH; goma acácia, GA) e respectivos coeficientes de variação	110
Tabela 13	Valores médios dos resultados do teste de compressão uniaxial, para os parâmetros tensão de ruptura, deformação de ruptura e trabalho na ruptura, realizado nas barras alimentícias de sabor salgado elaboradas com diferentes agentes ligantes (amido modificado, AM; colágeno hidrolisado, CH; goma acácia, GA) e respectivos coeficientes de variação.....	112

Tabela 14	Valores médios dos atributos sensoriais e intenção de compra das barras alimentícias de sabor salgado elaboradas com diferentes agentes ligantes (amido modificado, AM; colágeno hidrolisado, CH; goma acácia, GA) e respectivos coeficientes de variação.....	117
-----------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Objetivos específicos	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	Considerações gerais sobre barras alimentícias	19
2.2	Agentes ligantes na elaboração de barras alimentícias de sabor salgado	22
2.2.1	Amido modificado	22
2.2.2	Colágeno hidrolisado	30
2.2.3	Goma acácia	36
2.3	Constituintes das barras alimentícias de sabor salgado e benefícios à saúde humana	40
2.3.1	Aveia	40
2.3.2	Soja	45
2.3.3	Quinoa	49
2.3.4	Linhaça	52
2.3.5	Gergelim	55
2.3.6	Tomate	57
2.3.7	Condimentos	60
3	MATERIAL E MÉTODOS	64
3.1	Elaboração das barras alimentícias de sabor salgado	64
3.2	Análises	69
3.2.1	Composição centesimal	69
3.2.2	Valor calórico das barras alimentícias	70
3.2.3	Fibra alimentar solúvel e insolúvel	70
3.2.4	Viscosidade das soluções ligantes	71
3.2.5	Minerais	71

3.2.6	Atividade antioxidante	71
3.2.7	pH	72
3.2.8	Atividade de água	72
3.2.9	Análise microbiológica	72
3.2.10	Cor	72
3.2.11	Análise do perfil de textura (<i>TPA</i>)	73
3.2.12	Teste de compressão uniaxial	73
3.2.13	Análise sensorial	74
3.3	Análise estatística	76
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
4.1	Composição centesimal, valor calórico e fibra alimentar solúvel e insolúvel	77
4.1.1	Ingredientes	77
4.1.2	Barras alimentícias	81
4.2	Viscosidade das soluções ligantes	90
4.3	Minerais	93
4.4	Atividade antioxidante	97
4.5	pH	98
4.6	Atividade de água	100
4.7	Análise microbiológica	103
4.8	Cor	107
4.9	Análise do perfil de textura (<i>TPA</i>)	109
4.10	Teste de compressão uniaxial	112
4.11	Análise sensorial	114
4.11.1	Caracterização do perfil dos provadores	114
4.11.2	Teste de aceitação e intenção de compra	117
5	CONCLUSÃO	123
	REFERÊNCIAS	125

ANEXO	152
--------------------	-----

1 INTRODUÇÃO

A demanda populacional por alimentos nutritivos, práticos e seguros está crescendo mundialmente e, paralelo a isso, as indústrias alimentícias vem trabalhando no desenvolvimento de produtos, visando atender grupos de pessoas nos vários estágios de vida.

A associação entre barra alimentícia e alimento saudável é uma tendência já documentada no setor de alimentos, o que beneficia o mercado desse produto (FREITAS; MORETTI, 2006). A preferência por alimentos práticos tem aumentado e as barras alimentícias adquiriram grande espaço no mercado, exigindo das indústrias a busca por novos ingredientes e formulações, visando produtos com características físico-químicas e nutricionais desejáveis.

Essa crescente preocupação por uma alimentação saudável que, além de alimentar promove a saúde, coloca alguns ingredientes e alimentos na lista de preferência de um número cada vez maior de consumidores brasileiros, sendo os alimentos que proporcionam benefício à saúde os mais visados.

As fibras alimentares são compostos, geralmente de origem glicídica, formados, predominantemente, por ligações do tipo β , sendo resistentes à hidrólise pelas glicosidades e demais enzimas sintetizadas pelo trato digestório. Exercem, ainda, funções fisiológicas desejáveis, tanto de caráter preventivo, quanto de caráter terapêutico.

Como funções, a fibra alimentar pode auxiliar em determinados aspectos como diminuição do tempo de trânsito intestinal e aumento do volume fecal, fermentação pela microbiota colônica, redução dos níveis sanguíneos de LDL-colesterol e colesterol total, além dos níveis pós-prandiais de glicose e insulina.

Uma vez escolhidos os ingredientes das barras alimentícias, estas precisam ser fabricadas com o auxílio de um agente ligante, podendo ser um

espessante, estabilizante, emulsificante, gerando um alimento coeso e com uma textura agradável que satisfaça o consumidor.

As barras alimentícias adocicadas, mundialmente conhecidas no mercado, utilizam como agentes ligantes xarope de glicose, mel, xarope de aglutinação doce, açúcar mascavo, entre outros. Assim sendo, verifica-se que as barras alimentícias fabricadas, apenas pelo fato do agente ligante ter característica de um ingrediente adocicado, já se torna um alimento com sabor doce, o que, por consequência, gera um produto com tendência de elevado índice glicêmico, fator preocupante nas disglícemias e suas consequências metabólicas.

As barras alimentícias de sabor salgado ainda são raras no mercado consumidor e, para a fabricação das mesmas, torna-se necessário a escolha de agentes ligantes com características tecnológicas que gerem um alimento coeso, com todos os ingredientes compactados e unidos, porém com uma textura agradável que atenda ao consumidor, e que não gere um sabor doce ao alimento. Alguns agentes ligantes, como o amido modificado, o colágeno hidrolisado e goma acácia, além de outros, podem atender essas exigências.

O amido modificado é obtido por meio de um processo de modificação física, química ou enzimática do amido nativo. Essa modificação gera um produto capaz de desempenhar funções não atingidas pelo amido nativo, tais como capacidade espessante a frio, estabilidade ao baixo pH, estabilidade ao congelamento/descongelamento, entre outras.

O colágeno é uma proteína presente na pele, tendões, músculos, cartilagens, ossos, córneas, entre outros órgãos de animais. Após técnicas específicas de extração e purificação ele é amplamente utilizado como ingrediente em cosméticos, produtos farmacêuticos e na indústria de alimentos devido às suas propriedades, entre elas, de retenção de água, formação de géis e adesão.

As possibilidades de incorporação da goma acácia em produtos alimentícios são vastas, a qual pode atuar como agente de textura, na prevenção de cristalização do açúcar, agente encapsulante para inúmeras substâncias, além de reduzir a doçura, possibilitando a substituição total ou parcial do açúcar em alguns produtos.

O uso de agentes ligantes como o amido modificado, colágeno hidrolisado e goma acácia, em substituição aos agentes com elevado teor de açúcares simples, faz com que o produto apresente, entre outras características, baixo índice glicêmico, além de elevado teor de fibra alimentar.

Enquanto o amido modificado é quimicamente caracterizado como um carboidrato complexo, o colágeno hidrolisado se enquadra como uma proteína e a goma acácia, por sua vez, como um carboidrato na categoria de fibra solúvel. Cada ligante apresenta propriedade físico-química diferente e, por isso, pode responder de forma particular na elaboração das barras alimentícias.

Diante do exposto, este trabalho teve como **‘objetivo geral’**: avaliar sob aspectos tecnológicos, nutricionais, microbiológicos e sensoriais a eficácia de alguns agentes ligantes, em diferentes proporções, no desenvolvimento de barras alimentícias de sabor salgado.

1.1 Objetivos específicos

- a) preparar soluções de amido modificado, colágeno hidrolisado e goma acácia em três diferentes concentrações para utilização na agregação dos ingredientes na elaboração de barras alimentícias de sabor salgado;
- b) elaborar barras alimentícias de sabor salgado numa combinação de ingredientes básicos [aveia, soja, quinoa, linhaça, gergelim, tomate e condimentos (alho, cebola e salsa)] com soluções de três agentes

ligantes e em três diferentes concentrações numa proporção inicial de ingredientes básicos: solução ligante igual a 3:7;

- c) avaliar sob aspectos tecnológicos, as soluções de agentes ligantes e as barras alimentícias, com base em análises físico-químicas: viscosidade, pH, atividade de água, cor, análise do perfil de textura (*TPA*) e teste de compressão uniaxial;
- d) avaliar sob aspectos nutricionais as barras de sabor salgado com base na composição centesimal, valor calórico, fibra alimentar total, solúvel e insolúvel, teor de alguns minerais, atividade antioxidante e análise microbiológica após 20 dias de armazenamento;
- e) avaliar sob aspectos sensoriais as barras alimentícias de sabor salgado quanto à aparência, sabor, textura, impressão global e intenção de compra.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Considerações gerais sobre barras alimentícias

O consumo de alimentos e lanches rápidos tem aumentado significativamente nos últimos anos, revelando uma tendência de mudança no estilo de vida da população. Isso se deve à facilidade para realização da compra de alimentos pré-prontos ou prontos para o consumo (BRITO et al., 2004; CALDEIRA, 2008).

Novos produtos alimentares são lançados no mercado mundial, com características de refeição rápida e de lanches leves, como biscoitos extrusados, cereais matinais, granolas e barras de cereais. Esses produtos, além da praticidade de consumo, satisfazem parte considerável das necessidades de nutrientes diárias dos indivíduos (FREITAS; MORETTI, 2006; PAIVA et al., 2012).

As barras alimentícias, comumente denominadas barras de cereais, foram introduzidas no século passado como alternativa “saudável” de confeito, quando consumidores se mostravam mais interessados em dietas saudáveis. A intenção foi utilizá-las como substituição aos *snacks* tradicionais, alimentos de tamanho pequeno e prontos para o consumo, ricos em sódio e lipídios, cujo consumo excessivo pode contribuir para o aparecimento de diversas doenças (BOWER; WHITTEN, 2000; GUIMARÃES; SILVA, 2009).

No Brasil, a primeira empresa do ramo iniciou a produção de barras alimentícias em 1992. Porém, o produto não foi bem aceito, e dois anos depois, a mesma empresa lançou uma nova barra, a qual apresentou boa aceitação por partes dos consumidores, visto que se encontra no mercado até os dias atuais. A partir daí, outras empresas também começaram a produzir e comercializar barras alimentícias com cereais e outros alimentos, disponibilizando uma variedade

cada vez maior desses produtos, chegando a um crescimento no número de vendas em torno de 25% ao ano (BARBOSA, 2003; SANTOS, 2010).

Em 2004, o consumo de barras de cereais no Brasil teve um crescimento de 32% em relação ao ano anterior; já em 2007, o crescimento foi de 20% em relação a 2006. Nos Estados Unidos, entre 2006 e 2008, o consumo cresceu cerca de 40% (BRINNEHL, 2005; PESCH, 2008).

O consumo de alimentos “*snacks*” apresenta um crescimento constante. Nos EUA, um estudo em 2009 mostrou que 98% da população adulta consome esse tipo de produto, chegando a 9,7 kg por habitante por ano, sendo que 62,5% dos consumidores de barras de cereais encontram-se na faixa entre 15 e 24 anos (BUENO, 2005; TORRES, 2009).

Com o aumento do consumo desses tipos de barras, muitas das novas marcas que surgiram privilegiaram produtos com menos gordura ou baixo valor energético (BOWER; WHITTEN, 2000). A associação entre barra alimentícia e alimentos saudáveis é tendência desde os primórdios do produto, já documentada no setor de alimentos, o que beneficia o mercado desse tipo de alimento (BALESTRO; SANDRI; FONTANA, 2011; MITCHELL; BOUSTAIN, 1990).

Consolidado o mercado das barras de cereais, a popularidade desses produtos reflete em diversidades de nutrientes e em tabelas nutricionais, que recomendam o aumento do consumo de fibras alimentares. Estudos demonstram que o baixo consumo desse constituinte pode ser considerado fator de risco de doenças, como diverticulite, aumento do colesterol, síndrome do cólon irritado e até mesmo o câncer (DUTCOSKY, 2006; ROBERTO, 2012).

As barras alimentícias vêm sendo preparadas com uma diversidade de ingredientes, atingindo assim vários segmentos de mercado específicos. O cereal escolhido, o carboidrato apropriado, o enriquecimento com diversos nutrientes ou compostos e a estabilidade no processo de preparo são aspectos primordiais

para a elaboração de barras alimentícias, a qual é necessária uma combinação adequada entre esses ingredientes, de forma a contribuir, assim, para o sabor, aroma, textura, aparência e propriedades nutricionais desejáveis (GUTKOSKI et al., 2007; MATSUURA, 2005).

Barras alimentícias são feitas, na sua grande maioria, de grãos de cereais processados que possam ser incorporados com diferentes ingredientes, tais como outros grãos, frutos desidratados ou cristalizados, frutos exóticos, castanhas, nozes, amêndoas, entre outros. Até mesmo resíduos de indústrias alimentícias vêm sendo utilizados como matéria-prima para a elaboração de barras alimentícias (CARVALHO et al., 2011; ESTELLER et al., 2004; FERREIRA, 2004; PAIVA, 2008).

Esses ingredientes, considerados ingredientes secos, são adicionados em um xarope de aglutinação, ou agente ligante, geralmente formado por açúcares e/ou gorduras, tais como xarope de glicose, mel e açúcar mascavo. Esses agentes ligantes, além de agregar os ingredientes secos, formando uma massa, gerando sabor doce, são calóricos e conferem lubrificação às barras de cereais (FONSECA et al., 2011; MURPHY, 1995).

O mercado, não só de barras alimentícias, como de alimentos em geral, no contexto de produtos saudáveis, tem levado a indústria alimentícia à diversificação de sabores e atributos dos mesmos. Com o passar dos anos, os atributos sensoriais das barras alimentícias foram sendo modificados, principalmente em relação ao sabor, à textura e à incorporação de diferentes sabores, passando a incluir, além dos sabores adocicados, também os salgados, que estão sendo produzidos, ainda em pequena escala, para ampliar as opções do consumidor (MATSUURA, 2005; SAMPAIO et al., 2009)

Com relação ao sabor das barras alimentícias, mais especificamente as de sabor salgado, tem sido levado em consideração, além do agente ligante agregando os ingredientes e sem nem mesmo conferir sabor característico ao

produto, a importância da utilização de condimentos. Ervas finas, orégano, alho, salsa, e até mesmo a pimenta, visando à redução ou substituição total de sal (NaCl) nesses produtos, vêm sendo utilizados, existindo, nos últimos tempos, uma relevante preocupação das autoridades em relação ao consumo de sódio e seus malefícios à saúde (SILVA et al., 2011).

Entretanto, para a elaboração de barras alimentícias de sabor salgado, há a necessidade de substituir o agente ligante de sabor doce por outro, quase de mesma função: agregar todos os ingredientes secos, formando uma massa compacta e coesa, não conferindo sabor doce ao produto, porém gerando um alimento de textura agradável ao paladar. A textura das barras alimentícias é fundamental para a aceitação do consumidor (HENRIQUES, 2011). Dentre os possíveis agentes ligantes para essa função, estudou-se, no presente trabalho, o amido modificado, o colágeno hidrolisado e a goma acácia.

2.2 Agentes ligantes na elaboração de barras alimentícias de sabor salgado

Os agentes ligantes utilizados na elaboração das barras alimentícias de sabor salgado foram amido modificado, colágeno hidrolisado e goma acácia.

2.2.1 Amido modificado

O amido constitui a mais importante reserva de nutrição das plantas superiores, principalmente em sementes, tubérculos, rizomas e bulbos. Pelo fato de ser facilmente hidrolisado e digerido, é um dos elementos mais importantes da alimentação humana. Sua estrutura ocorre na forma de grânulos de formato geralmente arredondado e irregular, variando de 2 a 100 μm em tamanho, dependendo da espécie da planta (BOBBIO; BOBBIO, 2003; COULTATE, 2004; WEBER; QUEIROZ; CHANG, 2009).

O amido é um polissacarídeo formado por duas frações: amilose e amilopectina (Figura 1). A amilose é um polímero linear composto de moléculas de maltose que são constituídas de unidades de glicose unidas por ligações glicosídicas α -1,4. A amilopectina possui, além das ligações α -1,4, também ligações α -1,6 e, como consequência disso, sua cadeia é ramificada. A maioria dos amidos apresenta de 20 a 25% de amilose e de 75 a 80% de amilopectina, salvas exceções (CAMARGO et al., 1984; FENEMA, 1993).

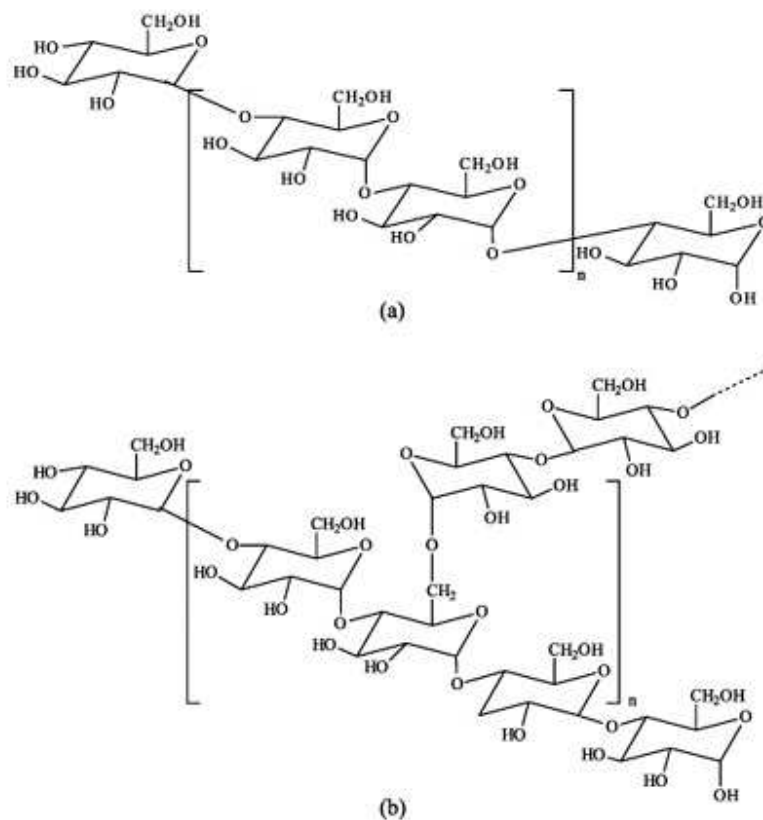


Figura 1 Estrutura química da amilose (a), e amilopectina (b)
Fonte Corradini (2005)

Enquanto a amilose se caracteriza por ser um polissacarídeo linear formado por unidades de α -D-glicopiranosose em um número que varia entre 200 e 10.000, a amilopectina é formada por várias cadeias constituídas de 20 a 25 unidades de α -D-glicopiranosose cada cadeia (BOBBIO; BOBBIO, 2003). Segundo Pan e Jane (2000), a distribuição de amilose e amilopectina ao longo da distribuição radial dentro do grânulo de amido não é uniforme. A amilose é encontrada de forma mais concentrada na periferia e as amilopectinas de cadeias longas no centro do grânulo.

Os grânulos de amido apresentam geralmente entre 0,5 a 2% de constituintes que não são carboidratos, incluindo de 0,05% (p/p) de proteínas, 0,1 a 1,7% (p/p) de lipídeos a 0,1 a 0,3% (p/p) de cinzas. Apesar de estarem presentes em menor percentual, podem ter influências marcantes nas propriedades do amido. Os lipídeos são considerados a fração mais importante associada e podem complexar com a amilose, alterando as propriedades reológicas do amido. Outros componentes como proteínas e várias substâncias inorgânicas são consideradas impurezas, uma vez que não estão ligadas covalentemente com os polissacarídeos formadores do grânulo (LIU, 2005; PERONI, 2003).

O amido é praticamente insolúvel em água fria, apesar de sofrer certo grau de inchamento. Os sítios de ligação da água são os grupos hidroxilas e os átomos de oxigênio no interior da D-glicose, sendo que a presença dos grupos hidroxilas acarreta uma natureza altamente hidrofílica ao amido. A insolubilidade do grânulo é devida às fortes ligações de hidrogênio que mantêm as cadeias de amido unidas. Entretanto, na presença de água e aquecimento, a água é incorporada na estrutura do grânulo e componentes mais solúveis como a amilose se dissociam e difundem-se para fora do grânulo (PENG; ZHONGDONG; KENNEDY, 2007).

Quando aquecido a temperaturas de 60 a 70°C, em presença de água, o amido aumenta a quantidade de água absorvida (inchamento) e é observada a formação de uma pasta. Esse inchamento é iniciado pelo aquecimento que causa a vibração vigorosa das macromoléculas constituintes do amido, havendo rompimento das pontes de hidrogênio com a água, ou seja, ocorre a ruptura das estruturas cristalinas do grânulo, o qual absorve água e intumesce, adquirindo tamanho maior que o original (MUNHOZ; WEBER; CHANG, 2004; OLIVEIRA FILHO, 2006; PRESTES, 2008).

Segundo Garcia-Cruz, Scamparini e Hoffmann (1996), com o aquecimento, o volume dos grânulos aumenta, podendo ocupar todo o espaço possível. Durante esse processo, parte da amilose de menor peso molecular é lixiviada para a solução. Chega-se então a um sistema em que não há mais água livre, pois toda ela estará associada às cadeias de amilose e amilopectina, ou presa nos espaços entre os grânulos, formando uma solução com amilose. A viscosidade do sistema aumenta até o máximo e a transparência também, formando uma solução viscosa de amido. Os grânulos inchados de amido podem ser quebrados e desintegrados pela moagem ou agitação intensa da pasta e, nesse caso, a viscosidade diminuirá (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004). A Figura 2 representa a variação da viscosidade do amido durante sua gelatinização.

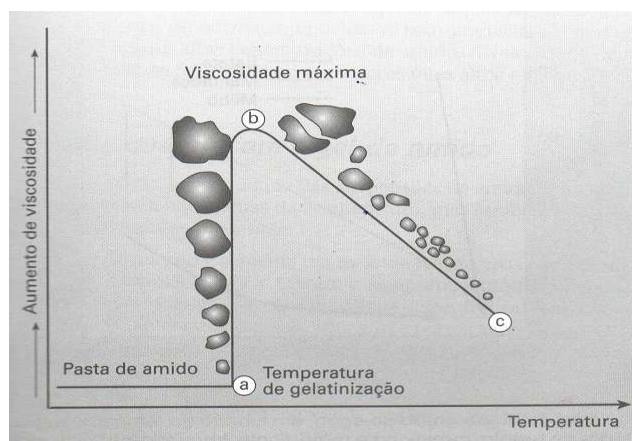


Figura 2 Variação da viscosidade do amido durante sua gelatinização. (a) temperatura de gelatinização; (b) viscosidade máxima da pasta; (c) diminuição da viscosidade da pasta

Fonte Ribeiro e Seravalli (2004)

Nas indústrias em geral, principalmente na alimentícia, o amido é utilizado para alterar ou controlar diversas características, como textura, aparência, umidade, consistência e estabilidade na vida de prateleira (*shelf life*). Pode também ser usado para ligar ou desintegrar; expandir ou adensar; clarear ou tornar opaco; reter umidade ou inibi-la; produzir textura curta ou fibrosa; textura lisa ou polposa; coberturas leves ou crocantes, servindo também tanto para estabilizar emulsões quanto para formar filmes resistentes ao óleo (BALDASSO; MARTINS; SANGIOVANNI, 2004).

Como escolha de matéria-prima auxiliar, o amido supera outros biopolímeros similares, como a celulose, na sua versatilidade e utilidade. O mercado de amidos vem crescendo e se aperfeiçoando nos últimos anos, levando à busca de produtos com características específicas que atendam às exigências da indústria. A utilização de amidos nativos tem alguns inconvenientes, uma vez que as condições do processo (temperatura, pH, pressão) reduzem a sua utilização em aplicações industriais. O amido nativo tem baixa resistência ao estresse de cisalhamento, baixa decomposição, retrogradação e sinérese

elevadas. Essas deficiências podem ser superadas submetendo o amido a modificações (SÁNCHEZ-RIVERA et al., 2005; SPIER, 2010).

A produção de amidos modificados é uma alternativa que vem sendo desenvolvida há algum tempo com o objetivo de superar uma ou mais limitações dos amidos nativos, e assim, aumentar a utilidade desse polímero nas aplicações industriais, a fim de se obter uma variedade de produtos alimentícios com diversas sensações de textura (KOCH; ROPER, 1988; SILVA et al., 2006; WURZBURG, 1995).

Essas modificações destinam-se à introdução de alterações desejáveis na estrutura do amido, de modo que seu comportamento seja previsível e controlado. A estrutura do amido pode ser modificada por agentes químicos, físicos e métodos enzimáticos (SÁNCHEZ-RIVERA et al., 2005; THARANATHAN, 2002).

Dentre os métodos de modificação do amido, é citado que a modificação por agentes químicos é obtida quando o amido nativo é submetido a um tratamento com reagente específico com objetivo de alterar algumas de suas propriedades. Essa definição inclui a oxidação, hidrólise ácida, esterificação (incluindo a acetilação), eterificação e ligações cruzadas. Modificações químicas específicas são aplicadas em amidos para satisfazer as exigências de diferentes setores industriais (KARIM et al., 2008).

A acetilação do amido é um processo de esterificação conhecido há mais de um século. Há, no processo de acetilação, uma esterificação dos grupos hidroxila da unidade de glicose das moléculas de amido. O objetivo da esterificação do amido é, principalmente, introduzir cadeias laterais ou radicais de éster na amilose linear (CEREDA; SINGHAL; KULKARN, 2003; TOMKA, 2000).

Os amidos modificados por oxidação e por acidificação são os mais populares, enquanto que, para a indústria de alimentos, os amidos acetilados e

fosfatados são os mais populares, principalmente para fins espessantes na adição em alimentos (SRIROTH et al., 2002). A União Europeia, juntamente com o Comitê Científico da Alimentação Humana (CCAH), em 2010, atribuiu uma dose diária admissível “não especificada” para o amido dissustituído acetilado, o que significa que este não apresenta, até o momento, qualquer risco para a saúde dos consumidores.

Muitos tipos de modificações químicas têm sido aplicados em amidos de diferentes fontes vegetais. As modificações químicas podem provocar alterações estruturais e a introdução de novos grupos funcionais, afetando assim as propriedades físico-químicas dos amidos, ampliando sua utilização na indústria e proporcionando produtos amiláceos com as propriedades necessárias para usos específicos (SANDHU et al., 2008; SPIER, 2010).

O amido nativo, uma vez modificado quimicamente, torna-se um tipo de amido resistente, cujo é definido pela EURESTA, *European Flair Concertet Action on Resistant Starch*, como a soma do amido e produtos da degradação do amido que não são digeridos pelas enzimas do processo digestório humano de indivíduos saudáveis. O amido não digerido, ao chegar ao cólon, é utilizado como substrato de fermentação por diversas bactérias intestinais, especialmente as bifidobactérias, gerando produtos de efeito benéfico no organismo humano, como os ácidos graxos de cadeia curta (ANNISON; TOPPING, 1994; RODRÍGUEZ-CABEZAS, 2010; VIEIRA, 2011).

Um estudo realizado por Martinez-Flores et al. (2004), analisando ratos alimentados com dietas contendo amido de mandioca com fibra de aveia ou amido de mandioca adicionado de 9,9% de amido resistente, comprovou as propriedades hipocolesterolêmicas de ambos tipos de alimentação, sugerindo, assim, a utilização desses produtos na melhoria da saúde cardiovascular.

Ferguson et al. (2000) observaram alterações no pH e no volume fecal, bem como maior produção de ácidos graxos de cadeia curta no ceco de ratos

alimentados com preparações contendo amido resistente, gerando, assim, uma assimilação entre estes e os efeitos gerados pelas fibras alimentares no organismo.

Já Reader et al. (1997), em estudo com humanos, observaram que o nível máximo de glicose no sangue atingido em indivíduos alimentados com barras alimentícias contendo amido resistente foi significativamente inferior ao atingido em indivíduos alimentados com outros hidratos de carbono, como açúcares simples, oligossacarídeos e amido nativo. As barras contendo amido resistente reduziram a taxa de glicose pós-prandial sanguínea, podendo desempenhar um papel importante no controle de diabetes tipo II.

Os amidos de milho, batata e mandioca são os principais amidos usados para a produção dos amidos modificados. Tais modificações ocorrem de diversas maneiras, e cada uma, em particular, gera um amido modificado com características específicas (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

A gama de produtos que pode receber o amido é ampla, diversificando sua função: em recheios e sopas, é utilizado como espessante; em pães, bolos e chicletes, tem função de retardar os processos de retrogradação e sinérese, além de ser um umectante ou ainda revestir e cobrir os produtos; em bebidas, como estabilizante e fortalecedor de espumas; em balas de goma, como gelificante ou como moldagem. Apesar de o amido ser utilizado com diversas funções, ele é considerado alimento, e não um aditivo alimentar (BRASIL, 1997; BALDASSO; MARTINS; SANGIOVANNI, 2004).

Entretanto, em alguns alimentos, o uso do amido nativo não se faz útil, visto que o mesmo não atua de forma eficaz. Nesse caso, o amido modificado pode ser utilizado, conseguindo realizar determinadas funções, por exemplo: em alimentos instantâneos, apresenta capacidade espessante a frio; em alimentos infantis, estabilidade a altas temperaturas; em molhos para salada, maionese e temperos, estabilidade ao baixo pH; em alimentos congelados, estabilidade ao

congelamento e/ou descongelamento; em alimentos aquecidos em microondas, resistência ao tratamento térmico e baixa sensibilidade à migração de água e em alimentos fritos, regulador de absorção de óleo (WURZBURG, 1986).

Silva et al. (2006), realizando um levantamento em produtos comerciais nacionais, constataram que o uso de amidos modificados vem crescendo rapidamente no Brasil. Produtos como maionese, molhos para salada, macarrão, sobremesas lácteas, balas, confeitos e congelados estão deixando de conter amido nativo em sua composição e o uso de amido modificado se torna uma estratégia para melhoria da qualidade do produto.

Aplevicz e Demiate (2007) compararam o uso de amido nativo e amido modificado na elaboração de biscoito de polvilho e pão de queijo. Os biscoitos de polvilho, adicionados de amido de mandioca modificado, apresentaram maior capacidade de expansão da massa, em relação ao produto com amido nativo. Já o teste de aceitabilidade, tanto dos biscoitos de polvilho, quanto dos pães de queijo, demonstrou que os produtos com amido modificado apresentaram maior aceitação em relação aos produtos com amido nativo.

Muitos produtos podem levar amido modificado em suas composições. Shirai et al. (2007) compararam a aceitação de doces de leite pastosos e balas de goma com diversos tipos de amidos modificados e nativos. Em relação aos doces de leite, o mais aceito pelos consumidores foi o doce de leite com amido de mandioquinha-salsa modificado, enquanto que balas de goma adicionadas de amidos modificados foram as preferidas pelos consumidores.

2.2.2 Colágeno hidrolisado

O termo colágeno é derivado das palavras gregas *kolla*, que quer dizer cola, e *genno*, que designa produção. Literalmente, o colágeno tem sido utilizado

como matéria-prima na produção de cola animal, devido à sua propriedade adesiva (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2001; PRESTES, 2008).

O colágeno é a proteína mais abundante do tecido conjuntivo e representa, aproximadamente, 1/3 do total da proteína presente nos vertebrados, sendo encontrado sob várias formas em tecidos de todas as espécies de organismos multicelulares. Na estrutura biológica animal é encontrado na pele, ossos, cartilagens, tendões, ligamentos, dentes, entre outros, sendo que a pele humana apresenta 75% de colágeno em sua composição (FRIESS, 1998; PATINO et al., 2002).

Atualmente são conhecidos cerca de 29 tipos de colágeno, sendo que o mais abundante é o colágeno tipo I (Figura 3), maior constituinte da pele, tendões, ligamentos e ossos. Esse colágeno é uma proteína macromolecular constituída de três cadeias polipeptídicas de tamanhos iguais, formando o tropocolágeno, de aproximadamente, 300nm de comprimento e 1,5nm de diâmetro, que em sua porção central está sob a forma helicoidal e nas extremidades permanece na forma globular. As moléculas de tropocolágeno se reorganizam longitudinal e bilateralmente formando uma estrutura quaternária, que se agregam originando as miofibrilas e posteriormente as fibras (NEKLYUDOV, 2003; PEDROSO, 2009; SIONKOWSKA, 2006; SÖDERHÄLL et al., 2007; TORLEY; D'ARCY; TROUT, 2000).

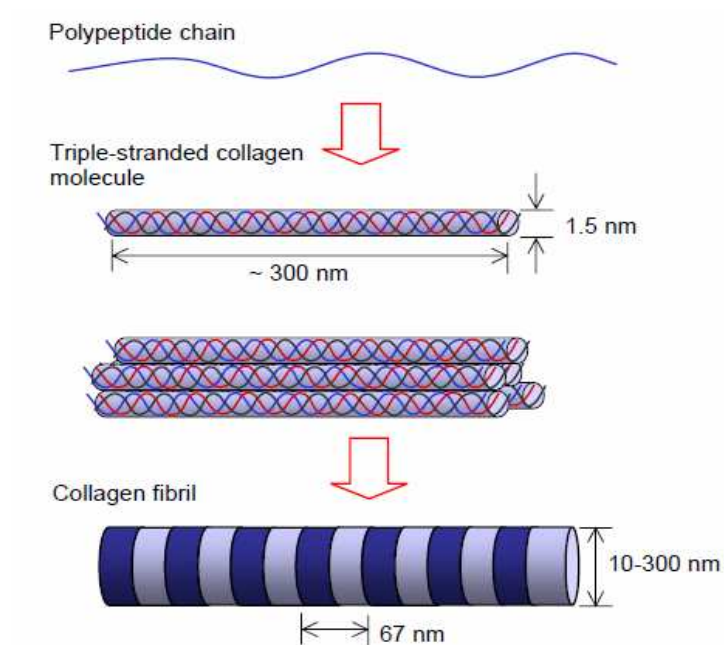


Figura 3 Diagrama esquemático da estrutura de colágeno Tipo I. Moléculas helicoidais de colágeno formadas a partir de três cadeias polipeptídicas, as quais se associam lateralmente formando as fibras de colágeno

Fonte: Santana (2009)

A estrutura do colágeno é caracterizada pela presença do aminoácido glicina (Gli) em cada subunidade ao longo da cadeia e uma unidade repetitiva do triplete Gli-X-Y na sequência de aminoácidos. Aproximadamente 35% das posições não ocupadas pela glicina possuem os aminoácidos prolina e hidroxiprolina nas posições X e Y, respectivamente, estrutura a qual gera maior estabilidade ao colágeno e está representada na Figura 4. A estrutura ordenada helicoidal tripla do colágeno é estabilizada, principalmente, pelas ligações de hidrogênio intercadeias e pelas moléculas de água (SIONKOWSKA, 2006).

Tabela 1 Composição de aminoácidos (aa) da fibra de colágeno

Aminoácido	% (g/100g)
Cisteína	0,2 +/- 0,0
Tirosina	0,5 +/- 0,0
Metionina*	0,6 +/- 0,0
Histidina	0,7 +/- 0,1
Isoleucina*	1,6 +/- 0,0
Treonina*	1,9 +/- 0,1
Fenilalanina*	2,3 +/- 0,0
Valina*	2,5 +/- 0,0
Serina	3,0 +/- 0,1
Leucina*	3,1 +/- 0,0
Lisina*	3,6 +/- 0,2
Ácido aspártico	5,6 +/- 0,5
Arginina	8,7 +/- 0,5
Alanina	9,3 +/- 0,1
Ácido glutâmico	11,9 +/- 0,1
Prolina e Hidroxiprolina	13,0 +/- 0,3
Glicina	29,7 +/- 0,5

*aa essenciais

Fonte: Wolf, Sobral e Telis (2009)

O baixo teor de aminoácidos essenciais compromete o valor nutricional do colágeno, com o agravante de não apresentar triptofano em sua composição. Dessa forma, o seu valor nutritivo, com base no escore de aminoácidos essenciais (EAE), poderá ser considerado zero. Entretanto, combinações de colágeno na alimentação humana ou animal, para suplementar a dieta com alguns aminoácidos, pode ser viável (RAO; HENRICKSON, 1983; SANTANA, 2009; ZIEGLER; SGARBIERI, 2009).

Os estudos sobre o colágeno iniciaram desde o século passado, mas vêm se intensificando nas últimas décadas, especialmente o desenvolvimento de aplicações e a abordagem nutricional. Produzido sob ciclo controlado de tempo e temperatura, suas características naturais são mantidas sem desnaturar ou modificar a estrutura inicial da proteína (MICHELINI et al., 2007; PRESTES, 2008).

Como um biomaterial para aplicações industriais, o colágeno é utilizado em campos largos, incluindo alimentos, medicamentos, cosméticos e culturas de células. Nas áreas médicas e farmacêuticas, é utilizado como biomaterial, devido à sua baixa antigenicidade, biocompatibilidade, além de ser facilmente absorvido pelo corpo humano, quando na forma hidrolisada; na indústria de cosméticos, é usado como umectante em cremes; na indústria alimentícia, o colágeno é tradicionalmente utilizado na forma de gelatina, um polipeptídeo solúvel e completamente desnaturado, obtido a partir de processos químicos, enzimáticos ou térmicos (FIBROGEN, 2000; FRIESS, 1998; LAI; DU; LI, 2007; SANTANA, 2009; YOSHIMURA et al., 2000).

O colágeno parcialmente hidrolisado, denominado pó de colágeno ou colágeno hidrolisado, é obtido pela hidrólise do colágeno nativo. A diferença entre o colágeno nativo e o hidrolisado é que as proteínas do último são solúveis em água ou em salmoura e apresentam um elevado conteúdo proteico (84 a 90%). Sua utilização se deve, além desse relevante teor de proteínas, à capacidade de retenção de água, de estabilizar emulsões e espumas, de aeração e às propriedades geleificantes e de adesão (FRANCISCHETTI et al., 2007; OHGUCHI et al., 2006; OHARA et al., 2007).

Devido à sua natureza anfótera e sua adesividade, a interação do colágeno com outras moléculas e substâncias tem efeito desejado nas suas propriedades reológicas, químicas e bioquímicas (AHMAD; BENJAKUL; NALINANON, 2010; SIONKOWSKA; SKOPINSKA-WISNIEWSKA; WISNIEWSKI, 2009).

Furlan e Srebernich (2009) desenvolveram barras alimentícias *diet* com cereais e adição de goma acácia e colágeno hidrolisado como agente ligante. Ambas apresentaram boa aceitação pelos consumidores, porém a barra alimentícia contendo colágeno hidrolisado obteve maior intenção de compra (78,4%) quando comparada com a barra adicionada de goma acácia (53,3%).

Santana (2009) desenvolveu emulsões estabilizadas com a utilização de colágeno em pó, fibra de colágeno não hidrolisada e fibra de colágeno parcialmente hidrolisada. Foram obtidas soluções com boas propriedades estabilizantes/emulsificantes, tornando viável a adição de colágeno em soluções para o desenvolvimento de diversos produtos.

2.2.3 Goma acácia

As gomas são polímeros de cadeias longas, de alto peso molecular, que podem ser dissolvidas ou dispersas em água fria ou quente, produzindo soluções viscosas (BOBBIO; BOBBIO, 1985; ZANALONI, 1992).

As principais propriedades das gomas, quando adicionadas em produtos alimentícios, é modificar a textura dos produtos, sendo utilizadas na estabilidade de emulsões, controle de viscosidade, cristalização, suspensão de partículas, inibição da liberação de água dos produtos alimentícios processados, além de funcionar como importante agente encapsulante e formador de filmes (GLICKSMAN, 1982; SANTOS, 2003).

A obtenção das gomas se dá a partir de microrganismos ou de vegetais terrestres ou marítimos. A maioria das gomas é obtida de algas marinhas, como o alginato de sódio, ágar e carragena, e outras por extração de sementes de plantas e por exsudação de árvores terrestres, como as gomas acácia, *ghatti*, *karaya* e *tragacantha* (ORDÓÑES, 2005; SANTOS, 2003).

Goma acácia (ou goma arábica) é um exsudado comestível, seco e gomoso de caules e ramos de *Acacia senegal* e *Acacia seyal*, extraído em países africanos, principalmente no Sudão, sendo rico em fibra solúvel não viscosa, e está representado na Figura 5 (ALI; ZIADA; BLUNDEN, 2009; WILLIAMS; PHILLIPS, 2000). É definida pelo Comitê de Especialistas para Aditivos Alimentares (*Join Expert Committee for Food Additives* - JECFA), gerido

conjuntamente com a Organização de Agricultura e Alimentação (*Food and Agriculture Organization – FAO*) e com a Organização Mundial da Saúde (*World Health Organization – WHO*), como “uma exsudação seca de caules de *Acacia senegal* (L.) Willdenow ou espécies aparentadas de *Acacia seyal* (família *Leguminosae*)” (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO, 1999).



Figura 5 Exsudação de goma acácia
Fonte: Pagani (2010)

Relatos de mais de 2.500 anos a.C. descrevem a utilização da goma acácia pela população da época. Entre suas aplicações mais antigas, a goma acácia era usada como agente ligante em cosméticos, bem como no tempo dos Faraós, a qual era particularmente empregada como bandagem nos processos de mumificação (PAGANI, 2010; THEVENET, 1995).

Essa goma exsudada de plantas foi um importante artigo de comércio desde os tempos antigos. As frotas egípcias percorriam os mares com a preciosa carga de goma acácia e, por ela ser introduzida na Europa através de portos árabes, adquiriu o nome de goma arábica (CALAME et al., 2011).

Tanto a goma obtida da *Acacia senegal* quanto a goma obtida da *Acacia seyal* não são espécies químicas distintas e são polissacarídeos complexos. Ambas as gomas possuem estrutura ramificada, cuja cadeia principal, embora ainda não certamente definida pela inconstância de suas composições, é formada por unidades de monossacarídeos, a citar galactose, arabinose, ramnose e ácido glucurônico (BOBBIO; BOBBIO, 2003; COZZOLINO, 2012; FILISETTI; LOBO; COLLI, 2011).

É propriedade da goma acácia também atuar, quando consumida, como fibra alimentar. Em geral, a fibra alimentar tem propriedades como: diminuição do tempo de trânsito intestinal e aumento do volume fecal; fermentação pela microbiota colônica; redução dos níveis sanguíneos de colesterol total e de LDL-colesterol; redução dos níveis sanguíneos pós-prandiais da glicose e/ou insulina (COZZOLINO, 2012).

A composição química e proporção dos constituintes das gomas podem variar de acordo com a origem, espécie, idade, condições climáticas e ambiente do solo em que as árvores se encontram. Em média, sua composição é de 95% de polissacarídeos em base seca e de 1-2% de diferentes tipos de proteínas. Além disso, possui substâncias associadas, como polifenóis e minerais (magnésio, potássio, cálcio e sódio), em cerca de 3-4% (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2008; AL-ASSAF; PHILLIPS; WILLIAMS, 2005; ALI; ZIADA; BLUNDEN, 2009; VERBEKEN et al., 2003).

As possibilidades de incorporação da goma acácia em produtos alimentícios são ilimitadas. Pode ser utilizada para contribuir na prevenção da cristalização do açúcar em doces, na dissolução de essências cítricas em

refrigerantes, na estabilização de espumas em cervejas, como agente encapsulante para óleos aromatizantes empregados em misturas em pó para bebidas, para aprimorar a textura de sorvetes, geleiras e gomas de mascar, entre outras funções. Em barras alimentícias, pode proporcionar propriedades adesivas, além de boa estabilidade durante o período de armazenamento, diminuindo a higroscopicidade e doçura do produto, possibilitando a substituição total ou parcial do açúcar (ALI et al., 2010).

Devido à sua estrutura altamente ramificada, a goma acácia forma soluções com viscosidade alta em concentrações acima de 30% (p/p). Entretanto, em soluções com concentrações menores, pode ser utilizada para determinados alimentos, como barras alimentícias, devido ao seu poder de adesividade e à possibilidade de redução do teor calórico do produto. É uma goma quase inodora, insípida, solúvel em água, formando uma mucilagem límpida e atóxica (CALAME et al., 2011; CHATTOPADHYAYA; SINGHAL; KULKARN, 1998).

Em relação ao seu uso, há evidências de segurança como aditivo alimentar, derivado a partir de uma longa história de uso pelos seres humanos. O JECFA, juntamente com Comitê de Contaminantes e Aditivos Alimentares do *Codex Alimentarius*, indicou que, quando disponíveis, dados de boa qualidade com humanos devem prevalecer sobre dados com animais (WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO, 1987). Na Europa, a goma acácia também é reconhecida como aditivo alimentício (E414) sob o princípio de “*quantum satis*” (FAO, 1999).

Caleguer e Benassi (2007) avaliaram o efeito da adição de polpa, carboximetilcelulose (CMC) e goma acácia na aceitação de preparados em pó para elaboração de suco sabor laranja. Dentre todas as amostras elaboradas, as que continham CMC e goma acácia foram as mais aceitas pelos consumidores.

Ali et al. (2010) estudaram o efeito do uso de goma acácia como revestimento comestível para a extensão da vida de prateleira em tomates. Filmes comestíveis contendo 10% de goma acácia, quando aplicados como revestimento nos tomates, retardaram alterações no peso, firmeza, acidez titulável, sólidos solúveis e cor durante o armazenamento dos frutos. Além disso, a análise sensorial mostrou que tomates contendo filmes comestíveis com 10% de goma acácia mantiveram a qualidade global do fruto durante o armazenamento.

Outra utilização da goma acácia, comprovada por estudos, é como encapsulante de alimentos. Pagani (2010) avaliou a eficácia da maltodextrina e da goma acácia como agentes encapsulantes para frações retidas da filtração de suco de acerola. Os resultados obtidos confirmaram que a goma acácia, quando utilizada como agente encapsulante, preservou melhor a maioria dos compostos antioxidantes e mostrou que as microcápsulas obtidas da fração retida do suco de acerola microfiltrado representam uma fonte natural de vitamina C e antocianinas, menos suscetíveis a oxidações devido à proteção do material encapsulante.

2.3 Constituintes das barras alimentícias de sabor salgado e benefícios à saúde humana

Os constituintes utilizados foram aveia, soja, quinoa, linhaça, gergelim, tomate e condimentos.

2.3.1 Aveia

A aveia (*Avena sativa L.*) é uma gramínea pertencente à família *Poaceae*, tribo *Aveneae* e gênero *Avena*. Esse gênero, por sua vez, compreende

várias espécies, como: silvestres, daninhas e cultivadas, localizadas em quase todos os continentes (FLOSS, 1989).

De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produção brasileira de aveia na safra 2011/2012 foi de 353,5 milhões de toneladas. Esse valor tende a ser superado na safra 2012/2013, a qual se tem uma expectativa de produção na faixa de 400 milhões de toneladas, com aumento de 13,2%.

A composição química da aveia diferencia-se dos demais cereais pelo alto conteúdo proteico, de ácidos graxos insaturados e principalmente da fração fibra, a qual se destaca as β -glucanas (fibra solúvel), o que atribui valor funcional aos alimentos que as contém (SÁ; FRANCISCO; SOARES, 1998).

Segundo Lásztity (1998), a aveia apresenta elevado teor proteico, variando entre 12,4 e 24,5% no grão descascado. A porcentagem de lipídeos, por sua vez, varia entre 3,9 e 10,9%, estando esse constituinte distribuído por todo o grão. Morrison (1978) ainda cita que o teor de lipídios no grão de aveia varia entre 5,0 e 9,0%, valor superior, se comparados com outros grãos, como trigo (2,1-3,8%), arroz (1,83-2,5%), milho (3,9-5,8%), cevada (3,3-4,6%) e centeio (2,0-3,5%). Esse percentual reflete principalmente na presença de ácido palmítico e ácidos graxos insaturados, como o oleico e linoleico, representando em torno de 95% do total (GUTKOSKI; EL-DASH, 1999).

Os carboidratos variam entre 75-80 % do peso seco, com o amido em maior quantidade. Apresenta ainda elevada proporção de polissacarídeos não amiláceos, os quais são quase, em sua totalidade, representados pela fração fibra. O grão de aveia apresenta valores entre 9 e 11% de fibra alimentar total, a qual é responsável por muitos benefícios à saúde humana, principalmente em relação às β -glucanas. As β -glucanas são polissacarídeos não amiláceos que fazem parte da fração solúvel da fibra alimentar, ocorrendo nos cereais, principalmente na aveia e na cevada. Estão contidas no endosperma da semente e em cadeia linear

de unidades de β -D-glicopiranosil unidas por ligação $\beta(1-4)$ e $\beta(1-3)$. As ligações $\beta(1-4)$ respondem aproximadamente por 70% das ligações glicosídicas, e ocorrem em seqUência de duas ou três unidades de glicose, interrompidas por uma ligação $\beta(1-3)$ isolada (MOLIN, 2011; WOOD; WEISZ; BLACKWELL, 1991).

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001), o termo fibra alimentar é definido como qualquer material comestível que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano. Porém, o conceito de fibra alimentar ainda é amplamente discutido nos dias atuais, não existindo uma definição oficial para o termo.

Para muitos estudiosos, fibra alimentar se define como uma classe de compostos que inclui uma mistura de polímeros nas plantas, na maioria carboidratos, tanto oligossacarídeos quanto polissacarídeos, não digeríveis pelo organismo humano, a citar celulose, hemicelulose, substâncias pécticas, gomas, mucilagens, amido resistente e inulina, que podem estar associados com a lignina e outros componentes não carboidratos, tais como polifenóis, ceras, saponinas, cutinas, fitatos e proteína resistente (ELLEUCH et al., 2011; FUENTES-ZARAGOZA et al., 2010).

Desde meados dos anos 70, o qual o interesse pelo estudo no papel das fibras alimentares na saúde e nutrição se destacou, são diversos os efeitos fisiológicos comprovados das fibras alimentares no organismo humano. As fibras alimentares diminuem a pressão intraluminal necessária para a evacuação, devido à maior umidade do bolo fecal; favorecem a motilidade gastrintestinal e diminuem o tempo de trânsito intestinal, protegendo o trato da exposição prolongada a substâncias tóxicas, que podem ser carcinogênicas; auxiliam no combate à obesidade e à hiperglicemia; aumentam o bolo fecal, diluindo as substâncias indesejáveis e reduzindo seus efeitos potenciais, como o colesterol, e promovem o aumento da multiplicação microbiana, que possibilita o uso de

compostos nitrogenados não aproveitados e a formação de ácidos graxos de cadeia curta, como o ácido butírico, utilizados pela microbiota colônica, conseqüentemente contribuindo para o equilíbrio do ecossistema do lúmen do cólon, protegendo sua integridade e evitando danos (ABDUL-HAMID; LUAN, 2000; CUMMINGS, 1992; DAVIDSON; MCDONALD, 1998; GALISTEO; DUARTE; ZARZUELO, 2008; GAZZANIGA; LUPTON, 1987; GUILLON; CHAMP; THIBAUT, 2000; MATSUURA, 2005; TROCK; LANZA; GREENWALD, 1990; WRICK et al., 1983).

Com base em sua solubilidade em água, a fibra alimentar pode ser dividida em dois grandes grupos: solúvel e insolúvel. Ambas, ao serem ingeridas na alimentação humana, não são hidrolisadas até chegar ao intestino delgado, mas, já a partir da porção terminal do intestino delgado e, principalmente, alcançando o intestino grosso, a fração solúvel é extensamente fermentada pela microbiota colônica, enquanto que a fração insolúvel permanece quase que totalmente intacta. Entretanto, os diversos constituintes da fibra alimentar não têm o mesmo efeito ou ação fisiológica (HERNANDEZ et al., 1999; RAUPP et al., 2002; ROBERTO, 2012).

Para considerar as propriedades fisiológicas dos diferentes tipos de fibra alimentar, outros conceitos, além de solubilidade em água, são levados em consideração, como sua viscosidade ou capacidade de formação de géis, ou sua capacidade de fermentação na parte inferior do intestino. De fato, o consumo de fibras alimentares de maior viscosidade, principalmente as fibras solúveis, diminui os níveis de colesterol no sangue, além de ajudar a normalizar os níveis de glicose e de insulina, fazendo com que essas fibras façam parte da dieta de indivíduos que têm como objetivo tratar ou prevenir doenças cardiovasculares ou diabetes tipo dois, enquanto que as fibras que são incompletamente ou lentamente fermentadas no intestino grosso promovem um efeito laxante e são componentes de dietas utilizadas no tratamento de distúrbios intestinais, tais

como prisão de ventre, ou na prevenção do desenvolvimento de diverticuloses e diverticulites (MARLETT; MCBURNEY; SLAVIN, 2000).

Na alimentação diária, a ingestão, normalmente, se dá em uma mistura de fibras solúvel e insolúvel, sendo difícil separar cada componente. Além disso, alimentos ricos em fibras podem conter diferentes quantidades de fibras solúveis e insolúveis. No geral, embora os cereais sejam considerados uma boa fonte de fibra insolúvel, como a maioria dos grãos, tais como trigo, arroz e centeio, usualmente também apresentam um teor relativamente baixo de fibra solúvel (em torno de 25%). Enquanto leguminosas constituem uma importante fonte de ambos os tipos de fibra, frutas e hortaliças, por sua vez, apresentam elevada quantidade de fibra solúvel (SUTER, 2005).

Alguns órgãos americanos, como o *U.S. Department of Agriculture (USDA)* e o *U.S. Department of Health and Human Services (HHS)*, bem como o *Institute of Medicine*, sugerem a ingestão adequada de fibra alimentar: 38 gramas de fibra alimentar/dia para homens entre 19 e 50 anos e 25 gramas de fibra alimentar/dia para mulheres entre 19 e 50 anos (DIETARY GUIDELINES FOR AMERICANS, 2010; INSTITUTO OF MEDICINA - IOM, 2005).

Gutkoski et al. (2007) desenvolveram barras alimentícias à base de aveia, sendo esse cereal, tanto em flocos, como na forma de farinha e farelo, responsável por cerca de 45% da massa do produto. As barras obtidas apresentaram elevada aceitação sensorial, principalmente nos parâmetros textura, sabor e aparência, além de apresentarem altos teores de fibra alimentar, especialmente em relação às β -glucanas.

Além de barras alimentícias, outros produtos vêm sendo desenvolvidos contendo a aveia como ingrediente. Yang et al. (2010) desenvolveram salsichas com adição de aveia hidratada. A adição de aveia gerou produtos com textura mais macia e menor perda de cozimento, além de apresentarem menores teores

de gordura. A avaliação sensorial mostrou que todos os produtos adicionados de aveia apresentaram maior aceitação global.

Granfeldt e Björck (2011) desenvolveram uma bebida fermentada à base de aveia e com adição de mirtilo. Além disso, foi realizado um estudo com indivíduos saudáveis que consumiram essa bebida, e os resultados mostraram uma redução considerável na glicemia e na demanda de insulina dos indivíduos em estudo.

Zhang et al. (2012) realizaram estudo clínico randomizado com adultos chineses hipercolesterolêmicos. Eles observaram que o consumo habitual diário de aveia, assim como a substituição total ou parcial de algum alimento básico por grãos de aveia, reduziu significativamente os teores de colesterol total, LDL-colesterol e a circunferência abdominal nos indivíduos em estudo. Os autores concluíram, dessa forma, que houve um efeito benéfico sobre alguns fatores de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

2.3.2 Soja

A soja [*Glicine max* (L.) Merrill] é uma leguminosa muito utilizada pelos orientais, com grande extensão de consumo pelos ocidentais e cuja proteína se destaca não só pela quantidade, mas também pela qualidade. O óleo extraído dos grãos tem potencial de comercialização mundial (BOWLES; DEMIATE, 2006).

A soja constitui hoje um dos principais produtos da agricultura brasileira, com grande significado na pauta de exportação, sendo o Brasil o 2º maior produtor dessa leguminosa. Segundo dados da CONAB, com a colheita praticamente encerrada, a cultura da soja apresentou, para a safra 2011/2012, produção de 66,37 milhões de toneladas, tendo a área plantada um aumento de 453,7 mil hectares ou 1,9% em relação à safra passada. A região Centro-Oeste tem o posto de ser a maior produtora dessa oleaginosa no país, tendo o Estado do

Mato Grosso a maior área plantada com soja no Brasil, na ordem de 6,4 milhões de hectares.

Apesar de seu notável valor alimentício, a soja ainda não é utilizada suficientemente, como deveria, na dieta alimentar do brasileiro. Apenas o óleo é largamente usado, e as tortas (subprodutos), na alimentação animal. Ultimamente, vem surgindo no mercado, numerosos produtos à base de soja, e somente há três décadas iniciou-se um interesse maior na introdução da soja na alimentação humana (DE ANGELIS, 2001; ROESSING; MENEGHELO, 2001).

Gripp (2005) informa que o interesse na utilização de proteínas vegetais e seus derivados pela indústria de alimentos têm crescido nos últimos anos. Uma das causas de expansão da cultura da soja é a substituição das gorduras animais por óleos vegetais. A soja, devido a suas qualidades nutricionais e funcionais, disponibilidade de mercado, baixo custo e desenvolvimento de tecnologia apropriada, apresentam um consumo aumentado entre os povos ocidentais.

A princípio, o valor nutricional da soja foi atribuído ao seu teor de proteínas e lipídios (SMITH; CIRCLE, 1972). Entretanto, sabe-se que os grãos de soja são uma fonte rica em fitoquímicos, a exemplo das isoflavonas, os quais têm importantes efeitos benéficos na saúde humana (HUI et al., 2001; JACKSON et al., 2002). Cerca de 8% do grão da soja correspondem à película externa, 90% aos cotilédones e 2% ao eixo do hipocótilo. O cotilédone da soja contém a maior proporção de proteínas e lipídios (CIABOTTI, 2004; BOWLES; DEMIATE, 2006; LIU, 1999).

A composição química do grão de soja se estabelece em 9,59% de umidade, 15,74% de lipídios, 32,77% de proteína, 3,64% de resíduo mineral fixo, 7,56% de fibra bruta e 30,70% de carboidratos (CIABOTTI, 2004).

A soja apresenta elevado teor de lisina, o que a distingue das proteínas dos outros vegetais, embora seja limitante em aminoácidos sulfurados (metionina e cistina). Tem grande favorecimento no seu valor biológico, quando

conjugado com proteína dos cereais, em proporções adequadas, resultando em combinações com adequado balanceamento de aminoácidos e maior conteúdo proteico, na condição de que os cereais têm na lisina o seu aminoácido limitante (PAIVA, 2008; PIRES et al., 2006; SGARBIERI, 1987).

Estudos epidemiológicos com mulheres que consomem soja e seus produtos evidenciaram que essas apresentaram baixas incidências de osteoporose. As isoflavonas contribuem na inibição de perda óssea e essas, quando ingeridas a partir da soja e seus derivados, são, provavelmente, uma alternativa de fitoestrógeno pós-menopausa (PARK et al., 2001; SOUZA; SOUZA NETO; MAIA, 2003).

Matos et al. (2005) observaram que os fitosteroides, substâncias das plantas com efeito semelhante aos hormônios humanos como as isoflavonas, possuem diversas atividades, citando como exemplo: redução de doenças coronárias, retardamento da manifestação de arteriosclerose, efeitos benéficos na hipercolesterolemia, proteção contra câncer e da melhoria da atividade hormonal.

Os fatores antinutricionais presentes em leguminosas são, na sua maioria, termolábeis, ou seja, sensíveis ao calor, sendo geralmente removidos por tratamento térmico convencional, melhorando a qualidade nutricional dessa leguminosa. Os principais fatores antinutricionais são os inibidores de proteases (Inibidores de tripsina *Kunitz* e *Bowman-Birk*), lectinas ou hemaglutininas, goitrogênicos e antivitaminicos (GENOVESE; LAJOLO, 2000; LIENER, 1980; SGARBIERI, 1987; STANOJEVIC et al., 2004; VEN et al., 2005).

Diversos produtos têm sido lançados no mercado em decorrência do aumento do consumo de alimentos derivados de soja, principalmente devido ao conhecimento dos benefícios à saúde que essa leguminosa proporciona ao organismo, levando a soja a um *status* de grande diversidade para a indústria de alimentos. No mercado brasileiro, a soja se destaca pela sua versatilidade, pois,

além do óleo de soja, encontra-se extrato de soja (anteriormente denominado leite de soja), proteína texturizada de soja (PTS), farinha de soja, creme de soja, condensado de soja, congelados à base de soja (hambúrguer, salsichas e *nuggets* de soja), pratos prontos congelados (lasanha e ravióli de queijo com molho à bolonhesa de soja), doces, sorvetes, iogurtes à base de soja, alimentos fermentados (*miso*, *shoyo*, *tempeh*, tofu), entre outros (ALVES FILHO, 2003; BENASSI, 2006; CIABOTTI, 2004).

Estudos demonstram que a mistura em proporções adequadas de cereais e leguminosas apresenta efeito complementar mútuo de aminoácidos e, conforme a proporção empregada na mistura desses alimentos pode suprir ou complementar a recomendação diária de nutrientes, principalmente pela elevada qualidade proteica obtida. Misturas entre cereal e leguminosa, na proporção de aproximadamente 30% da proteína proveniente do cereal e 70% da proteína proveniente da leguminosa, resultam em um alimento com proteína de alta qualidade, os quais os aminoácidos se complementam entre si. A combinação cereal e leguminosa, além da qualidade proteica, apresenta elevados teores de minerais e vitaminas, contribuindo com uma porção de consumo diário (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 2010; MOREIRA et al., 2010; SGARBIERI, 1987; SGARBIERI, 1996).

Urita et al. (2012) desenvolveram barras alimentícias à base de soja e avaliaram os efeitos sobre a glicemia pós-prandial em pacientes com diabetes *mellitus*. O estudo foi desenvolvido com os indivíduos consumindo a barra desenvolvida e um biscoito teste ausente de soja, ambos com o mesmo valor calórico. Tanto o aumento de glicose no sangue, quanto à demanda de insulina no organismo, foram menores quando os indivíduos consumiram a barra alimentícia à base de soja. A barra alimentícia contendo soja não induziu a hiperglicemia pós-prandial nos indivíduos diabéticos, ao contrário dos biscoitos de teste isoenergéticos.

A presença da soja nas barras alimentícias é algo cada vez mais comum, havendo diferença apenas na porção do grão utilizado. Freitas e Moretti (2006) desenvolveram barras alimentícias com proteína texturizada de soja e lecitina de soja; Lima et al. (2010) utilizaram apenas a lecitina de soja; Aramouni e Abu-Ghoush (2010) utilizaram tanto o grão inteiro, como a proteína e a fibra do grão de soja.

Muitos produtos contendo soja são criados, e aqueles que apresentam aquecimento durante seus preparos vêm merecendo destaque em relação à atividade antioxidante. Dong et al. (2012) observaram que a atividade antioxidante dos extratos de soja aumentou após o cozimento dos mesmos, mesmo enquanto o teor de isoflavonas permaneceu inalterado. O mesmo estudo, avaliando a apoptose de células cancerosas da próstata, mostrou que as isoflavonas processadas com aquecimento foram mais eficazes em comparação com isoflavonas processadas sem aquecimento.

2.3.3 Quinoa

A quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) é uma cultura anual, pertencente à família *Chenopodiaceae*, a mesma do espinafre e da beterraba, cultivada desde o nível do mar até uma altitude de 3800 m, podendo crescer em diferentes tipos de solos, denominada de pseudocereal. Originária da América do Sul tem sido cultivada em diferentes regiões desse continente, especialmente nos Andes e em países como Colômbia, Chile, Bolívia, Equador e Peru, sendo recentemente introduzida na Europa, América do Norte, Ásia e África (BRADY et al., 2007; NSIMBA; KIKUZAKI; KONISHI, 2008; SPEHAR; SANTOS, 2002).

Pesquisas arqueológicas indicam que a quinoa foi cultivada por volta de 5.000 anos a.C. na Bacia de *Ayacucho*, no Peru. Segundo os arqueólogos, 70% a

90 % das sementes descobertas no sítio de Chiripa, perto do Lago Titicaca, são sementes de quinoa. É ao redor do Lago Titicaca que se encontra a maior diversidade de quinoas, estando o centro de origem dessa planta no Peru e na Bolívia (MAZOYER; ROUDART, 2010).

O nome quinoa se aplica tanto à planta quanto ao grão, um fruto do tipo aquênio, que amadurece enquanto a planta seca, permitindo sua colheita mecanizada. Tem forma cilíndrica, achatada e tamanho variando de 2 a 2,5 mm de diâmetro e 1,2 a 1,6 mm de largura (TAPIA, 1997).

Segundo a Organização Mundial de Saúde, OMS, a quinoa é considerada como alimento raro por seu altíssimo valor nutricional. A semente de quinoa foi qualificada como o melhor alimento de origem vegetal para consumo humano pela Academia de Ciências dos Estados Unidos e selecionada pela *National Aeronautics and Space Administration*, NASA, para integrar a dieta dos astronautas em voos espaciais de longa duração, por seu extraordinário valor nutritivo (SCHEFFER, 2010).

Em comparação com a maioria dos cereais, a semente de quinoa apresenta um maior valor nutricional. O teor de proteína na semente de quinoa varia entre 8% e 22%, sendo esse valor mais elevado, em média, do que valores encontrados em alguns cereais, tais como arroz (7,6%), trigo (14,3%) e cevada (10,8%) (MATIACEVICH et al., 2006).

Em pseudocereais, como a quinoa, albumina e globulina são as frações proteicas majoritárias (44% a 77% do teor de proteína total), valores superiores ao teor de prolaminas (0,5% a 7% do teor de proteína total). O grão de quinoa é considerado um grão livre de glúten, contendo pouco ou até mesmo ausência de prolamina, podendo ser consumido por pessoas acometidas pela doença celíaca (VALENCIA-CHAMORRO, 2003).

O principal componente químico da quinoa são os carboidratos, estando presente, na matéria seca, com valores entre 67% e 74%, sendo o amido o

carboidrato em maior quantidade (52-60% do teor de carboidratos total). O amido encontra-se na região do perisperma das sementes e podem estar como unidade simples ou como agregados esféricos. O teor de amilose na semente de quinoa é de cerca de 11%, valor menor do que em outros cereais, como exemplo arroz (17%), trigo (22%) e cevada (26%). Outros carboidratos são encontrados em menores quantidades, tais como monossacarídeos, dissacarídeos e fibra bruta (JANCUROVÁ et al., 2009).

Além dos constituintes já citados, a quinoa apresenta teores de vitamina B2 (riboflavina) que superam os valores encontrados em cereais como trigo, cevada, aveia, centeio, arroz e milho. Além, a semente de quinoa contém grandes quantidades das vitaminas B1 (tiamina), B3 (niacina) e B6 (piridoxina), além de vitamina E. Em relação aos minerais, a quinoa é uma fonte importante de ferro sendo o qual é encontrado duas vezes mais do que na cevada e no trigo e três vezes mais do que no arroz. A eficiência do ferro, quando administrado via quinoa, é de 74%, sendo mais elevada do que a suprida pelo sulfato ferroso (55%). Entretanto, sua disponibilidade pode ser afetada, em alguma extensão, pelas saponinas e pelo ácido fítico presentes no próprio grão (CAPERUTO, 1999; SCHEFFER, 2010; SPEHAR, 2006).

Valencia-Chomorro (2003) cita que a quinoa pode ser consumida como substituto do arroz ou como um ingrediente no preparo de alimentos à base de cereais, tanto para crianças como para adultos. As sementes de quinoa podem ainda serem moídas e então utilizadas como farinha em produtos como pães, bolos e diversas massas. Os mesmos autores, avaliando a substituição da farinha de trigo pela farinha de quinoa, observaram valores viáveis de substituição de 10 a 13% para pão, 30 a 40% para massas e de até 60% para biscoitos doces.

Coulter e Lorenz (1991) obtiveram *gritz* de milho e quinoa extrusados, com altas qualidades proteicas e aceitabilidade sensorial. Já Caperuto, Amaya-Farfan e Camargo (2001) desenvolveram um espaguete com quinoa, sem glúten,

e obtiveram um produto sem perda de sólidos e de peso, com aumento aceitável de volume mediante cocção. O produto foi sensorialmente aceito pelos consumidores.

Scheffer (2010) desenvolveu quatro tipos de alimentos contendo quinoa, a citar bolo de cenoura, biscoito, torta de legumes e hambúrguer, sendo a aceitação dos produtos em torno de 95%, 94%, 82% e 76%, respectivamente. O estudo demonstrou que a aceitação dos produtos foi relativamente elevada, além dos produtos apresentarem alto valor nutricional e preço de custo acessível.

2.3.4 Linhaça

A linhaça (*Linum usitatissimum* L.), semente do linho, é uma oleaginosa pertencente à família das *Lináceas*, que tem sido cultivada há muitos anos nos países mediterrâneos. O grão de linhaça é pequeno e pontiagudo, fino e ovalado, apresentando, em média, 5mm de comprimento, 2,5mm de largura e 1,5mm de espessura, sendo que a cor pode variar entre o amarelo claro e o marrom (CUI, 1998).

Existem relatos do consumo da linhaça na Europa e Ásia desde 8.000 anos a.C.. Esse consumo caiu com o tempo, mas, nos últimos anos, a linhaça vem se destacando popularmente devido ao seu papel benéfico para a saúde, o que tem estimulado a produção nacional dessa matéria-prima (OOMAH, 2001).

Em média, a linhaça contém 32-45% de gordura (sendo 51-55% de α -linolênico e 15-18% de α -linoleico), 20 a 25% de proteína, 20 a 28% de fibra dietética total, 4 a 8% de umidade e 3 a 4% de cinzas (MORRIS, 2001). A composição da linhaça pode variar dependendo da genética, do meio ambiente, do processamento da semente e do método de análise utilizado (COSKUNER; KARABABA, 2007; PRASAD et al., 1998). Esses e outros componentes da linhaça, incorporados à dieta, são particularmente atrativos para o

desenvolvimento de alimentos com vantagens específicas para a saúde (CHINELATE, 2008).

Entre os alimentos com alegações de propriedades funcionais, a linhaça é amplamente reconhecida como uma das maiores fontes vegetais dos ácidos graxos essenciais ômega 3 e ômega 6, principalmente o primeiro, possuindo ainda vários constituintes como as fibras e os compostos fenólicos, conhecidos por exercerem atividade antioxidante (COSKUNER; KARABABA, 2007; MAYES, 1994).

A linhaça tem um perfil de ácidos graxos único. É alto em ácidos graxos poli-insaturados (73%), moderado em ácidos graxos monoinsaturados (18%) e baixo em ácidos graxos saturados (9%). Os ácidos graxos ômega 3 e ômega 6, presentes no grão, se destacam por seu potencial preventivo. Muitos estudos apontam estes lipídeos como protetores do coração, já que apresentam potente ação contra a formação de placas de ateroma, além de reforçar o sistema imunológico, reduzir inflamações, atuar na redução do colesterol total e triacilgliceróis e ainda retardar a coagulação sanguínea (BORGES; BONNAS, 2011).

Por sua vez, lignanas, um tipo de fitoestrógeno, são compostos bifenólicos que, segundo estudos, podem atuar na prevenção do câncer de mama e, por apresentarem uma estrutura química similar ao estrógeno, podem ajudar a prevenir os sintomas da menopausa. Esses compostos são encontrados em alimentos de origem vegetal, como os grãos inteiros, oleaginosas, sementes, e bebidas, tais como chás, café e vinho (HALLUND et al., 2008; HIGDON; FREI, 2003). Após o consumo humano, a microbiota intestinal converte por meio de reações metabólicas enzimáticas, as lignanas em lignanas mamárias ou enterolignanas, tais como: Enterodiol (END) e Enterolactona (ENL). Por cerca de duas décadas, apenas seicoisolariciresinol diglucosídeo (SDG) e matairesinol (MAT) eram conhecidos como sendo precursores de enterolignanas, mas

recentemente têm sido mostrados que pinoresinol (PINO) e lariciresinol (LARI) são eficientemente convertidos em enterolignanas (BORGES et al., 2010; KILKKINEM et al., 2003; MILDER et al., 2007).

Dentre os alimentos que contêm lignanas, a semente de linhaça tem merecido atenção especial, por apresentar papel na prevenção da doença cardiovascular aterosclerótica, devido às suas propriedades anti-inflamatórias (BLOENDON et al., 2008; CASSANI, 2009; PAN et al., 2008).

No estudo de Dodin et al. (2005), mulheres saudáveis em menopausa tiveram 40g/dia de linhaça incorporada à dieta. Após 12 meses, foram avaliados os níveis de lipídeos séricos e a densidade mineral óssea. Os resultados mostraram que a linhaça produziu uma redução de 5,4% na concentração de LDL-colesterol, o que pode atenuar a redução do risco de algumas doenças, em comparação com mulheres que ingeriram o placebo de germen de trigo. Já a densidade mineral óssea não diferiu significativamente entre os dois grupos. Entretanto, os pesquisadores afirmaram que os efeitos benéficos sobre o perfil de lipídeos combinados com ligeiros decréscimos na massa corpórea, índice de massa corpórea e pressão sanguínea, podem contribuir para uma redução na incidência de anormalidades, como as doenças cardiovasculares.

Pesquisas têm sugerido benefícios à saúde relacionados à ação das lignanas. Em um estudo realizado por Payne (2000), enterolactona e enterodiol inibiram o crescimento de células de câncer de mama em cerca de 18 a 20%. Já Yuan, Rickard e Thompson (1999) observaram que as lignanas mostraram capacidade de reduzir tanto o tamanho de tumor mamário quanto o número de tumores em ratos com carcinogênese induzida.

Perante todos os benefícios apresentados pelo grão de linhaça, produtos estão sendo desenvolvidos com o uso dessa semente. Chinelate (2008) desenvolveu um gelado comestível à base de leite de búfala adicionado de farinha de linhaça. Foi possível uma substituição parcial e total da gordura

vegetal utilizada na fabricação do gelado comestível, uma vez que a linhaça apresenta alto teor de lipídeos em sua composição. Além disso, a aceitação perante os consumidores foi satisfatória, além de haver uma diminuição do valor calórico do produto, quando comparado com o gelado comestível sem adição de linhaça.

2.3.5 Gergelim

O gergelim (*Sesamum indicum* L.), oleaginosa pertencente à família *Pedaliaceae*, é encontrado em áreas tropicais e subtropicais. Como toda planta que foi domesticada há muito tempo, o gergelim possui muitas variedades que diferem em tamanho, forma, hábitos de crescimento, cor das flores, tamanho, cor e composição das sementes (CALVETTE et al., 1993).

Cultivado em várias regiões do mundo, o gergelim é oriundo de uma planta anual ou perene e se adaptada bem às condições semiáridas, apresentando facilidade de cultivo. Essas características o transformam em excelente opção de diversificação agrícola e grande potencial econômico nos mercados nacional e internacional, em decorrência da elevada qualidade do seu óleo, com aplicações nas indústrias alimentícias e cosméticas (BARROS et al., 2001).

O gergelim é uma das oleaginosas mais antigas utilizadas pela humanidade, havendo registro de seu cultivo há mais de 4.300 anos antes da era cristã, nos países do oriente médio. O local de sua origem é incerto, podendo situar-se entre a Ásia e África (BELTRÃO; SOUZA; PEREIRA, 2001; FERREIRA et al., 2012).

O Brasil caracteriza-se como pequeno produtor de gergelim, com 13 mil toneladas produzidas numa área de 22 mil hectares e rendimento médio em torno de 519 kg/ha. Os maiores produtores atualmente no Brasil em ordem decrescente

são os Estados de Goiás e Mato Grosso, o triângulo mineiro e a região Nordeste (BARROS et al., 2001).

Nos países orientais, a semente de gergelim é considerada uma restauradora da vitalidade, devido a quantidades significativas de vitaminas, principalmente do complexo B; constituintes minerais, como cálcio, ferro, fósforo, potássio, magnésio, sódio, zinco e selênio; proteínas de alto valor biológico; e lipídios (44-58%), constituídos em sua maioria por ácidos graxos insaturados como o oleico (47%) e o linoleico (41%) que, quando consumidos frequentemente, contribuem na redução dos níveis de LDL-colesterol no sangue (ABOISSA ÓLEOS VEGETAIS, 2006 citado por COSTA et al., 2007).

Nzikou et al. (2009), analisando a composição química da semente e do óleo de gergelim, observaram que o grão apresenta elevado teor de extrato etéreo (54%) e proteína (20%). Dentre os minerais (aproximadamente 3,2%) mais encontrados na semente de gergelim, se destacam potássio, fósforo e magnésio. Complementam a composição do grão umidade (5,7%), fibra bruta (3,2%) e carboidratos (13,4%).

As sementes de gergelim podem ser utilizadas na fabricação da própria manteiga de gergelim, bem como em produtos alimentícios, a citar pães, bolos, biscoitos, massas, entre outros.

Elleuch et al. (2011) analisaram a composição química da semente e de subprodutos do gergelim, a citar a casca e a semente descascada. Tanto a casca, quanto a semente descascada se apresentaram como boa fonte de fibra, podendo ser utilizadas para preparo, como por exemplo, de ração animal. Além disso, a fração óleo dos subprodutos, quando comparada com a da semente íntegra, apresentou maior teor de ácidos graxos livres, clorofila e polifenóis.

Sankar et al. (2006), estudando a substituição total de outros óleos pelo óleo de gergelim na dieta de pacientes hipertensos, observaram redução na

pressão arterial e efeitos benéficos sobre os níveis de triacilgliceróis, eletrólitos, peroxidação lipídica e antioxidantes.

Namiki (2007) também concluiu que o óleo de gergelim possui efeito no metabolismo de ácidos graxos, diminuindo o colesterol do sangue, principalmente quando combinado com tocoferol, devido à inibição da absorção do intestino e supressão da síntese no fígado. Além disso, acelera a decomposição do álcool no fígado, possui atividade anti-hipertensiva, imunomoduladora, anticarcinogênica, entre outras.

2.3.6 Tomate

O tomate, fruto do tomateiro *Lycopersicon esculentum* Mill, é um dos vegetais mais consumidos no Brasil e no mundo, tanto na forma *in natura*, como na forma industrializada. O maior produtor mundial de tomate é a China, seguida dos Estados Unidos. O Brasil está entre os dez maiores produtores e a produção ocorre em praticamente todos os Estados, sendo o Estado de Goiás o que se destaca como maior produtor no cenário nacional (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFICA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2007).

O tomate é originário da região andina, desde o Equador até o Norte do Chile, sendo domesticado pelos astecas no México. Os colonizadores espanhóis e portugueses foram responsáveis pela disseminação do tomateiro pelo mundo. No Brasil, especula-se que o cultivo do tomate tenha sido difundido há mais de um século, por imigrantes portugueses e italianos (ANDREUCCETTI et al., 2007; SOUZA, 2002; TONON; BORONI; HUBINGER, 2006).

Devido ao seu baixo custo e disponibilidade durante todo ano, seu consumo é observado em todas as classes socioeconômicas, atingindo considerável parcela da população mundial. O tomate é consumido *in natura*, na forma de saladas, e processado como molhos, purês, *catchup*, sucos, secos e

desidratados. Os molhos são utilizados em diversas preparações à base de massas como espaguete, lasanhas e pizzas, que, em geral, apresentam alto consumo. Já os tomates seco e desidratado, que foram introduzidos no Brasil por imigrantes da Espanha e Itália, têm sido consumidos como ingredientes de massas, pizzas ou como aperitivo. A desidratação do tomate tem sido vista como uma alternativa para evitar o desperdício do excedente da produção e uma alternativa de comercialização quando a oferta de tomate *in natura* é maior que a demanda (FAGUNDES et al., 2005).

A composição química do tomate varia de acordo com a cultivar, condições e manejo do cultivo e com as condições ambientais nas quais foi produzido. Considerando que o fruto maduro é constituído por 93-95% de água, apenas a pequena quantidade de matéria seca determina a sua qualidade. Na matéria seca, aproximadamente 50% são açúcares redutores, como glicose e frutose, e 10% são ácidos orgânicos, principalmente cítricos e málicos. Os tomates são fontes de carotenoides, principalmente licopeno e β -caroteno, precursor da vitamina A, além das vitaminas do complexo B, vitaminas C, E e compostos fenólicos como flavonoides. Os minerais correspondem a 8% da matéria seca do fruto, sendo que potássio, nitrogênio e fósforo representam, aproximadamente, 94% deles. Os elementos químicos B, Co, Fe, Mg, Mn, Na, S e Zn são encontrados em menores quantidades nos frutos (ALVARENGA, 2004; FERRARI, 2008; PEREIRA; FONTES, 2003; SUAREZ; RODRIGUEZ; ROMERO, 2008).

O pigmento presente em maior quantidade no tomate é o carotenoide licopeno, o qual é responsável por conferir a coloração vermelha do fruto e se caracteriza como um antioxidante natural (TONON; BORONI; HUBINGER, 2006).

Os antioxidantes são componentes dos alimentos que contribuem para evitar a ação nociva dos radicais livres no organismo. São eficazes contra o que

é denominado “estresse oxidativo”. A respiração, na presença de oxigênio, é essencial na vida celular do organismo. Mas, como consequências da mesma, são produzidas algumas moléculas denominadas radicais livres, que ocasionam, ao longo da vida, efeitos nocivos à saúde, por sua capacidade de alterar os genes, as proteínas e os lipídios do organismo. Situações como estresse ou infecções e hábitos tão comuns, como a prática de exercício físico intenso, o tabagismo, o consumo de dietas muito energéticas e ricas em gordura, a exposição descontrolada a radiação solar, como também a contaminação ambiental, aumentam a produção de radicais livres (COSTA; ROSA, 2010).

Com o decorrer do tempo, os radicais livres podem produzir alterações genéticas em determinadas células, aumentando o risco de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) ou reduzindo a funcionalidade do organismo. Os radicais livres também oxidam os lipídios que circulam pelo sangue, o que implica em um maior risco que esses se depositem nas paredes dos vasos sanguíneos, aumentando a probabilidade de doenças cardiovasculares (SOUTHON; FAULKS, 2003).

Entre as substâncias antioxidantes mais destacadas, encontram-se as vitaminas E (em azeite virgem de 1º pressão a frio, frutas secas, germe de trigo, cereais de grão) e C (cítrico, kiwi, pimenta, tomate, repolhos), os carotenoides (licopeno - pigmento do tomate, goiaba, melancia, acerola, morango; betacaroteno - pigmento presente em cenouras, abóboras, manga, etc.; luteína e zeaxantina - pigmentos presentes no milho), zinco (carnes, peixes e ovos), selênio (carnes, peixe, ovos e molusco), polifenóis (legumes em geral) e compostos de enxofre (legumes da família do repolho, cebolas, alhos) (ARABBI, 2001).

Cientistas de todo o mundo têm descoberto diversas substâncias existentes nos alimentos com potencial antioxidante, anticarcinogênico, anti-

hipertensivo e imunomoduladores (ARAI, 2002). Entre os alimentos funcionais de origem vegetal mais estudados, está o tomate, rico na substância licopeno.

A pele e o pericarpo do tomate são ricos em licopeno. De acordo com Al-Wandawi, Abdul-Rahman e Al-Shaikhly (1985) a pele do tomate contém 12 mg de licopeno/100 g de pele, enquanto o conteúdo total maduro do tomate é somente 3,4 mg de licopeno/100 g de tomate. Assim, a concentração de licopeno na pele do tomate é aproximadamente três vezes maior que em todo o tomate maduro. Isso indica que a maior parte do licopeno é encontrada na porção insolúvel da fibra do tomate.

Faustin et al. (2007) elaboraram biscoitos salgados adicionados de tomate e cebola desidratados. Tanto o tomate, quanto a cebola mantiveram textura e aroma característicos, agregando valor ao produto. Em relação à aceitabilidade do biscoito, foi em torno de 77%, mostrando viável a adição desses ingredientes ao produto.

2.3.7 Condimentos

Os condimentos são mundialmente utilizados para proporcionar sabor salgado aos alimentos, com finalidade ainda de conservação, devido às suas propriedades antimicrobianas e antioxidantes (MORAIS et al., 2009). Estudos, como o de Mariutti e Bragagnolo (2007), abordam os condimentos como compostos responsáveis pela atividade antioxidante e suas aplicações em produtos alimentícios.

Um condimento bastante utilizado na culinária há várias centenas de anos, até os dias atuais, é o alho (*Allium sativum* L.). Ao longo dos tempos, foi se descobrindo que o bulbo dessa planta possuía também propriedades benéficas à saúde do homem. Vários são os componentes sulfatados do alho que proporcionam essas propriedades, mas o componente biológico mais ativo é a

alicina (dialil-tiosulfinato), que representa 70 % dos compostos sulfatados existentes no alho (ARNAULTA et al., 2003; COPPI et al., 2006; MIRON et al., 2004).

A alicina tem importância fulcral em inúmeras aplicações ao nível da saúde, tendo sido isolada por Cavallito e Bailey em 1944. Ao longo dos anos vários estudos *in vitro* demonstraram que a alicina apresenta forte atividade antibacteriana, antifúngica e antiparasitária contra vasta gama de microrganismos e ao nível de redução do colesterol e da pressão sanguínea (MENDES, 2008; ROGER; MINO; NASHIA, 2005).

A cebola (*Allium cepa* L.) é a hortaliça condimentar mais difundida no mundo, sendo provavelmente originária da Ásia Central. Foi cultivada na Índia e China desde tempos remotos e muito apreciada na Grécia, Roma e Egito Antigo. Na Idade Média, era uma hortaliça habitual na Europa. Cristóvão Colombo a introduziu na América, em 1494, a qual foi posteriormente reintroduzida pelas expedições espanholas. No Brasil, a cultura foi introduzida pelos portugueses no litoral do Rio Grande do Sul, que até hoje é tradicional área de produção (KASSAB, 1994; SOBRINO-ILLESCAS; SOBRINO-VESPERINAS, 1992; SONNENBERG, 1981).

A cebola caracteriza-se por ser um produto agrícola de elevada demanda, em função da natureza de seu uso. É consumida principalmente *in natura*, na forma de saladas e como condimento ou tempero. Pode-se afirmar que quase todos os povos a utilizam para fins culinários; como consequência, sua produção e comércio estão distribuídos em todas as regiões do planeta. No Brasil, é plantada, principalmente nos Estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul, São Paulo, Paraná, Bahia, Pernambuco e Minas Gerais, responsáveis pela quase totalidade da produção nacional (BOEING, 2002; BOEING, 2006).

O consumo de cebola tem aumentado, especialmente em países mais desenvolvidos, devido à sua associação com as características funcionais.

Pesquisas recentes têm procurado comprovar os benefícios da cebola para a saúde, além de identificar os compostos responsáveis por eles. A cebola é particularmente rica em dois grupos de compostos com comprovado benefício para a saúde humana: flavonoides e sulfóxidos de cisteína (compostos organosulfurados). Dois subgrupos de compostos do tipo flavonoide predominam em cebolas: as antocianinas (que conferem a coloração avermelhada ou roxa aos bulbos) e as quercetinas e seus derivados (que conferem coloração amarelada ou cor de pinhão aos bulbos). As antocianinas, quercetinas e seus derivados são de grande interesse pela suas propriedades anticarcinogênicas (CARVALHO; MACHADO, 2004).

Estudos epidemiológicos, conduzidos na China, mostraram uma diminuição do risco de câncer gástrico proporcional ao aumento da ingestão de alho e cebola. Essa evidência foi relacionada à capacidade dessas hortaliças em reduzir as concentrações de nitrito no trato digestório (MUNIZ, 2007).

A respeito das atividades farmacológicas atribuídas ao alho e à cebola, investigadores químicos e farmacológicos testaram a eficácia de seus extratos como antioxidantes, antimicrobianos, antiasmáticos, anticancerígenos e agentes que previnem o câncer, como agentes antiagregação plaquetária, para reduzir a hipercolesterolemia e atividade bacteriostática contra a *Helicobacter pylori*, que é responsável pela úlcera e câncer gástrico (BLOCK, 1994; CANIZARES et al., 2004; DORSCH; WAGNER, 1992; ELSOM et al., 2000; LEE et al., 2005; MIRON et al., 2004; MOCHIZUKI; NAKAZAWA, 1995; WHITMORE; NAIDU, 2000).

Outro condimento bastante adicionado em alguns alimentos é a salsa (*Petroselinum sativum*). A salsa é uma erva aromática originária das culturas do mediterrâneo e vem sendo utilizada desde a antiguidade tanto na alimentação como na medicina. No Brasil, foi introduzida pelos colonizadores portugueses e

passou a ser usada largamente como condimento e ornamentação dos pratos (LEAL et al., 2010).

Herbácea da família das Umbilíferas, a salsa é conhecida mundialmente. Entre os nomes populares para designar a salsa, encontra-se salsa de cheiro, salsinha, *perejil* (Argentina), *parsley* (Inglaterra), *persil* (França) e *prezzemolo* (Itália) (RIBEIRO, 2008).

A salsa apresenta alguns princípios ativos que a tornam relevantes no âmbito da saúde humana, como os óleos essenciais (apiol, miristicina, alcoóis terpênicos), cetonas, flavonoides (apigenina, luteolina), furanocumarinas, ácidos graxos, fibras, óleo, resinas, pró vitamina A, ácido ascórbico e minerais como potássio, cálcio e ferro (MONTANARI, 2008).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (DCA/UFLA) e no Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras (DQI/UFLA), em Lavras - MG.

As matérias-primas utilizadas para o estudo foram: granola de sabor salgado contendo 50% aveia, 25% linhaça, 10% soja, 10% gergelim e 5% quinoa; tempero, composto por alho, cebola e salsa desidratados; e sal (NaCl), adquiridos no comércio de Lavras - MG; tomate parcialmente desidratado, adquirido no comércio de Belo Horizonte - MG; agentes ligantes: a) amido modificado por acetilação (85% de fração glicídica, 13% de umidade e 2% de cinzas), b) colágeno hidrolisado (93% de proteínas e 7% de umidade) e c) goma acácia (86% de fibra, 13% de umidade e 1% de sólidos insolúveis), adquiridos em indústrias do ramo alimentício.

3.1 Elaboração das barras alimentícias de sabor salgado

As barras alimentícias foram elaboradas pesando-se os ingredientes, os quais foram denominados: a) ingredientes básicos (granola de sabor salgado, tomate parcialmente desidratado, temperos e sal) e b) agentes ligantes (amido modificado ou colágeno hidrolisado ou goma acácia) em três diferentes proporções para cada agente, visando preparar soluções ligantes a 4,5%, 6,5% e 8,5%, totalizando nove soluções e, conseqüentemente, nove barras alimentícias distintas.

As soluções ligantes foram preparadas após pesagem de cada agente ligante, considerando as concentrações propostas e, ainda, o teor de água de cada produto em questão (amido modificado, 13% de umidade; colágeno hidrolisado, 7% e goma acácia, 13%).

A Tabela 2 representa as quantidades dos ingredientes básicos e dos agentes ligantes utilizados na elaboração das barras alimentícias.

Tabela 2 Quantidades dos ingredientes básicos e dos agentes ligantes utilizados na elaboração das barras alimentícias

Barra Alimentícia	Identificação	Agente ligante		Ingredientes básicos			NaCl (%)	Barra Total (%)
		Concentração (% na solução)*	Solução (% na barra)	Granola sabor salgado** (%)	Tomate (%)	Tempero*** (%)		
A	Amido Modificado	4,5	70	21	7	1,7	0,3	100
B		6,5	70	21	7	1,7	0,3	100
C		8,5	70	21	7	1,7	0,3	100
D	Colágeno Hidrolisado	4,5	70	21	7	1,7	0,3	100
E		6,5	70	21	7	1,7	0,3	100
F		8,5	70	21	7	1,7	0,3	100
G	Goma Acácia	4,5	70	21	7	1,7	0,3	100
H		6,5	70	21	7	1,7	0,3	100
I		8,5	70	21	7	1,7	0,3	100

* Misturou-se a quantidade indicada de agente ligante em água destilada em aquecimento (95°C/1,5 minutos);

** Granola composta por aveia, soja, quinoa, linhaça e gergelim;

*** Tempero composto por alho, cebola e salsa desidratados.

Os ingredientes básicos, previamente pesados, foram adicionados à solução ligante, até completa aglutinação dos ingredientes e homogeneização da massa, sob aquecimento, durante 1,5 minutos. A massa obtida foi resfriada à temperatura ambiente durante 25 minutos e, em seguida, moldada em formas retangulares com 10cm x 3cm x 1,5cm, aproximadamente. As barras foram levadas à estufa de ventilação forçada para secagem, sob temperatura de 65°C durante 20 horas. Foi levada em consideração a perda de umidade das barras durante o período de secagem, obtendo o produto final em torno de 25g/unidade. Após esse período, as barras alimentícias obtidas foram embaladas, como embalagem primária, em plástico transparente de PVC (cloro de polivinila), como embalagem secundária, folhas de alumínio, e como embalagem terciária, recipientes de vidro.

Foram obtidas nove barras alimentícias diferentes, totalizando os nove tratamentos (A, B, C, D, E, F, G, H e I) utilizados no presente estudo. A massa dos ingredientes básicos foi mantida fixa, enquanto a variabilidade na composição das barras alimentícias está nas nove soluções ligantes distintas desenvolvidas.

As barras alimentícias permaneceram acondicionadas como descrito anteriormente, em temperatura ambiente, protegidas da luz e da umidade, até posteriores análises, com o objetivo de conservar suas características nutricionais, sensoriais e microbiológicas.

A Figura 6 representa os ingredientes básicos das barras alimentícias de sabor salgado.



Figura 6 Ingredientes básicos das barras alimentícias de sabor salgado

A Figura 7 representa os agentes ligantes com as respectivas soluções preparadas.



Figura 7 Agentes ligantes e respectivas soluções preparadas sob três concentrações diferentes (4,5%, 6,5% e 8,5%) e utilizadas na elaboração das barras alimentícias

As barras alimentícias moldadas estão representadas na Figura 8.



Figura 8 Barras alimentícias de sabor salgado desenvolvidas com diferentes agentes ligantes

A Figura 9 representa o fluxograma de processamento das nove barras alimentícias desenvolvidas.

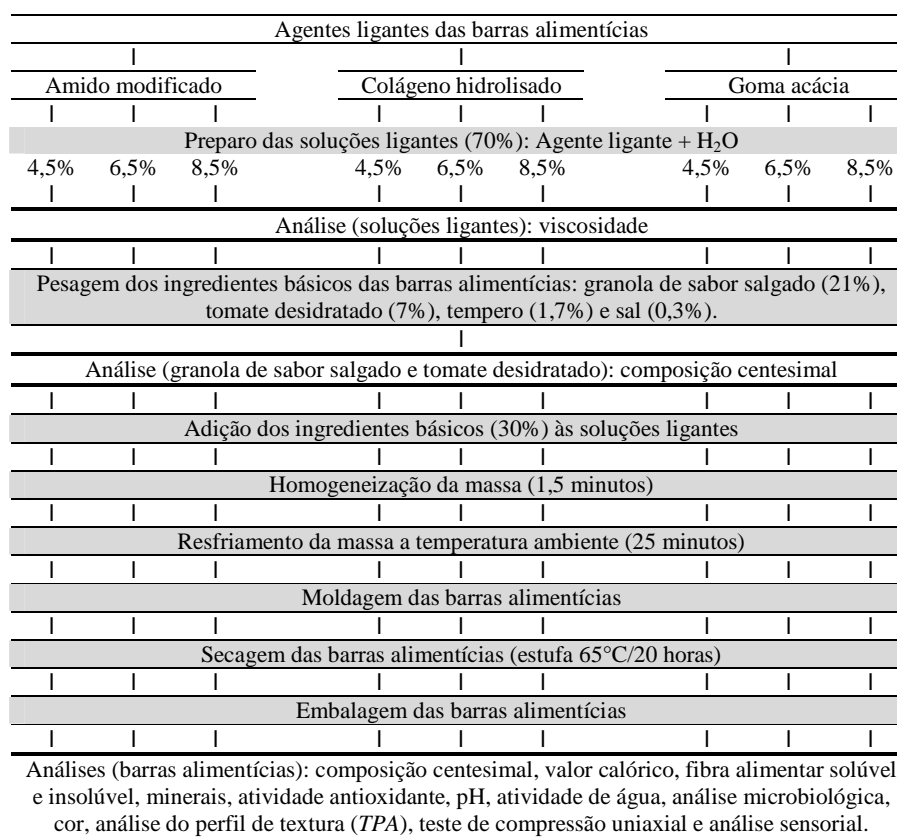


Figura 9 Fluxograma dos procedimentos gerais realizados na elaboração dos agentes ligantes e das barras alimentícias de sabor salgado e na realização das análises

3.2 Análises

As análises realizadas são descritas a seguir.

3.2.1 Composição centesimal

Foi realizada análise de composição centesimal, conforme a *Association of Official Analytical Chemists - AOAC (2005)*, nos ingredientes majoritários das barras alimentícias (granola de sabor salgado e tomate parcialmente desidratado) e nas barras alimentícias. A umidade foi determinada pelo método gravimétrico, com emprego de calor, baseando-se na perda de peso do material submetido ao aquecimento a 105°C, até peso constante. Para o extrato etéreo, foi realizado o método de “*Soxhlet*”, baseado na perda de peso do material submetido à extração com éter. A fração proteína foi determinada pelo método de “*Kjeldahl*” por meio da determinação da porcentagem total de nitrogênio e multiplicado pelo fator de 6,25. O teor de cinzas (resíduo mineral fixo) foi obtido pela calcinação da amostra em forno mufla, a 550°C, até a obtenção de cinzas claras ou ligeiramente acinzentadas. O teor de fibra bruta, também pelo método gravimétrico, foi obtido apenas para os ingredientes majoritários. A fração glicídica (extrato não nitrogenado) foi calculada por diferença, subtraindo de 100 a somatória da porcentagem de umidade, extrato etéreo, proteína, cinza e fibra

3.2.2 Valor calórico das barras alimentícias

Com base na composição das barras alimentícias, calculou-se o valor calórico de cada barra alimentícia, utilizando fatores de conversão de *Atawater*: 4kcal/g (proteínas), 4kcal/g (carboidratos) e 9kcal/g (lipídios), conforme Osborne e Voogt (1978).

3.2.3 Fibra alimentar solúvel e insolúvel

A determinação dos teores de fibra alimentar solúvel e insolúvel nas barras alimentícias foi realizada com o uso do método enzimático-gravimétrico, segundo AOAC (1997).

3.2.4 Viscosidade das soluções ligantes

Foram preparadas soluções ligantes de amido modificado, colágeno hidrolisado e goma acácia, nas concentrações de 4,5%, 6,5% e 8,5%, sob aquecimento. Posteriormente, as soluções foram deixadas em repouso, à temperatura ambiente, cobertas por papel alumínio. Foi realizada análise de viscosidade das soluções ligantes em Viscosímetro *RVT, Brookfield Engineering Laboratories, Stoughton, USA*. As soluções ligantes foram analisadas em um béquer à temperatura de 30°C. Foi utilizado SPIN 6 (13,42cm de comprimento e 1,54cm de largura), com velocidade de rotação de 20 rpm. Para o cálculo da viscosidade, multiplicou-se o valor da leitura pelo fator de correção (particular do SPIN utilizado) igual a 500.

3.2.5 Minerais

Foram determinados os teores de alguns minerais nas nove barras alimentícias, os quais: magnésio, cobre, manganês, zinco, ferro e sódio. Seguiu-se a metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

3.2.6 Atividade antioxidante

A determinação da atividade antioxidante nos nove tipos de barras alimentícias em estudo, pelo método do sequestro do radical DPPH, foi realizada de acordo com metodologia proposta por Rufino et al. (2007), com adaptações.

Foram adicionados 0,1 mL do extrato das amostras em diferentes diluições a 3,9 mL de solução de DPPH na concentração 0,06mM. As leituras foram realizadas após 30 minutos, em espectrofotômetro, a 515 nm e os resultados foram expressos em EC50 mL/L.

3.2.7 pH

Para a determinação de pH das amostras de barras alimentícias, foi utilizado potenciômetro digital *Schott Handylab*, em solução homogeneizada do produto com água destilada, de acordo com AOAC (2005).

3.2.8 Atividade de água

A atividade de água (A_w) das barras alimentícias foi medida pelo aparelho *Aqua Lab*®, com determinação do ponto de orvalho em espelho encapsulado. Essa técnica é originária da medida de umidade relativa aprovada pelo AOAC (2005).

3.2.9 Análise microbiológica

Realizou-se, após 20 dias de armazenamento à temperatura ambiente, análise microbiológica das barras alimentícias conforme Silva et al. (2007). Analisou-se a presença de coliformes termotolerantes, *Bacillus cereus*, *Salmonella sp.* e fungos.

3.2.10 Cor

A cor das barras alimentícias foi determinada pelo colorímetro marca *Minolta*, modelo *Chroma Meter CR-3000*, sistema $L^*a^*b^*$ *cielab*, de acordo com metodologia de Bible e Singha (1997). A coordenada L^* representa quão clara ou escura é a amostra (luminosidade); a coordenada a^* corresponde do verde ao vermelho e a coordenada b^* , com a intensidade do azul ao amarelo. Os parâmetros de cor, medidos em relação à placa de cor branca, foram:

L^* = luminosidade (0= cor preta a 100= cor branca);

a^* = variando da cor verde ao vermelho (-60,0 a +60,0, respectivamente);

b^* = variando da cor azul ao amarelo (-60,0 a +60,0, respectivamente).

3.2.11 Análise do perfil de textura (*TPA*)

As análises do perfil de textura, *texture perfil analysis (TPA)*, das barras alimentícias, foram realizadas em texturômetro (*Stable Micro Systems* Modelo TA-XT2i; *Goldaming*, Inglaterra) sob as seguintes condições: velocidade pré-teste de 1,0 mm/s, velocidade de teste de 1,0 mm/s, velocidade pós-teste de 1,0 mm/s, distância de 20,0 mm e compressão com uma probe cilíndrica de alumínio de 6,0 mm (SZCZESNIAK, 1963a, 1963b). Os parâmetros analisados foram dureza, fracturabilidade e mastigabilidade.

3.2.12 Teste de compressão uniaxial

Os testes de compressão das barras alimentícias foram realizados em texturômetro (*Stable Micro Systems* Modelo TA-XT2i; *Goldaming*, Inglaterra) utilizando uma probe cilíndrica de 7,0 centímetros de diâmetro. As amostras foram cortadas em formas cilíndricas de 2,0 cm de altura e 2,0 cm de diâmetro e comprimida a 70,0% da altura original a uma velocidade de 1,0 mm/s.

Foram calculados os valores de tensão de ruptura (σ) e deformação de ruptura (ε), de acordo com as equações 1 e 2, respectivamente (BAYARRI et al., 2007; HAMANN, 1983; HERNÁNDEZ; DURÁN; COSTELL, 1999):

$$\sigma = F [(h_0 - \Delta h) / (A_0 h_0)] \quad (1)$$

$$\varepsilon = \ln [h_0 / (h_0 - \Delta h)] \quad (2)$$

Onde: F é a força de ruptura, h_0 é altura inicial da amostra, A_0 a área inicial da amostra e Δh é a variação na altura da amostra durante a compressão.

Além disso, calculou-se também o trabalho na ruptura (W_{rup}), por meio do gráfico σ (tensão) x ε (deformação) (Figura 10), sendo que W_{rup} é dado pela área sob a curva até o ponto de ruptura.

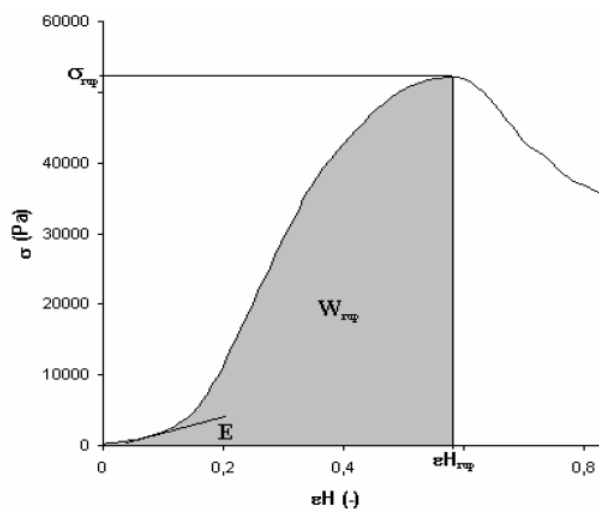


Figura 10 Representação esquemática da curva tensão *versus* deformação
Fonte: Sato et al. (2004)

3.2.13 Análise sensorial

A avaliação sensorial das barras alimentícias foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do DCA/UFLA.

Realizou-se o teste de aceitação, com 60 provadores não treinados, em relação aos atributos aparência, sabor, textura e aspecto global, utilizando uma escala hedônica estruturada de nove pontos, variando de 1 (desgostei extremamente) a 9 (gostei extremamente). Avaliou-se também a intenção de compra das barras alimentícias, com os mesmos provadores, com escala variando entre 1 (certamente não compraria) e 5 (certamente compraria), conforme Stone e Sidel (1985). A ficha de avaliação utilizada está representada na Figura 11.

Por favor, provando as amostras da esquerda para a direita, avalie-as utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou, em relação aos atributos APARENCIA, TEXTURA, SABOR e IMPRESSÃO GLOBAL.

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

Código Amostra					
APARENCIA					
TEXTURA					
SABOR					
IMPRESSÃO GLOBAL					

Comentários: _____

Avalia agora, por favor, a intenção de compra, utilizando a escala abaixo:

- (5) Certamente compraria
- (4) Provavelmente compraria
- (3) Não sei se compraria
- (2) Provavelmente não compraria
- (1) Certamente não compraria

Código Amostra _____

Intenção de compra _____

Figura 11 Ficha utilizada na análise sensorial das barras alimentícias

O teste se dividiu em duas sessões, sendo que no primeiro dia os provadores avaliaram cinco amostras, enquanto que no segundo dia os provadores avaliaram quatro amostras, totalizando as nove amostras do presente trabalho.

As amostras foram apresentadas aos provadores à temperatura ambiente, com código aleatório de três dígitos, de forma balanceada. O procedimento ocorreu em cabines individuais, sob luz branca equivalente à luz do dia.

Após avaliação das amostras, os provadores preencheram um questionário (Anexo A) para caracterização do perfil dos consumidores que participaram do estudo.

3.3 Análise estatística

O delineamento experimental das análises dos ingredientes das barras alimentícias, das soluções ligantes e das barras alimentícias, exceto análise sensorial, foi inteiramente casualizado, com nove tratamentos e três repetições. O delineamento da análise sensorial foi um delineamento experimental de blocos casualizados completos, em que cada provador constituiu um bloco.

Os efeitos de tratamentos foram avaliados por análise de variância, seguindo de teste de *Scott-Knott*, a 5% de significância, para identificar as diferenças em casos significativos. As análises de variância e o teste de médias foram realizados no *software Sisvar 5.1 Build 72*.

Os resultados das análises de composição centesimal, fibra alimentar solúvel e insolúvel, valor calórico e de textura (*TPA* e compressão uniaxial) foram avaliados por meio da Análise de Componentes Principais, *Principal Component Analysis (PCA)*. O conjunto de dados foi arranjado em uma matriz de 9 linhas (amostras A a I) e 15 colunas (atributos avaliados). Os dados foram padronizados (matriz de correlação) e a *PCA* foi aplicada. Foi utilizado o *Softawe SensoMaker, version 1.0* (NUNES; PINHEIRO, 2012).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Composição centesimal, valor calórico e fibra alimentar solúvel e insolúvel

Foram realizadas análises nos ingredientes e nas barras alimentícias.

4.1.1 Ingredientes

A Tabela 3 representa os valores da composição centesimal dos ingredientes básicos utilizados na elaboração das barras alimentícias de sabor salgado.

Tabela 3 Valores médios da composição centesimal dos ingredientes básicos das barras alimentícias: granola salgada (soja, aveia, quinoa, linhaça e gergelim) e tomate parcialmente desidratado

	Umidade (%)	Proteínas (%)*	Lípidos (%)	Fibra Bruta(%)	Cinzas (%)	ENN (%)**
Granola salgada	5,0	21,18	21,59	17,95	2,12	32,16
Tomate parcialmente desidratado	21,91	14,56	1,22	16,40	5,60	40,31

*% Proteína = (%N x 6,25).

**Extrato não nitrogenado (calculado por diferença).

Conforme a Tabela 3, o teor de umidade da granola salgada apresentou-se baixo (5%), uma vez que seus ingredientes se encontravam parcialmente desidratados. A granola salgada foi composta por aveia (50%), linhaça (25%), soja (10%), gergelim (10%) e quinoa (5%). Mesmo com ingredientes que possuem baixos teores de umidade, a desidratação parcial se faz necessária para, além de diminuir o valor de umidade e de atividade de água do produto, inibir ou

eliminar o aparecimento de microrganismos indesejáveis, aumentando, assim, o tempo de vida útil do produto.

Os teores de proteínas e de lipídios na granola de sabor salgado se apresentaram próximos, entre 21 e 22%, fato que ocorre devido às características químicas dos ingredientes que a compõem. O teor de proteínas é consideravelmente elevado em todos os ingredientes presentes na granola salgada, sendo esses valores próximos ao teor proteico obtido na granola salgada. Em relação ao teor lipídico, ingredientes como linhaça, soja e gergelim apresentam valores elevados. Já os demais ingredientes (aveia e quinoa) apresentam menores teores de extrato etéreo em suas composições, sendo esses inferiores ao obtido na granola salgada. O teor de 21,59% de lipídios na granola de sabor salgado deu-se, provavelmente, à mescla de ingredientes com baixos e elevados teores de lipídios presentes em sua composição.

Estudos já realizados mostraram que os teores de proteína e lipídios dos ingredientes presentes na granola de sabor salgado estão próximos dos teores de proteína e lipídios encontrados na própria granola salgada. A presença de proteína é de até 24,5% na aveia, 25% na linhaça, 32,7% na soja, 20% no gergelim e 22% na quinoa, sendo todos os produtos integrais (CIABOTTI, 2004; LÁSZTITY, 1998; MATIACEVICH et al., 2006; MORRIS, 2001; NZIKOU et al., 2009). Esses valores de proteínas de cada ingrediente presente na granola, quando combinados, contribuíram no valor proteico encontrado na granola em estudo, em torno de 21,18%.

Em relação ao teor de lipídios, os mesmos estudos, aliados a outro estudo realizado por Wright et al. (2002 citado por BORGES et al., 2010), mostraram valores elevados para a linhaça (45%), gergelim (58%) e soja (16%). Já para os demais ingredientes, os teores são inferiores: 6% de extrato etéreo na quinoa e 10,9% na aveia. O teor lipídico encontrado na granola salgada se encontra em posição intermediária em relação ao teor lipídico dos ingredientes

presentes na mesma, estando em torno de 21,59%. A combinação de ingredientes com baixos e elevados teores de gordura na elaboração da granola de sabor salgado explica o valor observado.

Observa-se, também de acordo com a Tabela 3, considerado teor de fibra bruta na granola de sabor salgado, isso devido aos ingredientes presentes na referida granola, tendenciando, assim, o elevado teor de fibra observado.

A granola salgada, composta por aveia, linhaça, soja, gergelim e quinoa, apresentou 32,16% de extrato não nitrogenado (fração glicídica) em sua composição, sendo que esse valor se justifica, principalmente, pela presença de 50% de aveia na composição da mesma.

Granada et al. (2003) realizando uma caracterização de sete granolas comerciais distintas, encontraram valores de fibra total variando entre 0,31 e 2,31%, além de teores de carboidratos em torno de 70%. Já a granola de sabor salgado utilizada no presente estudo mostrou-se com 17% de fibra total e 32% de carboidratos. A discrepância desses teores pode estar nos próprios ingredientes utilizados, porém principalmente na fração utilizada dos mesmos. Alimentos integrais apresentam elevados teores de fibra, enquanto que alimentos processados ou com retirada de componentes externos apresentam maiores teores de carboidratos, principalmente quando utilizada a fração endosperma do alimento.

Já o tomate parcialmente desidratado apresentou-se com 21,91% de umidade, valor muito inferior ao teor de umidade do tomate *in natura*. A realização de uma desidratação muito severa pode causar efeitos indesejáveis ao tomate, como escurecimento ou grande deformação física do produto. A queda da umidade até o valor de 21,91% fez com que o produto apresentasse características semelhantes ao produto *in natura*, com teor de umidade consideravelmente inferior.

Para o tomate parcialmente desidratado, verifica-se, pelos dados da Tabela 3, baixo teor de lipídios e elevado teor de extrato não nitrogenado (carboidratos), chegando esse valor a 40,31%. Uma vez desidratado, o tomate apresenta elevado teor de açúcares redutores, tais como glicose e frutose, elevando, assim, o seu teor de extrato não nitrogenado.

A desidratação parcial do tomate fez com que o teor de proteínas no produto se elevasse, uma vez que esse valor, no tomate *in natura*, é baixo. Já o teor de fibra total no tomate parcialmente desidratado situou-se em torno de 16,40%, sendo esse valor relativamente elevado, uma vez que o tomate desidratado, principalmente em sua casca, apresenta altos valores de fibra.

De acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO (2011), o tomate cru apresenta, em média, 95,1% de umidade, 1,1% de proteínas, 0,2% de lipídios, 1,2% de fibra total, 0,5% de cinzas e 3,1% de carboidratos. A diminuição no teor de umidade do tomate cru para o tomate parcialmente desidratado fez com que outros constituintes, principalmente proteína, fibra total e carboidratos, elevassem seus valores, estando na faixa de 14,56%, 16,40% e 40,31%, respectivamente. Os teores de lipídeo (1,22%) e cinzas (5,60%) no tomate parcialmente desidratado também mostraram acréscimos, porém em menores proporções.

Furuya et al. (2008), analisando a composição química da polpa de tomate parcialmente desidratada, observaram valores de proteína próximos a 18%, de extrato etéreo em torno de 14% e de fibra total na faixa de 32%. Esses valores são muito distantes dos valores do tomate *in natura* citados na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2011) e mais próximos dos valores obtidos nas análises do tomate parcialmente desidratado utilizado na elaboração das barras alimentícias do presente estudo, confirmando que a desidratação do alimento faz com que a concentração dos outros componentes químicos, a não ser a água, aumente enquanto haja uma queda de umidade no produto.

4.1.2 Barras alimentícias

A Tabela 4 representa os valores da composição centesimal, valor calórico e fibra alimentar solúvel e insolúvel das barras alimentícias de sabor salgado desenvolvidas com diferentes agentes ligantes e em diferentes concentrações.

Tabela 4 Valores médios da composição centesimal, valor calórico e fibra alimentar das barras alimentícias elaboradas com diferentes agentes ligantes (amido modificado, AM; colágeno hidrolisado, CH; goma acácia, GA) em diferentes concentrações e respectivos coeficientes de variação

Barras Alimentícias (Tratamentos)	Composição Centesimal						Valor calórico (kcal/100g)	Fibra Alimentar	
	Umidade (%)	Proteína (%)*	Lipídeo (%)	Fibra Total (%)	Cinza (%)	ENN (%)**		Sol. (%)	Ins. (%)
4,5% A.M. (A)	2,82 a	18,25 b	12,30 a	23,72 b	4,51 a	38,40 a	337,37 a	5,15 b	18,57 b
6,5% A.M. (B)	2,64 b	17,80 b	11,32 a	21,65 b	4,54 a	42,05 a	341,32 a	4,01 b	17,64 b
8,5% A.M. (C)	2,49 b	16,64 b	12,87 a	19,79 b	4,56 a	43,65 a	357,04 a	5,02 b	14,77 b
4,5% C.H. (D)	2,60 b	27,44 a	13,95 a	25,17 b	4,26 a	26,58 b	341, 69 a	5,36 b	19,81 b
6,5% C.H. (E)	2,59 b	29,81 a	13,14 a	24,46 b	4,24 a	25,76 b	340, 58 a	3,67 b	20,79 b
8,5% C.H. (F)	3,12 a	32,59 a	11,81 a	23,70 b	4,22 a	24,56 b	334,94 a	4,02 b	19,68 b
4,5% G.A. (G)	2,45 b	19, 09 b	11,14 a	35,07 a	5,02 a	27,23 b	285, 62 b	9,92 a	25,15 a
6,5% G.A. (H)	2,45 b	17,39 b	11,93 a	37,05 a	4,95 a	26,23 b	281, 85 b	12,75 a	24,30 a
8,5% G.A. (I)	2,91 a	17, 28 b	11,19 a	39, 59 a	4,80 a	24,23 b	270, 12 b	14,37 a	25,22 a
CV (%)	5,33	4,48	4,17	8,18	8,19	7,06	3,93	9,31	9,50

Médias nas colunas, seguidas por letras iguais, não diferem entre si, 0,05% de significância, pelo Teste *Scott-Knott*. (CV% = Coeficiente de Variação).

*% Proteína = (%N x 6,25).

**Extrato não nitrogenado (calculado por diferença).

Conforme a Tabela 4, os teores de umidade das barras alimentícias desenvolvidas apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos A, F, I e os demais. Os maiores valores de umidade se apresentaram nas barras alimentícias F (8,5% CH), I (8,5% GA) e A (4,5% AM), com valores de 3,12%, 2,91% e 2,82%, respectivamente. Os demais tratamentos, mesmo apresentando diferença significativa com os tratamentos A, F e I, apresentaram valores ligeiramente inferiores a estes.

De um modo geral, os teores de umidade de todas as barras alimentícias desenvolvidas se apresentaram baixos, variando entre 2,45 e 3,12%. Valores baixos de umidade são de extrema importância para a manutenção da qualidade do produto, estendendo, assim, sua vida útil, visto que dificulta o surgimento e/ou crescimento de microrganismos indesejáveis.

Torres (2009) desenvolveu barras alimentícias contendo farelo de aveia e de arroz, juntamente com frutas exóticas, a citar semente de jaca e polpa de jenipapo. Os teores de umidade obtidos foram de 23,46% para a barra contendo semente de jaca e de 18,56% para a barra contendo polpa de jenipapo. Já Rodrigues Júnior et al. (2011) desenvolveram uma barra alimentícia contendo aveia, arroz, tomate, orégano, cebola e alho em pó, farinha de maracujá, entre outros ingredientes, sendo o teor de umidade da barra alimentícia em torno de 13%.

Alguns trabalhos conseguiram desenvolver barras alimentícias com reduzidos teores de umidade, como o de Wang, Zhang e Mujumdar (2012), que desenvolveram barras alimentícias à base de mandioca e à base de peixe com teores de umidade próximos aos teores de umidade das barras alimentícias de sabor salgado desenvolvidas no presente trabalho. Nas barras contendo mandioca, o teor de umidade se apresentou em torno de 3,5%, enquanto que nas barras contendo peixe, a umidade ficou em torno de 2,39%. No presente

trabalho, as barras alimentícias de sabor salgado apresentaram teores de umidade entre 2,45 e 3,12%.

Os maiores teores proteicos das barras alimentícias de sabor salgado foram observados quando o agente ligante utilizado foi o colágeno hidrolisado em soluções de 4,5%, 6,5% e 8,5%, as quais foram identificadas como barra alimentícia D, contendo 27,44% de proteína, E, contendo 29,81% de proteína e F, contendo 32,59% de proteína, apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) em relação às demais barras.

Diversas barras alimentícias vêm sendo desenvolvidas em estudos que buscam criar ou aprimorar ideias que conciliam alimentação prática e nutritiva. Um estudo conduzido por Nadeem et al. (2012) foi realizado e os pesquisadores desenvolveram uma barra alimentícia à base de concentrados proteicos, com o intuito de gerar um alimento com elevado teor proteico. Os teores de proteínas das barras desenvolvidas pelos autores variaram entre 7,41 e 14,96%. Esses valores se encontram abaixo dos teores encontrados nas barras alimentícias de sabor salgado desenvolvidas no presente estudo, inclusive nas barras que não possuem colágeno hidrolisado em suas composições.

Em outro estudo, de Freitas e Moretti (2006), foi desenvolvida uma barra alimentícia à base de aveia integral, proteína texturizada de soja e gérmen de trigo, além de banana desidratada, visando obter um alimento com elevados teores proteico e vitamínico. O resultado mostrou uma barra alimentícia contendo em torno de 15% de proteína em sua composição, esse valor também inferior aos teores de proteína obtidos nas barras alimentícias de sabor salgado desenvolvidas no presente estudo.

A composição lipídica das barras alimentícias desenvolvidas apresentou valores próximos entre todos os tratamentos elaborados, não havendo diferença significativa ($p > 0,05$) entre nenhum tratamento.

Os teores de lipídios nas barras alimentícias se apresentaram na faixa de 11,14% até 13,95%. Uma vez elaboradas com agentes ligantes quimicamente puros, tanto as barras alimentícias contendo amido modificado, quanto as barras contendo colágeno hidrolisado e goma acácia não sofreram contribuições desses agentes ligantes em relação aos seus teores lipídicos. Apenas os ingredientes básicos (granola salgada, tomate parcialmente desidratado, tempero e sal), principalmente o primeiro, pode ter gerado interferência no teor de ácidos graxos das barras alimentícias, mesmo ela sendo pequena, ou seja, sem diferença significativa entre os tratamentos.

De acordo com os ingredientes utilizados na elaboração das barras alimentícias de sabor salgado no presente estudo, a maioria dos ácidos graxos encontrados no produto é insaturada, fato muito importante devido às propriedades benéficas que essas substâncias podem gerar no organismo humano.

O teor lipídico das barras alimentícias de sabor salgado elaboradas no presente trabalho se apresentou inferior a muitas barras desenvolvidas em pesquisas nacionais e internacionais. Grden, Oliveira e Bertolozzo (2008) desenvolveram barras alimentícias como alimento compensador para praticantes de atividade física e atletas, utilizando como ingredientes flocos de aveia e de arroz, mel, xarope de glicose, açúcar invertido e sal, obtiveram produtos com teor de lipídios em torno de 20%.

O trabalho de Wang, Zhang e Mujumdar (2012), o qual os pesquisadores desenvolveram produtos com baixos teores de umidade como a do presente estudo, apresentou barras alimentícias com teores de lipídios entre 20,37 e 39,65%, sendo esses valores muito superiores aos encontrados nas barras alimentícias de sabor salgado desenvolvidas. Analisando as tendências atuais de mercado, produtos com baixos níveis de gordura podem ser uma alternativa para

os consumidores alcancarem hábitos de vida saudáveis e apresentarem, conseqüentemente, melhor qualidade de vida.

Analisando o teor de fibra total, as barras alimentícias G, H e I, contendo, respectivamente 4,5%, 6,5% e 8,5% de goma acácia em suas composições, apresentaram os maiores teores de fibra total, havendo diferença significativa ($p < 0,05$) em relação às demais barras alimentícias desenvolvidas sem adição de goma acácia.

As barras alimentícias G (4,5% GA), H (6,5% GA) e I (8,5% GA) apresentaram, respectivamente, 35,07%, 37,05% e 39,59% de fibra total em suas composições. De modo análogo ao que ocorreu com as barras alimentícias contendo colágeno hidrolisado (D, E e F), a composição química do próprio agente ligante interferiu significativamente no teor de determinado constituinte nas barras alimentícias. À medida que se elevou o teor de goma acácia nos agentes ligantes utilizados para elaboração das barras alimentícias G, H e I as mesmas apresentaram maiores teores de fibra total.

As barras alimentícias G, H e I apresentaram, para fibra solúvel, teores de 9,92%, 12,75% e 14,37%, respectivamente. Em relação à fibra insolúvel, os valores foram de 25,15% para a barra G, 24,30% para a barra H e 25,22% para a barra I. Tanto os teores de fibra solúvel quanto os teores de fibra insolúvel nos tratamentos G, H e I apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) em relação aos demais tratamentos que não apresentaram goma acácia em suas composições.

Gutkoski et al. (2007) desenvolveram barras alimentícias à base de aveia, a qual representou 43% da composição do produto. As barras apresentaram teores de proteína variando entre 9,79 e 12,37% e de fibra total variando entre 10,69 e 20,56%. Para ambos os constituintes, os valores ficaram abaixo dos encontrados nas barras alimentícias de sabor salgado desenvolvidas,

mostrando que essas últimas podem ser consideradas excelentes fontes de proteínas e fibras.

Já Paiva et al. (2012), aproveitando subprodutos e resíduos agroindustriais, desenvolveram barras alimentícias contendo quirera de arroz e castanha de pequi, além de resíduos de extrato de soja (*okara*) e de abacaxi desidratados, produtos que considerados excelentes fontes de fibra, principalmente fibra alimentar insolúvel. As barras apresentaram teor de fibra total de, no máximo, 21,19%, além de teores de fibra alimentar solúvel de, no máximo, 1,85% e de fibra alimentar insolúvel variando entre 10,21 e 19,34%. Observa-se que, tanto para o teor de fibra total, quanto para os teores de fibra alimentar solúvel e insolúvel, as barras alimentícias de sabor salgado desenvolvidas obtiveram valores maiores (máximo de 39,59% de fibra total; máximo de 14,36% de fibra solúvel e máximo de 25,22% de fibra insolúvel) em relação às barras alimentícias desenvolvidas com produtos altamente ricos em fibra, principalmente os resíduos de extrato de soja e de abacaxi desidratados.

Sampaio, Ferreira e Brazaca (2010) desenvolveram uma barra alimentícia contendo flocos de arroz, aveia em flocos, flocos de milho, maçã desidratada, chocolate, glicose de milho e açúcar mascavo, e obtiveram barras com teores de 6,01% de fibra total, 2,93% de fibra solúvel e 3,08% de fibra insolúvel. Esses valores são muito inferiores aos valores encontrados neste trabalho, tornando esses alimentos com elevados teores de fibra.

Foi verificado por O'Neill et al. (2001) que barras alimentícias administradas para pacientes hipercolesterolêmicos ajudam a reduzir os níveis de LDL-colesterol no sangue, principalmente pelo alto teor de fibra no produto.

De acordo com o *Institute of Medicine* - IOF (2008), Estados Unidos, a ingestão adequada para homens entre 19 e 50 anos é de 38g de fibra/dia, enquanto que, para mulheres, no mesmo estágio de vida, é de 25g de fibra/dia.

Porém, estudos vêm comprovando que teores diários de fibra acima de 30g podem apresentar efeitos maléficos no organismo humano.

Considerando o teor de fibra apresentado pelas barras alimentícias G, H e I, a ingestão de 25g desse produto contribui, para uma mulher entre 19 e 50 anos de idade, com 35,04%, 37,04% e 39,56%, respectivamente, da ingestão adequada de fibra diariamente.

Levando-se em consideração a classificação de fibra alimentar em fibra solúvel e insolúvel, estima-se que, para uma ingestão diária de 25g de fibra alimentar total, 18,75g seja de fibra insolúvel e 6,25g de fibra solúvel. Diante disso, as mesmas barras alimentícias G, H e I contribuem para 33,50%, 32,37% e 33,60%, respectivamente, da ingestão diária recomendada de fibra insolúvel e para 39,68%, 50,88% e 57,44%, respectivamente, da ingestão diária recomendada de fibra solúvel.

Quanto ao teor de cinzas, fração que expressa o teor de resíduo mineral fixo do produto, todas as barras alimentícias apresentaram valores próximos, situados entre 4,22% e 5,02%, não havendo diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos.

Ainda de acordo com a Tabela 4, observa-se que as barras alimentícias A, B e C, contendo, respectivamente, 4,5%, 6,5% e 8,5% de amido modificado em suas composições, apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) quanto ao teor de extrato não nitrogenado (carboidratos) em relação aos demais tratamentos.

Semelhante ao ocorrido com as barras alimentícias D, E e F, com o colágeno hidrolisado e G, H e I, com a goma acácia, à medida que se aumentou o teor de amido modificado nas barras alimentícias A, B e C, o teor de carboidratos também se elevou. A barra alimentícia A apresentou 38,40% de carboidratos; a barra B, 42,05% e a barra C, 43,65%. Mais uma vez, a

característica química do agente ligante interferiu significativamente ($p < 0,05$) no teor de um constituinte da barra alimentícia.

Em relação ao valor calórico das barras alimentícias de sabor salgado desenvolvidas, este se apresentou inferior nas barras alimentícias G, H e I, as quais contêm goma acácia em suas composições, havendo diferença significativa ($p < 0,05$) em relação às outras barras. As barras alimentícias contendo amido modificado e colágeno hidrolisado obtiveram maiores valores calóricos em relação às barras alimentícias G, H e I.

Os valores calóricos das barras alimentícias contendo amido modificado (A, B e C) e colágeno hidrolisado (D, E e F) em suas composições se situaram na faixa entre 334,94 e 357,04 kcal/100g de produto. Já para as barras alimentícias desenvolvidas com goma acácia, os valores calóricos se apresentaram entre 270,12 e 285,62 kcal/100g de produto.

Como os tratamentos A, B e C obtiveram maiores teores de carboidratos e os tratamentos D, E e F apresentaram maiores teores de proteínas, além de todos de terem baixos teores de fibra total e teores de lipídeos próximos, seus valores calóricos foram superiores em relação aos tratamentos G, H e I, os quais obtiveram baixos teores de carboidratos e proteínas, teores de lipídeos próximos aos demais tratamentos e elevado teor de fibra total, a qual não gera caloria considerável ao produto.

Considerando uma barra alimentícia contendo 25g, valor usualmente utilizado pelas empresas produtoras desse tipo de alimento, a barra G (4,5% GA) apresenta 71,04 kcal, a barra H (6,5% GA) em torno de 70,46 kcal e a barra I (8,5% GA), 67,53 kcal.

Esses valores estão bem abaixo dos valores calóricos encontrados em barras alimentícias de sabor doce desenvolvidas em pesquisas recentes. Norajit (2011) e Waterhouse (2010) desenvolveram barras com valor calórico próximo a 99 kcal para 25g de produto; Fonseca et al. (2011), 101,20 kcal para 25g de

produto; Nadeem et al. (2012), 103,66 kcal para 25g de produto; Wang, Zhang e Mujumdar (2012), 145,91 kcal para 25g de produto.

Em relação às barras alimentícias de sabor doce encontradas no mercado, não é diferente. Observando o rótulo nutricional de 6 barras de marcas diferentes, observou-se valores calóricos de 83 kcal, 86 kcal, 90 kcal, 101 kcal, 106 kcal e 110 kcal, para cada 25g de produto.

O uso de agentes ligantes com baixos valores calóricos e elevados teores de fibra, como amido modificado e goma acácia, faz com que as barras alimentícias apresentem vantagens frente às barras alimentícias de sabor doce, as quais utilizam agentes ligantes com elevadas quantidades de açúcares simples. Além disso, a presença de fibra no produto faz com que o mesmo apresente menor índice glicêmico, sendo esse fato importante, quando ingerido, no que se diz respeito a níveis sanguíneos de glicose e insulina no organismo humano.

Grden, Oliveira e Bortolozo (2008) desenvolveram barras alimentícias contendo mel, xarope de glicose e açúcar invertido, ingredientes com elevados teores de açúcares simples e que são comumente adicionados no desenvolvimento de barras de sabor doce. No presente estudo, as barras alimentícias de sabor salgado foram desenvolvidas com substituição total desses agentes ligantes por outros com menores índices glicêmicos, além de elevados teores de amido, proteína e fibra solúvel, a citar amido modificado, colágeno hidrolisado e goma acácia, respectivamente.

4.2 Viscosidade das soluções ligantes

A Tabela 5 expõe os valores da viscosidade das soluções ligantes de amido modificado (AM), colágeno hidrolisado (CH) e goma acácia (GA) utilizadas na elaboração das barras alimentícias de sabor salgado, em três concentrações.

Tabela 5 Valores médios da viscosidade (em mPa.s) das soluções ligantes de amido modificado (AM), colágeno hidrolisado (CH) e goma acácia (GA) utilizadas na elaboração das barras alimentícias e coeficiente de variação

Solução ligante	Viscosidade (mPa.s)
4,5% AM + 95,5% H ₂ O	3.496,83 c
6,5% AM + 93,5% H ₂ O	11.783,30 b
8,5% AM + 91,5% H ₂ O	35.500,00 a
4,5% CH + 95,5% H ₂ O	2,58 d
6,5% CH + 93,5% H ₂ O	2,87 d
8,5% CH + 91,5% H ₂ O	3,74 d
4,5% GA + 95,5% H ₂ O	5,39 d
6,5% GA + 93,5% H ₂ O	10,58 d
8,5% GA + 91,5% H ₂ O	12,51 d
CV (%)	3,15

Médias na coluna, seguidas por letras iguais, não diferem entre si, 0,05% de significância, pelo Teste *Scott-Knott*. (CV% = Coeficiente de Variação).

Os valores da viscosidade das soluções ligantes de amido modificado desenvolvidas apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre si e entre as demais soluções de colágeno hidrolisado e goma acácia.

Observou-se que os valores de viscosidade das soluções de amido modificado tendem a se elevarem à medida que as concentrações das soluções se elevam de 4,5% para 6,5% e 8,5%. Todas as soluções ligantes contendo amido modificado apresentaram viscosidade muito superiores em relação às demais soluções ligantes contendo colágeno hidrolisado e goma acácia.

Em relação às soluções ligantes contendo colágeno hidrolisado e goma acácia, quanto maior a concentração do agente ligante, maior o valor da viscosidade, assim como foi para as soluções contendo amido modificado. Porém, não houve diferença significativa ($p > 0,05$), quando comparadas as soluções de colágeno hidrolisado e de goma acácia.

Para uma mesma concentração de agente ligante, a solução de amido modificado se apresentou com maior viscosidade, seguida da solução de goma

acácia e, por fim, da solução de colágeno hidrolisado. Todavia, ainda analisando a mesma concentração do agente ligante, a solução de amido modificado apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) em relação às demais, enquanto não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as soluções de colágeno hidrolisado e goma acácia.

Enquanto, na solução de amido modificado, sob aquecimento, ocorre a gelatinização do amido e conseqüente formação de uma pasta viscosa, nas soluções de colágeno hidrolisado e de goma acácia ocorre formação de soluções com maior poder de adesividade, com menor valor de viscosidade e poder de geleificação.

Zórtea et al. (2011), avaliando a viscosidade aparente de soluções de pastas de amido nativo em concentrações em torno de 6%, observaram valores de até 2.000mPa.s. Esse valor se encontra abaixo do encontrado na solução de 5% de amido modificado elaborada no presente trabalho (3.496,83 mPa.s), visto que o amido modificado consegue gerar soluções mais viscosas e com volume maior, quando comparadas com soluções obtidas por amidos nativos, na mesma concentração.

Segundo Cecil (1992), algumas indústrias, tanto do setor alimentício quanto de outros setores, utilizam combinações de amidos pré-gelatinizados com outras substâncias com poder de adesividade, como gomas vegetais, gomas resistentes à água e colas adequadas, para gerar substâncias com poder elevado de cola. Esse fato pode ser comprovado pela baixa viscosidade e pelo elevado poder de adesividade das soluções de colágeno hidrolisado e goma acácia desenvolvidas no presente trabalho.

A viscosidade de soluções de proteínas varia muito, dependendo da concentração das soluções e da estrutura molecular da proteína. Soluções de gelatina são extremamente viscosas a elevadas concentrações, enquanto que as

proteínas do soro formam soluções de viscosidades muito baixas, mesmo em concentrações muito altas (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

Soluções de goma acácia se tornam muito viscosas somente a altas concentrações, devido à sua estrutura altamente ramificada. Trabalhos desenvolvidos pela *Food Ingredients Brasil* (2011) mostraram que soluções contendo entre 3 e 10% de goma acácia apresentaram viscosidade entre, aproximadamente, 1 e 20mPa.s. Esses valores estão próximos aos encontrados nas soluções ligantes de goma acácia desenvolvidas para elaboração das barras alimentícias no presente estudo, sendo que as soluções ligantes contendo 4,5%, 6,5% e 8,5% apresentaram, respectivamente, viscosidades de 5,39mPa.s, 10,58mPa.s e 12,51mPa.s.

Em relação às soluções desenvolvidas, a solução contendo apenas 5% de amido modificado apresentou viscosidade de 3.496,83mPa.s. Soluções contendo em torno de 35% de goma acácia apresentam uma viscosidade de, aproximadamente, 1.200mPa.s (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011), valor com cerca de 1/3 menor do que o valor da viscosidade da solução de amido contendo seis vezes menos soluto. Esses dados confirmam que soluções de amido modificado se tornam mais viscosas com o aquecimento, enquanto soluções de goma acácia, assim como soluções de colágeno hidrolisado, podem apresentar maior poder de adesividade.

4.3 Minerais

Na Tabela 6 são representados os teores de minerais das barras alimentícias de sabor salgado desenvolvidas e os valores da Ingestão Dietética de Referência, *Dietary Reference Intake (DRI)*, de cada mineral analisado, de acordo com IOM (2008). Os minerais analisados foram magnésio, cobre, manganês, zinco, ferro e sódio.

Tabela 6 Valores médios do teor de minerais das barras alimentícias de sabor salgado elaboradas com diferentes agentes ligantes (amido modificado, AM; colágeno hidrolisado, CH; goma acácia, AG) e respectivos coeficientes de variação e valores da Ingestão Dietética de Referência, *Dietary Reference Intake (DRI)*, de cada mineral, para homens entre 19 e 30 anos

Barras Alimentícias (Tratamentos)	Minerais (mg mineral / 100g barra alimentícia)					
	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe	Na
4,5% A.M. (A)	180 a	1,23 a	1,41 b	3,21 c	11,45 d	360 c
6,5% A.M. (B)	140 a	0,91 c	1,25 c	3,25 c	11,85 c	410 b
8,5% A.M. (C)	170 a	0,71 d	0,90 e	3,14 d	12,06 c	420 b
4,5% C.H. (D)	180 a	0,63 e	1,06 d	3,78 a	10,58 f	340 c
6,5% C.H. (E)	160 a	0,46 g	1,21 c	2,72 e	9,92 g	400 b
8,5% C.H. (F)	180 a	0,32 h	1,38 b	3,29 c	11,12 e	360 c
4,5% G.A. (G)	200 a	0,57 f	1,60 a	3,12 d	12,41 b	530 a
6,5% G.A. (H)	190 a	0,71 d	1,45 b	3,08 d	13,37 a	535 a
8,5% G.A. (I)	210 a	0,97 b	1,66 a	3,52 b	12,50 b	550 a
CV (%)	12,91	4,12	2,68	1,43	1,11	5,41
DRI	330 ¹	0,70 ¹	2,30 ²	9,4 ¹	6 ¹	1500 ²

Médias nas colunas, seguidas por letras iguais, não diferem entre si, 0,05% de significância, pelo Teste *Scott-Knott*. (CV% = Coeficiente de Variação).

¹ Ingestão dietética de referência (DRI) – Necessidade média estimada (EAR) para homens entre 19 e 30 anos. Referência: *Food and Nutrition Information Center* (2010).

² Ingestão dietética de referência (DRI) – Ingestão Adequada (AI) para homens entre 19 e 30 anos. Referência: *Food and Nutrition Information Center* (2010).

O teor dos minerais acima analisados, a citar cobre, manganês, zinco, ferro e sódio, apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. Já o mineral magnésio não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) entre as barras alimentícias desenvolvidas.

A barra alimentícia I, contendo 8,5% de goma acácia, apresentou os maiores teores dos minerais analisados, sendo a barra com maior teor de magnésio (Mg), manganês (Mn) e sódio (Na), além de apresentar elevados teores de cobre (Cu), zinco (Zn) e ferro (Fe).

Analisando-se uma porção de 25g de barra alimentícia, sendo essa a porção geralmente encontrada nas barras alimentícias comerciais, observa-se

que, para a barra alimentícia I, a qual apresentou os maiores teores dos minerais analisados, tem-se 52,5mg de magnésio, 0,24 mg de cobre, 0,41 mg de manganês, 0,88 mg de zinco, 3,12 mg de ferro e 137,5 mg de sódio. Baseando-se nas *DRI*'s (FOOD AND NUTRITION INFORMATION CENTER, 2010), esses teores de minerais representam 15,9% do magnésio, 34,3% do cobre, 18% do manganês, 9,4% do zinco, 52% do ferro e 9,2% do sódio estimados ou adequados na ingestão diária de homens entre 19 e 30 anos.

A presença de ferro nas barras alimentícias de sabor salgado desenvolvidas merece destaque, uma vez que o teor desse mineral variou entre 9,92mg (barra E) e 13,37mg (barra H) para 100g de produto, representando, assim, 41,3% (barra E) e 56% (barra H) do ferro estimado na ingestão diária de homens entre 19 e 30 anos, considerando-se uma porção de 25g de produto. De um modo geral, todas as barras alimentícias apresentaram elevados teores de ferro, principalmente os tratamentos G, H e I, os quais contêm goma acácia em suas composições.

O ferro é importante no transporte de oxigênio e de gás carbônico do sangue, no processo de respiração celular e na síntese da hemoglobina, na qual a presença do cobre é essencial, atuando também no funcionamento adequado dos mecanismos de defesa imunológica, na maturação dos leucócitos e de hemácias, no transporte de ferro e em outros mecanismos orgânicos (COZZOLINO, 2012; MAHAN; ESCOTT-STUMP, 2010).

O teor de cobre também se mostrou elevado, principalmente nas barras alimentícias contendo amido modificado (A, B e C) e goma acácia (G, H e I), variando, entre 0,14mg (barra G) e 0,31mg (barra A), considerando porções de 25g de produto. Esses valores representam 20% e 44% do teor de cobre estimado na ingestão diária de homens entre 19 e 30 anos.

O sódio, mineral que vem merecendo cada vez mais atenção em relação à sua ingestão devido a possíveis problemas que ele acarreta na saúde humana,

foi encontrado em teores pequenos nas barras alimentícias desenvolvidas. As barras alimentícias contendo goma acácia apresentaram os maiores teores de sódio, com diferença significativa ($p < 0,05$) em relação às demais, possivelmente pela presença desse mineral na composição da goma acácia, uma vez que com o aumento do teor de goma acácia no produto, houve o aumento no teor de sódio no mesmo.

A barra alimentícia I, contendo 8,5% de goma acácia, foi a barra que obteve o maior teor de sódio. Uma barra alimentícia desse tratamento, contendo 25g, apresenta 137,5mg de sódio, o que representa 9,2% do teor de sódio adequado na ingestão diária de homens entre 19 e 30 anos. A barra alimentícia D, a qual obteve o menor teor de sódio entre todas as barras, contendo 5% de colágeno hidrolisado, apresenta teor de 85mg de sódio em 25g de produto, o que representa apenas 5,7% do teor de sódio adequado na ingestão diária desse mineral para homens entre 19 e 30 anos.

Freitas e Moretti (2006) desenvolveram uma barra alimentícia de elevado teor proteico e vitamínico. Cada 100g de produto se mostrou com 77mg de magnésio, 0,36mg de cobre, 3,51mg de manganês, 5,10mg de ferro e 2,95mg de zinco. Em relação aos nutrientes magnésio e ferro, todas as barras alimentícias de sabor salgado apresentaram maior superioridade em seus teores, enquanto que para os nutrientes cobre e zinco, oito das nove barras alimentícias desenvolvidas obtiveram quantidades maiores desses minerais. Apenas o micronutriente manganês se apresentou em menor concentração nas barras desenvolvidas pelo presente trabalho.

Fonseca et al. (2011) desenvolveram uma barra alimentícia com casca de abacaxi e obtiveram um produto, considerando uma porção de 100g, com 103mg de magnésio, 0,31mg de cobre, 1,72mg de zinco, 1,87mg de ferro e 13mg de sódio. Para todos esses constituintes, seus teores foram menores em comparação com as barras alimentícias de sabor salgado desenvolvidas.

4.4 Atividade antioxidante

Os valores da atividade antioxidante total (ATT) das barras alimentícias de sabor salgado desenvolvidas estão representados na Tabela 7.

Tabela 7 Valores médios da atividade antioxidante total (AAT) das barras alimentícias elaboradas com diferentes agentes ligantes (amido modificado, AM; colágeno hidrolisado, CH; goma acácia, GA), expressos em EC₅₀ (g barra alimentícia/g DPPH), e coeficiente de variação

Barras Alimentícias (Tratamentos)	EC ₅₀ (mg/L)
4,5% A.M. (A)	188,00 a
6,5% A.M. (B)	186,16 a
8,5% A.M. (C)	188,66 a
4,5% C.H. (D)	187,33 a
6,5% C.H. (E)	185,83 a
8,5% C.H. (F)	187,33 a
4,5% G.A. (G)	184,50 b
6,5% G.A. (H)	184,16 b
8,5% G.A. (I)	182,16 b
CV (%)	0,57

Médias na coluna, seguidas por letras iguais, não diferem entre si, 0,05% de significância, pelo Teste *Scott-Knott*. (CV% = Coeficiente de Variação).

Os resultados da atividade antioxidante total foram expressos em coeficiente de eficiência (EC₅₀) que representa a concentração do extrato necessária para inibir 50% do radical DPPH contido na solução utilizada nas análises. Dessa forma, quanto menor o valor do EC₅₀, maior será a atividade antioxidante da amostra.

Conforme a Tabela 7, a atividade antioxidante das barras alimentícias de sabor salgado apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. De um modo geral, os valores de EC₅₀ encontrados estão bem próximos entre as barras alimentícias, variando entre 182,16 mg/L e 188,66 mg/L.

As barras alimentícias contendo goma acácia em suas composições apresentaram os menores valores de EC_{50} , sendo de 184,50mg/L para o tratamento G, 184,16mg/L para o tratamento H e 182,16mg/L para o tratamento I.

Os ingredientes utilizados na elaboração das barras alimentícias, principalmente os ingredientes básicos como aveia, quinoa, soja, linhaça, gergelim e tomate desidratado, são alimentos que apresentam elevada atividade antioxidante, contribuindo, assim, para baixos valores de EC_{50} no produto.

As barras alimentícias desenvolvidas apresentaram teores de EC_{50} próximos aos encontrados em outros alimentos com níveis consideráveis de antioxidantes. Sousa, Vieira e Lima (2011), analisando a capacidade antioxidante de resíduo de polpa de fruta de goiaba, acerola, graviola e cupuaçu, alimentos ricos em antioxidantes, encontraram valores de EC_{50} entre 142,89mg/L (goiaba) e 612,37mg/L (graviola). Já Pinela et al. (2012), caracterizando propriedades bioativas de tomates, alimentos com elevados teores de licopeno, encontraram valores de EC_{50} de até 163mg/L. Melo (2010), analisando a atividade biológica de resíduos agroindustriais, como os bagaços, encontrou valores de EC_{50} entre 200mg/L e 4.350mg/L.

A falta de pesquisas recentes envolvendo análises de atividade antioxidante em barras alimentícias dificultou a comparação entre os resultados obtidos no presente trabalho com produtos similares de outros estudos. Houve a necessidade de analisar os resultados encontrados nas barras alimentícias de sabor salgado, embasando-se em outros tipos de alimento.

4.5 pH

Os valores do pH das barras alimentícias desenvolvidas estão representados na Tabela 8.

Tabela 8 Valores médios do pH das barras alimentícias elaboradas com diferentes agentes ligantes (amido modificado, AM; colágeno hidrolisado, CH; goma acácia, GA) e coeficiente de variação

Barras Alimentícias (Tratamentos)	pH
4,5% A.M. (A)	4,75 c
6,5% A.M. (B)	4,93 b
8,5% A.M. (C)	4,90 b
4,5% C.H. (D)	4,90 b
6,5% C.H. (E)	4,94 b
8,5% C.H. (F)	5,01 a
4,5% G.A. (G)	4,83 c
6,5% G.A. (H)	4,83 c
8,5% G.A. (I)	4,90 b
CV (%)	0,97

Médias na coluna, seguidas por letras iguais, não diferem entre si, 0,05% de significância, pelo teste *Scott-Knott* (CV% = Coeficiente de Variação).

Os valores do pH encontrados nas barras alimentícias de sabor salgado desenvolvidas apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos. Os maiores valores foram observados nas barras alimentícias contendo colágeno hidrolisado, porém, estatisticamente, alguns desses valores não apresentaram diferença significativa com outros valores, tanto das barras elaboradas com amido modificado quanto das barras contendo goma acácia.

Diante dos dados apresentados, possivelmente a baixa quantidade de agente ligante adicionado nas barras alimentícias ou a proximidade do valor do pH de cada agente ligantes não foi determinante em relação às alterações drásticas nos valores do pH das mesmas. Além disso, mesmo os tratamentos apresentando diferenças significativas ($p < 0,05$), os valores obtidos são muito próximos uns dos outros, variando entre 4,75 e 5,01, representando uma amplitude de apenas 0,26 entre o menor e maior valor.

As barras alimentícias contendo goma acácia apresentaram os menores valores de pH entre todas as barras desenvolvidas. Esse fato pode estar associado à presença de ácidos na composição da goma acácia, a qual é um

exsudado vegetal formado por unidades de D-galactopiranosose unidas por ligações glicosídicas β -1,3, além de cadeias laterais com diferentes estruturas químicas, entre elas a do ácido D-glucorônico (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

Diante dos valores de pH encontrados que se apresentaram semelhantes em relação às barras alimentícias desenvolvidas em outros estudos. Paiva et al. (2012) desenvolveram barras alimentícias contendo, principalmente, arroz e resíduo de soja, as quais obtiveram valores de pH entre 4,58 e 4,98. Freitas e Moretti (2005), elaborando barras com, entre outros ingredientes, proteína de soja, aveia e gérmen de trigo, observaram valores de pH entre 4,83 e 5,32 em seus produtos. Aramouni e Abu-Gloush (2010), também utilizando trigo e soja nas barras alimentícias, além de goma arábica, encontraram valores de pH entre 5,11 e 5,32 nas mesmas.

Os valores de pH das barras alimentícias do presente estudo apresentaram-se relativamente baixos, indicando um produto levemente ácido e com pH abaixo do valor ideal para o desenvolvimento da maioria dos microrganismos patogênicos.

Já está bem estabelecido que a maioria dos microrganismos cresce melhor com valores de pH em torno de 7,0, mais precisamente na faixa 6,6-7,5, apesar de alguns poucos poderem crescer em pH abaixo 5,0, como *Alicyclobacillus* spp., *Salmonella* spp., mofos e leveduras (JAY, 2005). Porém, fatores intrínsecos, como pH, umidade e potencial de oxidação-redução, entre outros, e extrínsecos como temperatura, umidade relativa do meio e concentração de gases, como outros, são levados em consideração simultaneamente para o desenvolvimento ou não de microrganismos nos alimentos.

4.6 Atividade de água

A Tabela 9 representa os teores de atividade de água encontrados nas barras alimentícias.

Tabela 9 Teores médios da atividade de água (a_w) das barras alimentícias de sabor salgado elaboradas com diferentes agentes ligantes (amido modificado, AM; colágeno hidrolisado, CH; goma acácia, GA) e coeficiente de variação

Barras Alimentícias (Tratamentos)	Atividade de água (a_w)
4,5% A.M. (A)	0,366 a
6,5% A.M. (B)	0,373 a
8,5% A.M. (C)	0,360 a
4,5% C.H. (D)	0,343 b
6,5% C.H. (E)	0,336 b
8,5% C.H. (F)	0,360 a
4,5% G.A. (G)	0,340 b
6,5% G.A. (H)	0,346 a
8,5% G.A. (I)	0,326 b
CV (%)	4,09

Médias na coluna, seguidas por letras iguais, não diferem entre si, 0,05% de significância, pelo Teste *Scott-Knott*. (CV% = Coeficiente de Variação).

As barras alimentícias desenvolvidas apresentaram teores de atividade de água próximos, mesmo havendo diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. As barras A, B e C, as quais contêm amido modificado, tiveram os maiores teores de atividade água, porém estes a 0,05% de significância são iguais aos tratamentos F e H, os quais apresentam 8,5% de colágeno hidrolisado e 6,5% de goma acácia, respectivamente.

A água presente nos alimentos pode apresentar-se na forma de molécula livre ou ligada ao substrato. A atividade de água (a_w) é um dos fatores intrínsecos dos alimentos e é uma medida qualitativa que possibilita avaliar a disponibilidade de água livre que é suscetível a diversas reações, ao passo que o teor de umidade é uma medida meramente quantitativa, medindo o percentual, em peso, de toda água presente no alimento, tanto livre quanto ligada. A

atividade de água, comparada ao teor de umidade, seria o parâmetro mais adequado para avaliar a qualidade de qualquer produto alimentício, pois todas as reações bioquímicas e a atividade microbiana são afetadas diretamente pelo seu teor.

O valor da atividade de água nos alimentos pode ser quantificado e varia entre 0 e 1. Valores de atividade de água menores que 0,900 inibem usualmente o crescimento da maioria das bactérias patogênicas, com exceção do *S. aureus*, que pode crescer a 0,860 de a_w , em condições de aerobiose. A contaminação por fungos ocorre em ampla faixa de crescimento, sendo capazes de tolerar níveis de a_w mais reduzidos, se comparados aos das bactérias (ALZAMORA, 1984). Segundo Bell e Labuza (1992), para a maioria dos alimentos, o crescimento microbiano, aliado à produção de toxinas, é prevenido com atividade de água abaixo de 0,6. Além disso, a atividade enzimática, em temperatura ambiente, de um modo geral, só tem sua velocidade relativa aumentada em teores de atividade de água próximos a 0,500 (GARCIA, 2004).

Como observado na Tabela 9, os valores de atividade de água obtidos nas barras alimentícias se apresentaram entre 0,326 e 0,373, estando muito abaixo do valor 0,600, o qual é considerado o valor mínimo para crescimento de microrganismos em alimentos. O processo de secagem realizado nas barras alimentícias provavelmente contribuiu para a obtenção de produtos com baixos valores de umidade e de atividade de água. Baixos valores de a_w , aliados a teores baixos de umidade, geram um alimento mais seguro em relação ao surgimento de microrganismos, o que seria desejável tanto para o produtor, quanto para o consumidor.

Barras alimentícias desenvolvidas em pesquisas recentes mostram valores de atividade de água acima dos encontrados no presente estudo. Gutkoski et al. (2007) desenvolveram sete barras alimentícias distintas à base de aveia e os valores de atividade de água variaram entre 0,598 e 0,702. Teores de

a_w ligeiramente superiores a 0,700 deixam o alimento com potencial para o surgimento e/ou crescimento de certas bactérias, como as halofílicas.

Já Sun-Waterhouse et al. (2010), desenvolvendo barras alimentícias, utilizando como ingrediente a maçã, obtiveram produtos com atividade de água na faixa entre 0,440 e 0,480. Além desses, Freitas e Moretti (2005), em suas barras alimentícias à base de gérmen de trigo e proteína de soja, encontraram valores de a_w entre 0,613 e 0,672. Esses valores, um pouco superiores ao valor 0,6, já tornam o alimento susceptível ao crescimento de determinados fungos e bolores.

4.7 Análise microbiológica

Os resultados da análise microbiológica realizada nas barras alimentícias de sabor salgado, após 20 dias de armazenamento, estão representados na Tabela 10. A tabela também expõe os teores máximos de microrganismos permitidos pela RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001).

Tabela 10 Contagem microbiológica de coliformes, *Bacillus cereus*, *Salmonella* sp. e fungos nas barras alimentícias elaboradas com agentes ligantes em diferentes proporções após 20 dias de armazenamento

	Amido Modificado			Colágeno Hidrolisado			Goma Acácia			Máximo permitido*
	4,5% (A)	6,5% (B)	8,5% (C)	4,5% (D)	6,5% (E)	8,5% (F)	4,5% (G)	6,5% (H)	8,5% (I)	
Coliformes a 45°C	ausente	36/g	9,2/g	3,6/g	43/g	29/g	43/g	9,2/g	Ausente	50/g
<i>Bacillus cereus</i> (UFC/g) (est.)	25	50	20	5	25	15	5	15	50	500
<i>Salmonella</i> sp/25g	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Fungos (UFC/g) (est.)	10	10	10	10	25	10	30	30	15	**

*Resolução n° 12, de 2 de janeiro de 2001, Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (BRASIL, 2001).

**Não especificado pela legislação.

(UFC: Unidades Formadoras de Colônia)

Conforme demonstrado na Tabela 10, as análises microbiológicas realizadas nas barras alimentícias foram em relação à presença de coliformes a 45°C, *Bacillus cereus*, *Salmonella* sp. e fungos. De acordo com a RDC nº12, de 2 de janeiro de 2001, da ANVISA, valores máximos são estipulados para coliformes a 45°C (50/g), *Bacillus cereus* (500 UFC/g) e ausência de *Salmonella* sp (BRASIL, 2001).

Em relação à presença de coliformes a 45°C, valores de até 50 para cada 1 grama do produto são permitidos. Em todas as barras alimentícias desenvolvidas, o número de coliformes para cada grama do produto foi menor do que o máximo permitido pela legislação.

As barras alimentícias apresentaram também baixa contagem de *Bacillus cereus*, uma vez que até 500 UFC/g de produto é permitido pela resolução vigente. Os valores encontrados nas barras desenvolvidas não foram superiores a 50 UFC/g. Além disso, a ausência de *Salmonella* sp. é exigida pela legislação, e as análises não acusaram a presença desse microrganismo nas barras alimentícias.

Foi realizada também a análise em relação à presença de fungos no produto. Apesar de a legislação não citar parâmetros de controle em relação a esses microrganismos, a análise foi realizada e os valores encontrados foram baixos, não ultrapassando 30 UFC/g de produto.

A obtenção de um produto com baixos índices de contagem de microrganismos é fundamental para se ter um alimento seguro, consequentemente estendendo a vida útil do mesmo. Mourão et al. (2009) obtiveram, para barras alimentícias, valores dentro dos padrões da legislação brasileira, encontrando menos de 100 UFC/g de produto para *Bacillus cereus*, menos de 3 coliformes a 45°C por grama de produto e ausência de *Salmonella* sp. Sampaio et al. (2009), desenvolvendo barras alimentícias, também

encontraram valores menores que 100 UFC/g de produto para *Bacillus cereus* e produtos ausentes de *Salmonella* sp.

Barras alimentícias elaboradas com polpa e amêndoa de baru, desenvolvidas por Lima et al. (2010) também apresentaram baixos valores referentes às análises microbiológicas realizadas no produto. A contagem de coliformes a 45°C foi menor que 50/g; de *Bacillus cereus*, menor que 500 UFC/g, enquanto que, para *Salmonella* sp., não houve presença desse tipo de microrganismo.

Embora a RDC n° 12 não estipule um teor máximo na contagem de fungos em barras alimentícias, os valores encontrados nas barras alimentícias de sabor salgado desenvolvidas no presente estudo foram baixos (BRASIL, 2001).

De acordo com Deibel e Swanson (2001), o perfil microbiológico normal de fungos para produtos desidratados à base de cereais, como no caso das barras alimentícias de sabor salgado desenvolvidas, é de 10^2 até 10^5 UFC/g. O valor máximo encontrado nas barras desenvolvidas no presente trabalho foi de 105 UFC/g, valor dentro do esperado.

Um estudo conduzido por Stelato et al. (2010), envolvendo análises para averiguar uma possível contaminação fúngica em barras alimentícias comercializadas na cidade de Campinas/SP, mostrou que, no primeiro lote avaliado, de um total de 20 amostras, 8 estavam contaminadas com elevados valores de fungos. No segundo lote analisado, também composto por 20 amostras, 11 delas estavam contaminadas. Os fungos encontrados em ambos os lotes foram dos gêneros *Candida* sp, *Mucor* sp, *Rhizopus* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. e *Cladosporium* sp.

Barras alimentícias não estão isentas de contaminação fúngica, mesmo a legislação brasileira vigente não estabelecendo controle de fungos nesse tipo de alimento, representando, assim, um risco adicional à saúde do consumidor. Dependendo da espécie de fungo encontrada, pode haver indícios de

contaminação por micotoxinas, o que poderia gerar graves consequências para quem as ingeriu.

4.8 Cor

A Tabela 11 representa os resultados da análise de cor das barras alimentícias.

Tabela 11 Valores médios dos parâmetros de cor das barras alimentícias de sabor salgado elaboradas com diferentes agentes ligantes (amido modificado, AM; colágeno hidrolisado, CH; goma acácia, GA) e respectivos coeficientes de variação

Barras alimentícias (Tratamentos)	Parâmetros de cor		
	L*	a*	b*
4,5% A.M. (A)	28,57 a	4,63 a	6,42 a
6,5% A.M. (B)	26,74 a	4,14 a	6,72 a
8,5% A.M. (C)	27,40 a	3,05 a	6,92 a
4,5% C.H. (D)	27,19 a	3,18 a	7,46 a
6,5% C.H. (E)	27,02 a	3,46 a	7,31 a
8,5% C.H. (F)	27,06 a	3,36 a	7,18 a
4,5% G.A. (G)	26,72 a	4,85 a	6,95 a
6,5% G.A. (H)	26,53 a	3,40 a	7,09 a
8,5% G.A. (I)	25,25 a	3,92 a	6,70 a
CV(%)	11,47	14,44	18,34

Médias nas colunas, seguidas por letras iguais, não diferem entre si, 0,05% de significância, pelo Teste *Scott-Knott*. (CV% = Coeficiente de Variação).

De acordo com a referida tabela, as barras alimentícias elaboradas não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre si em relação aos parâmetros de cor analisados. Tanto para a luminosidade (L*), quanto para as variações de verde ao vermelho (a*) e de azul ao amarelo (b*), os valores encontrados foram bastante próximos entre todos os tratamentos.

O valor L* das barras alimentícias desenvolvidas se apresentou variando entre 25,25 e 28,57. Como seu valor é medido em uma escala de 0 (preto) a 100

(branco), observa-se que os produtos apresentaram um luminosidade baixa, estando mais próximos do preto do que do branco.

Em relação ao valor de a^* , as barras apresentaram valores entre 3,05 e 4,85, estando esses em posição intermediária em relação à escala utilizada na medição, a qual varia entre os valores -60 (verde) a +60 (vermelho). Os valores de b^* também se encontram próximos às posições intermediárias: nas barras alimentícias, variaram entre 6,42 e 7,46, sendo que, na escala utilizada na medição, seu valor é medido entre -60 (azul) ao +60 (amarelo).

Apesar da variação não só ocorrer nos tipos de agentes ligantes, como também em suas concentrações, essas não foram suficientes para gerar uma distinção significativa nos parâmetros de cor das barras alimentícias de sabor salgado desenvolvidas.

Embora haja diferença de cor entre os agentes ligantes, assim como entre suas soluções, quando adicionados os ingredientes básicos, aliado ao posterior processo de secagem do produto, as barras alimentícias obtidas apresentaram valores próximos em relação aos parâmetros de cor analisados. Provavelmente, a manutenção fixa da quantidade dos ingredientes básicos, juntamente com o processo de secagem das barras alimentícias foram determinantes para a obtenção desses resultados.

Silva et al. (2009), desenvolvendo barras alimentícias contendo aveia, milho, arroz e resíduo de maracujá, obtiveram valores de L^* entre 46,4 e 65,0; de a^* entre 3,4 e 7,9 e de b^* entre 18,0 e 22,4. Sun-Waterhouse et al. (2010) também encontraram valores próximos a 60,0 para L^* , próximos a 5,0 para a^* e próximos a 20 para b^* em suas barras alimentícias desenvolvidas.

Outros estudos realizados apresentam valores ainda maiores para os parâmetros analisados, principalmente em relação à luminosidade (L^*). Aramouni e Abu-Ghoush (2010), elaborando barras alimentícias à base de soja e trigo, observaram valores de L^* acima de 80,0, enquanto que a^* se apresentou

em torno de 3,5 e b^* em torno de 10,0. Norajit et al. (2011) obtiveram barras com valores de L^* variando entre 57,29 e 86,69. Já os valores de a^* e b^* foram respectivamente, -2,02 a 1,09 e 13,63 a 17,42.

De um modo geral, as barras alimentícias de sabor salgado desenvolvidas no presente estudo, em relação a trabalhos já estudados, apresentaram valores menores de L^* , o que significa que são produtos mais próximos do preto do que do branco. O processo de secagem das barras de sabor salgado, possivelmente, tornou os produtos com baixos índices de luminosidade, enquanto que barras de sabor doce desenvolvidas em diversas pesquisas, com elevados valores de L^* , não foram submetidas ao processo de secagem após serem elaboradas.

Em relação aos parâmetros a^* (verde ao vermelho) e b^* (azul ao amarelo), tanto as barras alimentícias de sabor salgado, quanto às barras desenvolvidas em outros trabalhos, apresentaram valores próximos. Possivelmente o fato de serem utilizados como base os mesmos ingredientes, tais como aveia e soja, além de outros grãos e sementes, foi determinante para a obtenção desses valores, tornando o processo de secagem, provavelmente, fator de interferência apenas na luminosidade do produto.

4.9 Análise do perfil de textura (TPA)

A Tabela 12 representa os resultados da análise do perfil de textura das barras alimentícias desenvolvidas.

Foi realizada a análise do perfil de textura das barras alimentícias de sabor salgado em relação aos parâmetros dureza (força necessária para atingir uma dada deformação), fracturabilidade (força com que o material se fratura) e mastigabilidade (energia requerida para mastigar um alimento sólido até o ponto de ser engolido).

Tabela 12 Valores médios dos resultados da análise do perfil de textura (*TPA*) para os parâmetros dureza, fracturabilidade e mastigabilidade realizada nas barras alimentícias de sabor salgado elaboradas com diferentes agentes ligantes (amido modificado, AM; colágeno hidrolisado, CH; goma acácia, GA) e respectivos coeficientes de variação

Barras alimentícias (Tratamentos)	<i>TPA</i>		
	Dureza (N)	Fracturabilidade (N)	Mastigabilidade
4,5% A.M. (A)	154,38 a	28,22 a	4,48 b
6,5% A.M. (B)	109,20 a	40,70 a	2,68 b
8,5% A.M. (C)	158,03 a	16,46 a	4,54 b
4,5% C.H. (D)	132,13 a	35,14 a	5,95 b
6,5% C.H. (E)	101,76 a	15,19 a	1,87 b
8,5% C.H. (F)	153,07 a	36,30 a	4,10 b
4,5% G.A. (G)	144,19 a	19,17 a	10,94 a
6,5% G.A. (H)	111,92 a	29,31 a	11,34 a
8,5% G.A. (I)	105,54 a	33,88 a	12,55 a
CV (%)	31,73	59,13	56,17

Médias nas colunas, seguidas por letras iguais, não diferem entre si, 0,05% de significância, pelo Teste *Scott-Knott*. (CV% = Coeficiente de Variação).

Os parâmetros dureza e fracturabilidade não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos de barras alimentícias. Todavia, quando analisado o parâmetro mastigabilidade, as barras alimentícias G (4,5% de goma acácia), H (6,5% de goma acácia) e I (8,5% de goma acácia) apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) em relação às demais barras.

As barras alimentícias apresentaram valores para o parâmetro dureza entre 101,76N (tratamento E) e 158,03N (tratamento C), não podendo ser feita uma relação entre o agente ligante utilizado e os valores encontrados, uma vez que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos. O mesmo se aplica ao parâmetro fracturabilidade, o qual se apresentou nas barras alimentícias entre 15,19 N e 40,70 N.

Já em relação ao parâmetro mastigabilidade, os valores variaram entre 1,87 e 12,55. As barras alimentícias contendo goma acácia apresentaram os maiores valores de mastigabilidade, implicando que essas barras requerem uma

energia maior para serem mastigadas até o ponto de serem engolidas. Estudos mostram que alimentos ricos em fibras necessitam de um tempo maior de mastigação por parte dos seres humanos.

O aumento no valor de parâmetros relacionados à textura do alimento, como dureza e mastigabilidade, vem sendo observado à medida que se aumenta o teor de fibra no produto. Matsuura (2005) observou aumento nos valores de dureza e resistência ao corte de barras alimentícias contendo albedo de maracujá à medida que se elevou o teor de fibras nos produtos. O mesmo foi observado por Grigelmo-Miguel et al. (1997) com o desenvolvimento de *muffins* adicionados de fibra de pêssego.

Embora os valores de dureza e fracturabilidade das barras alimentícias de sabor salgado desenvolvidas não aumentaram à medida que se adicionou fibra no produto, o valor de mastigabilidade se elevou; quanto maior a concentração de goma acácia, maior o valor de mastigabilidade do produto. A secagem aplicada às barras alimentícias pode ter afetado os valores dos parâmetros analisados, uma vez que com a perda de água, o produto apresenta características de textura completamente diferentes em relação ao produto não submetido a temperaturas mais elevadas por um longo período de tempo.

Valores de parâmetros de textura menores do que os obtidos nas barras alimentícias de sabor salgado desenvolvidas são encontrados em barras de sabor doce, as quais não sofreram processo de secagem. Paiva (2008) elaborou barras alimentícias contendo quirera de arroz e resíduo de extrato de soja e obteve valores de dureza entre 11,42N e 28,53N, sendo esses muito inferiores aos encontrados no presente estudo. Sun-Waterhouse (2010), desenvolvendo barras com elevados teores de fibra alimentar, observaram valores de dureza entre 44,05N e 64,40N, estando também bem abaixo dos valores encontrados nas barras alimentícias de sabor salgado.

Alimentos com menor rigidez, como o queijo tipo *petit suisse* analisado por Souza et al. (2011), apresentaram valores inferiores de dureza e mastigabilidade, uma vez que são semissólidos, e não sólidos como as barras alimentícias. A dureza de cinco marcas de queijo tipo *petit suisse* se apresentou na faixa de 5,96N e a mastigabilidade, 3,83.

Já Ferreira et al. (2011) analisaram alguns parâmetros de textura instrumental em três marcas comerciais de biscoitos integrais de sabor salgado, e encontraram valores de dureza superiores aos encontrados nas barras alimentícias, sendo estes 383,07N, 476,53N e 557,56N. Mesmo com estes valores, os biscoitos são comercializados normalmente.

4.10 Teste de compressão uniaxial

Os resultados do teste de compressão uniaxial, que foi realizado analisando os parâmetros tensão de ruptura (σ), deformação de ruptura (ϵ) e trabalho na ruptura (W_{rup}), estão expressos na Tabela 13.

Tabela 13 Valores médios dos resultados do teste de compressão uniaxial, para os parâmetros tensão de ruptura, deformação de ruptura e trabalho na ruptura, realizado nas barras alimentícias de sabor salgado elaboradas com diferentes agentes ligantes (amido modificado, AM; colágeno hidrolisado, CH; goma acácia, GA) e respectivos coeficientes de variação

Barras alimentícias (Tratamentos)	Compressão uniaxial		
	Tensão de ruptura (kPa)	Deformação de ruptura (m)	Trabalho na ruptura (kPa/m ²)
4,5% A.M. (A)	184.706,05 b	0,164 a	12.989,15 b
6,5% A.M. (B)	212.393,28 b	0,166 a	13.781,99 b
8,5% A.M. (C)	265.043,46 b	0,200 a	54.808,00 b
4,5% C.H. (D)	164.173,21 b	0,194 a	12.999,27 b
6,5% C.H. (E)	136.088,37 b	0,230 a	8.866,60 b
8,5% C.H. (F)	167.111,61 b	0,208 a	11.873,65 b
4,5% G.A. (G)	168.019,89 b	0,208 a	13.764,34 b

“continua”

Tabela 13 “conclusão”

Barras alimentícias (Tratamentos)	Compressão uniaxial		
	Tensão de ruptura (kPa)	Deformação de ruptura (m)	Trabalho na ruptura (kPa/m ²)
6,5% G.A. (H)	135.382,46 b	0,198 a	4.198.700,68 b
8,5% G.A. (I)	860.592,24 a	0,268 a	35.027.392,62 a
CV (%)	61,03	27,18	63,62

Médias nas colunas, seguidas por letras iguais, não diferem entre si, 0,05% de significância, pelo Teste *Scott-Knott*. (CV% = Coeficiente de Variação).

Conforme a Tabela 13, observou-se que a barra alimentícia I, contendo 8,5% de goma acácia, apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) quando comparada com as demais barras, em relação aos parâmetros tensão de ruptura e trabalho de ruptura. Já em relação à deformação de ruptura, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos.

A tensão de ruptura (σ) é definida como a tensão necessária para romper a matriz alimentícia (CUNHA, 2002) e, de acordo com Marudova e Jilov (2003), maiores tensões de ruptura pressupõem um comportamento mais rígido. A deformação de ruptura (deformação de *Hencky* – ϵ) indica o quão quebradiça é a textura do alimento, isto é, até que ponto o produto pode ser deformado sem se romper (CUNHA, 2002). Já o trabalho na ruptura, por sua vez, é a propriedade que indica a energia necessária para induzir ruptura do alimento (ROOPA; BHATTACHARYA, 2009).

Baseando-se nos resultados obtidos e representados na Tabela 13, observa-se que a barra alimentícia contendo 8,5% de goma acácia apresentou maior valor de tensão de ruptura e trabalho na ruptura, mostrando ser uma barra alimentícia com um comportamento mais rígido em relação aos outros tratamentos, além de requerer uma maior energia para induzir a ruptura do alimento. Mais uma vez, o elevado teor de fibra do alimento pode ser considerado como possível causa de uma maior rigidez do produto.

A associação entre trabalho na ruptura e mastigabilidade para análise da barra alimentícia contendo 8,5% de goma acácia pode ser feita, uma vez que, para ambos os parâmetros analisados instrumentalmente, necessitou-se de uma maior energia, seja para induzir a ruptura do alimento (trabalho na ruptura) quanto para mastigar o alimento até o ponto de ser engolido (mastigabilidade).

Alimentos semissólidos ou líquidos apresentam, geralmente, menores valores de tensão de ruptura e trabalho na ruptura, e maiores valores de deformação de ruptura, do que alimentos sólidos, como as barras alimentícias desenvolvidas. Sato et al. (2012), analisando goiabadas em calda, observaram valores de tensão de ruptura entre 40kPa e 120kPa; de trabalho de ruptura entre 20kPa/m² e 70kPa/m²; e de deformação de ruptura próximos de 1m.

4.11 Análise sensorial

Abaixo está apresentada a caracterização do perfil dos provadores, além dos resultados do teste de aceitação e intenção de compra.

4.11.1 Caracterização do perfil dos provadores

O perfil demográfico dos provadores que participaram da análise sensorial para o teste de aceitação e intenção de compra está ilustrado na Figura 12, a qual apresenta o sexo, faixa etária, grau de escolaridade e renda familiar.

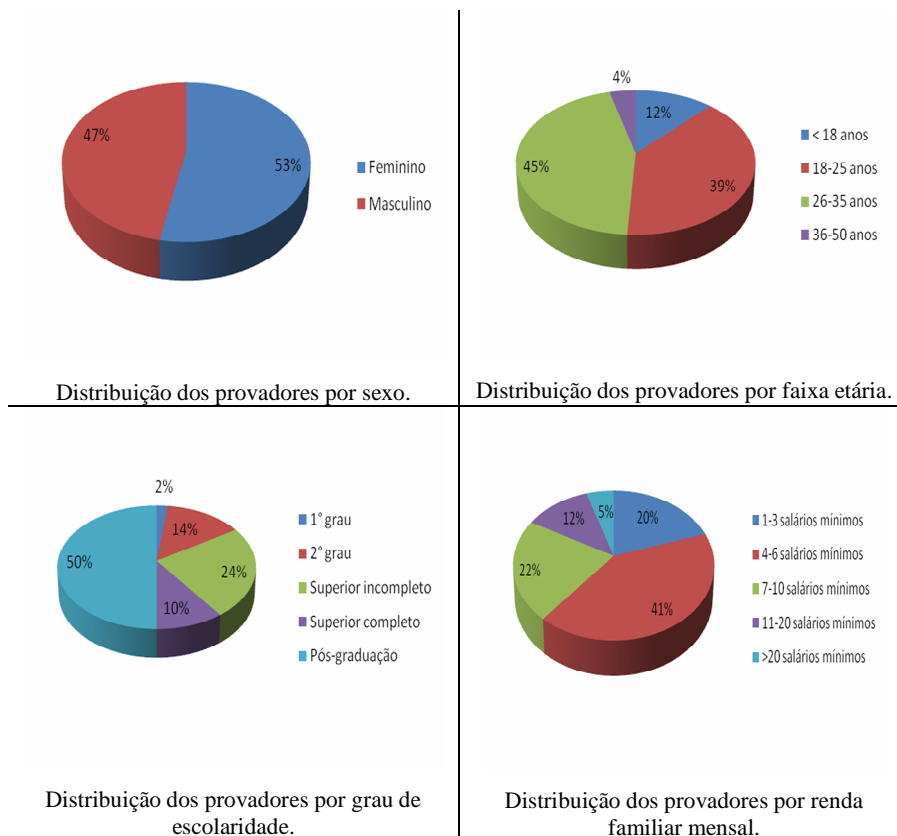


Figura 12 Perfil demográfico dos provedores participantes do teste de aceitação e intenção de compra das barras alimentícias de sabor salgado em relação ao sexo, faixa etária, grau de escolaridade e renda familiar mensal

Dos 60 provedores que participaram deste estudo, 53% eram do sexo feminino, 45% tinham idade entre 26 e 35 anos, sendo que 50% dos provedores cursam ou já cursaram pós-graduação. Em relação à renda familiar mensal, 41% dos participantes afirmaram ter renda entre 4 e 6 salários mínimos, 22% entre 7 e 10 salários mínimos, 20% entre 1 e 3 salários mínimos, 12% entre 11 e 20 salários mínimos e apenas 5% afirmaram ter renda acima de 20 salários mínimos.

Na Figura 13 está representado o perfil do comportamento dos consumidores que participaram do estudo em relação à frequência de consumo e o motivo que os levam ao consumo de barras alimentícias.

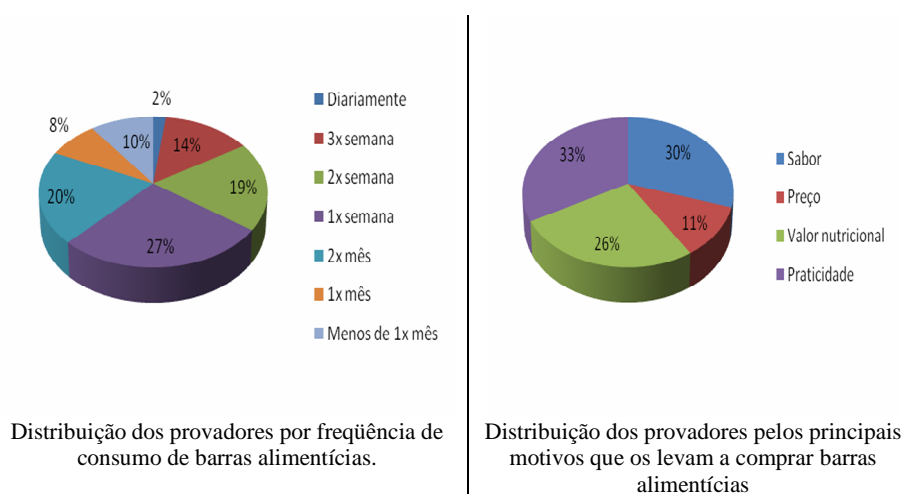


Figura 13 Perfil do comportamento dos provadores participantes do teste de aceitação e intenção de compra das barras alimentícias de sabor salgado em relação à frequência de consumo e o motivo que os levam ao consumo de barras alimentícias

Quanto à frequência de consumo, 27% dos provadores afirmaram consumir barras alimentícias uma vez por semana, 20% uma vez por mês e 19% duas vezes por semana. Diante dos dados representados na Figura 13, 62% dos provadores afirmaram consumir barras alimentícias pelo menos uma vez na semana, mostrando, assim, o elevado consumo desse tipo de alimento.

Em relação ao motivo que leva os consumidores a comprar barras alimentícias, 33% afirmaram que o principal motivo é a praticidade do produto, seguidos de 30% que afirmaram ser o sabor o principal motivo e 26% o valor nutricional do produto. Apenas 11% dos consumidores afirmaram ser o preço a principal razão de compra de barras alimentícias. Esses dados confirmam as

principais alegações que as barras alimentícias contêm que são a praticidade, o sabor e o valor nutricional do produto.

4.11.2 Teste de aceitação e intenção de compra

Os resultados obtidos na análise sensorial estão expostos na Tabela 14.

Tabela 14 Valores médios dos atributos sensoriais e intenção de compra das barras alimentícias de sabor salgado elaboradas com diferentes agentes ligantes (amido modificado, AM; colágeno hidrolisado, CH; goma acácia, GA) e respectivos coeficientes de variação

Barras Alimentícias (Tratamentos)	Valores médios das notas				Intenção de compra
	Atributos sensoriais			Impressão global	
	Aparência	Textura	Sabor		
4,5% A.M. (A)	5,66 b	5,53 b	6,35 a	5,86 b	3,31 b
6,5% A.M. (B)	6,03 b	5,96 a	6,33 a	6,05 a	2,91 b
8,5% A.M. (C)	5,86 b	5,56 b	6,60 a	6,06 a	3,01 b
4,5% C.H. (D)	5,70 b	5,70 b	6,20 a	5,70 b	2,80 b
6,5% C.H. (E)	5,75 b	5,85 b	6,33 a	5,78 b	3,05 b
8,5% C.H. (F)	5,90 b	5,80 b	6,10 a	5,75 b	2,88 b
4,5% G.A. (G)	6,20 a	6,46 a	6,31 a	6,26 a	3,23 b
6,5% G.A. (H)	6,26 a	6,23 a	7,31 a	6,36 a	3,68 a
8,5% G.A. (I)	6,45 a	6,06 a	6,26 a	6,31 a	3,81 a
CV (%)	23,59	23,78	45,22	23,23	44,14

Médias nas colunas, seguidas por letras iguais, não diferem entre si, 0,05% de significância, pelo Teste *Scott-Knott*. (CV% = Coeficiente de Variação).

Atributos sensoriais: 1 (desgostei extremamente) – 9 (gostei extremamente).

Intenção de compra: 1 (certamente não compraria) – 5 (certamente compraria).

Foi realizado um teste de aceitação nas barras alimentícias, analisando-se os parâmetros aparência, textura, sabor e impressão global. Além disso, avaliou-se a intenção de compra dos produtos, por parte dos consumidores. De acordo com a Tabela 14, pode-se dizer que, de um modo geral, as barras

alimentícias contendo goma acácia apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) em relação às demais barras elaboradas.

Em relação ao atributo aparência, as barras alimentícias G, H e I, as quais contêm 4,5%, 6,5% e 8,5% de goma acácia, respectivamente, apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) e obtiveram as maiores notas, situadas em 6,20 para a barra G, 6,26 para a barra H e 6,45 para a barra I. Essas notas estão entre as opções “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”, em uma escala que as notas variam de 1 a 9. Salienta-se que a menor nota para o atributo aparência foi 5,66, estando esse entre as opções “não gostei/não desgostei” e “gostei ligeiramente”.

Quanto ao atributo textura, as mesmas barras alimentícias G, H e I, acompanhadas da barra B, contendo 6,5% de amido modificado, apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) em relação aos outros tratamentos e tiveram as maiores notas. A barra alimentícia B obteve nota 5,96, estando esse valor próximo ao “gostei ligeiramente”, representado pela nota 6. Já as barras G, H e I apresentaram notas 6,46, 6,23 e 6,06, respectivamente, variando entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”.

O atributo sabor foi o único que não gerou diferença significativa entre todas as barras alimentícias, sendo que as notas variaram entre 6,10 e 7,31, sendo todos esses valores considerados altos, uma vez que se enquadraram entre “gostei ligeiramente” e “gostei muito”. De acordo com esse fato, mesmo variando tanto o tipo de agente ligante, quanto a concentração do mesmo, o sabor das barras alimentícias não foi afetado, não apresentando diferença significativa ($p > 0,05$).

De acordo com as notas para o atributo impressão global, constatou-se que os tratamentos B (6,5% AM), C (8,5% AM), G (4,5% GA), H (6,5% GA) e I (8,5% GA) obtiveram as maiores notas e apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) em relação aos outros tratamentos. As notas das barras B e C foram

bem próximas, sendo 6,05 para o primeiro e 6,06 para o segundo, estando logo acima da nota 6, a qual representa a opção “gostei ligeiramente”. Já as notas das barras alimentícias G, H e I estão um pouco acima dessas, variando entre 6,26 e 6,36, estando situadas entre as opções “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”.

Finalmente, quanto à intenção de compra dos produtos, destaque também para as barras alimentícias H (6,5% GA) e I (8,5% GA), as quais obtiveram as maiores notas. A barra alimentícia H apresentou nota 3,68 e a barra I, nota 3,81, estando esses valores entre as opções “não sei se compraria” e “provavelmente compraria”, em uma escala que varia entre 1 e 5.

As barras alimentícias contendo goma acácia apresentaram as maiores notas em relação aos atributos sensoriais aparência, textura e impressão global. Em relação ao atributo sabor, todas as barras alimentícias apresentaram notas próximas, não apresentando diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos. Já em relação à intenção de compra do produto, as maiores notas ficaram outra vez para as barras alimentícias contendo goma acácia em suas composições, mais especificamente os tratamentos H e I, os quais obtiveram as maiores notas.

Similarmente relatado em outros estudos, as barras alimentícias elaboradas, principalmente com goma acácia, apresentaram boa aceitação por parte dos consumidores. Silva et al. (2009), analisando sensorialmente a aceitação de barras alimentícias adicionadas de resíduo industrial de maracujá, obtiveram notas médias de impressão global entre 5,8 e 7,7 e de intenção de compra entre 3,7 e 4,4. Aramouni e Abu-Ghoush (2010), em produtos similares, atingiu notas médias de 7,09 para aparência, 6,77 para textura, 6,46 para sabor e 6,64 em relação à impressão global.

Balestro, Sandri e Fontana (2011), elaborando barras alimentícias com bagaço de uva, obtiveram notas médias de aceitabilidade entre 6 e 7,5. Medeiros

et al. (2011), analisando a aceitação de barras alimentícias com cenoura desidratada, obtiveram notas médias variando entre 5,54 e 7,10 para o atributo aparência, 4,38 e 7,10 para textura e entre 5,72 e 7,30 para o atributo sabor. Carvalho et al. (2011), desenvolvendo barras alimentícias contendo amêndoas de nozes de variadas fontes, observaram notas médias entre 5,9 e 6,9 para aparência, 6,6 e 7,3 para textura, 5,9 e 7,0 para sabor e entre 6,2 e 7,1 para a impressão global.

Os dados de composição centesimal, fibra alimentar solúvel e insolúvel, valor calórico e de textura (*TPA* e compressão uniaxial) foram analisados através da Análise dos Componentes Principais, *Principal Component Analysis (PCA)*, a qual é representada na Figura 14. De acordo com a mesma, é possível a visualização dos atributos que caracterizam cada amostra. O primeiro componente principal (PC1) explicou 46,85% e o segundo (PC2) explicou 19,34% da variabilidade dos dados, totalizando 66,19%.

De acordo com a Figura 14, as barras alimentícias G (4,5% goma acácia) e H (6,5% goma acácia) se destacaram pelos parâmetros mastigabilidade e cinzas. Na análise de perfil de textura (*TPA*), as barras G e H apresentaram os maiores valores de mastigabilidade. Além disso, as barras alimentícias G e H apresentaram elevados teores de minerais, principalmente magnésio, manganês e ferro. Em relação à análise sensorial, essas barras apresentaram as maiores notas em relação ao parâmetro textura, podendo-se relacionar um possível maior tempo de mastigação do produto, com uma textura preferida pelos provadores.

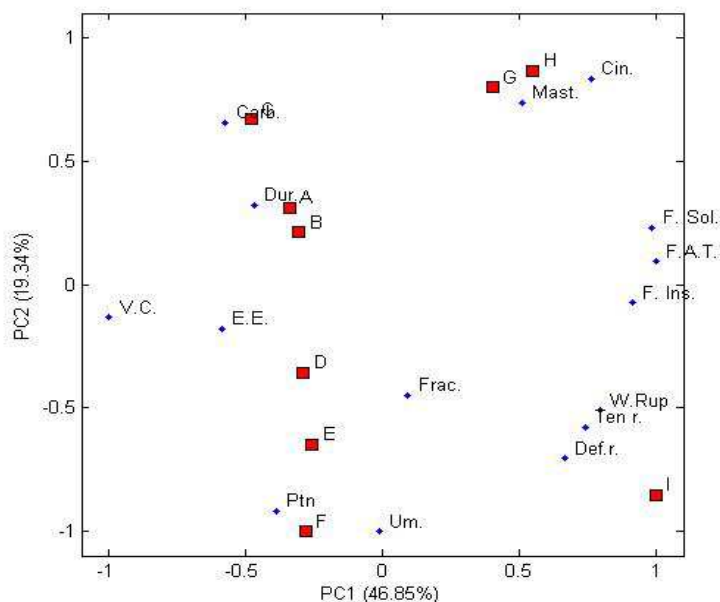


Figura 14 Distribuição dos dados das análises de composição centesimal, fibra alimentar solúvel e insolúvel, valor calórico e dos parâmetros das análises de *TPA* e de compressão uniaxial. As amostras estão representadas pelas letras A, B, C, D, E, F, G, H e I. Os parâmetros analisados estão representados por Um. (umidade), Ptn. (proteína), E.E. (lipídeos), F.A.T. (fibra total), F. Sol. (fibra solúvel), F. Ins. (fibra insolúvel), Cin. (cinzas), Carb. (carboidratos), V.C. (valor calórico), Dur. (dureza), Frac. (fracturabilidade), Mast. (mastigabilidade), Ten. r. (tensão de ruptura), Def. r. (deformação de ruptura) e W. Rup. (trabalho na ruptura)

Já a barra alimentícia I (8,5% goma acácia), também preferida pelos provadores na análise sensorial, se destacou, na análise dos componentes principais, pelos parâmetros tensão de ruptura, deformação de ruptura e trabalho na ruptura. Na análise de compressão uniaxial, o tratamento I apresentou os maiores valores de tensão de ruptura e trabalho na ruptura, mostrando ser uma barra mais rígida. Uma vez analisada sensorialmente pelo teste de aceitação,

também recebeu nota elevada em relação ao parâmetro textura, além de alta intenção de compra.

Também de acordo com a Figura 13, tem-se destaque nos elevados teores de carboidratos na barra alimentícia C e de proteína na barra alimentícia F, as quais contêm, respectivamente, 8,5% de amido modificado e 8,5% de colágeno hidrolisado. Além disso, as barras alimentícias G, H e I, contendo goma acácia, estão com maior distância do parâmetro valor calórico, confirmando os menores teores encontrados nas análises realizadas no estudo.

5 CONCLUSÃO

A característica química de cada agente ligante interferiu nas substâncias químicas específicas de cada barra, o que contribuiu para elevar o conteúdo de fração glicídica quando o agente era amido modificado, de proteína quando era o colágeno hidrolisado e de fibra total, solúvel e insolúvel quando goma acácia foi utilizada como agente ligante.

Barras alimentícias contendo goma acácia apresentaram baixo valor calórico, elevado teor de fibra alimentar e de minerais como magnésio, manganês, ferro e sódio, além de maior poder antioxidante, independente das concentrações das soluções ligantes utilizadas.

Os valores de atividade de água e do pH das barras alimentícias mostraram-se dentro das margens de segurança para o não crescimento de microrganismos indesejáveis no produto e atenderam as exigências da ANVISA quanto aos padrões microbiológicos estabelecidos, de forma a garantir a segurança alimentar da própria barra.

A goma acácia utilizada como agente ligante dos ingredientes básicos das barras alimentícias, independente da concentração, contribuiu para o maior valor de mastigabilidade das mesmas. Quanto à compressão uniaxial, foi a concentração de 8,5% da goma acácia que se destacou, proporcionando os maiores valores de tensão de ruptura e trabalho na ruptura.

Barras alimentícias desenvolvidas com soluções ligantes à base de goma acácia se destacaram quanto aos atributos sensoriais aparência, textura e impressão global, além da intenção de compra. O agente ligante utilizado não interferiu no atributo sabor das barras alimentícias, além de não gerar diferença na cor do produto.

Soluções de amido modificado, colágeno hidrolisado e goma acácia nas concentrações de 4,5%, 6,5% e 8,5%, utilizadas para agregar ingredientes

sólidos (granola de sabor salgado, tomate parcialmente desidratado e tempero) na proporção inicial ingredientes sólidos: solução ligante = 3:7, mostraram-se viáveis na elaboração de barras alimentícias de sabor salgado, sendo a goma acácia o agente ligante com destaques em alguns parâmetros frente aos dois outros agentes ligantes deste estudo.

REFERÊNCIAS

- ABDUL-HAMID, A.; LUAN, Y. S. Functional properties of dietary fiber prepared from defatted rice bran. **Food Chemistry**, London, v. 68, p. 15–19, 2000.
- ADITIVOS & INGREDIENTES. **A goma acácia by colloidés naturels**. 2008. Disponível em: <http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/300>. Acesso em: 17 jan. 2013.
- AHMAD, M.; BENJAKUL, S.; NALINANON, S. Compositional and physicochemical characteristics of acid solubilized collagen extracted from the skin of unicorn leatherjacket (*Aluterus monoceros*). **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 24, p. 588-594, 2010.
- AL-ASSAF, S.; PHILLIPS, G.O.; WILLIAMS, P.A. Studies on acacia exudate gums. Part 1: the molecular weight of Acacia senegal gum exudates. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 19, p. 647–660, 2005.
- ALI, A. et al. Gum arabic as a novel edible coating for enhancing shelf-life and improving postharvest quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 58, p. 42–47, 2010.
- ALI, B. H.; ZIADA, A.; BLUNDEN, G. Biological effects of gum arabic: A review of some recent research. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 47, p. 1–8, 2009.
- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção e campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. Lavras: Ufla, 2004. 393 p.
- ALVES FILHO, M. A segunda geração da “Vaca Mecânica”. **Jornal da Unicamp**, Campinas, n. 238, p. 11, nov. 2003.
- AL-WANDAWI, H.; ABDUL-RAHMAN, M.; AL-SHAIKHLI, K. Tomato processing waste as essential raw materials source. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 33, p. 804-807, 1985.
- ALZAMORA, S. M. **Preconservação de frutas por métodos combinados**. In: CONGRESSO MUNDIAL DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 1., 1984, Buenos Aires, 1984. **Anais...** Buenos Aires: [s. n.], 1984.

ANDREUCETTI, C. et al. Qualidade pós-colheita de frutos de tomate tratados com etileno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 5, p. 521-526, 2007.

ANNISON, G.; TOPPING, D. L. Nutritional role of resistant starch: chemical structure vs physiological function. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, v. 14, p. 297-320, 1994.

APLEVICZ, K. S.; DEMIATE, I. M. Caracterização de amidos de mandioca nativos e modificados e utilização de produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 27, n. 3, p. 478-484, jul./set. 2007.

ARABBI, P. R. Alimentos funcionais: aspectos gerais. **Nutrite**, São Paulo, v. 21, p. 87-102, 2001.

ARAMOUNI, F. M.; ABU-GHOUSH, M. H. Physicochemical and sensory characteristics of no-bake wheat-soy snack bar. **Journal Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 91, p. 44-51, 2010.

ARNAULTA, I. et al. High-performance ion-pair chromatography method for simultaneous analysis of alliin, deoxyalliin, allicin and dipeptide precursors in garlic products using multiple mass spectrometry and UV detection. **Journal of Chromatography**, Amsterdam, v. 991, p. 69-75, 2003.

ASGHAR, A.; HENRICKSON, R. L. Chemical, biochemical, functional, and nutritional characteristics as collagen in food systems. **Advances in Food Research**, New York, v. 28, p. 231-372, 1982.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemist**. 16th ed. Washington, 1997.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemist**. 18th ed. Gaithersburg, 2005.

BAILEY, A. J.; LIGHT, N. D. **Connective tissue in meat and meat products**. Barking: Elsevier, 1989. 355 p.

BALDASSO, C.; MARTINS, S.; SANGIOVANNI, P. **Espessantes**. Porto Alegre: UFRGS, 2004. 15 p.

BALESTRO, E. A.; SANDRI, I. G.; FONTANA, R. C. Utilização de bagaço de uva com atividade antioxidante na formulação de barra de cereais. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. 2, p. 203-209, 2011.

BARBOSA, C. E. M. Barras de cereais: lucre com esse mercado que cresce 20% ao ano. **Revista da Padaria Moderna**, São Paulo, v. 68, n. 8, p.16-18, 2003. Disponível em: <<http://www.padariamoderna.com.br/revista/padaria68>>. Acesso em: 9 set. 2011.

BARROS, M. A. L. et al. Importância econômica e social. In: BELTRÃO, N. E. M.; VIEIRA, D. J. (Ed.). **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2001. p. 37-57.

BAYARRI, S. et al. Influence of texture on the temporal perception of sweetness of gelled systems. **Food Research International**, Barking, v. 40, p. 900-908, 2007.

BELL, L. N.; LABUZA, T. P. Composition influence on the pH of reduced-moisture solutions. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 57, p. 732-734, 1992.

BELTRÃO, N. E. M.; SOUZA, J. G.; PEREIRA, J. R. In: BELTRÃO, N. E. M.; VIEIRA, D. J. (Ed.). **O agronegócio do Gergelim no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2001. cap. 3, p. 37-57.

BENASSI, V. T. **O programa “Soja na Mesa”**. Londrina: Embrapa Soja, 2006. Disponível em: <http://www.acsoja.org.ar/mercosoja2006/Contenidos/Foros/sojaysalud_01>. Acesso em: 5 jun. 2011.

BIBLE, B. B.; SINGHA, S. Canopy position influences cielab coordinates of peach color. **Hortscience**, Alexandria, v. 28, n. 10, p. 992-993, 1997.

BLOCK, E. The chemistry of garlic and onions. **Scientific American**, New York, v. 252, p. 114-119, 1994.

BLOENDON, L. T. et al. Flaxseed and cardiovascular risk factors: results from a double blind, randomized, controlled clinical trial. **The Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 27, n. 1, p. 65-74, 2008.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 306 p.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2003.

BOEING, G. **Cebola**. Florianópolis: Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina, 2006. 85 p.

BOEING, G. **Fatores que afetam a qualidade da cebola na agricultura familiar catarinense**. Florianópolis: Instituto CEPA/SC, 2002. p. 88.

BORGES, C. B. F.; BONNAS, D. S. Qualidade microbiológica da linhaça (*Linum usitatissimum* L.) *in natura* comercializada no município de Uberlândia-MG. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n.12, p. 1-8, 2011.

BORGES, J. T. et al. Características físico-químicas, nutricionais e formas de consumo da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). **Temas Agrários**, Córdoba, v. 15, n. 1, p. 9-23, jan./jun. 2010.

BOWER, J. A.; WHITTEN, R. Sensory characteristics and consumer linking for cereal bar snack foods. **Journal of Sensory Studies**, Hoboken, v. 15, n. 3, p. 327-345, 2000.

BOWLES, S.; DEMIATE, I. M. Caracterização físico-química de *okara* e aplicação em pães do tipo francês. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 26, n. 3, p. 652-659, jul./set. 2006.

BRADY, K. et al. Effects of processing on the nutraceutical profile of quinoa. **Food Chemistry**, London, v. 100, n. 3, p. 1209-1216, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria n° 540, de 27 de outubro de 1997**. Aprovar o regulamento técnico: aditivos alimentares – definições, classificação e emprego. Brasília, 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução n° 12, de 2 de janeiro de 2001**. Aprovar o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Brasília, 2001.

BRINNEHL, C. Raising the bar. **Processed Prepared Food**, Chicago, v. 174, n.13, p. 31, 2005.

BRITO, I. et al. Elaboração e avaliação global de barras de cereais caseiras. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 22, p. 35-50, 2004.

BRODSKY, B.; SHAH, N. The triple-helix motif in proteins. **FASEB Journal**, Bethesda, v. 9, p. 1537-1546, 1995.

BUENO, R. O. G. **Características de qualidade de biscoitos e barras de cereais ricos em fibra alimentar a partir de farinha de semente e polpa de nêspera**. 2005. 103 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

CALAME, W. et al. Evaluation of satiety enhancement, including compensation, by blends of gum arabic. A methodological approach. **Appetite**, London, v. 57, p. 358-364, 2011.

CALDEIRA, F. **Consumo alimentar em Presidente Prudente-SP: subsídios para políticas públicas**. 2008. 286 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade de São Paulo, Presidente Prudente, 2008.

CALEGUER, V. F.; BENASSI, M. T. Efeito da adição de polpa, carboximetilcelulose e goma arábica nas características sensoriais e aceitação de preparados em pó para refresco sabor laranja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, p. 270-277, 2007.

CALVETTE, Y. M. et al. Processamento do gergelim (*Sesamum indicum*, L.). **Ciências Agronômicas**, Fortaleza, v. 24, n. 1/2, p. 57-62, jun./dez. 1993.

CAMARGO, R. et al. **Tecnologia dos produtos agropecuários: alimentos**. São Paulo: Nobel, 1984. 295 p.

CAÑIZARES, P. e al. Allyl-thiosulfinates, the bacteriostatic compounds of garlic against *Helicobacter pylori*. **Biotechnology Progress**, New York, v. 20, n. 1, p. 397-401, 2004.

CAPERUTO, L. C.; AMAYA-FARFAN, J.; CAMARGO, C. Performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) flour in the manufacture of gluten-free spaghetti. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 8, p. 95-101, 2000.

CAPERUTO, L. C. **Desenvolvimento e avaliação de massa tipo macarrão á base de milho para celíacos**. Campinas: Unicamp, 1999.

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**, Berlin, v. 5, p. 26-30, 2011.

CARVALHO, P. G. B.; MACHADO, C. M. M. **Sistema de produção de cebola (*Allium cepa* L.)**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2004. (Série características nutricionais e funcionais, 5). Disponível em: <www.cnph.embrapa.br>. Acesso em: 22 jun. 2012.

CASSANI, R. S. L. **Linhaça e lignanas**: efeito do consumo sobre indicadores nutricionais e inflamatórios. 2009. 209 p. Tese (Doutorado em Medicina - Clínicas Médicas) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2009.

CAVALLITO, C. J.; BAILEY, J. H. Allicin, the antibacterial principle of *Allium sativum* L. Isolation, physical properties and antibacterial action. **Journal of the American Chemical Society**, Washington, v. 66, p. 1950–1951, 1944.

CECIL, J. E. **Small-, médium- and large scale starch processing**. Rome: FAO, 1992. 331 p. (Agriculture Services Bulletin, 98).

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O.; TAKAHASHI, M. **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargil, 2003. v. 3, cap. 3.

CHATTOPADHYAYA, S.; SINGHAL, R. S.; KULKARNI, P. R. Oxidised starch as gum Arabic substitute for encapsulation of flavours. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 37, p. 144-145, 1998.

CHINELATE, G. C. B. **Gelado comestível à base de leite de búfala com ingredientes funcionais**: aplicação de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e quitosana. 2008. 117 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

CIABOTTI, S. **Aspecto químicos, físico-químicos e sensorial de extratos de soja e tofu obtidos dos cultivares de soja convencional e livre de lipoxigenase**. 2004. 122 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

COPPI, A. et al. Antimalarial activity of allicin, a biologically active compound from garlic cloves. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, Washington, v. 50, p. 1731–1737, 2006.

CORRADINI, E. et al. Estudo comparativo de amidos termoplásticos derivados do milho com diferentes teores de amilose. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, São Carlos, v. 15, n. 4, p. 268-273, 2005.

- COSKUNER, Y.; KARABABA, E. Some physical properties of flaxseed. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 78, n. 3, p. 1067-1073, 2007.
- COSTA, N. M. B.; ROSA, C. O. B. **Alimentos funcionais**: componentes bioativos e efeitos fisiológicos. Rio de Janeiro: Rubio, 2010. 536 p.
- COULTATE, T. P. **Alimentos**: a química de seus componentes. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- COULTER, L.; LORENZ, K. Extruded corn grits-quinoa blends I. Proximate composition, nutritional properties and sensory evaluation. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 15, n. 4, p. 231-242, 1991.
- COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 4. ed. Barueri: Manole, 2012. 1344 p.
- CUI, W. S. Flaxseed: a functional food for the 21 st century. **Canadian Chemical News**, Ottawa, v. 50, n. 5, p. 19, 1998.
- CUMMINGS, J. H. The effect of dietary fiber on fecal weight and composition. In: SPILLER, G. A. (Ed.). **Dietary fiber in human nutrition**. Boca Raton: CRC, 1992. p. 263-350.
- CUNHA, C. R. **Efeito do uso de retentados de baixo fator de concentração no rendimento, proteólise e propriedades viscoelásticas de queijo minas frescal de reduzido teor de gordura**. 2002. 129 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.
- DAVIDSON, M. H.; McDONALD, A. Fiber: forms and functions. **Nutrition Research**, New York, v. 18, n. 4, p. 617-624, 1998.
- DE ANGELIS, R. C. **Importância de alimentos vegetais na proteção da saúde**: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidades degenerativas. São Paulo: Atheneu, 2001.
- DEIBEL, K. E.; SWANSON, K. M. J. Cereal and cereal products. In: _____. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington: American Public Health Association, 2001. 659 p.

DIETARY GUIDELINES FOR AMERICANS. U. S. 2010. Disponível em: <<http://www.health.gov/dietaryguidelines/dga2010/dietaryguidelines2010>>. Acesso em: 15 out. 2012.

DODIN, S. et al. The effects of flaxseed dietary supplement on lipid profile, bone mineral density, and symptoms in menopausal women: a randomized, double-blind, wheat germ placebo-controlled clinical trial. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Baltimore, v. 90, n. 3, p. 1390-1397, 2005.

DORSCH, W.; WAGNER, H. Progress in Allergy and Clinical Immunology. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ALLERGOLOGY AND CLINICAL IMMUNOLOGY, 14., 1992, Kyoto. **Proceedings...** Kyoto: [s. n.], 1992. p. 55, 1992.

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

ELLEUCH, M. et al. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. **Food Chemistry**, London, v. 124, p. 411-421, 2011.

ESTELLER, M.S. et al. Use of sugars in baked products. **Food Science Technology**, Oxford, v. 4, p. 602-607, 2004.

FAGUNDES, A. F. et al. Influência do grau de maturidade na textura de tomate seco refrigerado ou envasado em óleo. **Ciências Agrárias Engenharia**, Ponta Grossa, v. 11, p. 1767-1776, 2005.

FAUSTIN, A. M. H. et al. Elaboração de biscoito salgado adicionado de tomate (*Lycopersicon esculentum* (L) H. Karst) e cebola (*Allium cepa* L.) desidratados. In: SEMANA DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS, 5., 2007, Ponta Grossa. **Artigos...** Ponta Grossa: [s. n.], 2007. v. 2.

FERGUSON, L. R. et al. Comparative effects of three resistant starch preparations on transit time and short-chain fatty acid production in rats. **Nutrition and Cancer**, Hillsdale, v. 36, p. 230-237, 2000.

FERRARI, A. A. **Caracterização química de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) empregando análise por ativação neutrônica instrumental**. 2008. 150 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2008.

FERREIRA, L. G. **Bars with functional properties of cereals targeted to women during menopause**. 2004. 99 p. Dissertation (Master in Food Technology) - Faculty of Food Engineering, Federal University of Ceará, Fortaleza, 2004.

FERREIRA, S. M. et al. Análise sensorial e instrumental da textura de biscoitos integrais salgados. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 63., 2011, Goiânia. **Trabalho apresentado...** Goiânia: SBPC, 2011. Disponível em: <<http://www.sbpnet.org.br/livro/63ra/resumos/resumos/6128.htm>>. Acesso em: 8 fev. 2013.

FERREIRA, T. C. et al. Produção de *Sesamum indicum* L. orgânico no agreste paraibano. **Revista de Biologia e Farmácia**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 112-118, 2012.

FILISSETTI, T. M. C. C.; LOBO, A. R.; COLLI, C. Fibra alimentar e seu efeito na biodisponibilidade de minerais. In: COZZOLINO, S. M. F. (Org.). **Biodisponibilidade de nutrientes**. 4. ed. Barueri: Manole, 2011. p. 251-294.

FLOSS, E. L. Aveia. In: BAIER, A. C.; FLOSS, E. L.; AUDE, M. I. S. **As lavouras de inverno 1: aveia – centeio – triticales – colza – alpiste**. 2. ed. São Paulo: Globo, 1989. 172 p.

FONSECA, R. S. et al. Elaboração de barra de cereais com casca de abacaxi. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 61, n. 2, jun. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0004-06222011000200014&script=sci_arttext>. Acesso em: 23 jan. 2013.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Gum arabic**. 1999. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/Monograph1/Additive-219.pdf>>. Acesso em: 9 out. 2012.

FOOD AND NUTRITION INFORMATION CENTER. 2010. Disponível em: <<http://fnic.nal.usda.gov/dietary-guidance/dietary-reference-intakes/dri-tables>>. Acesso em: 10 jan. 2013.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. 2011. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/176>>. Acesso em: 7 jan. 2013.

FRANCISCHETTI, G. et al. Caracterização e vida-útil do músculo *biceps femoris* (coxão duro) submetidos à marinação com pó de colágeno, fibra de trigo e proteína isolada de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 4., 2007, Campinas. **Anais...** Campinas: [s. n.], 2007. p. 378-380.

FREITAS, D. G. C.; MORETTI, R. H. Barras de cereais elaboradas com proteína de soja e gérmen de trigo, características físico-químicas e textura durante armazenamento. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 55, n. 3, set. 2005.

FREITAS, D. G. C.; MORETTI, R. H. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p.318-324, 2006.

FRIESS, W. Collagen: biomaterial for drug delivery. **European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics**, Stuttgart, v. 45, p. 113-136, 1998.

FUENTES-ZARAGOZA, E. et al. **Resistant starch as functional ingredient: a review**. 2010. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/223170031_Resistant_starch_as_functional_ingredient_A_review>. Acesso em: 22 jul. 2012.

FURLAN, C. P. B.; SREBERNICH, S. M. Avaliação sensorial de barras de cereais diet com adição de goma acácia ou com adição de colágeno hidrolisado como agente ligante. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14., 2009, Campinas. **Anais...** Campinas: PUC, 2009.

FURUYA, W. M. et al. Composição química e coeficientes de digestibilidade aparente dos subproduto desidratados das polpas de tomate e goiaba para tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). **Boletim do Instituto da Pesca**, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 505-510, 2008.

GALISTEO, M.; DUARTE, J.; ZARZUELO, A. Effects of dietary fibers on disturbances clustered in the metabolic syndrome. **Journal of Nutritional Biochemistry**, Stoneham, v. 19, p. 71–84, 2008.

GARCIA-CRUZ, C. H.; SCAMPARINI, A. R.; HOFFMANN, F. L. Elaboração de salsichas utilizando goma guar e goma xantana em substituição ao amido de mandioca (*Maniot esculenta*). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 7, p. 25-35, 1996.

GARCIA, D. M. **Análise de atividade de água em alimentos armazenados no interior de granjas de integração avícola**. 2004. 50 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

GAZZANIGA, J. M.; LUPTON, J. R. Dilution effect of dietary fiber sources: an in vivo study in the rat. **Nutrition Research**, New York, v. 7, p. 1261-1268, 1987.

GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Inativação dos inibidores de proteases de leguminosas: uma revisão. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 34, n. 2, p. 107-112, jul./dez. 2000.

GLICKSMAN, M. Functional properties of hydrocolloids. **Food hydrocolloids**, Oxford, v. 1, p. 219, 1982.

GRANADA, G. et al. Caracterização de granolas comerciais. **Ciências e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 87-91, jan./abr. 2003.

GRANFELDT, Y. E.; BJÖRCK, I. M. E. A bilberry drink with fermented oatmeal decreases postprandial insulin demand in young healthy adults. **Nutrition Journal**, London, v. 10, n. 57, p. 1-10, 2011.

GRDEN, L.; OLIVEIRA, C. S.; BORTOLOZO, E. A. F. Q. Elaboração de uma barra de cereais como alimento compensador para praticantes de atividade física e atletas. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 2, n. 1, p. 87-94, 2008.

GRIPP, R. A soja integral na farinha torrada. **Revista Nutrição em Pauta**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 18-20, 2005.

GUILLOIN, F.; CHAMP, M.; THIBAUT, J. F. Dietary fibre functional products. In: GIBSON, G. R.; WILLIAMS, C. M. (Ed.). **Functional foods: concept to product**. Boca Raton: CRC, 2000. p. 315-364.

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**, São Paulo, v. 68, n. 3, p. 426-433, 2009.

GUTKOSKI, L. C.; EL-DASH, A. A. Efeito do cozimento por extrusão na estabilidade oxidativa de produtos de moagem de aveia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 119-127, 1999.

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

HALLUND, J. et al. The effect of a lignan complex isolated from flaxseed on inflammation markers in healthy postmenopausal women. **Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases**, Milano, v. 18, n. 8, p. 497-502, 2008.

HAMANN, D. D. Structural Failure in Solid Foods. In: PELEG, M.; BAGLEY, E. B. (Ed.). **Physical properties of foods**. Westport: AVI, 1983. p. 351-383.

HENRIQUES, S. M. S. **Incorporation of probiotics in cereal bars: technological viability and stability**. 2011. 66 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) - Universidade Católica Portuguesa, Porto, 2011.

HERNÁNDEZ, M. J.; DURÁN, L.; COSTELL, E. Influence of composition on mechanical properties of strawberry gels. Compression test and texture profile analysis. **Food Science Technology International**, Oxford, v. 5, n. 1, p. 79-87, 1999.

HIGDON, J. V.; FREI, B. Tea catechins and polyphenols: health effects, metabolism, and antioxidant functions. **Critical Reviews in Food Science Nutrition**, London, v. 43, n. 4, p. 89-143, 2003.

HUI, E. et al. Genistein and daidzein/glycitein content in tofu. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 14, p. 199-206, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Lavouras Temporárias**. 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=m&te_ma=lavouratemporaria2007>. Acesso em: 15 ago. 2012.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids**. Washington: National Academic, 2005.

JACKSON, C. et al. Effects of processing on the content and composition of isoflavones during manufacturing of soy beverage and tofu. **Process Biochemistry**, London, v. 37, p. 1117-1123, 2002.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711 p.

KARIM, A.A. et al. Pasting and retrogradation properties of alkali-treated sago starch. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 22, p. 1044-1053, 2008.

KASSAB, A. L. **Cebola: do tumulto dos faraós às exigentes mesas modernas**. 2. ed. São Paulo: Icone, 1994. 119 p.

KILKKINEM, A. et al. Intake of lignans is associated with serum enterolactone concentration in finnish men and women. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 133, n. 3, p. 1830-1833, 2003.

KOCH, H.; ROPER, H. New industrial products from starch. **Stärke**, Weinheim, v. 40, p. 121-131, 1988.

LAI, G.; DU, Z.; LI, G. The rheological behavior of collagen dispersion/poly(vinyl alcohol) blends. **Korea-Australia Rheology Journal**, Seoul, v. 19, n. 2, p. 81-88, Aug. 2007.

LÀSZTITY, R. Oat grain: a wonderful reservoir of natural nutrients and biologically active substances. **Food Reviews International**, Madison, v. 14, n. 1, p. 99-119, 1998.

LEAL, J. A. C. et al. **Elaboração de salsa desidratada**. 2010. Disponível em: <http://www.inesul.edu.br/revista/arquivos/arq-idvol_6_1253736347>. Acesso em: 17 dez. 2012.

LEE, J. et al. Rective oxen species, aging and antioxidative nutraceuticals. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Chicago, v. 3, p. 21-23, 2005.

LIENER, I. E. **Toxic constituents of plant foodstuff**. 2. ed. St. Paul: Academic, 1980. 502 p.

LIMA, J. C. R. et al. Qualidade microbiológica, aceitabilidade e valor nutricional de barras de cereais formuladas com polpa e amêndoa de baru. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 28, n. 2, p. 331-343, jul./dez. 2010.

LIU, D. et al. Soybean isoflavones reduce experimental metastasis in mice. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 129, n. 5, p. 1075-1078, 1999.

LIU, Q. Starch modifications and applications. In: CUI, S. W. (Ed.). **Food carbohydrates: chemistry, physical properties, and applications**. Boca Ratom, CRC, 2005. cap. 8, p. 357-406.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. 12. ed. São Paulo: Elsevier, 2010. 1354 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas** : princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997.

MARIUTTI, L. R. B.; BRAGANOLO, N. Revisão: antioxidantes naturais da família Lamiaceae - aplicação em produtos alimentícios. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 10, p. 96- 103, 2007.

MARLETT, J. A.; MCBURNEY, M. I.; SLAVIN, J. L. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v.102, p. 993-1000, 2002.

MARTINEZ-FLORES, H. E. et al. Effect of high fiber products on blood lipids and lipoproteins in hamsters. **Nutrition Research**, New York, v. 24, n. 1, p. 85–93, 2004.

MARUDOVA, M.; JILOV, N. Influence of sodium citrate and potassium-sodium tartrate on gelation of low-methoxyl amidated pectin. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 59, p. 177-180, 2003.

MATIACEVICH, S. B. et al. Water-dependent thermal transitions in quinoa embryos. **Thermochimica Acta**, Amsterdam, v. 448, p. 117–122, 2006.

MATOS, M. P. et al. Quais os benefícios de uma alimentação rica em fitoestrógenos? **Medicina Interna**, Caracas, v. 12, n. 3, p. 171-182, 2005.

MATSUURA, F. C. A. U. **Estudo do albedo de maracujá e de seu aproveitamento em barra de cereais**. 2005. 157 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **Histórias das agriculturas no mundo: do neolítico á crise contemporânea**. São Paulo: UNESP; Brasília: NEAD, 2010. 568 p.

MEDEIROS, G. R. et al. Avaliação de carotenóides em cenoura desidratada e análise sensorial de barras de cereais elaboradas com cenoura desidratada. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 5, n. 1, p. 306-313, 2011.

MELO, P. S. **Composição química e atividade biológica de resíduos agroindustriais**. 2010. 100 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

MENDES, P. A. P. **Estudo do teor de alicina em alho**. 2008. 35 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Escola Superior de Tecnologia e de Gestão, Bragança Paulista, 2008.

MILDER, I. E. J. et al. Relation between plasma enterodiol and enterolactone and dietary intake of lignans in a dutch endoscopy based population. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 137, n. 1, p. 1266-1271, 2007.

MIRON, T. et al. Allicin: preparation and applications. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 331, p. 364-369, 2004.

MITCHELL, V. W.; BOUSTAIN, P. Cereal bars: a perceptual, chemical and sensory analysis. **British Food Journal**, Bradford, v. 92, n. 5, p. 17-22, 1990.

MOCHIZUKI, E.; NAKAZAWA, H. Sulfur components of garlic and garlic preparations and their biological activities. **Foods and Food Ingredients Journal of Japan**, Toyonaka, v. 164, p. 36-45, 1995.

MOLIN, V. T. S. **Avaliação química e sensorial do grão de aveia em diferentes formas de processamento**. 2011. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

MONTANARI, M. **Comida como cultura**. São Paulo: Senac, 2008. 208 p.

MORAIS, S. M. et al. Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, São Paulo, v. 19, n.1B, p. 315-320, jan./mar. 2009.

MOREIRA, D. K. T. et al. Avaliação química de snack expandidos a base de arroz, soja e gergelim. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FOOD EXTRUSION, 2., 2010, Rio de Janeiro. **Resumos expandidos...** Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2010. 1 CD ROM.

MORRIS, D. H. Essential nutrients and other functional compounds in flexseed. **Nutrition Today**, Baltimore, v. 36, n. 3, p. 159-162, 2001.

MORRISON, W. R. Cereal lipids. In: POMERANZ, Y. **Advances in cereal science and technology**, Saint Paul, v. 2, p. 221-288, 1978.

MOURÃO, J. H. E. et al. Obtenção de barras de cereais de caju ameixa com alto teor de fibras. **Alimentação e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 3, p. 427-433, jul./set. 2009.

MUNHOZ, M. P.; WEBER, F. H.; CHANG, Y. K. Influência de hidrocolóides na textura de gel de amido de milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, p. 403-406, 2004.

MUNIZ, L. B. Caracterização química, física e de compostos funcionais em cebolas frescas e minimamente processadas. 2007. 160 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

MURPHY, P. Countlines and cereal bar. In: JACKSON, E. B. (Ed.). Sugar confectionery manufacture. London: Blackie Academic & Professional, 1995. p. 287-297.

NADEEM, M. et al. Development, characterization, and optimization of protein level in date bars using response surfacemethodology. **The ScientificWorld Journal**, Sargodha, v. 1, p.1-10, 2012.

NAMIKI, M. Nutraceutical functions of sesame: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 47, n. 7, p. 651-673, 2007.

NEKLYUDOV, A. D. Nutritive fibers of animal origin: collagen and its fractions as essential components of new and useful food products. **Applied Biochemistry and Microbiology**, New York, v. 39, p. 229-238, 2003.

NORAJIT, K. et al. Effects of the addition of hemp powder on the physicochemical properties and energy bar qualities of extruded rice. **Food Chemistry**, London, v. 129, p. 1919-1925, 2011.

NSIMBA, R.; KIKUZAKI, H. E.; KONISHI, Y. Antioxidant activity of various extracts and fractions of *Chenopodium quinoa* and *Amaranthus* spp. seeds. **Food Chemistry**, London, v. 106, n. 2, p. 760-766, 2008.

NUNES, C. A.; PINHEIRO, A. C. M. **Senso Maker**: version 1.0. Lavras: UFLA, 2012.

NZIKOU, J. M. et al. Chemical composition on the seeds and oil of sesame (*Sesamum indicum* L.) grown in Congo-Brazzaville. **Advance Journal of Food Science and Technology**, Faisalabad, v. 1, n. 1, p. 6-11, 2009

OHARA, H. et al. Comparison of quantity and structures of hydroxyprolinecontaining peptides in human blood after oral ingestion of gelatin hydrolysates from different sources. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 55, p. 1532-1535, 2007.

OHGUCHI, K. et al. Involvement of phospholipase D1 in collagen type I production of human dermal fibroblasts. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, New York, v. 348, p. 1398-1402, 2006.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. **Carnes**: no caminho da pesquisa. Cocal do Sul: Imprint, 2001. 155 p.

O'NEILL, F. H. et al. Enhancement of cholesterol-lowering effect of atorvastatin by stanol ester cereal bars. **Atherosclerosis. Supplements**, Amsterdam, v. 2, n. 1, p. 110, May 2001.

OOMAH, B. D. Food source. **Journal of the Science of the Food And Agriculture**. Oxford, v. 81, p. 889-894, 2001.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos**: componentes dos alimentos e processos. Porto Alegre: Artmed, 2005. v. 1, 294 p.

OSBORNE, D. R.; VOOGT, P. **The analysis of nutrient in foods**. London: Academic, 1978. v. 47, p.156-158.

PAGANI, M. M. **Obtenção de suco de acerola (*malpighia emarginata* d.c.) concentrado e pós estáveis através da integração dos processos de separação por membranas e microencapsulação por atomização**. 2010. 161 p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2010.

PAIVA, A. P. **Estudos tecnológico, químico, físico-químico e sensorial de barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais**. 2008. 131 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

PAIVA, A. P. et al. Characterization of food bars manufactured with agroindustrial by-products and waste. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 3, p. 333-340, maio/jun. 2012.

PAN, A. et al. Effects of a flaxseed derived lignan supplement on C-reactive protein, IL-6 and retinol binding protein 4 in type 2 diabetic patients. **British Journal of Nutrition**, London, v. 74, n. 2, p. 1-5, 2008.

PAN, D. D.; JANE, J. L. Internal structure of normal maize starch granules revealed by chemical surface gelatinization. **Biomacromolecules**, Washington, v. 1, p. 126– 132, 2000.

PARK, Y. K. et al. Biotransformação de isoflavonas de soja. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v. 4, n. 20, p. 12-14, maio/jun. 2001.

PAYNE, T. J. Promoting better health with flaxseed in bread. **Cereal Food World**, Saint Paul, v. 45, n. 3, p. 102-104, 2000.

PEDROSO, M. G. V. **Estudo comparativo de colágeno hidrolisado e comercial com adição de PVA**. 2009. 70 p. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) - Universidade de São Carlos, São Carlos, 2009.

PENG, L.; ZHONGDONG, L.; KENNEDY, J. F. The study of starch nano-unit chains in the gelatinization process. **Carbohydrate Polymers**, v. 68, p. 360 - 366, 2007.

PEREIRA, P. R. G.; FONTES, P. C. R. Nutrição mineral do tomate para mesa. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 24, n. 219, p. 27-34, 2003.

PERONI, F. H. G. **Características estruturais e físico-químicas de amidos obtidos de diferentes fontes botânicas**. 2003. 118 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto, 2003.

PESCH, O. Barra de cereais: um mercado em expansão. **Paraná On Line**, Curitiba, 2008. Disponível em: <<http://www.paranaonline.com.br/editoria/economia/news/54148/?noticia=BARRA+DE+CEREAIS+UM+MERCADO+EM+EXPANSAO>>. Acesso em: 22 jan. 2013.

PINELA, J. et al. Caracterização nutricional e propriedades bioativas de quatro variedades tradicionais de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) cultivadas no Nordeste de Portugal. In: ENCONTRO NACIONAL DE QUÍMICA DOS ALIMENTOS, 11., 2012. Bragança. **Atas...** Bragança: Instituto Politécnico, 2012. 1 CD ROM.

PIRES, C. V. et al. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 179-187, 2006.

PRASAD, K. et al. Reduction of hypercholesterolemic atherosclerosis by CDC-flaxseed with very low alpha-linolenic acid. **Atherosclerosis**, Shannon, v. 136, p. 367-375, 1998.

PRENTICE, R. L. Future possibilities in the prevention of breast cancer: fat and fiber and breast cancer research. **Breast Cancer Research**, London, v. 2, p. 268-276, 2000.

PRESTES, R. C. **Avaliação da adição de colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar em presunto cozido de peru**. 2008. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.

RAO, B. R.; HENRICKSON, R. L. Food grade hide collagen in bologna effect on functional properties, texture and color. **Journal of Food Quality**, Westport, v. 6, p. 1-10, 1983.

RAUPP, D. S. et al. Arraste fecal de nutrientes da ingestão produzido por bagaço de mandioca hidrolizado. **Sciencia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 235-242, abr./jun. 2002.

READER, D. et al. Response of resistant starch in a food bar vs. two commercially available bars in persons with type II diabetes mellitus. **Diabetes**. New York, v. 46, n. 1, p. 975-985, 1997.

RIBEIRO, E. A.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. São Paulo: E. Blücher, 2004. 184 p.

RIBEIRO, P. G. F.; DINIZ, R. C. **Plantas aromáticas e medicinais: cultivo e utilização**. Londrina: IAPAR, 2008. 218 p.

ROBERTO, B. S. **Resíduo de goiaba: metabolismo em ratos e aplicabilidade em barras de cereais**. 2012. 163 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

RODRIGUES JÚNIOR, S. R. et al. Desenvolvimento de barra de cereal salgada enriquecida com farinha de albedo de maracujá. **Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 7, p. 1-7, 2011.

RODRÍGUEZ-CABEZAS, M. E. et al. The combination of fructooligosaccharides and resistant starch shows prebiotic additive effects in rats. **Clinical Nutritional**, Edinburgh, v. 25, n. 6, p. 832-839, 2010.

ROESSING, A. C.; MENEGHELO, D. G. **Perspectiva de crescimento da produção de soja no Mato Grosso frente a política de subsídios dos Estados Unidos**. Londrina: Embrapa Soja, 2001.

ROGER, H.; MINO, C.; NASHIA, S. Thiosulfinate Allicin from Garlic: inspiration for a new antimicrobial agent. **Annals of the New York Academy of Sciences**, New York, v. 1056, p. 234-241, 2005.

ROOPA, B. S.; BHATTACHARYA, S. Alginate gels: rupture characteristics as a function of the conditions of gel formation. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 91, p. 448-454, 2009.

RUFINO, M. S. M. et al. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH[·]. Brasília: EMBRAPA, 2007. 12 p. (Comunicado Técnico, 128).

SÁ, R. M.; FANCISCO, A.; SOARES, F. C. T. Composição química do cultivar de aveia (*Avena sativa* L) IAC 7 e influência do processamento térmico sobre suas características. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 53-58, 1998.

SAMPAIO, C. R. P. et al. Perfil sensorial e aceitabilidade de barras de cereais fortifi cadas com ferro, **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 1, p. 95-106, jan./mar. 2009.

- SAMPAIO, C. R. P.; FERREIRA, S. M. R.; BRAZACA, S. G. C. Caracterização físico-química e composição de barras de cereais fortificadas com ferro. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara. v. 21, n. 4, p. 607-616, out./dez. 2010.
- SÁNCHEZ-RIVERA, M. M. et al. Partial characterization of banana 70 starches oxidized by different levels of sodium hypochlorite. **Carbohydrate Polymers**, Worcester, v. 62, p. 50-56, 2005.
- SANDHU, K.S. et al. A comparison of native and oxidized normal and waxy corn starches: Physicochemical, thermal, morphological and pasting properties. **LWT- Food Science and Technology**, Zürich, v. 41, p. 1000-1010, 2008.
- SANKAR, D. et al. Effect of sesame oil on diuretics or β -blockers in the modulation of blood pressure, anthropometry, lipid profile, and redox status. **Yale Journal of Biology and Medicine**, New Haven, v. 79, p. 19–26, 2006.
- SANTANA, R. C. **Emulsões estabilizadas por colágeno**: efeito da hidrólise térmica e do processo de homogeneização. 2009. 129 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade de Campinas, Campinas, 2009.
- SANTOS, A. B. **Encapsulação de oleoresina de pprica por atomizao em goma arbica e em aglomerados porosos de amido/gelatina**: estabilidade e aplicao. 2003. 196 p. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrio) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.
- SANTOS, J. F. **Avaliao das propriedades nutricionais de barras de cereais elaboradas com farinha de banana verde**. 2010. 55 p. Dissertao (Mestrado em Cincia dos Alimentos) - Universidade de So Paulo, So Paulo, 2010.
- SATO, A. C. K. et al. Avaliao das propriedades fsicas, qumicas e sensorial de preferncia de goiabas em calda industrializadas. **Cincia e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 550-555, out./dez. 2004.
- SCHEFFER, A. S. **Elaborao e aceitabilidade de receitas com quinoa**. 2010. 67 p. Trabalho de Concluso de Curso (Graduao em Nutrio) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Cricima, 2010.
- SGARBIERI, V. C. **Alimentao e nutrio**: fator de sade e desenvolvimento. So Paulo: Almed, 1987. 387 p.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos**: propriedades – degradações - modificações. São Paulo: Livraria Varela, 1996. 517 p.

SHIRAI, M. A. et al. Características físico-químicas e utilização em alimentos de amidos modificados por tratamento oxidativo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 239-247, abr./jun. 2007.

SILVA, F. D. et al. Elaboração de uma barra de cereal de quinoa e suas propriedades sensoriais e nutricionais. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 1, p. 63-69, jan./mar. 2011.

SILVA, G. O. et al. Características físico-químicas de amidos modificados de grau alimentício comercializados no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, p. 188-197, jan./mar. 2006.

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

SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3rd ed. São Paulo: Varela, 2007.

SIONKOWSKA, A.; SKOPINSKA-WISNIEWSKA, J.; WISNIEWSKI, M. Collagenesynthetic polymer interactions in solution and in thin films. **Journal of Molecular Liquids**, Bremen, v. 145, p. 135-138, 2009.

SIONKOWSKA, A. The influence of UV light on collagen/poly(ethylene glycol) blends. **Polymer Degradation and Stability**, Aubièrre, v. 91, n. 2, p. 305-312, 2006.

SIZER, F. S.; WHITNEY, E. N. **Nutrição**: conceitos e controvérsias. 8. ed. São Paulo: Manole, 2003.

SMITH, A. K.; CIRCLE, S. J. **Soybeans**: chemistry and technology. Westport: The Avi, 1972. v. 1, 470 p.

SOBRINO-ILLESCAS, E.; SOBRINO-VESPERINAS, E. **Tratado de horticultura herbácea**: hortalizas de legumbre, tallo, bulbo y tuberosas. Barcelona: Aedos, 1992. v. 2, 333 p.

SÖDERHÄLL, C. et al. **Olericultura especial**. 2. ed. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 1981. 143 p.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 3, p. 202-210, jul./set. 2011.

SOUTHON, S.; FAULKES, R. Carotenoids in food: bioavailability and functional benefits. In: _____. **Phytochemical functional foods**. Chicago: Woodhead, 2003. cap. 7.

SOUZA, J. S. **Estudo da desidratação de tomates (*Lycopersicon esculentum*) em pedaços com pré-tratamento osmótico**. 2002. 103 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2002.

SOUZA, P. H. M.; SOUZA NETO, M. H.; MAIA, G. A. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim da SBCTA**, Campinas, v. 37, n. 2, p. 127-135, 2003.

SOUZA, V. R. et al. Avaliação e definição do perfil de textura ideal de queijo *petit suisse*. **Revista do Instituto Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 382, n. 66, p. 48-53, set./out. 2011.

SPEHAR, C. R. Adaptação da quinoa (*Chenopodium Quinoa Willd*) para incrementar a diversidade agrícola e alimentar no Brasil. **Cadernos de Ciências & Tecnologia**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 41-62, jan./abr. 2006.

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. Quinoa BRS Piabiru: alternativa para diversificar os sistemas de produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 6, p. 889-893, 2002.

SPIER, F. **Efeito dos tratamentos alcalino, ácido e oxidativo nas propriedades de amido de milho**. 2010. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

SRIROTH, K. et al. Modification of cassava starch. In: INTERNATIONAL STARCH CONVENTION, 10., Cracow, 2002. **Folheto apresentado...** Cracow: [s. n.], 2002. Disponível em: <<http://www.cassava.org/Poland/Modification.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2012.

STANOJEVIC, S. et al. The effect of autoclaving on soluble protein composition and trypsin inhibitor activity of cracked soybeans. **Acta Periodica Technologica**, Novi Sad, v. 35, p. 49-58, 2004.

STELATO, M. M. et al. Contaminação fúngica em barras de cereais comercializadas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, Juiz de Fora, v. 69, n. 3, p. 285-290, 2010.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. London: Academic, 1985. 338 p.

SUAREZ, M. H.; RODRIGUEZ, E. M. R.; ROMERO, C. D. Chemical composition of tomato (*Lycopersicon esculentum*) from Tenerife, the Canary Islands. **Food Chemistry**, London, v. 106, n. 3, p. 1046-1056, 2008.

SUN-WATERHOUSE, T. A. et al. Comparative analysis of fruit-based functional snack bars. **Food Chemistry**, London, v. 119, p. 1369-1379, 2010.

SUTER, P. M. Carbohydrates and dietary fiber. **Handbook of Experimental Pharmacology**, New York, v. 170, p. 231–261, 2005.

SZCZESNIAK, A. S. Classification of textural characteristics. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 28, p. 385–389, 1963a.

SZCZESNIAK, A. S. Objective measurement of food texture. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 28, p. 410–420, 1963b.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS. 4. ed. rev. ampl. Campinas: UNICAMP, 2011. 161 p.

THARANATHAN, R. N. Food-derived carbohydrates – Structural complexity and functional diversity. **Critical Reviews in Biotechnology**. Mysore, v. 22, p. 65-84, 2002.

THEVENET, F. Acacia gums: natural encapsulation agent for food ingredients. In: RISCH, S. J.; REINECCIUS, G. A. **Encapsulation and controlled release of food ingredients**. Washington: American Chemical Society, 1995. p. 51-59.

TOMKA, I. **Thermoplastic processable starch or starch derivative polymer mixtures**. USA. Patente n° 6.117.925, 2000.

TONON, R. V.; BORONI, A. F.; HUBINGER, M. D. Estudo da desidratação osmótica de tomate em soluções ternárias pela metodologia de superfície de resposta. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 715- 723, jul./set. 2006.

TORLEY, P. J.; D'ARCY, B. R.; TROUT, G. R. The effect of ionic strength, polyphosphates type, pH, cooking temperature and preblending on the functional properties of normal and pale, soft, exudative (PSE) pork. **Meat Science**, Barking, v. 55, p. 451-462, 2000.

TORRES, E. R. **Desenvolvimento de barra de cereais formuladas com ingredientes regionais**. 2009. 78 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) - Universidade Tiradentes, Aracaju, 2009.

TROCK, B.; LANZA, E.; GREENWALD, P. Dietary fiber, vegetables and colon cancer: critical review and analyses of the epidemiological evidence. **Journal of National Cancer Institute**, Cary, v. 82, p. 650-661, 1990.

VALENCIA-CHAMORRO, S. A. Quinoa. In: CABALLERO, B. **Encyclopedia of food science and nutrition**. Amsterdam: Academic, 2003. p. 4895–4902.

VEN, C.; MATSER, A. M.; BERG, R. W. Inactivation of Soybean Trypsin Inhibitors and Lipoxygenase by High-Pressure Processing. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 53, n. 4, p. 1087-1092, 2005.

VERBEKEN, D.; DIERCKX, S.; DEWETTINCK, K. Exudate gums: occurrence, production, and applications. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Berlin, v. 63, p. 10–21, 2003.

VIEIRA, T. A. **Desenvolvimento de sobremesa láctea simbiótica**. 2011. 90 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2011.

WANG, Y.; ZHANG, M.; MUJUMDAR, A. S. Influence of green banana flour substitution for cassava starch on the nutrition, color, texture and sensory quality in two types of snacks. **LWT - Food Science and Technology**, Zürich, v. 47, p. 175-182, 2012.

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

WEBER, F. H.; QUEIROZ, F. P. C.; CHANG, Y. K. Caracterização físico-química, reológica, morfológica e térmica dos amidos de milho normal, ceroso e com alto teor de amilose. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, p. 748-753, out./dez. 2009.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Environmental health criteria no. 70: principles for the safety assessment of food additives and contaminants in food**. Geneva, 1987.

WOLF, K. L.; SOBRAL, P. J. A.; TELIS, V. R. N. Physicochemical characterization of collagen fibers and collagen powder for selfcomposite film production. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 23, p. 1886–1894, 2009.

WOOD, P. J.; WEISZ, J.; BLACKWELL, B. A. Molecular characterization of cereal β -D- glucans. Structural analysis oat β -D- glucans and rapid structural evaluation of β -D- glucans from different sources by high-performance liquid chromatography of oligosaccharides released by lichenase. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 68, p. 31-39, 1991.

WRICK, K. L. et al. The influence of dietary fiber source on human intestinal transit and stool output. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 113, p. 1464-1479, 1983.

WRIGHT, K. et al. Composition of *Atriplex hortensis*, sweet and bitter *Chenopodium quinoa* seeds. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 67, n. 4, p. 1383-1385, 2002.

WURZBURG, O. B. **Modified starches in food polysaccharides and their applications**. New York: M. Dekker, 1995. p. 67.

WURZBURG, O. B. **Modified starches: properties and uses**. Boca Raton: CRC, 1986.

YANG, H. S. et al. Physical and sensory properties of low fat sausage amended with hydrated oatmeal and various meats. **Korean Journal for Food Science of Animal Resources**, Seoul, v. 30, n. 3, p. 365-372, 2010.

YOSHIMURA, K. et al. Preparation and dynamic viscoelasticity characterization of alkali-solubilized collagen from shark skin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 48, p. 685-690, 2000.

YUAN, Y. V.; RICKARD, S. E.; THOMPSON, L. U. Short-term feeding of flaxseed or its lignan has minor influence on *in vivo* hepatic antioxidant status in young rats. **Nutrition Research**, New York, v. 19, n. 8, p. 1233-1243, 1999.

ZANALONI, E. Uso de gelificantes y espesantes en heladería. **Heladería Panadería Latinoamericana**, Buenos Aires, v. 19, n. 107, p. 39-46, 1992.

ZHANG, J. et al. Randomized controlled trial of oatmeal consumption versus noodle consumption on blood lipids of urban Chinese adults with hypercholesterolemia. **Nutrition of Journal**, Philadelphia, v. 11, n. 54, p.1-8, 2012.

ZIEGLER, F. L. F.; SGARBIERI, V. C. Caracterização químico-nutricional de um isolado protéico de soro de leite, um hidrolisado de colágeno bovino e misturas de dois produtos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 61-70, jan./fev. 2009.

ZÓRTEA, M. E. B. et al. Avaliação da viscosidade aparente de pastas de amidos nos viscosímetros Brookfield RVDV-II+ PRO e rápido visco-analisador RVA-4. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 5, n. 1, p. 326-335, 2011.

ANEXO

ANEXO A**QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL DOS
PARTICIPANTES DO TESTE DE ACEITAÇÃO**

a) Nome: _____

b) *E-mail*: _____

c) Sexo: () Feminino () Masculino

d) Faixa etária:

() Abaixo de 18 anos

() De 18 a 25 anos

() De 26 a 35 anos

() De 36 a 50 anos

() Acima de 50 anos

e) Escolaridade

() 1º Grau

() 2º Grau

() Superior incompleto

() Superior completo

() Pós-Graduação

() Outro _____

f) Profissão: _____

g) Renda familiar mensal:

() 1 a 3 salários mínimos

() 4 a 6 salários mínimos

() 7 a 10 salários mínimos

() 11 a 20 salários mínimos

() > 20 salários mínimos

h) Qual a sua frequência de consumo de barras de cereais?

() Diariamente

() Três vezes por semana

() Duas vezes por semana

() Uma vez por semana

- Duas vezes por mês
- Uma vez por mês
- Menos de uma vez por mês
- Não consumo

i) O que leva você a comprar uma barra de cereal? (Pode marcar mais de uma opção)

- Sabor
- Preço
- Valor nutricional
- Praticidade
- Outros: _____