

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DOS ALIMENTOS**

**GOMA DA LINHAÇA (*Linum usitatissimum* L.) PARA
USO COMO HIDROCOLÓIDE NA INDÚSTRIA
ALIMENTÍCIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Magda Aita Monego

Santa Maria, RS, Brasil

2009

**GOMA DA LINHAÇA (*Linum usitatissimum* L.) PARA USO
COMO HIDROCOLÓIDE NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**

por

Magda Aita Monego

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Qualidade de Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos**.

Orientador: Prof^a Leila Picolli da Silva

Co-Orientador: Prof^a Luisa Helena Rycheki Hecktheuer

Santa Maria, RS, Brasil

2009

M742g

Monego, Magda Aita, 1981-

Goma da linhaça (*Linum usitatissimum* L.) para uso como hidrocolóide na indústria alimentícia / por Magda Aita Monego ; orientador Leila Picolli da Silva, co-orientador Luisa Helena Rycheki Hecktheuer . - Santa Maria, 2009.

87 f. ; il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, RS, 2009.

1. Tecnologia de alimentos 2. Linhaça 3. Composição química 4. Reologia 5. Redução de gordura 6. Hambúrguer 7. Propriedades sensoriais 8. Vida de prateleira I. Silva, Leila Picolli da, orient. II. Hecktheuer, Luisa Helena Rycheki, c-orient. III. Título

CDU: 665.94

Ficha catalográfica elaborada por
Luiz Marchiotti Fernandes – CRB 10/1160
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**GOMA DA LINHAÇA (*Linum usitatissimum* L.) PARA USO COMO
HIDROCOLÓIDE NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**

elaborada por
Magda Aita Monego

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

COMISSÃO EXAMINADORA:

Leila Picolli da Silva, Dra.
(Presidente/Orientador)

Arlei Rodrigues Bonnet de Quadros, Dr. (UFSM)

Ernesto Hashime Kubota, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 25 de fevereiro de 2009

AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de vida e toda sabedoria.

À minha família, em especial meus pais, Mauro (*in memoriam*) e Águida, pelo alicerce, incentivo, amor e amparo em todas as horas.

Ao meu noivo, Fillipi, pelo carinho, atenção e apoio. Obrigada pela compreensão em todos os momentos em que dei prioridade para o meu trabalho, que, aliás, não foram poucos.

À minha orientadora, Dra. Leila Picolli da Silva, muito obrigada pela amizade, estímulo, orientação e paciência. Seus ensinamentos não se limitam apenas a este trabalho, serão importantes em toda a minha trajetória. Meu profundo respeito e admiração.

Aos colegas de laboratório, antigos e novos amigos, Jaqueline Golombieski, Tiago Kaminski, Bruna Alves, Bruna Roberto, Ana Betine, Cristiane Denardin, Marciana, Ivan, Fernanda, Julcemar e Fábio, pela colaboração e por tornar mais animada a rotina do laboratório. Em especial agradeço ao Fabricio, Sara, Fernanda Macagnam e Tassiane, pelo acompanhamento, dedicação e comprometimento na realização das técnicas.

À empresa SLC Alimentos, que por intermédio do Tiago Kaminski, possibilitou a realização das análises de viscosidade.

Ao Prof. Dr. Carlos Mallmann, por possibilitar as análises de atividade de água no Lamic.

À empresa Giovelli, por disponibilizar as amostras de linhaça e farelo, e pelas informações pertinentes.

Aos professores da banca, Ernesto Kubota e Arlei Rodrigues Bonnet de Quadros, por aceitarem avaliar o meu trabalho e pelas contribuições que foram feitas que colaboraram para a melhoria da qualidade desta dissertação.

Aos professores e funcionários do Departamento Tecnologia e Ciência dos Alimentos e NIDAL, pois estiveram sempre solícitos e dispostos quando precisei.

Agradeço à Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos pela possibilidade de realização deste curso.

Ao CNPq e a CAPES pela bolsa de estudos e pelos recursos financeiros concedidos.

Enfim, agradeço a todos aqueles que contribuíram, ainda que indiretamente, para a conclusão deste trabalho, MUITO OBRIGADA!!

A mente que se abre
a uma nova idéia,
jamais retornará
ao seu tamanho original.
Albert Eisten

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos
Universidade Federal de Santa Maria
**GOMA DA LINHAÇA (*Linum usitatissimum* L.) PARA USO COMO
HIDROCOLOÍDE NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**

AUTORA: MAGDA AITA MONEGO
ORIENTADORA: LEILA PICOLLI DA SILVA
CO-ORIENTADORA: LUISA HELENA HECKTHEUER
Data e local da defesa: Santa Maria, 25 de fevereiro de 2009.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o rendimento das extrações de goma da linhaça (grão inteiro e moído) e do farelo de linhaça a diferentes concentrações, bem como verificar o efeito da adição de goma do grão de linhaça, em hambúrgueres de carne bovina com diferentes níveis de gordura, na composição química, características de cozimento, aceitação global e vida de prateleira (armazenamento por 90 dias, a -20°C). Na concentração C7,5%, foi observado maior rendimento para as extrações de goma da linhaça (grão inteiro e moído) e farelo (7,2; 18 e 9%, respectivamente). Obteve-se 85% de fibra total no extrato proveniente da linhaça (grão inteiro), já a goma do farelo apresentou menor teor deste componente (56%) e alto conteúdo de proteína (36%). Ambas as gomas possuem ótima capacidade de hidratação (aproximadamente 17g de água por grama de goma) e não foi verificada sinérese nas concentrações de gel a 1; 1,5; 2 e 2,5%. A goma do farelo exibiu o dobro de capacidade de ligação à gordura em relação à goma do grão. Esta apresentou maior viscosidade que a goma do farelo na concentração 2g/L, porém foi estável na faixa de pH entre 4-6; já a goma do farelo foi estável em ampla faixa de pH (2-10). A goma do grão de linhaça foi empregada nas formulações de hambúrguer, como substituto de gordura, nas concentrações: 0; 0,1; 0,3; 0,6 e 1%. Tanto nos hambúrgueres crus, quanto nos cozidos, observou-se que quanto maior concentração de goma de linhaça no tratamento, maior foi a umidade e menor o conteúdo de gordura. Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) para os valores de cinzas e proteína, nos hambúrgueres crus e cozidos. Todos os tratamentos testes apresentaram maior rendimento e retenção de umidade quando comparados ao controle (GL0%), sendo que apenas GL1% diferenciou-se significativamente ($p < 0,05$). GL0,6% apresentou maior retenção de gordura em relação às demais. Menor redução no diâmetro foi observada para a amostra GL0,1%, seguida por GL0,3%; GL0,6% e GL0%, em ordem crescente. Os tratamentos GL0% e GL0,1% apresentaram maior força de cisalhamento ($p < 0,05$) que GL0,3% e GL0,6%. Na análise sensorial, os tratamentos GL0,1% e GL0,3% obtiveram maiores notas para o atributo aparência, GL0% e GL0,1% para os atributos odor e sabor. Para os atributos cor e textura, apenas GL1% foi rejeitada, recebendo as menores notas. No teste de atitude de compra, GL0,1% recebeu maior nota, seguida por GL0,3%; GL0%; GL0,6% e GL1%, em ordem decrescente de preferência. O pH aumentou durante o período de armazenamento, variando de 5,6 (dia 0) a 6,1 (dia 90), porém ficou dentro da faixa de pH para carnes próprias para consumo. Todos os tratamentos testes apresentaram menor valor de TBARS que o controle (GL0%), no término do armazenamento. Sendo assim, conclui-se que é possível obter hambúrgueres reduzidos em gordura, com qualidade semelhante ou melhor que o produto convencional, com adição de goma de linhaça, representando uma alternativa viável de substituição parcial da gordura neste produto.

Palavras-chave: composição química; reologia; redução de gordura; hambúrguer; propriedades sensoriais; vida de prateleira.

ABSTRACT

Master Dissertation
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos
Universidade Federal de Santa Maria

FLAXSEED GUM (*Linum usitatissimum* L.) FOR USE LIKE HYDROCOLLOIDS IN FOOD INDUSTRY

AUTHOR: MAGDA AITA MONEGO
ADVISER: LEILA PICOLLI DA SILVA
CO-ADVISER: LUISA HELENA HECKTHEUER
Place and Date of Defense: Santa Maria, February, 25rd 2009.

This work aimed to assess the yield of extractions of the flaxseed gum (whole and ground) and meal flaxseed in different concentrations, and check the effect of adding flaxseed gum in beef burger with different levels of fat in chemical composition, cooking, sensory and shelf life (storage for 90 days, a - 20°C). In the concentration 7,5% was noted more yield for flaxseed gum extractions (whole and ground) and meal flaxseed (7,2; 18; 9%, respectively). Produced 85% of total fibre extract from flaxseed (whole), the meal flaxseed gum presented low this component (56%) and high protein content (36%). Both gums have great ability to Water Binding Capacity (approximately 17 per gram gum) and has not been verified syneresis in the concentrations in gel 1; 5; 2 and 2.5%. The meal flaxseed gum showed double capacity of fat retention in relation to the flaxseed gum. The flaxseed gum obtained more viscosity than the meal flaxseed gum in concentration 2g/L, but it was stable in pH between 4 - 6; meal flaxseed gum was broadly stable in band of pH (2 - 10). The flaxseed gum was employed in beef burger formulations, as a substitute of fat in the concentrations: 0; 0, 1; 0,3; 0,6 and 1%. Both in raw beef burgers or cooked, it was noted that the greater concentration flaxseed gum in the treatments, greater was the moisture and less fat content. There was no significant difference ($p < 0,05$) for the amounts of ash and protein in raw and cooked beef burgers. All the tests presented more yield and moisture retention when compared to the control (GL0%), only GL1% had significantly difference ($p < 0,05$). GL0,6% presented greater retention fat in relation to the other. Diminution in diameter was observed in the sample GL0,1%, followed by GL0,3%; GL0,6% and GL0% in ascending order. The GL0% and GL0,1% have greater machining force ($p < 0,05$) than GL0,3%, and GL0,6%. In sensorial analysis, the GL0,1% and GL0,3% obtained majors notes for attribute appearance, GL0% and GL0,1% to odour and taste attributes. For attributes color and texture, only the GL1% was rejected, the smaller notes. In the test of purchase attitude, GL0,1% received major notes, followed by GL0,3%; GL0%; GL0,6% and GL1%, in descending order of preference. The pH increased during the period of storage, ranging from 5,6 (day 0) 6,1 (day 90), but was within pH for meat suitable for consumption. All the tests have less value of TBARS than the control (GL0%) at the end of storage. Therefore, it is concluded that is possible to get beef burger reduced in fat, with similar quality or better than conventional product with added flaxseed gum, representing a viable alternative replacement partial fat in this product

Keywords: Chemical composition; reology; low-fat; beef burger; sensory evaluation; shelf life.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1 – Goma do grão e do farelo de linhaça (*Linum usitatissimum* L.): extração, caracterização química e reológica.....24

TABELA 1 – Composição centesimal da linhaça e do farelo.....33

TABELA 2 – Rendimento das extrações de goma do grão (inteiro e moído) e do farelo de linhaça.....34

TABELA 3 – Parâmetros de cor das gomas extraídas do grão (inteiro e moído) e do farelo de linhaça.....36

TABELA 4 – Composição centesimal da goma do grão de linhaça, goma do farelo, grão demucilado e farelo demucilado.....37

TABELA 5 – Capacidade de hidratação (CH), capacidade de ligação à gordura (CLG), capacidade de troca catiônica (CTC) e sinérese da goma do grão e do farelo de linhaça.....40

TABELA 6 – Composição mineral da goma do grão e do farelo de linhaça.....43

ARTIGO 2 – Goma de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) como substituto de gordura em hambúrgueres bovinos.....47

TABELA 1 – Percentuais dos ingredientes usados nas formulações dos hambúrgueres de carne bovina adicionados de goma de linhaça.....53

TABELA 2 – Composição centesimal dos hambúrgueres de carne bovina crus adicionados de goma do grão de linhaça, em base úmida.....58

TABELA 3 – Composição centesimal dos hambúrgueres de carne bovina cozidos adicionados de goma de linhaça, em base úmida.....59

TABELA 4 – Características de cozimento dos hambúrgueres de carne bovina com adição de goma de linhaça.....60

TABELA 5 – Escores da análise sensorial de hambúrgueres de carne bovina com adição de goma de linhaça.....62

TABELA 6 – Teste atitude de compra dos hambúrgueres de carne bovina adicionados de goma de linhaça.....62

TABELA 7 – Parâmetros de cor dos hambúrgueres de carne bovina adicionados de goma do grão de linhaça crus.....63

TABELA 8 – Atividade de água dos hambúrgueres de carne bovina adicionados de goma do grão de linhaça crus e cozidos.....64

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1 – Goma do grão e do farelo de linhaça (*Linum usitatissimum* L.): extração, caracterização química e reológica.....24

FIGURA 1 – Viscosidade da goma do grão e do farelo de linhaça em função da concentração de goma, em pH 5, temperatura ambiente.....41

FIGURA 2 - Viscosidade da goma do grão e do farelo de linhaça em função da variação do pH, na concentração 0,5%, a temperatura ambiente.....42

ARTIGO 2 – Goma de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) como substituto de gordura em hambúrgueres bovinos.....47

FIGURA 1 – pH (em 1g de amostra) dos hambúrgueres crus, durante armazenamento a -20°C por 90 dias.....65

FIGURA 2 - TBARS (mg MA/Kg de amostra) nos hambúrgueres crus, durante armazenamento a -20°C por 90 dias66

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 Linhaça (<i>Linum usitatissimum</i> L.)	12
2.1.1 Caracterização da linhaça.....	12
2.1.2 Importância nutricional.....	14
2.1.3 Processamento da semente ao farelo.....	16
2.1.4 Goma da linhaça.....	17
2.2 Alimentos com reduzido teor de gordura	19
3 TRABALHOS DESENVOLVIDOS	23
3.1 ARTIGO 1: Goma do grão e do farelo de linhaça (<i>Linum usitatissimum</i> L.): extração, caracterização química e reológica	23
3.2 ARTIGO 2: Goma de linhaça (<i>Linum usitatissimum</i> L.) como substituto de gordura em hambúrgueres bovinos	45
4 DISCUSSÃO	69
5 CONCLUSÃO	71
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXOS	79

1 INTRODUÇÃO

A linhaça tem sido utilizada em diversas formas há mais de 5000 anos como ingrediente alimentar e por suas propriedades medicinais. O interesse no seu consumo está relacionado ao seu elevado conteúdo de ácido α -linolênico e presença de fibra dietética, além de substâncias fitoquímicas como lignanas, proteínas e compostos fenólicos (OOMAH et al., 1995b; OOMAH; DER; GODFREY, 2006; MORRIS, 2007).

O produto de beneficiamento da linhaça é o seu óleo, usado por diversas indústrias, como: têxtil, cosmética e farmacêutica, além da alimentícia. Após a extração do óleo, tem-se como subproduto natural o farelo de linhaça, de baixo custo, porém, com elevado conteúdo de fibras e proteína. Atualmente o farelo é destinado à produção de ração animal para bovinos, ovinos, eqüinos e, em menores proporções, para rações de suínos e aves (PITA, 2006; TOMM, 2006). No entanto, o farelo contém elevado teor de mucilagem (goma), a qual é considerada um dos principais fatores antinutricionais na alimentação animal, pois aumenta a viscosidade no trato digestório, reduzindo a digestão e absorção dos nutrientes da dieta (ALZUETA et al., 2002).

A fibra solúvel presente na linhaça e em seus subprodutos apresenta ótimo potencial hidrocolóide, por possuir capacidade de reter água nos alimentos, podendo ser utilizado como ingrediente alimentício, principalmente em substituição à gordura em alimentos altamente calóricos. Além da função tecnológica, o uso dessa fibra, como ingrediente alimentar, é particularmente interessante para o desenvolvimento de alimentos com efeitos específicos benéficos à saúde (OOMAH; MAZZA, 1998b; JENKINS et al., 1999; MAZZA, 2000; TARPILA; WENNBERG; TARLIPA, 2005; CHEN et al., 2006; TRUCOM, 2006; MORRIS, 2007).

Na atualidade, os consumidores estão cada vez mais interessados em consumir alimentos saudáveis e com reduzido teor de gordura. Os produtos cárneos convencionais possuem um alto nível de gordura (20 a 30%), permitindo, dessa forma, uma oportunidade para sua redução (COLMENERO, 2000; SEABRA et al., 2002; DANIEL, 2006). Entretanto, a redução de gordura nestes produtos

compromete parâmetros como textura, aparência, palatabilidade e aceitação global do produto (COLMENERO,1996; 2000; FIGUEIREDO, 2002; VANDENDRIESSCHE, 2008). Estudos recentes apontam uma tendência para o uso de fibras de diferentes fontes como miméticos de gordura em produtos cárneos (ANDERSON; BERRY, 2000; SEABRA et al., 2002; QUEIROZ et al., 2005; CAMPAGNOL et al., 2006; DANIEL, 2006; PIÑERO et al., 2008).

Apesar do alto conteúdo de gordura, o hambúrguer (carne bovina, suína ou frango), participa dos hábitos alimentares de grande parte da população, devido às suas características sensoriais e por ser um produto de fácil preparo. Dessa forma, o presente trabalho propõe a substituição, parcial ou total, da gordura do hambúrguer pela goma da linhaça, originando um produto mais saudável e rico em fibras. Para tal foram avaliados o rendimento das extrações da goma da linhaça (grão inteiro e moído) e do farelo de linhaça a diferentes concentrações, bem como a aplicação da goma de linhaça como substituto de gordura em hambúrguer.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Linhaça (*Linum usitatissimum* L.)

2.1.1 Caracterização da linhaça

Os relatos mais antigos da semente de linhaça são datados de 5000 anos antes de Cristo, na Mesopotâmia. Foram encontrados desenhos da semente em tumbas faraônicas, o que comprova o uso desta herbácea desde a antiguidade (FLOSS, 1983; TOMM et al., 2006). Mesmo sendo originária da Ásia, seus benefícios foram difundidos pelo mundo todo, e seu consumo é muito comum na América do Norte e em países europeus.

O linho (*Linum usitatissimum* L.) é uma planta anual de inverno, pertencente à família das Lináceas. Apresenta estatura entre 30 e 130 cm e exibe flores de pétalas azuis (FLOSS, 1983; BALDANZI et al., 1988; TOMM et al., 2006). A semente, geralmente de cor amarronzada, é encontrada nas extremidades dos ramos, em cápsulas globulosas, cada uma dessas contém de uma a dez sementes brilhantes e planas (FAO – Food Agriculture Organization, 2008).

As cultivares de linho destinadas à produção de fibra têxtil (denominadas “Flax”) possuem plantas mais altas e menos ramificadas que as cultivares oleaginosas e são cultivadas em regiões frias e temperadas do hemisfério norte, especialmente nos países da antiga União Soviética e leste da Europa. As cultivares de linho oleaginoso (denominadas “Linseed”) apresentam menor estatura e desenvolvem mais ramificações basais. Possuem sementes maiores e são cultivadas em áreas mais amplas, em regiões mais quentes, como Argentina, Índia, Austrália, Estados Unidos e Canadá, durante o verão (FLOSS, 1983; TOMM et al., 2006).

Do ponto de vista de registro, há dois tipos de linhos destinados à produção da semente oleaginosa comercial, o linho tradicional ou linhaça e o Solin (MAZZA, 2000; TRUCOM, 2006). O solin é uma oleaginosa que foi desenvolvida

recentemente, nos anos 1990, a partir do linho (*Linum usitatissimum* L.), utilizando técnicas avançadas de melhoramento genético, visando reduzir o teor de ácido α -linolênico, que é de 50% na linhaça, para menos de 5% no solin (TOMM et al., 2006). Desse modo, deu-se origem a um óleo mais estável, devido à redução das reações de oxidação e polimerização, tornando-o próprio para ser utilizado tanto em saladas, quanto para cozinhar. Os padrões da Comissão Canadense de Grãos (Canadian Grain Commission, CGC) definem que as cultivares de solin devem ter grãos com tegumento amarelo, para diferenciá-los. No Brasil, tem sido chamado de linhaça dourada, porém, ainda não há registro de plantio em escala significativa dessa cultivar no País (MAZZA, 2000; TOMM et al., 2006).

A produção mundial de linhaça foi estimada em 2.500 mil toneladas no ano de 2005, onde o Canadá ocupa o primeiro lugar, com 1.082 mil toneladas, seguido pela China (480 mil toneladas por ano) e Estados Unidos (450 mil toneladas por ano). O Brasil encontra-se em 19º lugar, com 6 mil toneladas no ano de 2005 (FAO, 2008).

Atualmente, a principal aplicação do grão inteiro de linhaça é em produtos forneados preparados com cereais, para aumentar a quantidade e qualidade de fibra e proteína. A linhaça moída, seca e estável é aplicada em diversos alimentos como bolachas, pães, caramelos, bebidas nutritivas e iogurte. Pode também ser adicionada em saladas, sopas e produtos cárneos processados (MAZZA, 2000; POHJANHEIMO et al., 2006; SOUZA; SANTOS, 2007; VERNAZA et al., 2007).

O óleo de linhaça também tem sido utilizado amplamente na alimentação humana, devido às suas propriedades tecnológicas e funcionais. Extraído da semente por compressão a frio (fato que preserva sua atividade funcional), este óleo é considerado uma das principais fontes vegetais de ácidos alfa-linolênico e linoléico (ácidos graxos essenciais), lignana e vitamina E; sendo comercializado em cápsulas gelatinosas ou a granel (MAZZA, 2000).

Pohjanheimo et al., (2006) avaliaram os efeitos da adição da semente de linhaça triturada (5%) e de óleo de linhaça (13%) em preparações de pães, observando melhoras na qualidade do produto, incluindo suavidade e conteúdo de umidade, durante o armazenamento. Além de melhorar as qualidades tecnológicas, a linhaça promoveu melhoria no valor nutritivo, com aumento favorável na relação de

ácidos graxos ω -3 (ácido α -linolênico) e ω -6 (ácido linolêico) e no teor de fibras dietéticas, tornando o produto fonte de fibra.

2.1.2 Importância nutricional da linhaça

A linhaça tem sido utilizada em diversas formas por mais de 5000 anos como ingrediente alimentar e por suas propriedades medicinais, as quais são descritas no *Bem Cao*, a Farmacopéia da China (MAZZA, 2000). Na atualidade, é reconhecida mundialmente como alimento funcional, devido aos seus efeitos benéficos à saúde que vão além de seu conteúdo tradicional de nutrientes (MORRIS, 2007). O interesse no seu consumo está relacionado ao seu elevado conteúdo de ácido α -linolêico (50-60%) e à presença de fibra dietética, lignanas e compostos fenólicos, os quais são comprovadamente benéficos na redução dos fatores de risco de doenças cardiovasculares e câncer (OOMAH et al., 1995b; LEVI et al., 2001; OOMAH; DER; GODFREY, 2006; MORRIS, 2007).

O grão de linhaça apresenta 40% de lipídeos (CACACE; MAZZA, 2006; TOMM, 2006), sendo que 59% deste são compostos por ácido alfa-linolênico (ALA) (PSOTA, 2006; SANTOS, 2006). Estudos têm destacado a importância do consumo periódico de ALA para prevenir obstruções arteriais, causadoras de doenças cardíacas. Adicionalmente, o ALA auxilia na construção de moléculas de hemoglobina, que carregam o oxigênio pelo sangue, e exercem uma ação antioxidante e de renovação celular e estimula a produção de prostaglandinas, compostos que melhoram a circulação sanguínea e removem o excesso de sódio dos rins, diminuindo a retenção de líquidos, inclusive durante o período pré-menstrual. Ao ALA também é atribuído redução da pressão sanguínea em hipertensos, bem como reduções nos níveis de colesterol sérico e triglicérides (PSOTA, 2006; SANTOS 2006; SILVA et al., 2007). Adicionalmente, estudos também têm demonstrado que o ser humano é capaz de dessaturar o ALA e alongar sua cadeia até ácido eicosapentanóico (EPA; 20:5n-3) e ácido docosahexanóico (DHA; 22:6n-3), essenciais para o desenvolvimento neurológico ótimo (MAZZA, 2000; SANTOS, 2006; SILVA et al., 2007).

A linhaça pode ser comercializada como fonte de proteína vegetal na forma de semente, farinha sem desengordurar (linhaça moída) e farinha desengordurada. Para ser considerada de boa qualidade, a farinha de linhaça deve conter mais de 30% de proteína (MAZZA, 2000; OOMAH; DER; GODFREY, 2006). O valor protéico da farinha de linhaça, baseado na proporção de aminoácido limitante (lisina) com relação à concentração do mesmo na proteína de referência, definida pela FAO (Food and Agriculture Organization, 2008), é 22% superior ao da farinha de soja (82 *versus* 67 de valor biológico), sendo este último produto a fonte vegetal protéica mais usada na alimentação humana. Como em outras oleaginosas, observa-se uma forte correlação inversa entre o conteúdo de óleo e de proteína da semente. Além da qualidade nutricional, a proteína da linhaça apresenta boa absorção de água e óleo, atividade emulsionante e estabilidade (OOMAH; MAZZA, 1998a; MAZZA, 2000; OOMAH; DER; GODFREY, 2006).

A linhaça é uma das fontes mais ricas de lignana vegetal, principalmente a secoisolariciresinol diglicosídeo (SDG), além de conter outras como: matairesinol, pinocresinol, lariciresinol, isolariciresinol e secoisolariciresinol (SECO). As lignanas da linhaça são transformadas, através das bactérias do cólon dos humanos, em lignanas encontradas em humanos e outros mamíferos, o enterodiol e a enterolactona (MORRIS, 2007). Estes constituintes têm efeito protetivo contra o câncer, ao bloquear enzimas envolvidas no metabolismo hormonal e ao interferir no crescimento e metástase de células tumorosas. As lignanas agem como fitoestrógeno, apresentando atividade estrógena fraca em humanos. Além disso, apresentam ação antioxidante, antimutagênica e anticarcinogênica (CACACE; MAZZA, 2006; MAZZA, 2000; MORRIS, 2007).

Além de todas as qualidades nutricionais e funcionais já citadas, a linhaça, bem como alguns de seus sub-produtos (ex. farelo) são ricos em fibra dietética, sendo que cada 100g de grão é composto, em média, por 30g de fibra alimentar (TOMM, 2006; SANTOS et al., 2005), divididas nas frações insolúvel e solúvel. Estudos têm demonstrado que a fibra insolúvel promove melhoras no sistema digestivo e previne a constipação, principalmente devido ao aumento do bolo fecal e à redução do período de trânsito intestinal (CANCI, 2007; MORRIS, 2007). Já a fração de fibra solúvel, a qual representa um terço da fibra dietética total da linhaça,

auxilia na manutenção dos níveis de glicose no sangue e redução dos níveis de colesterol sanguíneo (MORRIS, 2007).

2.1.3 Processamento da semente ao farelo

O processamento comercial da linhaça para produzir óleo e farinha é semelhante ao de outras oleaginosas. Este processo compreende as etapas de limpeza da semente, laminado, cozimento, pressão, extração com solvente e recuperação do solvente (OOMAH; MAZZA, 1998a; MAZZA, 2000; TOMM, 2006).

As sementes são passadas através de telas de bateadeira e aspiradores para remover o material estranho como erva daninha, pedras e terra. A semente limpa, condicionada ao calor, é laminada em flocos e aquecida a 65°C por 20 minutos. Os flocos são transportados à uma prensa onde são extraídos 60–70% do óleo, sendo o restante extraído com hexano a 70°C, a fim de promover extração rápida do óleo residual. O hexano é removido sobre vácuo com a adição de calor na forma de vapor em um dessolventizador torradeira. A torta extraída normalmente entra na torradeira de dessolventizar a 75°C e é descarregada a 105°C em aproximadamente 30 minutos, originando a farinha ou farelo desengordurado (OOMAH; MAZZA, 1998a).

O termo farinha de linhaça pode ser aplicado à semente moída sem extrair o óleo, à torta de linhaça moída e à farinha obtida do processo de extração do óleo. Todos estes produtos apresentam diferentes conteúdos de óleo (35; 10 e 3%, respectivamente) (OOMAH; MAZZA, 1998a; FAO, 2008). Como o conteúdo de óleo determina, em grande parte, a forma em que vai se empregar a farinha de linhaça, faz-se necessário conhecer o produto específico ao qual se designa com este termo.

Oomah; Mazza (1998a) avaliaram as características físico-químicas dos produtos de linhaça em quatro estágios de processo comercial, a saber: limpeza, laminado, prensagem e extração por solvente. Observaram que o processamento da

semente a farinha induziu significativo aumento em conteúdo de proteína, cinza e carboidrato, o que correspondeu à redução em conteúdo de óleo. O tratamento térmico, especialmente durante processo de laminado para farinha, resultou em redução em ácidos fenólicos e solubilidade de proteína. Na maioria dos casos, os elementos tóxicos presentes na semente foram eliminados, destruídos, ou inativados pelo calor (MAZZA, 2000).

Após a extração do óleo, o conteúdo protéico do farelo de linhaça é concentrado, sendo então destinado à nutrição animal, especialmente à alimentação de ruminantes, uma vez que o elevado teor de fibras ainda restringe seu uso na nutrição de monogástricos (BALDANZI et al., 1988). Além de sua riqueza em elementos nutritivos (89% de matéria seca; 33% de substância nitrogenada; 31,7% de glicídios; 8% de gordura; e 8,7% de celulose), o farelo apresenta propriedades diuréticas, que aumentam a secreção do leite quando administradas em quantidades normais, na ração diária de gado bovino (BALDANZI et al., 1988). O farelo também tem sido empregado na alimentação dos animais promovendo diversas vantagens, como a lubrificação, facilitando o movimento através do trato digestivo e a absorção de água para aumentar o bolo alimentar (TOMM et al., 2006).

Outro destino do farelo é para aves de postura, visando à produção de ovo *diet* (com menos colesterol), indica-se substituição parcial do farelo de soja, pelo de linhaça (PITA et al.; 2006). Além disso, é destinado à produção de rações para ovinos e em menores proporções em rações para suínos e aves, devido aos elevados teores de fibras no seu tegumento (BALDANZI et al., 1988; TOMM et al., 2006).

2.1.4 Goma da linhaça

A linhaça possui elevado conteúdo de fibra alimentar solúvel, que pela alta capacidade de hidratação e força do gel formado, é tradicionalmente denominada de goma ou mucilagem, a qual representa aproximadamente 8% do peso da semente. Conforme Wannerberger et al. (1991) estão presentes na linhaça polissacarídeos

neutros e ácidos, compostos principalmente de ácido galacturônico (21-36%), xilose (19-38%), ramnose (11-16%), galactose (12-16%), arabinose (8-13%), e uma pequena quantidade de glicose (4-6%).

Do ponto de vista tecnológico, o alto conteúdo de mucilagem presente neste grão causa reduções significativas no rendimento da extração de óleo (OOMAH; MAZZA, 1997). Desta forma, a extração da goma na fase pré-processamento é apontada como alternativa para aumento da rentabilidade de extração do óleo. Porém, se esta operação não for viável, surge a possibilidade de extração da goma do farelo oriundo do desengorduramento. Neste caso, também poder-se-ia agregar valor ao farelo do ponto de vista de comercialização para arração de animais monogástricos, uma vez que o principal fator antinutricional estará sendo removido do ingrediente alimentício.

A goma extraída da linhaça, independente do estágio operacional, pode se tornar um produto de elevado valor tecnológico na indústria alimentícia e cosmética, especialmente pelo seu excelente potencial como hidrocolóide, destacando-se a sua marcada capacidade de inchamento e alta viscosidade em solução aquosa (CHEN; XU; WANG, 2006). Funcionalmente assemelha-se à goma arábica mais que outras. Porém, é viável comercialmente apenas como subproduto da indústria de óleo de linhaça, apresentando menor custo em relação a outras gomas comerciais (CUI; MAZZA, 1996; CHEN; XU; WANG, 2006). Além disso, deve-se considerar que o seu rendimento dependerá do método de extração, oscilando entre 3,5 e 9,4% (OOMAH et al., 1995a; CHEN; XU; WANG, 2006).

Dados analíticos como pureza, composição química e propriedades físicas são fatores importantes para definir sua área de aplicação, e sua aceitabilidade como um aditivo alimentar permitido (CUI; MAZZA, 1996). A goma de linhaça exibe propriedades de gel fraco, o que pode ser empregado para substituir a maioria das gomas não-gelatinosas em aplicações alimentícias e não-alimentícias (CHEN; XU; WANG, 2006; CUI; MAZZA, 1996).

Além da sua aptidão para aplicação tecnológica, deve-se ainda salientar que esta porção de fibra da linhaça, assim como os demais tipos de fibra alimentar viscosa, pode reduzir a resposta pós-prandial de glicose no sangue. Isso ocorre

devido ao aumento da viscosidade do conteúdo do intestino delgado e retardo da digestão e absorção de carboidratos (MORRIS, 2007). Além do valor nutricional como fibra dietética, vários benefícios são citados na literatura, como a prevenção de câncer retal e de cólon, doença coronária e obesidade (OOMAH; MAZZA, 1998b; MAZZA, 2000; MORRIS, 2007).

Estudos sugerem que dietas complementadas com linhaça reduzem significativamente os níveis séricos de colesterol total e colesterol LDL. Já os níveis de HDL aumentam ligeiramente ou permanecem constantes. Este efeito está relacionado à fibra alimentar da linhaça e não ao óleo de linhaça, como se pensava (RICKARD; THOMPSON, 1997; JENKINS et al., 1999; MORRIS, 2007).

Alguns pesquisadores vêm estudando o emprego da goma de linhaça em diversas formulações devido às propriedades tecnológicas atribuídas a esta substância. Stewart (1997) avaliou o efeito da adição de goma de linhaça em muffins (0,1-0,5%), onde ressaltou melhoras significativas no volume, altura e viscosidade dos tratamentos testes em relação ao controle (isento de goma de linhaça). Stewart; MAZZA (2000) avaliaram o efeito da goma em molho para saladas (0,75%), verificando que esta contribuiu significativamente para a estabilização e manutenção da viscosidade da emulsão. Outro estudo revelou que a adição de um concentrado de goma e proteína de linhaça (proporção 36 vs 45) em pães (0,6-15%) melhorou a capacidade de hidratação e reduziu as perdas de água durante forneamento (KANKAANPAA-ANTILA, 1996 apud MAZZA, 2000).

2.2 Alimentos com reduzido teor de gordura

Nos dias atuais o consumidor vem se tornando cada vez mais consciente quanto à importância da relação entre dieta e saúde, o que tem estimulado pesquisadores e indústrias de alimentos a desenvolver produtos reduzidos em gordura e enriquecidos com nutrientes capazes de produzir efeitos benéficos à saúde, além de nutrir.

Os produtos cárneos convencionais do tipo *fast food* possuem alto teor de gordura (20% a 30%) (COLMENERO, 2000). No entanto, a redução destes teores de gordura implica geralmente em problemas tecnológicos, como produtos que se desagregam facilmente, perda excessiva de água, baixo rendimento; além de problemas sensoriais, reduzindo os atributos de qualidade como maciez, suculência e textura (TROY et al., 1999; COLMENERO, 2000; SEABRA et al., 2002; PEDROSO, 2006).

Uma das alternativas na produção de alimentos com teor reduzido de gordura é a utilização de miméticos (carboidratos, gomas e proteínas), os quais proporcionam uma melhora nas características sensoriais, porém com menor agregação de valor calórico (LIMA; NASSU, 1996; MONTEIRO et al., 2006; PEDROSO, 2006).

Conforme a Portaria nº27/98 do Ministério da Saúde (BRASIL, 1998), um produto é considerado de teor reduzido em gordura, quando houver uma redução de no mínimo 25% desta fração quando comparado ao produto convencional; e baixo em gordura, quando este componente estiver presente em quantidades menores que 3%.

O hambúrguer (carne bovina, suína ou frango), participa dos hábitos alimentares de grande parte da população, devido às suas características sensoriais e por ser um produto de fácil preparo, destaca-se principalmente na cadeia de produtos do tipo *fast food*. Porém, este produto apresenta elevado teor de lipídeos, embora sua proteína seja considerada de alto valor biológico. Os requisitos das características físico-químicas do hambúrguer envolvem: gordura 23% (máximo); proteína 15% (mínima) e carboidratos totais 3% (máximo) (BRASIL, 2000).

Para que um ingrediente seja considerado um substituto de gordura, este deve contribuir com um mínimo de calorias e não deve alterar drasticamente as características sensoriais e funcionais do produto (LIMA; NASSU, 1996; COLMENERO, 1996; 2000; COLMENERO; COFRADES, 2001; FIGUEIREDO et al. 2002). Estudos recentes indicam o crescente uso de fibras de diversas fontes como substituto de gordura em produtos cárneos, tais como: carragena, fibra solúvel de aveia (β -glucana), farelo de aveia, fécula de mandioca, fibra de soja, fibra de ervilha,

etc. (ANDERSON; BERRY, 2000; SEABRA et al., 2002; QUEIROZ et al., 2005; CAMPAGNOL et al., 2006; MARQUES, 2007; PIÑERO et al., 2008). Os efeitos tecnológicos da fibra nos alimentos diferem de acordo com a quantidade e a natureza da fibra alimentar empregada. No entanto, pouco se tem pesquisado em relação à influência da goma proveniente da linhaça nas propriedades de produtos cárneos.

Seabra et al. (2002) avaliaram o efeito da adição de fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina e verificaram que os produtos adicionados de fécula de mandioca (2%) e farinha de aveia (2%) apresentaram menor teor de gordura, antes e depois do cozimento, menor encolhimento, maior rendimento e capacidade de retenção de água que o produto convencional. Além disso, não foram detectadas diferenças na aceitação global nos hambúrgueres com redução de gordura, tornando-se uma alternativa viável na elaboração de produtos menos calóricos de boa qualidade sensorial.

Daniel (2006) verificou o efeito da substituição de gordura por farelo de aveia na composição química, coloração e características sensoriais de hambúrgueres de carne bovina baixos em gordura. Os produtos com adição de farelo de aveia (10%) obtiveram maiores escores para suculência e maciez no teste descritivo, o que demonstra maior aceitação do produto no painel treinado e não-treinado em relação ao produto convencional. Observou-se também níveis inferiores de oxidação lipídica nos produtos adicionados de farelo de aveia, com considerável aumento da vida de prateleira. Em relação à coloração, os hambúrgueres, depois de cozidos, não apresentaram diferenças significativas.

Chen; Xu; Wang (2007) avaliaram os efeitos da interação entre goma de linhaça e proteína da carne e observaram que a adição de goma de linhaça em um sistema cárneo promoveu melhorias na textura e aparência. Além disso, os autores relataram aumento da força do gel e redução na sinérese, indicando que a goma da linhaça promoveu maior retenção de água no sistema cárneo ao qual foi adicionada, demonstrando a ocorrência de interações entre a goma da linhaça e a proteína cárnea.

Como visto, os estudos têm demonstrado a viabilidade do uso de miméticos de gordura em produtos cárneos, diminuindo o respectivo valor calórico, sem causar perdas significativas nas propriedades tecnológicas e sensoriais. Neste contexto, a goma de linhaça representa uma alternativa viável para essa aplicação, visto que exibe ótima capacidade de retenção de água e alta viscosidade em solução aquosa.

3 TRABALHOS DESENVOLVIDOS

3.1 ARTIGO 1

Submetido à Revista Química Nova

(Configuração conforme normas da revista – Anexo 1)

**GOMA DO GRÃO E DO FARELO DE LINHAÇA (*Linum usitatissimum* L.):
EXTRAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E REOLÓGICA**

**WHOLE FLAXSEED AND MEAL FLAXSEED GUM (*Linum usitatissimum* L.):
EXTRACTION, CHEMICAL CHARACTERISTICS AND REOLOGY.**

ABSTRACT

The objective of this work was to assess the yield of the extractions of flaxseed gum (whole, ground and meal) to different concentrations, as well as to assess the chemical composition and reology behaviour of the extracted fractions. The flaxseed gum (whole and meal) presented bigger yield in the concentration C7,5%. The flaxseed gum (whole grain) has elevated tenor of total fiber, the meal flaxseed gum presented less tenor of this component and high content of protein. Both gums have the excellent water binding capacity and it was not checked syneresis. The meal flaxseed gum showed the double of fat retention regarding the flaxseed gum.

Keywords: water binding capacity; syneresis; viscosity.

INTRODUÇÃO

A linhaça é uma das espécies agrícolas mais antigas no mundo, sendo tradicionalmente destinada à produção de óleo (rico em ácido α -linolênico) e fibra para vestuário. O processo de extração do óleo destes grãos gera grande volume de farelo, o qual atualmente tem seu uso majoritário na nutrição de bovinos^{1,2,3,4}. Considera-se, no entanto, que o potencial tecnológico desta cultura é ainda pouco explorado, especialmente se for considerado que tanto o grão *in natura*, como seus subprodutos (especialmente o farelo), agregam nas suas composições vários outros constituintes (fibra dietética, lignanas, proteínas e compostos fenólicos) que podem ser isolados e/ou aumentados quanto à sua biodisponibilidade, a fim de gerar outros produtos de maior potencial técnico e mercadológico, agregando maior valor a cadeia produtiva desta cultura^{5,6,7}.

No conjunto destes constituintes destaca-se a fibra dietética solúvel presente na linhaça, tanto pelo teor, quanto pela sua alta capacidade de hidratação. Do ponto de vista da exploração tradicional do binômio óleo+farelo de linhaça, a presença deste constituinte, também chamado de goma ou mucilagem, é indesejável por diminuir a rentabilidade de extração de óleo⁸, bem como, limita o uso do farelo gerado à nutrição animal, uma vez que tem efeito antinutricional expressivo, diminuindo o ganho de peso e conversão alimentar^{3,4,9,10}.

Em contra ponto, esta mesma fração de fibra solúvel presente na linhaça, tem sido intensamente estudada na nutrição humana devido aos seus efeitos benéficos à saúde, exercendo ação hipoglicemiante, hipocolesterolêmica, anticancerígena e combatendo a obesidade^{6,7}. O elevado conteúdo de mucilagem da linhaça e do seu respectivo farelo também é de grande interesse para a indústria alimentícia, uma vez que pode ser aplicado como agente espessante e/ou estabilizante, semelhante à goma guar ou arábica^{11,12,13,14}.

Considerando os diferentes aspectos que podem definir o uso deste grão ou de seus subprodutos em variados nichos comerciais, surge a alternativa de extrair a fibra dietética solúvel destas matérias-primas, tornando-a um produto de ampla aplicabilidade tecnológica. Neste contexto, a sua separação é possível nas duas etapas do processamento. Inicialmente, considerando o grão inteiro, esta fração de

fibra pode ser separada sem prejuízos a qualidade e rentabilidade do óleo por que ela está situada majoritariamente na casca, permitindo sua extração independentemente do óleo, o qual está localizado no interior da semente¹⁵. No farelo da linhaça há concentração maior de fibra solúvel, a qual também pode ser extraída, porém, com maior grau de “contaminação” com outros constituintes que estarão mais expostos a ação de reagentes usados no respectivo processo.

Neste contexto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o rendimento das extrações de goma da linhaça (grão inteiro e moído) e do farelo de linhaça a diferentes concentrações, bem como, caracterizar os produtos gerados quanto à composição química e comportamento reológico.

PARTE EXPERIMENTAL

Material experimental

Diferentes lotes de amostras de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e de farelo desengordurado de linhaça foram cedidos pela empresa Giovelli & Cia Ltda., situada em Guarani das Missões – RS.

Extração da goma

A goma, considerada a fração solúvel em água e precipitável em solução etanólica 75%, foi extraída de três amostras oriundas da linhaça (grão inteiro, moído e farelo desengordurado), sob, cinco concentrações (5% p/v; 7,5% p/v; 10% p/v; 15% p/v e 20% p/v), cada qual conduzida em seis repetições, as quais compuseram os seguintes tratamentos:

C5%= uso de 5g de linhaça ou farelo em 100mL de água destilada;

C7,5%= uso de 7,5g de linhaça ou farelo em 100mL de água destilada;

C10%= uso de 10g de linhaça ou farelo em 100mL de água destilada;

C15%= uso de 15g de linhaça ou farelo em 100mL de água destilada;

C20%= uso de 20g de linhaça ou farelo em 100mL de água destilada;

Os procedimentos de extração tiveram como base experimental as metodologias descritas por Fedeniuk & Biliaderis¹⁶; Alzueta⁹ e Amin¹⁷, com algumas modificações.

As concentrações testadas foram mantidas sob temperatura de 85 a 95°C e agitação constante, por aproximadamente 30 minutos, com posterior decantação a 50°C por 15 minutos. Na seqüência, o sobrenadante foi retirado e acrescido de etanol 99% (concentração alcoólica da solução final de 75%), a fim de precipitar a fibra solúvel (goma). O precipitado foi coletado e seco em estufa com circulação de ar a 60°C por 24 horas e pulverizados em micro-moinho, modelo MA-630 da marca Marconi, por 60 segundos, até tamanho médio de partícula de 0,3mm.

Adicionalmente, para extração da goma do farelo, logo após a decantação o sobrenadante foi filtrado em peneira com malha 50 mesh e o remanescente foi centrifugado a 4000rpm, a fim de obter maior quantidade de filtrado.

O rendimento de extração foi calculado usando a seguinte fórmula matemática:

$$\% \text{ de rendimento} = \frac{\text{gramas de goma obtida} \times 100}{\text{Peso de amostra (linhaça ou farelo)}}$$

Análise bromatológica

Foi determinada a composição bromatológica das amostras de grão de linhaça, goma de linhaça, linhaça demucilada (resíduo da linhaça após extração da goma), farelo desengordurado de linhaça, goma do farelo e farelo demucilado (resíduo do farelo após extração da goma).

As medidas de matéria seca (MS) ($105 \pm 2^\circ\text{C}$ por 24 horas), cinzas (550°C por 6 horas) e proteína bruta (PB), obtida através da determinação de nitrogênio pelo método micro Kjeldahl ($\text{N} \times 5,41$) (OOMAH & MAZZA⁵), foram realizadas conforme as técnicas descritas pela AOAC¹⁸. O teor de gordura das amostras foi determinado pelo método de Bligh-Dyer conforme Cecchi¹⁹. Os teores de fibra alimentar total (FT) e insolúvel (FI) foram determinados conforme o método enzimico-gravimétrico número 991.43, de acordo com a AOAC¹⁸, sendo a fibra solúvel (FS) determinada por diferença. Para essa análise, foram empregadas as enzimas α -amilase (Termamyl 120L[®]), protease (Flavourzyme 500L[®]) e amiloglicosidase (AMG 300L[®]), fornecidas por Novozymes Latin American Limited.

Os valores de carboidratos nas amostras foram determinados por diferença, conforme a seguinte fórmula:

$$\% \text{ Carboidratos} = 100 - (\text{cinzas} + \text{proteína} + \text{gordura} + \text{fibra total})$$

Todos os valores foram expressos em porcentagem de massa seca.

Composição de minerais

Os macrominerais (cálcio, magnésio, potássio e sódio) e microminerais (cobre, zinco, ferro e manganês) foram determinados para as amostras de goma do grão de linhaça e do farelo, conforme métodos descritos por Tedesco²⁰. Obteve-se extrato das amostras a partir de digestões ácidas sob temperaturas controladas, primeiro com ácido nítrico (120°C) e, posteriormente, com ácido perclórico (180 - 190°C). Os minerais foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica Marca Varian, modelo Gemini AA12/1475. Para determinação dos macrominerais usou-se uma alíquota de extrato após adição de óxido de lantânio. A seguir, foi feita uma segunda diluição do extrato, ajustando-se a sensibilidade do equipamento com os padrões utilizados.

Determinação de cor

Para determinar a coloração das amostras das gomas extraídas da linhaça (grão inteiro e moído) e farelo, foi utilizado o colorímetro de Minolta Chroma Meter CR-300 (Minolta Osaka Japão), conforme o sistema CIE (L^* , a^* , b^*). Foram feitas quatro medidas em cada amostra, sendo estas realizadas diretamente sobre as amostras, sem o vidro entre a amostra e o equipamento. Segundo o sistema CIE, as coordenadas de cromaticidade a^* e b^* indicam a direção da cor, onde $+a^*$ é a direção para o vermelho, $-a^*$ é a direção para o verde, $+b^*$ é a direção para o amarelo, $-b$ para o azul e L^* indica a luminosidade da amostra.

Capacidade de hidratação

A capacidade de hidratação das gomas da linhaça e do farelo foi determinada segundo McConnell²¹. Pesou-se um grama de amostra em tubo de centrifuga, previamente tarado. Adicionou-se 20mL de água destilada, com posterior agitação, até completa homogeneização. Deixou-se em repouso, a temperatura ambiente, por 24 horas. No dia seguinte, o material foi centrifugado e água liberada foi removida. Pesou-se o tubo contendo amostra com a água absorvida. A capacidade de hidratação das amostras foi expressa em gramas de água absorvidas em um grama de amostra.

Capacidade de ligação à gordura

A capacidade de ligação à gordura foi determinada de acordo com Abdul-Hamid²². As amostras desengorduradas foram pesadas em tubo, onde foi adicionado óleo. Após completa homogeneização, o material foi centrifugado e o sobrenadante foi removido. O tubo com o sedimento (amostra + óleo absorvido) foi pesado. A capacidade de ligação à gordura foi expressa pela quantidade de gramas de óleo absorvida em um grama de amostra.

Capacidade de troca catiônica

A capacidade de troca catiônica foi determinada conforme McBurney²³, através da capacidade de ligação ao cobre. Pesou-se 0,1g de amostra em cadinho sinterizado, adicionou-se 50mL de solução de sulfato de cobre II, após completa diluição da amostra, deixou-se em repouso por uma hora. O material do cadinho foi filtrado, lavado com água e desprezado. Adicionou-se solução propanol/HCl ao cadinho. Este filtrado foi passado para um balão volumétrico de 100mL e foi completado com água destilada. Uma alíquota desta solução foi transferida para um tubo de ensaio, onde o pH foi ajustado com hidróxido de amônia entre 8-9, sendo então transferido para balão volumétrico de 50mL. Adicionou-se ao balão solução de cuprizon 0,5% e completou-se o volume com água destilada. Deixou-se por trinta minutos em repouso e procedeu-se a leitura da absorbância em espectrofotômetro. Os resultados foram apresentados em mg de cobre por 100g de amostra integral.

Sinérese

A sinérese dos géis de goma de linhaça e do farelo foi determinada segundo Bourne²⁴, com algumas modificações de concentração de gel. Foram pesados 1; 1,5; 2; 2,5 gramas de amostra em béquer e foi adicionada 100mL de água destilada. A seguir, o material foi submetido a aquecimento com agitação constante, até atingir 90^oC. Após resfriado, os géis foram armazenados em recipientes hermeticamente fechados, para evitar a perda de líquido por evaporação e submetidos à refrigeração (5^oC), por duas horas, e pesado (peso inicial do gel). Os géis foram novamente submetidos à refrigeração (5^oC), por 24 horas, sendo novamente pesados (peso final do gel). A sinérese pode ser definida como sendo o percentual de líquido liberado de um gel, durante seu período de gelificação por perda de peso. Dessa forma, o percentual de sinérese foi determinado de acordo com a seguinte fórmula:

$$\% \text{ sinérese} = \frac{\text{Peso inicial do gel} - \text{peso final do gel}}{\text{Peso inicial do gel}} \times 100$$

Viscosidade

As análises de viscosidade foram realizadas em Viscosímetro rotativo analógico Q 860A24 da Quimis aparelhos científicos Ltda.

Inicialmente foi elaborada uma solução padrão 2g/L da goma isolada de linhaça e do farelo. A partir desta, foram feitas nove diluições, com as seguintes concentrações: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 1,0; 1,5 e 2g/L. Todas as soluções apresentavam pH 5,0.

A seguir, elegeu-se a concentração 0,5g/L, ponto mediano da curva, para a solução de goma isolada do grão de linhaça e do farelo, a fim de avaliar o comportamento das soluções frente a variação de pH (2; 3; 4; 5; 6; 9; 10). Utilizou-se soluções NaOH (0,275N) e HCl (0,325N) para ajustar o pH das soluções.

Todas as leituras de viscosidade foram feitas a temperatura ambiente (25°C).

Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparados pelo teste-F. As médias das amostras foram comparadas pelo teste de Tuckey, a nível crítico de significância a 5%. As análises estatísticas foram efetuadas com auxílio do programa estatístico *Statistical Package for Social Sciences* SPSS, versão 8.0 para Windows.

RESULTADOS E DICUSSÃO

Os valores de fibra total, gordura e proteína (tabela 1) presentes na amostra linhaça estão de acordo com os encontrados por Bozan & Temelli²⁵, (38,1; 33,6 e 17,9%, respectivamente). No mesmo trabalho, observou-se 3,9 e 6,4%, para cinzas

e umidade, respectivamente. Segundo Carter²⁶, o teor de óleo pode variar entre 32 e 38%; proteína entre 26 e 32% e fibra total entre 37 e 47%. Sendo que estas variações podem ser atribuídas a alterações genéticas, meio ambiente ou método analítico.

Os teores de fibra solúvel, proteína bruta, gordura, cinzas encontrados para o farelo de linhaça foram semelhantes aos encontrados por Oomah & Mazza⁵ (13,2; 28,2; 9,9; 5,3%, respectivamente). Pode-se observar que o processamento do grão ao farelo proporcionou significativo aumento nos teores de proteína, cinza e conteúdo de carboidrato, o que correspondeu à redução em lipídio.

Tabela 1. Composição centesimal da linhaça e do farelo.

Parâmetros	Linhaça	Farelo
% na matéria seca.....	
Fibra total	45,19±1,74	53,70±2,00
Fibra solúvel	11,25±1,02	13,36±1,26
Fibra insolúvel	33,95±1,10	40,33±0,73
Cinzas	3,86±0,56	6,84±0,58
Gordura	32,94±4,57	8,36±0,45
Proteína	16,00±0,42	23,02±0,55
Carboidratos	4,90±0,65	9,23±0,41
Umidade	7,73±0,51	12,05±1,34

Resultados expressos em média ± desvio padrão.

Quando comparados os procedimentos testados para a extração da goma do grão de linhaça foi observado que, ao contrário do esperado, o tratamento C5% apresentou menor rentabilidade (tabela 2). Nesta concentração, há mais solvente (água) em contato com a superfície da amostra (casca), o que poderia contribuir para uma maior eficiência na extração. Porém, após a etapa de filtração, a solubilização da goma nesta concentração dificultou a precipitação pela adição de álcool, devido à presença excessiva de água. Neste caso, a goma precipitou muito lentamente, formando pequenos grupos e emaranhados difíceis de coletar, uma vez que apresentavam estrutura frágil e quebradiça. Além disso, esta concentração

exigiu maior aporte de álcool para obter a concentração de solução desejada (75% de solução alcoólica), a fim de realizar a completa precipitação, onerando os custos com este agente precipitante.

Tabela 2. Rendimento das extrações de goma do grão (inteiro e moído) e do farelo de linhaça.

Tratamentos	Grão de linhaça	Grão moído	Farelo
Rendimento em %.....		
C5%	4,56±0,33 ^c	13,22±0,49 ^c	7,55±0,51 ^b
C7,5%	7,10±0,40 ^a	18,34±0,41 ^a	9,03±1,22 ^a
C10%	7,25±0,94 ^a	16,01±0,62 ^b	8,40±1,14 ^{ab}
C15%	6,33±0,68 ^{ab}	-	-
C20%	6,09±0,10 ^b	-	-

Resultados expressos em média ± desvio padrão (n=6). Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo Teste de Tukey (p<0,05).

Os tratamentos C7,5% e C10% mostraram-se mais eficientes na extração da goma do grão de linhaça. Os rendimentos obtidos nessas concentrações são semelhantes aos encontrados por Fedeniuk & Biliaderis¹⁶, Mazza & Biliaderis²⁷ e Wannerberger²⁸. Devido à elevada concentração de goma na solução, quando adicionado álcool, ocorreu a formação de grandes emaranhados, os quais se agruparam facilmente conferindo aspecto semelhante a “tecido”, em estrutura altamente interligada. Esta goma apresentou boa aparência visual, de cor clara, desprovida de impurezas e inodora.

Os tratamentos C15% e C20% foram menos eficientes na extração da goma do grão de linhaça. Pois durante a extração aquosa estas soluções ficaram supersaturadas, o que dificultou a precipitação. Sendo assim, essas concentrações foram descartadas para os testes de extração com as demais matérias-primas testadas (grão moído e farelo).

Assim como no grão, o tratamento C5% foi menos eficiente para a extração da goma do farelo de linhaça, e os tratamentos C7,5% e C10%, os mais eficientes, apresentando valores semelhantes aos relatados por Fedeniuk & Biliaderis¹⁶. A

goma obtida dessas extrações apresentou baixo teor de impurezas, inodora e com bom aspecto visual, embora um pouco mais escura que a goma isolada do grão.

Não foi possível realizar o processo de extração da goma no farelo, da mesma forma que no grão moído, nas concentrações C15% e C20%. Pois esta matéria-prima apresentou alta capacidade de ligação à água (cada grama de farelo reteve 5,7 gramas de água), o que pode estar interferindo na extração da goma, provavelmente pela ação de outros compostos hidrocoloidais, além da fibra solúvel (ex. proteínas).

O grão moído de linhaça apresentou de 2 a 3 vezes maior rendimento de extração de goma em relação às outras amostras testadas, quando aplicados os tratamentos C5%; C7,5% e C10%. Isto se deve ao fato de que na goma obtida nesta amostra, ocorre maior presença de impurezas, como fragmentos do grão moído que passaram pela peneira. Além disso, metade do extrato obtido na goma da linhaça moída correspondeu à gordura (46,9%). Embora o óleo de linhaça possua reconhecido efeito benéfico à saúde pela sua composição de ácidos graxos insaturados^{12,26,29,30}, a presença deste componente no extrato é indesejável, tornando este impróprio para a aplicação em alimentos onde se quer reduzir o valor calórico e manter a estabilidade do produto. Adicionalmente, a goma proveniente neste método de extração apresentou características desfavoráveis, como: aparência desagradável, cor escura, pontos marrons e cheiro semelhante ao de pescado. Por este conjunto de motivos, as análises reológicas foram realizadas apenas nas gomas obtidas do grão inteiro e do farelo de linhaça, por apresentarem características visuais e químicas mais favoráveis à sua possível aplicação industrial.

Uma das principais características que distinguiu as gomas obtidas das amostras de grão inteiro, moído e farelo de linhaça foi a cor (tabela 3). A goma do grão inteiro apresentou maior valor para o parâmetro luminosidade, seguida pela goma do grão moído e do farelo. A goma extraída do grão moído obteve maior valor para os parâmetros a^* e b^* ($p < 0,05$), caracterizando tendência para o vermelho e amarelo, respectivamente. Observou-se que quanto maior o teor de gordura na amostra ($p < 0,05$), maior o valor do parâmetro a^* . A coloração da goma obtida a partir de diferentes fontes é importante para prever sua aplicação. Sendo assim, esta

medida também serviu para tomada de decisão do descarte da goma proveniente do grão moído para análises posteriores, por apresentar, de modo geral, coloração escura e tendência para o amarelo.

Tabela 3. Parâmetros de cor das gomas extraídas do grão (inteiro e moído) e do farelo de linhaça.

Parâmetros	Amostras		
	Goma do grão	Goma do grão moído	Goma do farelo
L	75,88±0,61 ^a	69,28±0,30 ^b	66,72±0,69 ^c
a	2,77±0,12 ^b	3,38±0,03 ^a	2,95±0,13 ^b
b	5,28±0,21 ^c	9,20±0,20 ^a	5,72±0,11 ^b

Resultados expressos em média \pm desvio padrão (n=4). Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os resultados obtidos demonstraram que a extração C7,5% foi mais eficiente para as amostras grão inteiro e farelo de linhaça. Por este motivo, optou-se por este procedimento extrativo a fim de obter e caracterizar a goma proveniente destas amostras.

A composição centesimal das gomas extraídas do grão e do farelo, ambas obtidas no tratamento C7,5%; bem como às frações demuciladas, é mostrada na tabela 4. O valor encontrado para fibra total da goma extraída do grão de linhaça é significativamente maior ($p < 0,05$) em relação àquela extraída do farelo. Embora o farelo apresente 54% de fibra total em sua composição, contra apenas 45% na amostra de linhaça (tabela 1), observou-se maior concentração de fibra na goma extraída da linhaça (grão inteiro). Isto pode ser atribuído a forma física das amostras submetidas à extração, pois o grão inteiro da linhaça permitiu maior solubilização

das fibras concentradas na casca (aproximadamente 8% de fibra solúvel), enquanto que no farelo teve solubilização tanto das fibras, como de parte da fração protéica, diminuindo quantitativamente a fração fibrosa deste extrato.

Tabela 4. Composição centesimal da goma do grão de linhaça, goma do farelo, grão demucilado e farelo demucilado.

Amostras	Goma do grão	Goma do farelo	Grão demucilado	Farelo demucilado
% na matéria seca.....			
Fibra total	85,07±3,98 ^a	55,64±0,60 ^b	39,62±0,04 ^c	56,55±0,88 ^b
Fibra solúvel	73,21±2,73 ^a	48,31±0,24 ^b	4,51±0,41 ^d	10,71±1,28 ^c
Fibra insolúvel	11,67±1,19 ^c	7,32±0,84 ^d	35,76±0,40 ^b	45,85±0,39 ^a
Umidade	7,23±0,04 ^a	6,15±0,86 ^b	4,04±0,32 ^c	4,85±0,26 ^c
Cinzas	6,24±0,08 ^a	3,49±0,03 ^b	2,74±0,08 ^c	5,91±0,51 ^c
Gordura	0,18±0,01 ^d	0,91±0,06 ^c	37,78±0,35 ^a	3,99±0,36 ^b
Proteína	6,22±0,12 ^d	36,39±0,19 ^a	17,69±0,39 ^c	20,72±0,21 ^b
Carboidratos	6,88±0,78 ^b	5,64±0,42 ^b	2,37±0,22 ^c	12,82±0,48 ^a

Resultados expressos em média ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os valores de umidade e cinzas na goma do grão de linhaça estão de acordo com Cui & Mazza¹¹, que avaliaram gomas provenientes de três cultivares diferentes de linhaça, observando que a umidade variou de 4 a 15% e as cinzas de 3,3 a 8,4%. Neste estudo também foram avaliados os teores de umidade e cinzas para gomas comerciais (goma arábica, guar e xantana), sendo encontrados valores de 9 a 13% e 1,5 a 12%, respectivamente. Já a goma do farelo apresentou menor valor de cinzas,

quando comparada à goma do grão, ficando dentro das variações já observadas na literatura, de 3,4 a 9% de cinzas¹⁶.

Tanto a goma extraída dos grãos como aquela extraída do farelo da linhaça, apresentaram baixo teor de gordura. Pois no grão inteiro da linhaça, o tratamento usado para solubilização da fibra não causou translocação da gordura, a qual está localizada no endosperma. O farelo, por ser subproduto da extração do óleo, apresenta baixa concentração de gordura na sua composição (tabela 1), que aliada à natureza hidrofílica do solvente, causou pouca mobilização de gordura para o extrato obtido. Mazza & Biliaderis²⁷ analisaram a mucilagem da linhaça obtida com três diferentes métodos de extração comparando-a com duas gomas comerciais (goma guar e locusta), onde encontraram teores de gordura que variaram de 0,2 a 0,5% nas gomas de linhaça e entre 0,7 e 1,2% nas gomas comerciais.

O conteúdo de proteína na goma extraída do farelo é seis vezes maior do que a obtida a partir do grão inteiro. Isso pode ser atribuído à natureza física das partículas do farelo (moído), uma vez que as proteínas nessa amostra estão expostas à solução aquosa, tornando-se facilmente solubilizadas e extraídas. Estes resultados são semelhantes aos preconizados por Mazza & Biliaderis²⁷ que relataram variação de 4,6 a 14,5% de proteína na goma do grão; e por Fedeniuk & Biliaderis¹⁶ que obtiveram 29% de proteína na goma extraída do farelo da linhaça. Estudos demonstram que a linhaça contém dois tipos principais de proteínas armazenadas, uma fração solúvel em soluções salinas predominantemente com alto peso molecular, e outra solúvel em água com baixo peso molecular¹⁴. Segundo Huang¹³, o conteúdo de proteína em gomas comerciais variou de 0 a 15%, demonstrando que a presença desta fração é rotineira em outros produtos usados como hidrocolóides alimentares.

Tanto o grão, como o farelo demucilados apresentaram baixos teores de fibra solúvel, umidade e cinzas. A remoção da goma destas matérias-primas promoveu a concentração de gordura e proteína, respectivamente. Alzueta⁹ ressaltaram que o processo de demucilagem concentra teor de fibra insolúvel, porém, reduz o conteúdo da fração solúvel de 7,5% para 1,6% no grão demucilado.

Embora a goma extraída do grão da linhaça tenha mais que o dobro de fibra solúvel em relação à goma do farelo (tabela 4), não houve diferença significativa na

capacidade de hidratação entre estas matérias-primas (tabela 5). Sendo assim, é possível afirmar que o potencial hidrocolóide da goma do farelo está associado à presença de proteína nessa amostra, a qual desempenha importante função em ligar a água. Segundo Fennema³², a capacidade de reter água das proteínas é explicada pela capacidade dos grupos positivos das carboxilas (CO) e grupos negativos (NH) dos enlaces peptídicos, descobertos pela desnaturação das estruturas secundárias, criando ao longo da cadeia protéica, um extenso sistema multicapa. Fedeniuk & Biliaderis¹⁶ avaliaram a capacidade de hidratação das gomas de grão e farelo de linhaça, guar e Xantana, as quais apresentaram 25-30; 16; 3 e 32 gramas de água por grama de amostra, respectivamente. Os valores obtidos tanto na goma do grão, quanto do farelo de linhaça indicam que esses extratos possuem elevada capacidade de ligação à água, podendo ser utilizados como agentes espessantes.

A goma do farelo apresentou maior capacidade de ligação à gordura em relação à goma da linhaça ($p < 0,05$). Esta característica indica provável presença de grupos apolares na proteína deste extrato (36,39% de proteína). A elevada capacidade de ligação à água e à gordura da goma do farelo viabiliza seu uso como estabilizante de emulsões em produtos alimentícios, farmacêuticos ou cosméticos.

Não foi observada diferença significativa entre as amostras para a análise de capacidade de troca catiônica, demonstrando que independente da origem do extrato obtido, seu comportamento aniônico permanece semelhante.

Para a análise de sinérese, foi necessário realizar vários testes com o intuito de adequar a técnica ao tipo de amostra. Foi avaliada a sinérese nas concentrações de géis de ambas as amostras a 1; 1,5; 2 e 2,5%. Em nenhuma das concentrações houve sinérese, porém, nas concentrações 1 e 1,5%, obtiveram-se géis fracos, sem forma. Já nas concentrações 2 e 2,5%, foram obtidos géis firmes. Sendo assim, quanto maior o teor de goma em solução, mais fortes são as ligações entre os polissacarídeos e a água, o que impede a liberação desta após ciclos de resfriamento (sinérese). Chen, Xu & Wang¹⁴ estudaram os efeitos da adição de goma de linhaça (0,08%) na força do gel de carragena, totalizando a quantidade de 1% de goma no sistema. Foi observado que, mesmo em baixas concentrações, a goma da linhaça é capaz de reduzir significativamente a sinérese e aumentar a força

do gel. De forma similar, Chen, Xu & Wang³¹ relataram ausência de sinérese em géis de goma de linhaça, nas concentrações 1 e 2%.

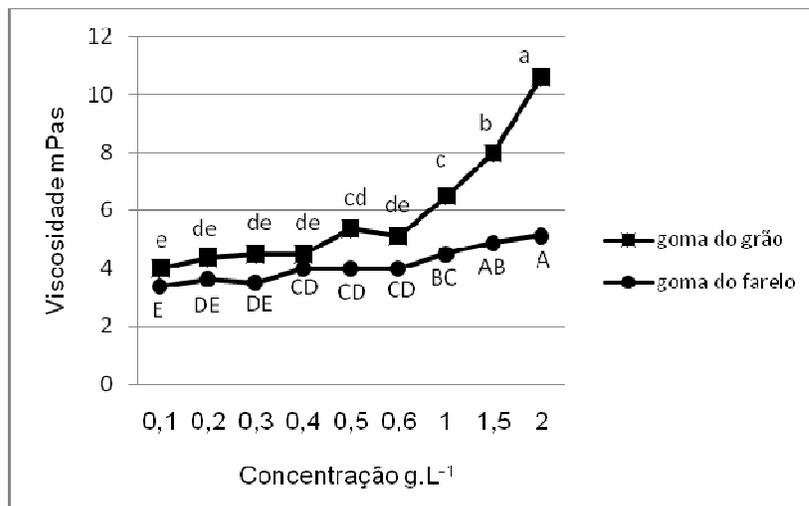
Tabela 5. Capacidade de hidratação (CH), capacidade de ligação à gordura (CLG), capacidade de troca catiônica (CTC) e sinérese da goma do grão e do farelo de linhaça.

Análises	Goma do grão	Goma do farelo	Significância
CH (g de água/g de amostra)	17,48±0,23	17,44±0,23	0,83
CLG (g de gordura/g de amostra)	2,81±0,03	4,63±0,04	0,00
CTC (mg de cobre/100g de amostra)	87,94±1,05	83,42±3,66	0,05
Sinérese (% de água liberada)	-	-	-

Resultados expressos em média ± desvio padrão. Diferentes pelo F-Teste.

O comportamento da viscosidade em função da concentração de goma (figura 1) foi diretamente proporcional, sendo que a goma do grão apresentou o dobro de viscosidade que a goma do farelo na concentração de 2g/L. Dessa forma, pode-se inferir que a proteína presente na fração goma do farelo contribui para a capacidade de hidratação da mesma, porém, não exerce efeito na viscosidade. Estes valores estão de acordo com os reportados na literatura^{14,16}.

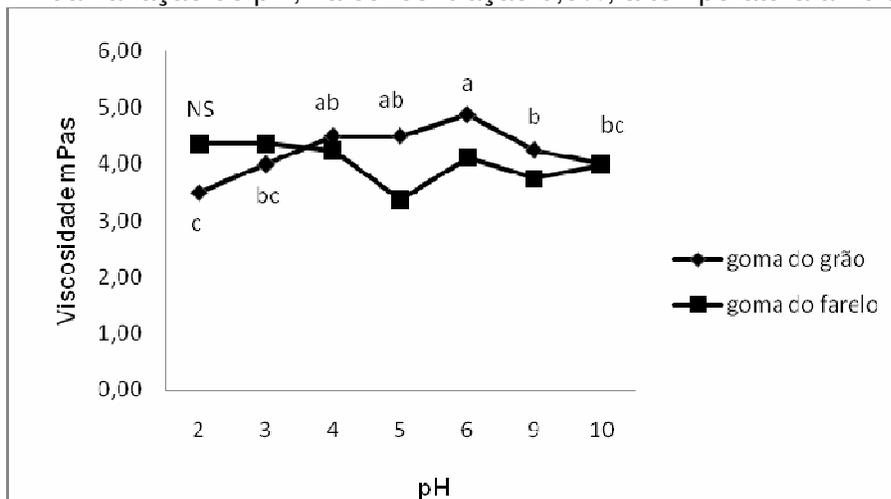
Figura 1. Viscosidade da goma do grão e do farelo de linhaça em função da concentração de goma, em pH 5, temperatura ambiente.



Letras minúsculas (para goma do grão) e maiúsculas (goma do farelo de linhaça) indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A viscosidade da goma do farelo em solução aquosa (0,5g/L) não foi alterada durante a variação de pH (2-10), (figura 2). Já a goma do grão apresentou maiores valores de viscosidade entre pH 4 e 6,5. Ao contrário destes resultados, Mazza & Biliaderis²⁷ encontraram maior viscosidade para a goma do grão na faixa de pH entre 6 e 8. Chen, Xu & Wang¹⁴ relataram força máxima do gel em pH 6 e 9, uma vez que em baixo pH, diminui as interações eletrostáticas entre as moléculas, por conseguinte reduz a força do gel.

Figura 2. Viscosidade da goma do grão e do farelo de linhaça em função da variação do pH, na concentração 0,5%, a temperatura ambiente.



Letras minúsculas para goma do grão de linhaça indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

De modo geral, a goma obtida do grão da linhaça apresentou maior teor de minerais (tabela 6). Observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) para cálcio, potássio, sódio, manganês e zinco. Os teores de sódio, na goma do farelo, e de cobre, em ambas as amostras, estavam abaixo do limite de detecção do equipamento para os padrões utilizados. Todos os valores foram menores que os encontrados na literatura^{11,27}.

Tabela 6. Composição mineral (em ppm) da goma do grão e do farelo de linhaça.

Minerais	Goma do grão	Goma do farelo
Cálcio	243,3±6,43	112,67±7,63
Magnésio	228,7±10,01	238,67±21,36
Potássio	708,67±11,93	537,00±17,35
Sódio	58,33±7,37	-
Ferro	0,104±0,006	0,166±0,034
Manganês	0,024±0,002	0,040±0,004
Zinco	0,511±0,05	0,078±0,007

Resultados expressos em média ± desvio padrão.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que o rendimento máximo para a extração de goma do grão e do farelo de linhaça foi de 9 e 7%, respectivamente, obtidos nas concentrações C7,5% e C10%. A goma do grão de linhaça apresentou elevada capacidade de hidratação e viscosidade estável na faixa de pH de 4 a 6, podendo ser utilizada como potencial agente hidrocolóide em alimentos e outros segmentos da indústria. A goma obtida do farelo apresentou ótima capacidade de ligação à água e à gordura, podendo ser empregada como agente estabilizante de emulsões e espessante. Não foi observada sinérese em ambas as gomas nas concentrações de gel testadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o auxílio financeiro da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a empresa Giovelli Ltda., por disponibilizar as amostras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Faostat database. [2007] Disponível em: <http://www.fao.org>. acessado em 23 de outubro de 2007
2. Soita, H.W.; Meier, J.A.; Fehr, M.; Yu, P.; Christensen, D.A.; Mckinon, J.J.; Mustafa, A.F. Effects of flaxseed supplementation on milk production, milk fatty acid composition and nutrient utilization by lactating dairy cows. *Arch Tierernahr.* **2003**, 57, 107-16.
3. Pita, M. C. G.; Piber Neto, E.; Carvalho, P. R.; Mendonça Junior, C.X. Efeito da suplementação de linhaça, óleo de canola e vitamina E na dieta sobre as concentrações de ácidos graxos poliinsaturados em ovos de galinha. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2006, 58, 925-931.
4. Tomm, G. O.; Floss, E. L.; Garrafa, M.; Benetti, V. Indicações para o cultivo de linho no Rio Grande do Sul. *Guarani das Missões: Giovelli*, **2006**. 40p.
5. Oomah, B. Dave; Mazza, Giuseppe. Compositional changes during commercial processing of flaxseed. *Industrial Crops and Products.* **1998**, 9 29–37.
6. Tarpila, Anneli; Wennberg, Tero; Tarpila, Simo. Flaxseed as a functional food. *Current Topics in Nutraceutical Research.* **2005**, 3, 167-188.
7. Trucom, Conceição. A importância da linhaça na saúde. 151 pags. Editora Alaúde. São Paulo. **2006**.
8. Oomah, B. Dave; Mazza, Giuseppe. Effect of Dehulling on Chemical Composition and Physical Properties of Flaxseed. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* **1997**, 30, 135–140.
9. Alzueta, C.; Ortiz, L. T.; Rebolé, A.; Rodríguez, M. L.; Centeno, C.; Trevino, J. Effects of removal of mucilage and enzyme or sepiolite supplement on the nutrient digestibility and metabolizable energy of a diet containing linseed in broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology.* **2002**, 97, 169-181.
10. Retore, Marciana. CARACTERIZAÇÃO DA FIBRA DE CO-PRODUTOS AGROINDUSTRIAIS E SUA AVALIAÇÃO NUTRICIONAL PARA COELHOS. Santa Maria-RS, **2009**, 70p. Dissertação (Mestre em Zootecnia, Área de Concentração em Nutrição de Não Ruminantes) – Universidade Federal de Santa Maria-UFSM.
11. Cui, W.; Mazza, G. Physicochemical characteristics of flaxseed gum. *Food Research International.* **1996**, 29, 397-402.
12. Mazza, G. Alimentos Funcionais: Aspectos Bioquímicos y de Procesado. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España, **2000**.
13. Huang, X.; Kakuda, Y.; Cui, W. Hydrocolloids in emulsions: particle size distribution and interfacial activity. *Food Hydrocolloids.* **2001**, 15, 533-542.
14. Chen, Hai-Hua; Xu, Shi-Ying; Wang, Zhang. Gelation properties of flexseed gum. *Journal of Food Engineering.* **2006**, 77, 295-303.
15. Diederichsen, A.; Raney, J.P.; Duguid, S.D. Variation of Mucilage in Flax Seed and Its Relationship with Other Seed Characters. *Crop Science.* **2006**, 46:365–371.

16. Fedeniuk, Ricky W.; Biliaderis, Costas G. Composition and Physicochemical Properties of Linseed (*Linum usitatissimum* L.) Mucilage. *J. Agric. Food Chem.* **1994**, 42, 240-247.
17. Amin, Amiza M.; Ahmad, Ahmad S.; Yin, Yap Yin; Yahya, Norfariza; Brahim, Norhayati. Extraction, purification and characterization of durian (*Durio zibethinus*) seed gum. *Food Hydrocolloids.* **2007**, 21, 273–279.
18. AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTIS. Official Methodos of Analysis. 16 Ed, Arlington, **1995**.
19. Cecchi, H. M. Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos. Editora da Unicamp, Campinas, SP, **1999**.
20. Tedesco M J, Gianello C, Bissani C A, Bohnen H, Volkweiss S J. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2ª ed. Porto Alegre (RS): Boletim Técnico do Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, **1995**.
21. McConnell, A.A.; Eastwood, M.A. Mitchell, W.D. Physical characteristics of vegetable foodstuffs that could influence bowel function. *J. Sci. Food Agric.* **1974**, 25, 1457-1464.
22. Abdul-Hamid, A.; Luan, Y.S. Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. *Food Chem*, **2000**, 68, 15-19.
23. McBurney, M.I.; Van Soest, P.J.; Chase, L.E. Cation exchange capacity and buffering capacity of neutral-detergent fibres. *J. Sci. Food Agric.* **1983**, 34, 910-916.
24. Bourne, M. C. Food texture and viscosity: Concept and Measurement. Cornell University, Geneva, New York. Academic Press. Mayo **1986**.
25. Bozan, B.; Temelli, F. Chemical composition and oxidative stability of flax, safflower and poppy seed and seed oils. *Bioresource Technology.* **2008**.
26. Carter, Jack. FLAXSEED as Functional Food for People... and as Feed for Other Animals. North Dakota State University. **2008**
Disponível no site: <http://www.ag.ndsu.nodak.edu/plantsci/flaxseed.htm>,
acessado dia 28/06/08.
27. Mazza, G.; Biliaderis, C. G. Functional properties of flax seed mucilage. *Journal of Food Science.* **1989**, 54, 1302-1305.
28. Wannerberger, K.; T. Nylander; Nyman, M. Rheological and chemical properties of mucilage in different varieties from linseed (*Linum usitatissimum*). *Acta Agric. Scand.* **1991**, 41, 311–319.
29. Psota, T. L.; Gebauer, Sarah K.; Kris-Etherton, Penny. Dietary Omega-3 Fatty Acid Intake and Cardiovascular Risk. *The American Journal of Cardiology* (www.AJConline.org). **2006**, 98.
30. Morris, H. D. Linaza – Una Recopilación sobre sus Efectos em la salud y Nutrición. 4ª Edición, **2007**.
31. Chen, Hai-Hua; Xu, Shi-Ying; Wang, Zhang. Interaction between flaxseed gum and meat protein. *Journal of Food Engineering.* **2007**, 80, 1051-1059.
32. Fennema, O. R. Química de los alimentos. 2.ed. Zaragoza: Acribia, **2000**. 1258p.

3.2 ARTIGO 2

Submetido a Revista Meat Science

(Configurações conforme Anexo 2)

**Goma de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) como substituto de
gordura em hambúrgueres bovinos**

Goma de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) como substituto de gordura em hambúrgueres bovinos

Resumo – o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adição de goma de linhaça, em hambúrgueres de carne bovina com diferentes níveis de gordura, na composição química, características de cozimento e aceitação global. Também foi avaliada a vida de prateleira dos hambúrgueres, no período de 90 dias, armazenados a -20°C . Para isso, foram elaboradas os seguintes tratamentos: GL0% (controle) sem goma de linhaça com 17% de gordura; GL0,1%, com 25% de redução de gordura e adição de 0,1% de goma de linhaça; GL0,3%, com 50% de substituição de gordura por 0,3% de goma de linhaça; GL0,6%, com 75% de substituição da gordura por 0,6% de goma de linhaça e GL1%, com 100% de substituição da gordura por goma da linhaça (1%). Tanto nos hambúrgueres crus, quanto nos cozidos, observou-se que quanto maior concentração de goma de linhaça no tratamento, maior foi a umidade e menor o conteúdo de gordura. Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) para os valores de cinzas e proteína, nos hambúrgueres crus e cozidos. Todos os tratamentos apresentaram maior rendimento e retenção de umidade quando comparadas ao controle (GL0%), sendo que apenas GL1% diferenciou-se significativamente ($p < 0,05$). GL0,6% apresentou maior retenção de gordura em relação às demais. Menor redução no diâmetro foi observada para GL0,1%, seguida por GL0,3% e GL0%, em ordem crescente. As formulações GL0% e GL0,1% apresentaram maior força de cisalhamento ($p < 0,05$) que GL0,3% e GL0,6%. Na análise sensorial, os tratamentos GL0,1% e GL0,3% obtiveram maiores notas para o atributo aparência; GL0% e GL0,1% para os atributos odor e sabor. Para os atributos cor e textura, apenas GL1% foi rejeitada, recebendo as menores notas. No teste de atitude de compra GL0,1% recebeu maior nota, seguida por GL0,3%; GL0%; GL0,6% e GL1%; em ordem decrescente de preferência. O pH aumentou durante o período de armazenamento, variando de 5,6 (dia 0) a 6,1 (dia 90), porém ficou dentro da faixa de pH para carnes próprias para consumo. Todos os tratamentos apresentaram menor valor de TBARS que o controle (GL0%), no término do armazenamento. Sendo assim, concluiu-se que é possível obter hambúrgueres reduzidos em gordura, com qualidade semelhante ou melhor que o produto convencional, com adição de goma de linhaça até 0,6%, representando uma alternativa viável de substituição parcial da gordura neste produto.

Palavras-chave: composição química, características de cozimento, análise sensorial, vida de prateleira.

Flaxseed gum (*Linum usitatissimum* L.) as a fat replacer on beef patties

Abstract – This work aimed to assess the effect of adding flaxseed gum in beef burger with different levels of fat, in chemical composition, cooking characteristics and global acceptance. Also evaluated the shelf life of the beef burger in the period of 90 days, stored – 20°C. To do this, were drawn up the following treatments: GL0% (control) with 17% fat; GL0,1%, with 25% reduction of fat and addition of 0.1% flaxseed gum; GL0,3%, with 50% replacement of fat by 0,3% flaxseed gum; GL0,6%, with 75% of fat by 0,6 % of flaxseed gum and GL1%, with 100% replacement of fat by flaxseed gum (1%). Both in raw or cooked beef burger, noted that the greater concentration flaxseed gum in the treatment, greater was the moisture and less fat content. There was no significant difference ($p < 0,05$) for the amounts of ash and protein, raw and cooked in beef burger. All the treatments presented more income and withholding moisture when compared to the control (GL0%); only GL1% differentiated significantly ($p < 0,05$). GL0,6% presented greater retention fat in relation to the other. Diminution in diameter was observed in GL0,1%; followed by GL0,3%; GL0,6% and GL0% in ascending order. GL0% and GL0,1% have greater shear force ($p < 0,05$) than GL0,3% and GL0,6%. In sensory analysis, the GL0,1% and GL0,3% obtained majors grades for attribute appearance, GL0% and GL0,1% to attributes odour and taste. For attributes color and texture, only the GL1% was rejected, receiving the smaller grades. Test attitude purchase GL0,1% received major grade, followed by GL0,3%; GL0%; GL0,6% and GL1%, in descending order of preference. The pH increased during the period of storage, ranging from 5,6 (day 0) 6,1 (90 day), but was within pH for meat suitable for consumption. All the treatments have less value of TBARS than the control (GL0%), at the end of storage. Therefore, it is concluded that is possible to obtain beef burgers reduced in fat, with similar quality or better than conventional product with added flaxseed gum by 0,6%, representing a viable alternative replacement partial fat in this product.

Keywords: chemical composition, cooking characteristics, sensory analysis, shelf life.

1 INTRODUÇÃO

Produtos cárneos como hambúrguer já estão solidificados como parte integrante da dieta da população brasileira, seja pelas suas características sensoriais, ou pela sua facilidade de preparo (ALLEN et al., 1999). As formulações convencionais, no entanto, apresentam elevado teor de gordura (máximo 23%), principalmente a saturada (BRASIL, 2000). Pesquisas sugerem que a ingestão excessiva deste tipo de gordura está altamente relacionada com o aumento de doenças cardiovasculares, obesidade e alguns tipos de câncer (COLMENERO, 2000; VANDENDRIESSCHE, 2008).

Neste contexto, o aumento na demanda por produtos com baixo teor de gordura tem estimulado indústrias alimentícias e pesquisadores a buscar novas alternativas a fim de elaborar produtos mais saudáveis. Entretanto, a redução de gordura em produtos cárneos geralmente acarreta problemas tecnológicos e sensoriais, como baixo rendimento, alterações na textura, suculência e aparência (COLMENERO, 1996; 2000).

Uma das alternativas para evitar estas características indesejáveis em produtos com reduzido teor de gordura é o emprego de miméticos, dentre os quais se destacam diferentes apresentações de fibra solúvel de origem vegetal que além de sanar o problema tecnológico e sensorial, ainda agregam valor funcional aos alimentos (LIMA & NASSU, 1996; MONTEIRO et al., 2006). Estudos recentes demonstram que o uso de fibras de diferentes fontes promove aumento no rendimento, por aumentar a capacidade de retenção de umidade e gordura após cocção, bem como melhora a aceitabilidade, além de reduzir custos na produção (CAMPAGNOL et al., 2006; DANIEL, 2006; MONTEIRO et al., 2006; MARQUES, 2007; PIÑERO et al., 2008; PINHEIRO, JORGE & DA COSTA, 2008).

O uso de fibras é fundamentado em formulações onde a necessidade de reter umidade se faz necessária para promover a qualidade tecnológica do produto. A fibra solúvel de linhaça, também denominada goma ou mucilagem, é um hidrocolóide com elevado potencial higroscópico que exhibe propriedades de gel fraco e termorreversível (CUI & MAZZA, 1996; CHEN, XU & WANG, 2006; 2007). Aliada a função tecnológica, a goma de linhaça está associada a efeitos benéficos à saúde, como ação hipoglicemiante, redução dos níveis de colesterol, doença coronária e

obesidade (MAZZA, 2000; MORRIS, 2007). Dessa forma, o presente trabalho propõe a substituição da gordura do hambúrguer pela goma do grão de linhaça, originando um produto de menor valor energético, melhor equilíbrio nutricional e potencialmente funcional. Para tal, foram avaliados diferentes níveis de substituição de gordura em formulações de hambúrgueres de carne bovina por goma do grão de linhaça, sendo os produtos obtidos caracterizados quanto à sua composição química, fatores de cozimento e aceitação global. Também foi avaliada a vida de prateleira dos hambúrgueres, no período de 90 dias, armazenados a -20°C .

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Formulações dos hambúrgueres

Os hambúrgueres foram preparados segundo as indicações de TERRA (1998), com algumas modificações. Utilizou-se carne bovina magra e toucinho adquiridos em comércio local de Santa Maria – RS. Após limpeza da carne, remoção da gordura e do tecido conectivo aparente, esta foi moída em disco 8mm e o toucinho foi moído em disco 5mm. A carne foi colocada em misturadeira, adicionada de água e sal, para extração das proteínas miofibrilares da carne. Após conveniente mistura, os demais ingredientes foram adicionados um a um, com exceção do toucinho. Essa massa foi dividida em cinco porções, onde foram adicionados toucinho e goma do grão de linhaça em diferentes concentrações, originando os tratamentos a seguir (tabela 1):

GL0% - formulação convencional sem adição de goma de linhaça, com 17,8% de toucinho;

GL0,1% - formulação com adição de 0,1% de goma de linhaça e 13,3% de toucinho;

GL0,3% - formulação com adição de 0,3% de goma de linhaça e 8,9% de toucinho;

GL0,6% - formulação com adição de 0,6% de goma de linhaça e 4,5% de toucinho;

GL1% - formulação com adição de 1% de goma de linhaça e isento de toucinho.

Após completa homogeneização dos ingredientes, os hambúrgueres de cada tratamento foram confeccionados com o auxílio de dosificadora-formadora, com aproximadamente 110g cada, embalados e congelados a -20°C até o momento das análises, durante 90 dias.

Tabela 1: Percentuais dos ingredientes usados nas formulações dos hambúrgueres de carne bovina adicionados de goma de linhaça.

Tratamentos	Ingredientes (% no produto <i>in natura</i>)		
	Carne bovina	Toucinho	Goma de linhaça
GL0%	71,2	17,8	-
GL0,1%	71,2	13,3	0,1
GL0,3%	71,2	8,9	0,3
GL0,6%	71,2	4,6	0,6
GL1%	71,2	-	1

Ingredientes: água (8,9%); sal (1,3%); pimenta branca moída (0,04%); pimenta preta moída (0,04%); alho em pó (0,09%); cebola em pó (0,09%); glutamato monossódico (0,44%); eritorbato de sódio (0,09%).

A goma utilizada nos tratamentos testes foi obtida através de extração aquosa em meio etanólico de grãos inteiros de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) na concentração de 7,5% p/v, conforme Monego, Dos Santos & Da Silva (2009). O extrato obtido após precipitação foi submetido à secagem em estufa com circulação de ar, a 60^oC, por 24h e pulverizado em micro-moinho, modelo MA-630 da marca Marconi, por 60 segundos, até tamanho médio de partícula de 0,3mm. A goma foi adicionada aos hambúrgueres na forma de gel (2% p/v), a fim de evitar grumos indesejáveis, proporcionando uma hidratação adequada.

2.2 Composição química

As análises de umidade, proteína, gordura e cinzas foram realizadas em triplicata, nos hambúrgueres crus e cozidos. O conteúdo de carboidratos foi determinado por diferença. Após descongelamento dos hambúrgueres a 5°C por 12h, estes foram cozidos em gril por aproximadamente doze minutos, sendo virados a cada dois minutos, até alcançar temperatura interna de 72°C.

As medidas de matéria seca (MS) ($105 \pm 2^\circ\text{C}$ por 24 horas), cinzas (diferença de massa após incineração da amostra em mufla a 550°C por 6 horas) e proteína bruta (PB) obtida através da determinação de nitrogênio pelo método micro kjeldahl ($\text{PB} = \text{N} \times 6,25$), foram realizadas conforme as técnicas descritas pela AOAC (1995). O teor de gordura das amostras foi determinado pelo método de Bligh-Dyer (CECHI,1999).

O valor calórico foi estimado através de cálculo, utilizando o seguinte procedimento: Valor calórico kcal = (teor de gordura* 9Kcal) + (teor de carboidratos* 4Kcal) + (teor de proteínas*4Kcal).

2.3 Características de cozimento

O rendimento de cocção, retenção de umidade, retenção de gordura e encolhimento foram determinados conforme descritos por Seabra et al. (2002) e Piñero et al. (2008). Foi mensurado o peso dos hambúrgueres antes e após o processo de cozimento, em seis hambúrgueres da cada tratamento. O processo de cozimento foi o mesmo utilizado para a análise de composição química. As características de cozimento foram calculadas de acordo com as seguintes fórmulas:

$$\text{Rendimento de cocção (\%)} = \frac{\text{peso hambúrguer cozido} \times 100}{\text{Peso hambúrguer cru}}$$

$$\text{Retenção de umidade (\%)} = \frac{\text{peso cozido} \times \% \text{ umidade hambúrguer cozido} \times 100}{\text{Peso cru} \times \% \text{ umidade hambúrguer cru}}$$

$$\text{Retenção de gordura (\%)} = \frac{\text{peso cozido} \times \% \text{gordura hambúrguer cozido} \times 100}{\text{Peso cru} \times \% \text{ gordura hambúrguer cru}}$$

$$\text{Encolhimento (\%)} = \frac{(\text{diâmetro cru} - \text{diâmetro cozido}) \times 100}{\text{Diâmetro cru}}$$

2.4 Textura objetiva (*Shear*)

Para avaliar a textura dos hambúrgueres obtidos nos diferentes tratamentos, foi feita análise da força de cisalhamento em seis unidades/tratamento. Estes foram cozidos conforme anteriormente descrito para as análises de composição química e resfriados a 25°C, para o início da análise, a qual foi realizada em equipamento “Warner-Bratzler Shear Force”, modelo 3000. De cada amostra, foram retirados, em lugares diferentes, três tiras de 4cm de comprimento/1,5cm de largura/1,5cm de altura. Os resultados obtidos foram expressos em Kgf.

2.5 Análise sensorial

Os tratamentos foram submetidos à análise sensorial, utilizando painel não treinado, constituído de 44 provadores, adultos, de ambos os sexos. Foi feito teste de aceitação, escala hedônica de sete pontos (1= desgostei muitíssimo; 7= gostei muitíssimo), para avaliar aparência, cor, odor, sabor e textura dos produtos desenvolvidos e teste de atitude de compra, escala hedônica de sete pontos (1=nunca compraria; 7= compraria sempre). Os hambúrgueres foram cozidos conforme descrito anteriormente para composição centesimal. Após cozimento, estes foram envoltos em papel alumínio e colocados em forno elétrico a temperatura de 70°C, até o momento de servir aos julgadores. A análise sensorial foi realizada em sala com cabines individuais, em laboratório próprio para análise sensorial.

2.6 Determinação da atividade de água (a_w)

Utilizou-se o aparelho Aqua Lab models series 33tE0,993 (Decagon Devices, INC.) para analisar a atividade de água, o qual possui a capacidade de quantificar a água livre nas amostras disponível ao metabolismo dos microorganismos. Este equipamento aplica o princípio do ponto de orvalho em que a água é condensada em superfície espelhada e fria, e detectada por sensor infravermelho. As análises foram realizadas nos hambúrgueres crus e cozidos, em triplicata, a temperatura ambiente.

2.7 Determinação de cor

Para determinação de cor nos hambúrgueres crus, foi utilizado o colorímetro Minolta Chroma Meter CR-300 (Minolta Osaka Japão), conforme o sistema CIE (L^* , a^* , b^*). Foram realizadas quatro medidas diretas (sem o vidro entre a amostra e o equipamento) em cada unidade experimental. Segundo o sistema CIE, as coordenadas de cromaticidade a^* e b^* indicam a direção da cor, onde $+a^*$ é a direção para o vermelho, $-a^*$ é a direção para o verde, $+b^*$ é a direção para o amarelo, $-b^*$ para o azul e L^* indica a luminosidade da amostra.

2.8 Vida de prateleira

Para avaliar a vida de prateleira dos hambúrgueres obtidos pelos distintos tratamentos, foram realizadas as medidas do pH (AOAC, 1995) e de peroxidação lipídica (substâncias reativas em ácido tiobarbitúrico – TBARS) nos dias zero, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 de armazenamento a -20°C . O TBARS foi determinado como mg de malonaldeído por Kg de amostra, de acordo com Bragagnolo, Danielsen & Skibsted (2005). O pH foi medido em solução contendo 1mg de amostra e 10mL de água destilada, diretamente com eletrodo específico.

2.9 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias dos tratamentos foram comparadas por teste de Tukey ($p < 0,05$), usando o programa *Statistical Package for Social Sciences* SPSS, versão 8.0 para Windows.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química dos hambúrgueres crus está apresentada na tabela 2. Como esperado, todos os tratamentos adicionados de goma de linhaça apresentaram maior teor de umidade ($p < 0,05$), conseqüentemente menor teor de

sólidos, em relação ao controle (GL0%). Sendo que, quanto maior a quantidade de goma adicionada, maior a umidade na amostra (apesar de adicionado mais água nos tratamentos juntamente com a goma na forma de gel) isso devido à sua alta capacidade de ligar e manter a água no produto (FEDENIUK & BILIADERIS, 1994). De forma similar, Chen, Xu & Wang (2007) constataram que a adição de goma de linhaça em sistemas cárneos promoveu aumento da retenção de água no sistema. Outros estudos revelaram resultados semelhantes quando empregado substitutos de gordura em hambúrgueres (SEABRA et al., 2002; DANIEL, 2006; MARQUES, 2007; PIÑERO et al., 2008).

A adição de goma do grão de linhaça não influenciou nos teores de cinzas e proteína nos tratamentos. Estes valores estão de acordo com os encontrados por Piñero et al. (2008), que avaliaram o efeito da substituição da gordura de hambúrgueres bovinos por fibra solúvel de aveia, revelando 13,6% de proteína e 1,8% de cinzas para os tratamentos teste e controle.

Todos os tratamentos apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) quanto ao conteúdo de gordura, conforme esperado. Os tratamentos GL0,1%; GL0,3%; GL0,6% e GL1% apresentaram reduções de gordura de 20; 33; 68 e 88% respectivamente. A Portaria 234 de 21/05/1996 do Ministério da Saúde (BRASIL, 1996) classifica como “reduzido em gordura”, os produtos que apresentam redução mínima de 25% de gordura quando comparado ao produto convencional; e “baixo em gordura”, os produtos que contêm no máximo 3% deste componente. Sendo assim, os tratamentos GL0,3% e GL0,6% podem ser considerados produtos reduzidos em gorduras; já o tratamento GL1% caracteriza-se como produto baixo em gordura. No tratamento GL1% não foi adicionado toucinho na preparação, indicando que o conteúdo de gordura nesta amostra corresponde ao teor deste componente na carne. Adicionalmente foi observada uma redução média de 38% no valor calórico total quando comparados os tratamentos teste com o controle (GL0%). Os tratamentos GL0,3% e GL1% apresentaram menor quantidade de carboidratos em relação aos demais, devido ao efeito diluente da goma.

Tabela 2: Composição centesimal dos hambúrgueres de carne bovina crus adicionados de goma do grão de linhaça, em base úmida.

Tratamentos	Umidade	Cinzas	Gordura	Proteína	Carboidratos	Valor calórico (Kcal)
% na amostra integral.....					
GL0%	64,19±0,81 ^e	2,00±0,07 ^{NS}	17,01±0,58 ^a	13,42±0,64 ^{NS}	3,38±0,49 ^a	220±5,9 ^a
GL0,1%	68,09±0,01 ^d	2,02±0,03 ^{NS}	13,54±0,25 ^b	13,37±0,25 ^{NS}	2,98±0,05 ^a	187±1,1 ^b
GL0,3%	71,88±0,03 ^c	1,90±0,04 ^{NS}	11,48±0,01 ^c	13,32±0,01 ^{NS}	1,42±0,08 ^c	162±0,2 ^c
GL0,6%	76,17±0,28 ^b	2,00±0,04 ^{NS}	5,41±0,25 ^d	13,97±0,08 ^{NS}	2,46±0,15 ^{ab}	114±2,6 ^d
GL1%	79,68±0,28 ^a	2,03±0,07 ^{NS}	2,05±0,12 ^e	14,33±0,35 ^{NS}	1,90±0,11 ^{bc}	83±2,0 ^e

Resultados expressos em média \pm desvio padrão (n=3). Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de tukey ($p < 0,05$). GL0,1% - 25% de substituição de gordura por 0,1% de goma de linhaça; GL0,3% - 50% de substituição de gordura por 0,3% de goma de linhaça; GL0,6% - 75% de substituição da gordura por 0,6% de goma de linhaça e GL1% - 100% de substituição da gordura por goma da linhaça (1%).

A composição química dos hambúrgueres cozidos está apresentada na tabela 3. Após o processo de cozimento foi possível observar que quanto maior a concentração da goma adicionada, maior o teor de umidade final ($p < 0,05$). Estes dados são semelhantes aos encontrados por Piñero et al. (2008), 61% de umidade no controle e 65% no hambúrguer baixo em gordura. Este fato se deve tanto à alta capacidade higroscópica da goma testada (FEDENIUK & BILIADERIS, 1994; CHEN, XU & WANG, 2007), como a sua respectiva força de ligação com as moléculas de água, confirmada pela baixa/nula sinérese (MONEGO, DOS SANTOS & DA SILVA, 2009).

O emprego de goma de linhaça como substituto de gordura não afetou o conteúdo de cinzas e proteína nos hambúrgueres cozidos. No entanto, os valores observados no presente estudo para estas frações alimentares ficaram acima dos encontrados anteriormente por outros autores (SEABRA et al., 2000; PIÑERO et al., 2008).

Tabela 3: Composição centesimal dos hambúrgueres de carne bovina cozidos adicionados de goma de linhaça, em base úmida.

Tratamentos	Umidade	Cinzas	Gordura	Proteína	carboidratos
% na amostra integral.....				
GL0%	52,78±0,32 ^d	2,84±0,05 ^{NS}	21,72±0,09 ^a	19,74±0,40 ^{NS}	2,90±0,06 ^b
GL0,1%	55,63±1,85 ^{cd}	2,90±0,15 ^{NS}	16,68±0,90 ^b	21,26±1,10 ^{NS}	3,54±0,01 ^b
GL0,3%	58,42±1,86 ^{bc}	2,90±0,08 ^{NS}	13,42±1,34 ^c	22,00±0,67 ^{NS}	3,48±0,20 ^b
GL0,6%	62,45±0,08 ^b	2,87±0,00 ^{NS}	7,20±0,11 ^d	21,72±0,09 ^{NS}	4,28±0,04 ^a
GL1%	68,38±1,31 ^a	3,10±0,07 ^{NS}	2,62±0,23 ^e	21,32±0,66 ^{NS}	4,56±0,41 ^a

Resultados expressos em média ± desvio padrão (n=3). Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa por tukey (p<0,05). GL0,1% - 25% de substituição de gordura por 0,1% de goma de linhaça; GL0,3% - 50% de substituição de gordura por 0,3% de goma de linhaça; GL0,6% - 75% de substituição da gordura por 0,6% de goma de linhaça e GL1% - 100% de substituição da gordura por goma da linhaça (1%).

O rendimento na cocção foi maior para os tratamentos com adição de goma do grão de linhaça (tabela 4). A redução do peso dos hambúrgueres ocorre naturalmente durante o processo de cocção devido à perda de gordura e umidade. A adição da goma promoveu aumento na retenção de umidade e gordura após cocção. Estudo realizado por Chen, Xu & Wang (2007) sugere que a adição de goma de linhaça em sistema cárneo promove uma matriz estruturada e altamente interconectada entre a proteína da carne e a goma de linhaça, por conseguinte, com pequenos poros que permitem o aumento da retenção de umidade e gordura, em comparação a estrutura formada apenas pela proteína cárnea. Da mesma forma, trabalhos anteriores relataram que a retenção de gordura no produto diminuiu com o aumento do teor de gordura (SEABRA et al., 2002; CAMPAGNOL et al., 2006; PIÑERO et al. 2008) , o que é importante para assegurar a qualidade sensorial e aceitabilidade aos produtos cárneos (CAMPAGNOL et al., 2006).

A adição da goma em substituição à gordura também promoveu menor encolhimento (p<0,05) dos hambúrgueres (tabela 4). De forma similar, Seabra et al. (2002) obteve os menores valores de encolhimento em hambúrgueres com baixo teor de gordura. Ao contrário destes resultados, Campagnol et al. (2006) observaram que quanto menor o teor de gordura, maior foi o encolhimento. Não foi possível

estimar a porcentagem de encolhimento para o tratamento GL1%, uma vez que as amostras desintegraram durante o processo de cocção. Os valores para textura objetiva (*shear*) dos hambúrgueres foram menores que os reportados na literatura (SEABRA et al., 2002; PIÑERO et al., 2008). O tratamento GL0,1% não se diferenciou do controle (GL0%). Os tratamentos GL0,3% e GL0,6% apresentaram menores valores de textura objetiva ($p<0,05$) em relação ao tratamento GL0%, indicando efeito benéfico da adição da goma sobre a maciez do produto. Da mesma forma, Piñero et al. (2008) verificaram redução no valor de textura objetiva em hambúrgueres adicionados de fibra solúvel de aveia.

Tabela 4: Características de cozimento dos hambúrgueres de carne bovina com adição de goma de linhaça.

Tratamentos	Características de cozimento				
	Rendimento	Retenção de Umidade	Retenção de Gordura	Encolhimento	Textura objetiva
%				Kgf
GL0%	64,59±3,81 ^b	56,28±2,90 ^b	82,48±4,87 ^b	12,15±1,75 ^a	1,69±0,10 ^a
GL0,1%	66,26±2,73 ^{ab}	56,34±2,22 ^b	80,55±3,77 ^b	5,12±0,20 ^c	1,65±0,20 ^a
GL0,3%	70,87±3,76 ^{ab}	57,60±3,06 ^{ab}	82,85±4,40 ^b	9,19±0,55 ^b	1,40±0,18 ^b
GL0,6%	71,69±1,54 ^{ab}	58,20±1,54 ^{ab}	94,47±2,50 ^a	8,03±1,23 ^b	1,31±0,08 ^b
GL1%	74,13±3,42 ^a	63,61±2,94 ^a	88,06±1,80 ^{ab}	--	0,42±0,02 ^c

Resultados expressos em média \pm desvio padrão. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa por tukey ($p<0,05$). GL0,1% - 25% de substituição de gordura por 0,1% de goma de linhaça; GL0,3% - 50% de substituição de gordura por 0,3% de goma de linhaça; GL0,6% - 75% de substituição da gordura por 0,6% de goma de linhaça e GL1% - 100% de substituição da gordura por goma da linhaça (1%).

Os resultados da análise sensorial demonstraram que a adição de goma de linhaça promoveu melhoria na aparência dos tratamentos GL0,1% e GL0,3%, diferenciando-se significativamente ($p<0,05$) do controle (GL0%) (tabela 5). Para o atributo aparência, não houve diferença significativa entre os tratamentos GL0% e GL0,6%. Para os atributos cor e textura, não houve diferença significativa entre os

tratamentos (GL0,1%; GL0,3%; GL0,6%) e o controle (GL0%), permitindo afirmar que a adição da goma da linhaça não influenciou na cor ou textura quando adicionada até 0,6%. Para os quesitos odor e sabor apenas os tratamentos GL0% e GL0,1% obtiveram as maiores notas. O tratamento GL1% recebeu os menores valores para todos os atributos. Alguns julgadores fizeram os seguintes comentários a respeito desse tratamento: “as características de sabor e textura, bem como aparência eram muito diferenciadas, as quais não condizem com o produto”; “textura desagradável”, “muito mole”. Quando questionados quanto à preferência, 48% dos provadores preferiram o tratamento GL0,1%; 34% o GL0,3%; 18,2% o controle (GL0%) e 11% o GL0,6%. Nenhum provador preferiu o tratamento GL1%. Estes valores estão de acordo com o teste de atitude de compra (tabela 6), onde o tratamento que obteve maior nota foi o GL0,1%, seguido por GL0,3%; GL0%; GL0,6% e GL1%, em ordem decrescente de preferência.

Estudos recentes também relataram os maiores valores na análise sensorial para os hambúrgueres com baixo teor de gordura e adicionados de substitutos de gordura como farinha de aveia, fécula de mandioca e fibra de ervilha (SEABRA et al., 2002; DANIEL, 2006; MARQUES, 2007; PIÑERO et al., 2008).

Tabela 5: Escores da análise sensorial de hambúrgueres de carne bovina com adição de goma de linhaça.

Tratamentos	Análise sensorial				
	Aparência	Cor	Odor	Sabor	Textura
GL0%	5,59±0,50 ^b	5,58±0,50 ^a	6,00±0,0 ^{ab}	6,16±0,87 ^a	6,06±0,84 ^a
GL0,1%	6,2±0,76 ^a	6,08±0,81 ^a	6,37±0,49 ^a	6,12±0,76 ^a	6,32±0,76 ^a
GL0,3%	6,14±0,81 ^a	6,02±0,80 ^a	5,68±0,48 ^{bc}	5,30±0,76 ^b	6,18±0,76 ^a
GL0,6%	5,31±0,76 ^b	6,00±0,80 ^a	5,54±0,51 ^c	5,23±0,44 ^b	6,27±0,70 ^a
GL1%	3,37±0,50 ^c	3,58±0,51 ^b	5,70±0,47 ^{bc}	3,56±0,51 ^c	2,00±0,0 ^b

Resultados expressos em média ± desvio padrão (n= 44). Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa por tukey (p<0,05). GL0,1% - 25% de substituição de gordura por 0,1% de goma de linhaça; GL0,3% - 50% de substituição de gordura por 0,3% de goma de linhaça; GL0,6% - 75% de substituição da gordura por 0,6% de goma de linhaça e GL1% - 100% de substituição da gordura por goma da linhaça (1%).

Tabela 6: Teste atitude de compra dos hambúrgueres de carne bovina adicionados de goma de linhaça.

Tratamentos	Atitude de compra
GL0%	4,46±0,65 ^c
GL0,1%	6,00±0,89 ^a
GL0,3%	5,00±0,67 ^b
GL0,6%	3,70±0,47 ^d
GL1%	1,00±0,02 ^e

Resultados expressos em média ± desvio padrão (n= 44). Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa por tukey (p<0,05). GL0,1% - 25% de substituição de gordura por 0,1% de goma de linhaça; GL0,3% - 50% de substituição de gordura por 0,3% de goma de linhaça; GL0,6% - 75% de substituição da gordura por 0,6% de goma de linhaça e GL1% - 100% de substituição da gordura por goma da linhaça (1%).

Quanto a cor, o tratamento GL0% apresentou maior valor para os parâmetros L (luminosidade) e b* (amarelo) (tabela 7), provavelmente devido ao maior teor de gordura nessa amostra, efeito semelhante ao encontrado por Seabra et al. (2002) no hambúrguer controle. Observou-se maior valor para o parâmetro a* no tratamento GL0,6%, isto é, cor vermelha mais intensa. De modo geral, o uso de substitutos de gordura em produtos cárneos pode ocasionar colorações mais escuras no produto final, sendo benéfico, pois os consumidores associam essa característica com produtos mais saudáveis, ou seja, mais magros (COLMENERO, 1996). Seabra et al. (2002) relataram maior tendência para o vermelho em hambúrgueres onde a gordura foi removida, substituída por farinha de aveia e fécula de mandioca.

Tabela 7: Parâmetros de cor dos hambúrgueres de carne bovina adicionados de goma do grão de linhaça crus.

Tratamentos	L	a*	b*
GL0%	46,84±0,15 ^a	13,54±0,43 ^b	9,90±0,07 ^a
GL0,1%	41,96±0,63 ^b	13,84±0,32 ^b	7,96±0,40 ^b
GL0,3%	41,67±0,14 ^b	13,74±0,27 ^b	7,71±0,22 ^b
GL0,6%	39,42±0,40 ^c	14,55±0,09 ^a	7,45±0,08 ^b
GL1%	37,55±0,53 ^d	11,32±0,22 ^c	3,73±0,26 ^c

Resultados expressos em média \pm desvio padrão (n= 6). Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa por tukey ($p < 0,05$). GL0,1% - 25% de substituição de gordura por 0,1% de goma de linhaça; GL0,3% - 50% de substituição de gordura por 0,3% de goma de linhaça; GL0,6% - 75% de substituição da gordura por 0,6% de goma de linhaça e GL1% - 100% de substituição da gordura por goma da linhaça (1%).

A adição de goma do grão de linhaça não influenciou a atividade de água nos hambúrgueres crus (tabela 8). Porém, estes valores foram maiores do que os relatados por Marques (2007). Nos hambúrgueres cozidos, no entanto, os tratamentos (GL0,1%; GL0,3%; GL0,6%; GL1%) mostraram-se significativamente menores que o controle ($p < 0,05$). Isto se deve a força de ligações moleculares entre a água e a goma.

Tabela 8: Atividade de água dos hambúrgueres de carne bovina adicionados de goma do grão de linhaça crus e cozidos.

Tratamentos	Cru	Cozido
GL0%	0,9977±0,001 ^{NS}	0,9977±0,0003 ^a
GL0,1%	0,9937±0,001 ^{NS}	0,9913±0,0003 ^b
GL0,3%	0,9943±0,001 ^{NS}	0,9890±0,0020 ^b
GL0,6%	0,9927±0,001 ^{NS}	0,9907±0,0080 ^b
GL1%	0,9937±0,001 ^{NS}	0,9893±0,0010 ^b

Resultados expressos em média \pm desvio padrão (n= 3). Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa por tukey ($p < 0,05$). GL0,1% - 25% de substituição de gordura por 0,1% de goma de linhaça; GL0,3% - 50% de substituição de gordura por 0,3% de goma de linhaça; GL0,6% - 75% de substituição da gordura por 0,6% de goma de linhaça e GL1% - 100% de substituição da gordura por goma da linhaça (1%).

Segundo Terra & Brum (1998), os resultados da determinação de pH na carne e/ou produtos cárneo recebem a seguinte interpretação: pH de 5,8 a 6,2 – carne boa para consumo; pH de 6,4 – apenas para consumo imediato (limite crítico para consumo) e pH acima de 6,4 – pode haver inícios de decomposição. De acordo com os valores observados na figura 1, todas as amostras são consideradas próprias para consumo durante o período de armazenamento a -20°C , por 90 dias. Embora tenha havido aumento acentuado no pH durante o período de estocagem para os tratamentos, o qual variou de 5,6 (dia 0) a 6,1 (dia 90), estes encontraram-se próprios para consumo após 90 dias de estocagem. Estes valores estão de acordo com os encontrados por Marques (2007), que avaliou a substituição de gordura por farinha de aveia em concentrações de 7 a 25%, onde o pH dos tratamentos variou entre 5,78 a 5,87. Daniel (2006) observou aumento no pH de hambúrgueres, onde a gordura foi substituída por farelo de aveia, a partir do quarto mês de armazenamento, sendo que estes valores estavam abaixo do limite para carne imprópria para consumo (pH 6,4) (TERRA, 1998).

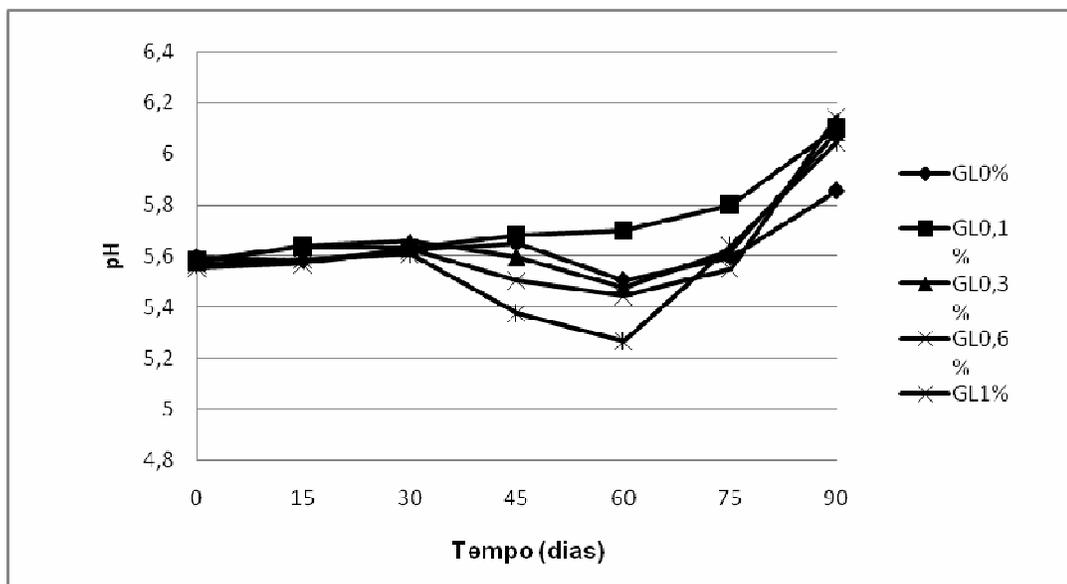


Figura 1: pH (em 1g de amostra) dos hambúrgueres crus, durante armazenamento a -20°C por 90 dias.

Os resultados de TBARS foram significativamente afetados pelo tempo de armazenamento do produto (figura 2). O controle (GL0%) apresentou valor de TBARS 0,6mg, já os tratamentos testes obtiveram valores de TBARS entre 0,5 e 0,55mg. Os valores de TBARS de todos os tratamentos, no período analisado estão abaixo do limite usual para consumo humano (1,5-2mg MA/Kg). Sendo assim, é possível afirmar que a adição de goma de linhaça não influenciou na oxidação lipídica do produto final, podendo ser empregada sem alterações indesejáveis. Estes valores estão de acordo com Daniel (2006) que encontrou 1mg MA/Kg até o quarto mês de armazenamento, porém, com aumento dos valores de TBARS entre o quarto e o décimo mês.

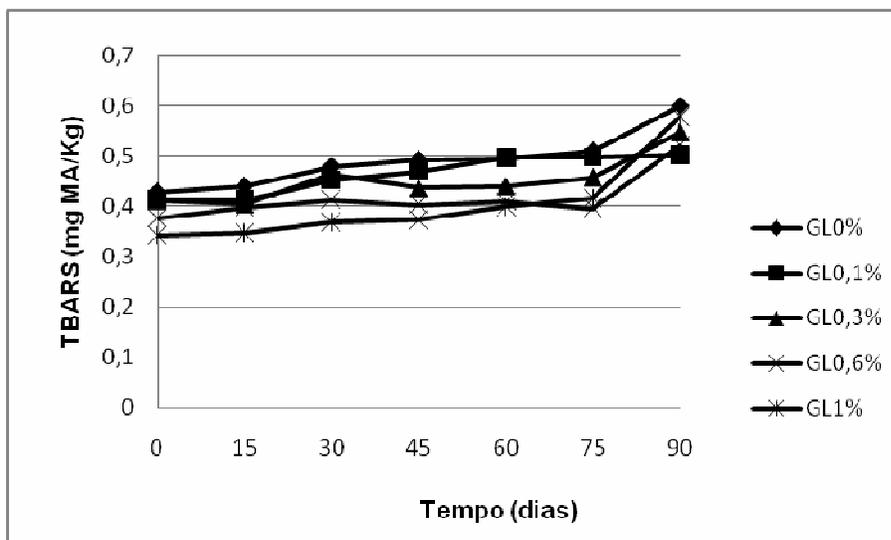


Figura 2: TBARS (mg MA/Kg de amostra) nos hambúrgueres crus, durante armazenamento a -20°C por 90 dias.

4 CONCLUSÕES

Os hambúrgueres de carne bovina de baixo teor de gordura, adicionados de goma de linhaça apresentaram melhor rendimento, maior retenção de umidade e gordura em relação ao controle, após cocção. E ainda, observou-se menor encolhimento e força de cisalhamento para os estes tratamentos. Na análise sensorial, os tratamentos GL0,1% e GL0,3% apresentaram melhores notas no teste de aceitação, sendo que o tratamento GL0,1% obteve maior nota no teste de atitude de compra, seguido por GL0,3%. Através da análise de TBARS, verificou-se que todos os tratamentos mantiveram-se próprios para consumo, após o período de armazenamento de 90 dias a -20°C . Sendo assim, a goma de linhaça pode ser empregada na elaboração de hambúrgueres com redu de gordura, com qualidade semelhante ou melhor que o produto convencional, representando uma alternativa viável de substituição parcial da gordura neste produto.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o auxílio financeiro da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a empresa Giovelli Ltda., por disponibilizar as amostras.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, P. Et al. Declan. New Technologies in the Manufacture of Low Fat Meat Products. The National Food Centre RESEARCH & TRAINING FOR THE FOOD INDUSTRY RESEARCH REPORT. n. 10. February 1999.

ANDERSON, E. T.; BERRY, B. W. Sensory, shear, and cooking properties of loer-fat beef patties made with inner pea fiber. Food Chemistry and Toxicology. v. 65, n.5. 2000.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTIS. Official Methodos of Analysis. 16 Ed, Arlington, 1995.

BERRY, B.W. Low fat level effects on sensory, shear, cooking, and chemical properties of ground beef patties. J. Food Science. v. 57, n. 3,p 537-540. 1992.

BRAGAGNOLO, N.; DANIELSEN, B.; SKIBESTED, L. H. Effect of rosemary on lipid oxidation in pressure-procefssed, minced chicken breast during refrigerated storage and subsequent heat treatment. European Food Research Technology. V. 221. Pags. 610-615. 2005.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. PORTARIA nº 234 de 21 de maio de 1996. Normas técnicas referentes a alimentos para fins especiais. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, n. 101, p. 9135. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretária de vigilância Sanitária nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar. 1998.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Regulamento técnico de identidade e qualidade de hambúrguer. Instrução Normativa n° 20, de 31 de julho de 2000. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 31/07/2000, p. 7-9, 2000.

CAMPAGNOL, Paulo Cezar Bastianello; TERRA, Nelcindo Nascimento; FRIES, Leadir Lucy; DOS SANTOS, B. A.; FURTADO, A. S.; MILANI, L. I. G.; PADILHA, A. D. G. Características de hambúrgueres contendo diferentes níveis de gordura e fibra de soja. Revista Nacional da Carne. N.351. 2006.

CECCHI, H. M. **Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos**. Editora da Unicamp, Campinas, SP, 1999.

CHEN, Hai-Hua; XU, Shi-Ying; WANG, Z. Gelation properties of flaxseed gum. J. of Food Engineering. v. 77, p. 295-303, 2006.

CHEN, Hai-Hua; XU, Shi-Ying; WANG, Zhang. Interaction between flaxseed gum and meat protein. Journal of Food Engineering. v. 80. p.1051–1059. 2007.

COLMENERO, J. F. Technologies for developing low-fat meat products. Food Science & Technology. Vol. 71. 1996.

COLMENERO, J. F. Relevants factors in strategies for fat reduction in meat products. Food Science e Tecnologia. V. 11, p 56-66, 2000.

CUI, W.; MAZZA, G. Physicochemical characteristics of flaxseed gum. Food Research International, v. 29, p. 397-402, 1996.

DANIEL, A. P. Emprego de fibras e amido de aveia (*Avena sativa* L.) modificado em produtos cárneos. Santa Maria-RS, 2006, 90p. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria-UFSM.

FEDENIUK, RICKY W.; BILIADERIS, COSTAS G. Composition and Physicochemical Properties of Linseed (*Linum usitatissimum* L.) Mucilage. J. Agric. Food Chem. v. 42, p. 240-247, 1994.

FIGUEIREDO, V. O.; GASPAR, A.; BORGES, S. V.; DELLA MODESTA, R. C.; Influence of Animal Fat Substitutes on the Quality of Vienna Type Sausage. Braz. J. Food Technol. v. 5, p.11-17, 2002.

LIMA, J. R.; NASSU, R.T. Substitutos de gorduras em alimentos: características e aplicações. Química Nova. V. 19, n. 2, 1996.

MARQUES, J. M. Elaboração de um produto de carne bovina “tipo hambúrguer” adicionado de farinha de aveia. Curitiba 2007, 71p. Dissertação (mestre em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná.

MAZZA, G. Alimentos Funcionales: Aspectos Bioquímicos y de Procesado. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España, 2000.

MONEGO, M. A.; DOS SANTOS, S. S.; DA SILVA, L. P. GOMA DO GRÃO E DO FARELO DE LINHAÇA (*Linum usitatissimum* L.): EXTRAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E REOLÓGICA. Submetido a Revista Nova Química. 2009.

MONTEIRO, C. S.; CARPE, S. T.; KALLUF, V. H.; DYMINSKI, D. S.; CÂNDIDO, L. M. B. Evolução dos substitutos de gordura utilizados na tecnologia de alimentos. B.CEPPA, Curitiba, v. 24, n. 2, p. 347-362, jul./dez. 2006.

MORRIS, H. D. Linaza – Una Recopilación sobre sus Efectos em la salud y Nutrición. 4ª Edición, 2007.

PIÑERO, M. P.; PARRA, K.; HUERTA-LEIDENS, N.; MORENO, L. A.; FERRER, M.; ARAUJO, S.; BARBOZA, Y. Effect of oat's soluble fibre (β -glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. Meat Science. 2008.

PINHEIRO, R.S.B.; JORGE, A.M.; DA COSTA, D.P.B. Importância da capacidade de retenção de água da carne e os fatores que a influenciam. Revista Nacional da Carne. 18^o Anuário Brasileiro de Produtos e Serviços. Julho 2008.

QUEIROZ, Y. S.; DAUD, K. O.; SOARES, R. A. M.; SAMPAIO, G. R.; CAPRILES, V. D.; TORRES, E. A. F. S. Desenvolvimento e avaliação das propriedades físico-químicas de hambúrgueres com reduzidos teores de gordura e colesterol. Revista Nacional da Carne. N. 338. Abril 2005.

SEABRA, L. M. J.; ZAPATA, J. F. F.; NOGUEIRA, C. M.; DANTAS, M. A.; ALMEIDA, R. B. Fécula de mandioca e farinha de avia como substitutos de gordura na formulação de hambúrgueres de carne ovina. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, v. 22(3), p. 244-248, set.-dez. 2002.

TERRA, N. N.; BRUM, M. A. R. Carne e seus derivados técnicas de controle de qualidade. São Paulo: Nobel, 1988, p. 21-23.

VANDENDRIESSCHE, F. Meat products in the past, today and in the future. Meat Science. V. 78, p. 104-113. 2008.

4 DISCUSSÃO GERAL

No presente trabalho, foi observado maior rendimento para a extração de goma da linhaça (grão inteiro e moído) e farelo na concentração C7,5% (rendimento 7; 18; 9%; respectivamente). O método de extração de goma a partir da linhaça moída foi descartado, visto que metade deste extrato correspondeu à gordura (46,9%). Sendo assim, as análises a seguir foram realizadas apenas nas gomas proveniente do grão inteiro e do farelo de linhaça.

A goma do grão de linhaça apresentou maior ($p < 0,05$) conteúdo de fibra total (85 vs 56%) em relação à goma do farelo, sendo que a maior parte dessa fração corresponde à fibra solúvel (73 vs 48%). Ambas as amostras apresentaram ínfima quantidade de gordura (0,18 vs 0,91%), houve diferença significativa ($p < 0,05$) para o teor de proteína (6 vs 36%). Estes valores estão de acordo com os preconizados anteriormente por Mazza & Biliaderis (1989) e Fedeniuk; Biliaderis (1994).

As gomas obtidas no presente trabalho apresentaram considerável capacidade de hidratação (17 gramas de água por grama de goma) e não foi observada sinérese nas concentrações de gel testadas (1 a 2%). No entanto, a goma do farelo detém quase o dobro ($p < 0,05$) da capacidade de ligação à gordura em relação à goma da linhaça (5 vs 3). Do mesmo modo, estudos anteriores relataram resultados semelhantes (FEDENIUK; BILIADERIS, 1994; CHEN; XU; WANG, 2006; 2007). Além disso, foi avaliada a viscosidade dessas gomas em solução aquosa (0,1-2g/L), onde foi verificado que a goma de linhaça apresentou maior ($p < 0,05$) viscosidade que a goma do farelo. Porém, quando avaliado o comportamento da goma (0,5g/L) mediante variação de pH (2-10), não houve diferença significativa ($p < 0,05$) na viscosidade da goma do farelo para esse intervalo; já a goma de linhaça exibiu maior ($p < 0,05$) viscosidade na faixa de pH entre 4 e 6,5. Dessa forma, pode-se afirmar que a goma, presente na linhaça e em seus subprodutos, possui ótimo potencial hidrocolóide, podendo ser utilizada em diversos produtos alimentícios, com o propósito de reter umidade no produto.

Adicionalmente, o presente experimento propôs avaliar o efeito da goma do grão de linhaça na composição química, características de cozimento e propriedades sensoriais de hambúrgueres baixos em gordura. Para isso, foram elaborados quatro tratamentos, onde a gordura foi substituída por goma do grão de linhaça (0,1; 0,3; 0,6; 1%), na forma de gel e o tratamento controle (GL0%). De modo que, quanto maior a quantidade de goma adicionada, maior teor de gordura foi removido das amostras.

Como esperado, todos os tratamentos adicionados de goma do grão de linhaça apresentaram maior teor de umidade ($p < 0,05$), nos hambúrgueres crus e cozidos, em relação ao controle, provavelmente devido à capacidade higroscópica da goma de linhaça (FEDENIUK; BILIADERIS, 1994). Não foi observada diferença significativa ($p < 0,05\%$) nos teores de cinzas e proteína entre as amostras. Após cocção, constatou-se maior rendimento, retenção de umidade e gordura para os hambúrgueres adicionados de goma do grão de linhaça. E ainda, observou-se redução significativa na percentagem de encolhimento e força de cisalhamento para essas amostras, indicando que a goma do grão de linhaça promoveu melhorias na textura do produto final. Através da análise sensorial, teste de aceitação e atitude de compra, observou-se que os hambúrgueres adicionados de goma do grão de linhaça obtiveram maiores escores. Sendo que os tratamentos GL0,1% e GL0,3% sobressaíram-se as demais. De acordo com a medida da peroxidação lipídica (TBARS), verificou-se que todas as formulações mantiveram-se próprias para consumo, após o período de armazenamento de 90 dias, a -20°C .

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste estudo, pode-se inferir que a extração de goma foi mais eficiente na concentração C7,5%, alcançando considerável rendimento (7 e 9%, para o grão inteiro e farelo de linhaça, respectivamente). Ambas as gomas obtidas através deste processo, apresentaram ótima capacidade de hidratação e não foi observada sinérese nas concentrações de gel testadas. Sendo que a goma de farelo exibiu maior capacidade de ligação à gordura e mostrou-se estável em ampla faixa de pH (2-10). A análise de viscosidade da goma de linhaça indicou maior estabilidade na faixa de pH entre 4 e 6,5.

A goma de linhaça, mostrou-se eficiente quando utilizada como ingrediente funcional em hambúrgueres baixo em gordura. De acordo com os dados levantados, observou-se que a goma do grão de linhaça adicionada aos hambúrgueres desempenhou importante papel nas formulações, otimizando todas as características de cozimento, composição química e aceitação do produto. A adição de goma de linhaça não alterou as propriedades do produto no período de armazenamento analisado. Dessa forma, pode-se concluir que a adição de goma de linhaça em hambúrgueres é uma alternativa viável à substituição parcial de gordura.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABULARACH, M. L.; ROCHA, C. E.; FELÍCIO, P. E. Características de qualidade do contrafilé (m. *l. dorsi*) de touros jovens da raça nelore. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**. Campinas, v. 18, n. 2 maio/jul. 1998.

ALLEN, P. et al. **New Technologies in the Manufacture of Low Fat Meat Products**. The National Food Centre, 1999. (Research & training for the food industry research report, n.10)

ALZUETA, C. et al. Effects of removal of mucilage and enzyme or sepiolite supplement on the nutrient digestibility and metabolizable energy of a diet containing linseed in broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**. v. 97, p. 169-181. Feb. 2002.

AMIN, A. M. et al. Extraction, purification and characterization of durian (*Durio zibethinus*) seed gum. **Food Hydrocolloids**. v. 21, n. 273–279, 2007.

ANDERSON, E. T.; BERRY, B. W. Sensory, shear, and cooking properties of loer-fat beef patties made with inner pea fiber. **Food Chemistry and Toxicology**. v. 65, n. 5. p. 805-810. 2000.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methodos of Analysis**. 16th ed, Arlington, 1995.

BALDANZI; B. et al. **As lavouras de inverno: cevada – tremoço – linho – lentilha**. Rio de Janeiro: Globo, 1988. (Coleção do Agricultor).

BERRY, B. W. Low fat level effects on sensory, shear, cooking, and chemical properties of ground beef patties. **Journal Food Science**. v. 57, n. 3, p. 537-540. 1992.

BRAGAGNOLO, N.; DANIELSEN, B.; SKIBESTED, L. H. Effect of rosemary on lipid oxidation in pressure-proceffsed, minced chicken breast during refrigerated storage and subsequent heat treatment. **European Food Research Technology**. v. 221. p. 610-615. 2005.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 234 de 21 de maio de 1996. Normas técnicas referentes a alimentos para fins especiais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 101, p. 9135. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretária de vigilância Sanitária nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar. 1998.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Regulamento técnico de identidade e qualidade de hambúrguer. Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 31/07/2000, p. 7-9, 2000.

CACACE, J. E.; MAZZA, G. Pressurized low polarity water extraction of lignans from whole flaxseed. **Journal of Food Engineering**. v. 77, n. 4, p.1087–1095. Dec. 2006.

CAMPAGNOL, P. C. B. et al. Características de hambúrgueres contendo diferentes níveis de gordura e fibra de soja. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 30, n.351, p. 56-60, maio 2006.

CANSI, I. P. **EFEITOS DO USO DA SEMENTE DE LINHAÇA SOBRE A CONSTIPAÇÃO EM ACADÊMICAS DE UM CURSO DE NUTRIÇÃO DE SANTA MARIA-RS.** 2007, 41 f. Monografia. (Curso Nutrição) - Centro Universitário Franciscano, Santa Maria.

CARTER, J. **Flaxseed as functional food for people... and as feed for other animals.** North Dakota State University
Disponível no site: <http://www.ag.ndsu.nodak.edu/plantsci/flaxseed.htm>, acessado dia 28/06/08.

CECCHI, H. M. **Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos.** Campinas: Ed. da Unicamp, 1999.

CHEN, Hai-Hua; XU, Shi-Ying; WANG, Z. Gelation properties of flaxseed gum. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 77, n. 2, p. 295-303, Nov. 2006.

CHEN, Hai-Hua; XU, Shi-Ying; WANG, Z. Interaction between flaxseed gum and meat protein. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 80, n. 4, p. 1051 – 1059, Jun. 2007.

COLMENERO, J. F. Technologies for developing low-fat meat products. **Food Science & Technology**, London, v. 7, n. 2, p. 41-48, Feb. 1996.

COLMENERO, J. F. Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. **Food Science & Technology**. London, v. 11, n. 2, p. 56-66, Feb. 2000.

COLMENERO, J. F.; CARBALHO, J.; COFRADES, S. Healthier meat and meat products: their role as functional foods. **Meat Science**, v. 59, p. 5–13, 2001.

CUI, W.; MAZZA, G. Physicochemical characteristics of flaxseed gum. **Food Research International**, v. 29, n.3-4, p. 397-402, 1996.

DANIEL, A. P. **Emprego de fibras e amido de aveia (*Avena sativa* L.) modificado em produtos cárneos**. 2006, 90 f. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

DRAKE, M. A. et al.. Lecithin improves texture of reduced fat cheeses. **Journal of Food Science**, v. 61, p. 639-642, 1996.

FAO – **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Faostat database. [2007] Disponível em: <http://www.fao.org>. acessado em 23/10/2007.

FEDENIUK, RICKY W.; BILIADERIS, COSTAS G. Composition and Physicochemical Properties of Linseed (*Linum usitatissimum* L.) Mucilage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Washington, DC. v. 42, n. 2, p. 240-247, Feb. 1994.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2.ed. Zaragoza: Acribia, 2000. 1258p.

FIGUEIREDO, V. O. et al. Influence of Animal Fat Substitutes on the Quality of Vienna Type Sausage. **Brazilian Journal of Food Technology**. n. 5. p.11-17, 2002.

FLOSS; E. L. **Linho Cultivo e Utilização**.. Passo Fundo: Faculdade de Agronomia. Universidade de Passo Fundo, 1983. (Boletim Técnico, n. 3)

JENKINS, D. J. et al. Health aspects of partially defatted flaxseed, including effects on serum lipids, oxidative measures, and ex vivo androgen and progestin activity: a controlled crossover trial. **Am J Clin Nutr**. v. 69, n. 3, p.395–402. Mar. 1999.

LEVI, F. et al. Dietary fibre and the risk of colorectal cancer. **European Journal of Cancer**. v. 37, n. 16, p.2091–2096, 2001.

LIMA, J. R.; NASSU, R.T. Substitutos de gorduras em alimentos: características e aplicações. **Química Nova**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 126-134. 1996.

MARQUES, J. M. **Elaboração de um produto de carne bovina “tipo hambúrguer” adicionado de farinha de aveia**. 2007, 71 f. Dissertação (mestre em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

MAZZA, G. **Alimentos Funcionales: Aspectos Bioquímicos y de Procesado**. Zaragoza: Acribia, 2000.

MONTEIRO, C. S. et al. Evolução dos substitutos de gordura utilizados na tecnologia de alimentos. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 2, p. 347-362, jul/dez 2006.

MORRIS, H. D. **Linaza: Una Recopilación sobre sus Efectos em la salud y Nutrición**. 4. ed., 2007.

OOMAH, B. D. et al. Variation in the Composition of Water-Soluble Polysaccharides in Flaxseed. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. American Chemical Society, Washington, DC. v. 43, n.6, p. 1484-1488, 1995a.

OOMAH, B. D.; KENASCHUK, E. O.; MAZZA, G. Phenolic Acids in Flaxseed **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. American Chemical Society, Washington, DC. v. 43, n. 8, p. 2016-2019, Aug 1995b.

OOMAH, B. D.; KENASCHUK, E. O.; MAZZA, G. Phytic Acid Content of Flaxseed As Influenced by Cultivar, Growing Season, and Location. **Journal of Agricultural Food Chemistry**. American Chemical Society, Washington, DC. v. 44, n. 9, p. 2663-2666, 1996.

OOMAH, B. D.; KENASCHUK, E. O.; MAZZA, G. Tocopherols in Flaxseed. **Journal of Agricultural Food Chemistry** v. 45, p. 2076-2080, 1997a.

OOMAH, B. Dave; MAZZA, Giuseppe. Effect of Dehulling on Chemical Composition and Physical Properties of Flaxseed. **Lebensm.-Wiss. u.-Technol.**, v. 30, p. 135-140. 1997b.

OOMAH, B. D.; MAZZA, G. Compositional changes during commercial processing of flaxseed. **Industrial Crops and Products**. v. 9, p. 29-37, 1998a.

OOMAH, B. D.; MAZZA, G. Fractionation of flaxseed with a batch dehuller. Food Research Program, Agriculture and Agri-Food Canada, Pacific Agri-Food Research Centre, Summerland, BC V0H 1Z0, Canada. **Industrial Crops and Products**. v. 9, p. 19–27, 1998b.

OOMAH, B. D.; DER, T. J.; GODFREY, D.V. Thermal characteristics of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) proteins. National Bioproducts and Bioprocesses Program, Pacific Agri-Food Research Centre, Agriculture and Agri-Food Canada. **Food Chemistry**. v. 98, p. 733–741, 2006.

PEDROSO, R. A. **Avaliação da influência de amido e carragena nas características físico-químicas e sensoriais de presunto cozido de peru**. 2006, 77 f. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.

PITA, M. C. G. et al. Efeito da suplementação de linhaça, óleo de canola e vitamina E na dieta sobre as concentrações de ácidos graxos poliinsaturados em ovos de galinha. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.5, p.925-931, 2006.

PIÑERO, M. P. et al. Effect of oat's soluble fibre (β -glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. **Meat Science**. v. 80, n.3, p. 675-680, Nov. 2008.

PINHEIRO, R.S.B.; JORGE, A.M.; DA COSTA, D.P.B. Importância da capacidade de retenção de água da carne e os fatores que a influenciam. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo.. v. 6, p. 16-22, Jul. 2008.

POHJANHEIMO, T. A. et al. Flaxseed in Breadmaking: Effects on Sensory Quality, Aging, and Composition of Bakery Products. **Journal of Food Science**. v. 71, n. 4, p. 5343-5348, May 2006.

PSOTA, T. L.; GEBAUER, S. K.; KRIS-ETHERTON, P. Dietary Omega-3 Fatty Acid Intake and Cardiovascular Risk. **The American Journal of Cardiology** (www.AJConline.org). v. 98 (4A) August 21, 2006.

QUEIROZ, Y. S. et al. Desenvolvimento e avaliação das propriedades físico-químicas de hambúrgueres com reduzidos teores de gordura e colesterol. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 338, p. 84-89, abr. 2005.

RICKARD, S., THOMPSON, L.U.,. Health effects of flaxseed mucilage, lignans. **International News on Fats, Oils Related Materials** v. 8, p. 860–865, 1997.

SANTOS, Z. A. S. et al. Nutritional value of feedstuffs for pigs determined at the university of Lavras. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 232-237, jan./fev 2005.

SANTOS, B. M. **Interferência dos ácidos graxos ômega-3 nos lipídeos sangüíneos de ratos submetidos ao exercício físico (NADO)**. 2006, 95 f. Dissertação (Mestre em Nutrição). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SEABRA, L. M. J. et al. Fécula de mandioca e farinha de avia como substitutos de gordura na formulação de hambúrgueres de carne ovina. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 244-248, set./dez, 2002.

SILVA, D. R. B.; JÚNIOR, P. F. M.; SOARES, E. A. A importância dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa na gestação e lactação. **Revista Brasileira de Saúde Materna Infantil**, Recife, v. 7, n. 2, p. 123-133, abr./jun, 2007.

SOITA, H.W. et al. Effects of flaxseed supplementation on milk production, milk fatty acid composition and nutrient utilization by lactating dairy cows. **Arch Tierernahr.** v. 57; n. 2; p.107-16. 2003.

SOUZA, E.S.; SANTOS, E.R. Elaboração e aceitação de biscoito formulado com semente de abóbora (*Curcubita pepo*) e semente de linhaça (*Linun usitatissimum*). In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 7., 2007, Campinas. **Anais...** Campinas, 2007.

STEWART, S. **Effect of flaxseed gum on muffin and salad dressing quality and stability**. 1997. A Thesis Submitted to the University of Manitoba in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science.

STEWART, S.; MAZZA, G. Effect of flaxseed gum on quality and stability of a model salad dressing. **Journal of Food Quality.** v.23. p.373-390. 2000.

TARPILA, Anneli; WENNERBERG, Tero; TARPILA, Simo. Flaxseed as a functional food. **Current Topics in Nutraceutical Research** v.3, n. 3, p.167-188. 2005.

TERRA, N. N. **Apontamentos de tecnologia de carnes**. São Leopoldo: Unisinos, 216p, 1998.

TOMM, G. O. et al. **Indicações para o cultivo de linho no Rio Grande do Sul**. Guarani das Missões: Giovelli, 2006. 40 p.

TROY, D. J., DESMOND, E. M. and BUCKEY, D. J. Eating quality of low-fat beef burgers containing fat-replacing functional blends. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 79, n. 4, p. 507-516, 1999.

TRUCOM, Conceição. **A importância da linhaça na saúde**. São Paulo: Alaúde, 2006. 151 p.

VANDENDRIESSCHE, F. Meat products in the past, today and in the future. **Meat Science**. v. 78, n. 1-2, p.104-113. Jan./Feb 2008.

VERNAZA, M.G et al. "SNACKS" extrudados funcionais à base de farinha de arroz com a incorporação de povidexose e farinha de linhaça. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 7., 2007. Campinas. **Anais...** Campinas, 2007.

WANASUNDARA, P. K. J. P. D.; SHAHIDI, F. Removal of flaxseed mucilage by chemical and enzymatic treatments. **Food Chemistry**, Elsevier. v. 59, n. 1, p. 47-55, 1997.

WANNERBERGER, K.; T. NYLANDER; NYMAN, M. Rheological and chemical properties of mucilage in different varieties from linseed (*Linum usitatissimum*). **Acta Agriculturae Scandinavica, Sweden**. v. 41, n. 3, p. 311–319. 1991.

ANEXOS

ANEXO 1 – Revista Química Nova

REVISTA QUÍMICA NOVA NORMAS DE PUBLICAÇÃO 2008

GERAL – Serão considerados para publicação na Revista Química Nova manuscritos que cubram as áreas tradicionais da Química bem como artigos sobre Ensino de Química, História da Química, Política Científica, etc, além de artigos de áreas afins, desde que tenham acentuado conteúdo químico. Os trabalhos devem se encaixar dentro de uma das modalidades abaixo:

Artigos Originais (em português, inglês ou espanhol): refere-se a trabalhos inéditos de pesquisa. Devem seguir a forma usual de apresentação, contendo Introdução, Resultados e Discussão, Parte Experimental etc, de acordo com as peculiaridades de cada trabalho. Deverão ter no máximo 25 páginas, incluindo figuras, tabelas, esquemas, etc e todas as páginas deverão ser numeradas.

Artigos de Revisão destinados à apresentação do progresso em uma área específica de Química, com o objetivo de dar uma visão crítica do estado da arte do ponto de vista do especialista altamente qualificado e experiente. Deverão ter no máximo 40 páginas, incluindo figuras, tabelas, esquemas, etc e todas as páginas deverão ser numerados.

É imprescindível que, na referida área, o autor tenha publicações que comprovem a sua experiência e qualificação. Antes do envio do manuscrito, o autor deverá submeter à editoria, por e-mail, um resumo da revisão pretendida, acompanhado de uma carta explicativa da pertinência do trabalho. O material será analisado pelos Editores e, uma vez aprovado, será solicitado ao autor o envio do manuscrito completo, dentro das normas de QN, e só então será dado início ao processo de avaliação pelos assessores.

O Corpo Editorial de QN poderá, eventualmente, convidar pesquisadores qualificados para submeter artigo de revisão.

Artigos sobre Educação (em português ou espanhol): trabalhos de pesquisas relacionadas ao ensino de Química e divulgação de experiências inovadoras no ensino de graduação e pós-graduação. Deverão ter no máximo 25 páginas, incluindo figuras, tabelas, esquemas, etc e todas as páginas deverão ser numeradas.

Notas Técnicas (em português, inglês ou espanhol): trabalhos de comunicação de métodos, validação de métodos, técnicas, aparelhagens ou acessórios desenvolvidos no laboratório de origem do autor do manuscrito. Deverão ter no máximo 25 páginas, incluindo figuras, tabelas, esquemas, etc e todas as páginas deverão ser numeradas.

Assuntos Gerais (em português, inglês ou espanhol): abordagem de assuntos de interesse geral dos químicos, tais como política científica, programas de graduação e pós-graduação, história da química. etc. Deverão ter no máximo 40 páginas, incluindo figuras, tabelas, esquemas etc. e todas as páginas deverão ser numeradas.

PREPARAÇÃO DE MANUSCRITOS - Todos os trabalhos deverão ser digitados em espaço duplo, utilizando somente Microsoft Word. A seguir, deve ser gerado um único arquivo no formato .pdf, do trabalho todo, para ser submetido através do sistema *on line* de QN. A revista não aceita mais a submissão de trabalhos por outra forma.

A primeira página deverá conter o título do trabalho, nome e endereço dos autores. Havendo autores com diferentes endereços, estes deverão vir imediatamente após o nome de cada autor. Os autores deverão ser agrupados por endereço. O autor para correspondência, que deverá ser o mesmo que submete o artigo *on line*, deverá ser indicado com asterisco (*) e seu e-mail colocado no rodapé da página (um só e-mail).

A segunda página deverá conter o título e o resumo do trabalho em inglês (abstract), com no máximo 100 (cem) palavras, e a indicação de 3 palavras-chave (keywords), também em inglês.

As figuras (gráficos, esquemas, etc) deverão ter qualidade gráfica adequada (usar somente fundo branco). As figuras, tabelas, esquemas, etc deverão ser colocadas após as referências e devidamente identificadas pelo respectivo número. Se escaneadas, deverão ser em alta resolução (800 dpi/bitmap para traços).. No caso particular de esquemas contendo estruturas químicas, estas deverão ter sempre a mesma dimensão, para que possam ser reduzidas uniformemente, além de boa qualidade gráfica. Considerar que as figuras deverão ter largura máxima de uma coluna (8,5 cm)

Figuras coloridas terão custo de publicação repassado aos autores, quando da publicação. Esse valor só poderá ser informado aos autores quando o trabalho estiver previsto para ser publicado, ocasião em que a gráfica fornece o orçamento.

Para figuras, gráficos, esquemas, tabelas, etc idênticos aos já publicados

anteriormente na literatura, os autores deverão pedir permissão para publicação junto à empresa/sociedade científica que detenha os direitos autorais e enviá-la à editoria de *QN* junto com a versão final do manuscrito.

As referências deverão ser numeradas consecutivamente no texto, na forma de expoentes, após a pontuação (se houver). A lista de referências deverá ser colocada no final do texto. As legendas das figuras, gráficos e esquemas deverão ser colocadas em uma única folha à parte, separadas das figuras. A seguir, deverão ser colocadas as figuras, os gráficos, os esquemas, as tabelas e os quadros. No texto, deverá ser indicada apenas a inserção de cada um(a).

REFERÊNCIAS

Revistas:

Será utilizada a abreviatura da revista como definida no Chemical Abstracts Service Source Index (ver <http://www.cas.org/sent.html>). Caso a abreviatura autorizada de uma determinada revista não puder ser localizada e não for óbvio como o título deve ser abreviado, deve-se citar o título completo.

1. Varma, R. S.; Singh, A. P.; *J. Indian Chem. Soc.* **1990**, *67*, 518.

2. No caso especial da revista citada não ser de fácil acesso, é recomendado citar o seu número de Chemical Abstract, como segue:

Provstyanoi, M. V.; Logachev, E. V.; Kochergin, P. M.; Beilis, Y. I.; *Izv. Vyssh. Uchebn. Zadev.; Khim. Khim. Tekhnol.* **1976**, *19*, 708. (CA 85:78051s).

3. Caso o trabalho tenha doi, mas não a referência completa, citar doi da seguinte maneira:

Vidotti, M.; Silva, M. R.; Salvador, R. P.; de Torresi, S. I. C.; Dall'Antonia, L. H.; *Electrochimica Acta* (2007), doi:10.1016/j.electacta.2007.11.029.

É recomendado o uso de referências compostas na medida do possível, em lugar de uma lista de referências individuais. O estilo das referências compostas é o seguinte:

Varela, H.; Torresi, R. M.; *J. Electrochem. Soc.* **2000**, *147*, 665; Lemos, T. L. G.; Andrade, C. H. S.; Guimarães, A. M.; Wolter-Filho, W.; Braz-Filho, R.; *J. Braz. Chem. Soc.* **1996**, *7*, 123; Ângelo, A. C. D.; de Souza, A.; Morgon, N. H.;

Sambrano, J. R.; *Quim. Nova* **2001**, *24*, 473. *Patentes*:

Devem ser identificadas da seguinte forma (na medida do possível o número do Chemical Abstracts deve ser informado entre parênteses).

4. Hashiba, I.; Ando, Y.; Kawakami, I.; Sakota, R.; Nagano, K.; Mori, T.; *Jpn. Kokai Tokkyo Koho* **79 73,771 1979**. (CA 91:P193174v)

5. Kadin, S.B.; *US pat.* **4,730,004 1988**. (CA 110:P23729y)

6. Eberlin, M. N.; Mendes, M. A.; Sparrapan, R.; Kotiaho, T.; *Br PI* **9.604.468-3, 1999**.

Livros:

7. Regitz, M. Em *Multiple Bonds and Low Coordination in Phosphorus Chemistry*; Regitz, M.; Scherer, O. J., eds.; Georg Thieme Verlag: Stuttgart, 1990, cap. 2.

8. Cotton, F.A.; Wilkinson, G.; *Advanced Inorganic Chemistry*, 5th ed., Wiley: New York, 1988.

Programas de computação (Softwares):

9. Sheldrick, G. M.; *SHELXL-93; Program for Crystal Structure Refinement*; Universidade de Göttingen, Alemanha, 1993.

Teses:

10. Velandia, J. R.; *Tese de Doutorado*, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil, 1997.

Material apresentado em Congressos:

11. Ferreira, A. B; Brito, S. L.; *Resumos da 20a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*, Poços de Caldas, Brasil, 1998.

Páginas Internet:

<http://jbcs.sbq.org.br>, acessada em Junho 2001.

Material não publicado:

Para material aceito para publicação: Magalhães, U. H.; *J. Braz. Chem. Soc.*, no prelo. Para material submetido mas ainda não aceito: Magalhães, U. H.; *J. Braz. Chem. Soc.*, submetido. Para trabalho não publicado ou comunicação pessoal: Magalhães, U. H.; trabalho não publicado ou Magalhães, U. H., comunicação pessoal. Os resultados não publicados só poderão ser citados com a permissão explícita das pessoas envolvidas na sua obtenção.

Os autores devem procurar seguir, naquilo que for possível, as normas recomendadas pela IUPAC, inclusive o Sistema Internacional de Unidades. Sobre a nomenclatura de compostos (orgânicos e inorgânicos) já há traduções para a língua portuguesa publicadas em Q.N. Quanto aos Símbolos e Terminologias, onde não há tradução, espera-se que adaptação seja feita pelos autores, criando então, paulatinamente, um conjunto de normas em português.

SUBMISSÃO DOS ARTIGOS - A QN oferece aos autores a submissão *on line*, que pode ser acessada através do registro de Login e Senha. É possível registrar-se em nossa home page (<http://quimicanova.sbq.org.br>) usando a opção Novo Usuário. Usuários da plataforma do JBCS, já estão cadastrados na base (pois ela é comum às duas revistas), devendo utilizar o mesmo Login e Senha. Após estar cadastrado no sistema, o autor pode facilmente seguir as instruções fornecidas na tela. Será solicitada a **submissão de um único arquivo do manuscrito completo, em formato PDF**. Está disponível uma ferramenta para gerar o arquivo .pdf, a partir de arquivo .doc ou .rtf, com envio automático para o e-mail do autor. Tão logo seja completada a submissão, o sistema informará automaticamente, por e-mail, o código temporário de referência do manuscrito, até que este seja verificado pela editoria. Então será enviado e-mail com o número de referência do trabalho.

Se não for recebido o e-mail com código de submissão temporária, por algum motivo, a submissão não foi completada e o autor terá prazo máximo de 5 (cinco) dias para completá-la. Depois desse prazo, o sistema não permite o envio, devendo ser feita nova submissão.

O autor poderá acompanhar, diretamente através do sistema, a situação de seu manuscrito.

Ao fazer a submissão, solicita-se uma carta de apresentação, que deverá ser

digitada no local indicado, **sendo obrigatória** a apresentação dos e-mails de todos os autores. Além disso, devem ser enviados também os nomes e e-mails de três ou quatro possíveis assessores, que não podem pertencer à(s) mesma(s) instituição(ões) dos autores.

Material Suplementar - Esta modalidade foi criada para que na versão impressa da revista apareça o número estritamente necessário de figuras e tabelas (6 a 7 figuras simples). Ressalta-se que, como este material ficará disponível apenas na versão *on line*, figuras, tabelas e ilustrações coloridas apresentadas na forma de material suplementar não terão custo repassado aos autores, nem limite de páginas. Porém, devem ter boa qualidade gráfica

O material suplementar deverá ser colocado no final do trabalho, com indicação clara. **Deverá ser submetido um único documento .pdf, incluindo o material suplementar.**

Os Editores poderão solicitar aos autores, em qualquer fase da tramitação, a separação de Material Suplementar.

MANUSCRITOS REVISADOS - Manuscritos enviados aos autores para revisão deverão retornar à Editoria dentro de **prazo máximo** de três meses ou serão considerados retirados, sendo que o sistema encerra o processo, não permitindo que seja reaberto. Vencido o prazo, deverá ser feita nova submissão, dando início a um novo processo.

A submissão do manuscrito revisado deverá ser feita pelo mesmo autor, usando o Login e a Senha registrados anteriormente. O autor deve seguir as instruções fornecidas na tela, para envio do documento .pdf completo da versão revisada e das respostas aos assessores, detalhando as alterações feitas na nova versão e justificando as alterações sugeridas nos pareceres e que não foram aceitas pelos autores. Esses dois arquivos devem ser enviados através da seção Envio de Nova Versão, na Página do Autor, no sistema de submissão *on line* de QN.

Tão logo seja completada a submissão o sistema informará automaticamente, por e-mail, o código temporário de referência do manuscrito, até que ele seja verificado pela editoria. Então será enviado e-mail contendo o número de referência do trabalho.

Se não receber o e-mail com código de submissão temporária, por algum motivo, a submissão não foi completada e o autor terá prazo máximo de 5 (cinco) dias para completá-la. Depois desse prazo, o sistema não permite o envio, devendo ser feita nova submissão.

O autor poderá acompanhar, diretamente através do sistema, o status de seu

manuscrito.

VERSÃO FINAL - Quando for solicitada a versão final, o autor receberá instruções específicas quanto a programas para envio de arquivos (texto, figuras, tabelas, etc) . Arquivos em formato .pdf não são mais solicitados nessa fase.

Se as Figuras forem escaneadas, deverão ser em alta resolução (800 dpi/bitmap para traços) com extensão tif ou jpg, desde que nas dimensões especificadas pelos Editores. As fotos ou desenhos com cor (300 dpi/grayscale) deverão ser enviadas com extensão tif/jpg, com largura máxima total de 8,5 cm para não haver problemas ao aplicá-las no padrão da Revista. Outras extensões possíveis: cdr, eps, cdx ou opj. No caso particular de esquemas contendo estruturas químicas, estas deverão ter sempre a mesma dimensão, para que possam ser reduzidas uniformemente.

A Editoria de QN reserva-se o direito de efetuar, quando necessário, pequenas alterações nos manuscritos, de modo a adequá-los às normas da revista ou tornar seu estilo mais claro, respeitando, naturalmente, o conteúdo do trabalho. Qualquer que seja a natureza do manuscrito submetido, ele deve ser original em nível de metodologia, informação, interpretação ou crítica. A qualificação do trabalho será atestada por dois consultores, indicados pela Editoria.

ANEXO 2 – REVISTA MEAT SCIENCE

Guide for authors - Submission for all types of manuscripts to Meat Science proceeds totally online. Via the Elsevier Editorial System (EES) website for this journal, <http://ees.elsevier.com/meatsci>, you will be guided step-by-step through the creation and uploading of the various files. The system automatically converts source files to a single Adobe Acrobat PDF version of the article, which is used in the peer-review process. Please note that even though manuscript source files are converted to PDF at submission for the review process, these source files are needed for further processing after acceptance. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, takes place by e-mail generated by EES and via the Author's homepage, removing the need for a hard-copy paper trail. Authors must submit revisions via EES. Authors may send queries concerning the submission process, manuscript status, or journal procedures to authorsupport@elsevier.com.

Questions regarding content of a proposed submission can be directed to the Editor:

Professor David A. Ledward
School of Biosciences
Division of Food Sciences
University of Nottingham, Sutton Bonington Campus
Loughborough, LE12 5RD, UK
E-mail: david.ledward@nottingham.ac.uk.

It is the author's responsibility to ensure that papers are written in clear and comprehensible English. Authors whose native language is not English are advised to have their manuscripts checked by an English-speaking colleague prior to submission. Language Polishing: For authors who require information about language editing and copyediting services pre- and post-submission (for which there will be a charge) please visit <http://www.elsevier.com/wps/find/authorhome.authors/languagepolishing> or contact authorsupport@elsevier.com for more information. Please note Elsevier neither endorses nor takes responsibility for any products, goods or services offered by outside vendors through our services or in any advertising.

Submission of a paper implies that it has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that if accepted it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, without the written consent of the publisher.

Meat Science is a refereed journal. Papers cannot be accepted without an independent review. In cases where a manuscript is returned to an author for revision, it must be resubmitted within 90 days; otherwise it will be assumed to be withdrawn.