

MARIA INÊS DANTAS BASTIANI

**IOGURTE ADICIONADO DE CONCENTRADO PROTÉICO DE SORO
DE LEITE E FARINHA DE LINHAÇA: DESENVOLVIMENTO,
QUALIDADE NUTRICIONAL E SENSORIAL**

**Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Ciência e Tecnologia de
Alimentos, para obtenção do título de
Doctor Scientiae.**

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2009**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

B326i
2009 Bastiani, Maria Inês Dantas, 1961-
Iogurte adicionado de concentrado protéico de soro de
leite e farinha de linhaça: desenvolvimento, qualidade
nutricional e sensorial / Maria Inês Dantas Bastiani.
- Viçosa, MG, 2009.
xvi, 97f.:il. (algumas col.); 29cm.

Inclui anexos.

Orientador: Valéria Paula Rodrigues Minim.
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Iogurte - Análise. 2. Iogurte – Avaliação sensorial. 3.
Linhaça. 4. Ácidos graxos ômega-3. 5. Soro de leite.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título

CDD 22. ed. 637.1476

MARIA INÊS DANTAS BASTIANI

**IOGURTE ADICIONADO DE CONCENTRADO PROTÉICO DE
SORO DE LEITE E FARINHA DE LINHAÇA:
DESENVOLVIMENTO, QUALIDADE NUTRICIONAL E
SENSORIAL**

**Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Ciência e Tecnologia de
Alimentos, para obtenção do título de
Doctor Scientiae.**

APROVADA: 28 DE MAIO DE 2009

Hércia Stampini Duarte Martino
(Coorientadora)

Luis Antonio Minim
(Coorientador)

Maria do Carmo Gouveia Peluzio

Suzana Maria Della Lucia

Valéria Paula Rodrigues Minim
(Orientadora)

Aos meus pais, Paulo e Maria, pelo exemplo de determinação, companheirismo e amor;

Ao Marcos, pelo carinho, apoio e incentivo;

À Mariana, que enche a minha vida de cor e alegria;

Com amor

DEDICO

Agradecimentos

Á Deus, que guiou meus passos em mais uma etapa de minha vida. Sem Ele nada teria sido possível.

Á Universidade Federal de Viçosa, em especial aos Departamentos de Nutrição e Saúde e Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade de formação e aprimoramento profissional.

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

Á pesquisadora, orientadora (sempre!), professora e amiga Valéria Paula Rodrigues Minim, com quem divido a alegria por mais essa conquista. Muito obrigada pela amizade, confiança e incentivo.

Á prof.^a Hércia Stampini Duarte Martino, pelo incansável apoio, carinho e principalmente pela amizade.

Aos professores Luis Antonio Minim, Maria do Carmo G. Peluzio e Suzana Maria Della Lucia, pelas sugestões e valiosas contribuições.

Á Prof^a Sônia Machado Rocha Ribeiro pelas importantes considerações, ajuda e pela simpatia sempre dispensada.

Á prof^a Maria Cristina Dantas Vanetti, pelo auxílio nas análises microbiológicas e sugestões na redação final da tese.

Aos técnicos de laboratório do DNS, Ricardo e Cassiano, e do DTA, Dimas, Pi e Valério pelo apoio e colaboração durante a execução do trabalho.

Ás amigas de laboratório, Aline e Márcia, pela ajuda e pela valiosa troca de experiências.

Aos estagiários do laboratório de Análise Sensorial de Alimentos do DTA, em especial á Rita e Naiara, pela responsabilidade, dedicação e disponibilidade.

Á equipe de julgadores Arlan, Cláudia, Cristina, Elisa, Lucas, Luciellen, Renata e Ronald, pela paciência, disponibilidade e cooperação.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Maria Inês de Souza Dantas, filha de Paulo da Silva Dantas e Maria Pereira de Souza Dantas, nasceu em Coromandel, Minas Gerais, em 21 de janeiro de 1961.

Graduou-se em Nutrição em dezembro de 1983, pela Universidade Federal de Viçosa.

Desde 1994 atua como técnica de nível superior na Universidade Federal de Viçosa.

Concluiu o curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa, em setembro de 2001.

Em maio de 2006 iniciou o curso de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pela Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se aos exames finais de defesa de tese em maio de 2009.

ÍNDICE

	Pág
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE ABREVIATURAS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xv
INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO 1 - Revisão bibliográfica	3
1. Alimentos e ingredientes funcionais	3
2. Iogurte	6
3. Proteína	9
3.1 Aspecto nutricional	9
3.1.1 Avaliação química das proteínas	9
3.1.2 Avaliação do valor nutricional das proteínas	10
3.2.3 Proteínas do soro do leite	13
4. Linhaça	19
5. Avaliação sensorial	23
6. Referência bibliográfica	26
CAPÍTULO 2 - Desenvolvimento e caracterização química de iogurte desnatado adicionado de concentrado protéico de soro de leite e farinha de linhaça	
1. Introdução	35
2. Material e métodos	37
2.1. Elaboração da farinha de linhaça	37
2.2. Elaboração do iogurte	37
2.2.1. Preparo das amostras para análises químicas e ensaio biológico	39
2.3 Avaliação química da farinha de linhaça e das quatro formulações de iogurtes	40
2.3.1 Quantificação de fibra alimentar na farinha de linhaça	40
2.3.2. Quantificação do teor de ácido α -linolênico na farinha de linhaça	42

2.3.3. Composição centesimal	43
2.3.4 Determinação de minerais	44
2.4 Avaliação biológica da qualidade protéica das quatro formulações de iogurtes	45
2.4.1 Preparo das dietas experimentais	45
2.4.2 Desenho experimental	48
2.4.3 Coeficiente de eficiência protéica (PER) e coeficiente de eficácia alimentar (CEA)	49
2.4.4 Coeficiente de Eficiência Líquida da proteína (NPR)	49
2.4.5 Digestibilidade verdadeira	49
2.4.6 Análise estatística	50
3. Resultados e discussão	50
3.1 Composição centesimal	50
3.2. Avaliação biológica da qualidade protéica	56
4. Conclusão	60
5. Referência bibliográfica	61

CAPÍTULO 3 - Caracterização sensorial de iogurte desnatado adicionado de concentrado protéico de soro de leite e farinha de linhaça

1. Introdução	65
2. Material e métodos	67
2.1. Preparo das quatro formulações de iogurte	67
2.2. Análise microbiológica dos iogurtes	67
2.2.1 Determinação de coliformes totais e coliformes termotolerantes	68
2.2.2 Contagem padrão de fungos filamentosos e leveduras	68
2.2.3 Contagem de Estafilococos coagulase positiva	69
2.2.4 Análise da presença de <i>Salmonella</i>	69
2.3. Análise sensorial	69
2.3.1. Análise descritiva quantitativa	69
2.3.1.1 Recrutamento de julgadores	69
2.3.1.2 Pré seleção	70
2.3.1.3. Desenvolvimento da terminologia descritiva e treinamento dos julgadores	70
2.3.1.4. Seleção da equipe final de julgadores	71
2.3.1.5. Avaliação das amostras	72

2.3.1.6 Análise dos resultados	72
2.3.2 .Teste de aceitação	72
3. Resultados e discussão	74
3.1. Análise microbiológica	74
3.2. Análise sensorial	75
3.2.1. Análise descritiva quantitativa	75
3.2.1.1 Recrutamento e pré seleção dos julgadores	75
3.2.1.2 Levantamento dos termos descritivos	75
3.2.1.3. Seleção dos julgadores	78
3.2.1.4.Avaliação final das amostras	81
3.2.2.Teste de aceitação	86
4. Conclusão	89
5. Referência bibliográfica	89
Conclusão Geral	92
Anexos	94
Anexo I	95

LISTA DE TABELAS

		Pág
Tabela 1.1	Composição protéica do CPS e do IPS comerciais	16
Tabela 1.2	Composição de concentrados protéicos de soro de (CPS), leite em pó	17
Tabela 2.1	Composição das formulações de iogurtes adicionados concentrado protéico do soro e farinha de linhaça	38
Tabela 2.2	Comprimentos de onda e limites de quantificação para os elementos analisados	45
Tabela 2.3	Composição das dietas experimentais e percentual de proteínas (g/100 g de mistura)	47
Tabela 2.4	Mistura vitamínica utilizada nos experimentos	47
Tabela 2.5	Mistura salina utilizada nos experimentos	48
Tabela 2.6	Composição centesimal da farinha de linhaça e dos iogurtes adicionados de concentrado protéico de soro de leite e farinha de linhaça (g /100 g)	51
Tabela 2.7	Valor nutritivo e categorização de uma porção de 200 gramas dos iogurtes de linhaça, quanto ao fornecimento de fibra alimentar e de ácido α -linolênico para indivíduos adultos	53
Tabela 2.8	Concentração de minerais (mg/100g) nas amostras de iogurtes; valores de ingestão dietética de referência (DRI) quanto ao fornecimento de minerais para indivíduos adultos	54
Tabela 2.9	Peso inicial e final dos animais, ganho de peso e consumo de dieta e de proteína dos grupos tratados com caseína e iogurtes (média \pm DP, n=6)	57
Tabela 2.10	Coefficiente de eficiência protéica (PER), Coeficiente de eficácia alimentar (CEA) e relação da eficiência líquida da proteína (NPR) dos grupos tratados com caseína e iogurtes	58
Tabela 2.11	Peso fecal dos animais, teor de nitrogênio nas fezes, consumo alimentar, nitrogênio ingerido e digestibilidade verdadeira dos grupos experimentais	59
Tabela 3.1	Avaliação microbiológica das formulações de iogurte com e sem adição de concentrado protéico de soro de leite e farinha de linhaça	74
Tabela 3.2	Definições e Referências para os termos descritores para iogurte de linhaça	76
Tabela 3.3	Níveis de probabilidade de $F_{AMOSTRA}$ dos julgadores para os atributos sensoriais de iogurte de linhaça	79
Tabela 3.4	Níveis de probabilidade de $F_{REPETIÇÃO}$ dos julgadores para os atributos sensoriais de iogurte de linhaça	80
Tabela 3.5	Resumo da ANOVA dos atributos sensoriais de iogurte de linhaça	82
Tabela 3.6	Média dos atributos sensoriais de iogurte de linhaça	83

Tabela 3.7	"Loadings" (cargas) - Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais	84
Tabela 3.8.	Freqüências das notas atribuídas, em cada um dos termos hedônicos, às quatro amostras de iogurtes	86

LISTA DE FIGURAS

		Pág
Figura 2.1	Fluxograma de processamento do iogurte desnatado acrescido de CPS e FL	39
Figura 3.1	Modelo da ficha resposta utilizada para seleção de julgadores	70
Figura 3.2	Ficha de avaliação utilizada em teste de aceitação de iogurte	73
Figura 3.3	Modelo da ficha da ADQ empregada no teste preliminar e na avaliação final das amostras.	77
Figura 3.4	Análise de Componentes Principais dos atributos sensoriais para as amostras de iogurtes de linhaça.	85
Figura 3.5	Mapa de Preferência Interno para as quatro formulações de iogurte em relação à impressão global	88

LISTA DE ABREVIATURAS

ACP	Análise de componentes principais
AI	Ingestão adequada
ANOVA	Análise de variância univariada
BSA	Albumina sérica
CAS	Dieta padrão de caseína
CEA	Coefficiente de eficácia alimentar
CPS	Concentrado protéico de soro de leite
DRI	Ingestão dietética de referência
DV	Digestibilidade verdadeira
FAT	Fibra alimentar total
FL	Farinha de linhaça
GMP	Glicomacropéptídeos
Ig's	Imunoglobulinas
IPS	Isolado protéico de soro de leite
LN	Dieta livre de nitrogênio
MDPREF	Mapa de preferência interno
NPR	Ração protéica líquida
PER	Coefficiente de eficiência protéica
α -La	Alfa-lactoalbumina
β -Lg	Beta-lactoglobulina
ω -3	Ácido α -linolênico

RESUMO

BASTIANI, Maria Inês Dantas, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa. Maio de 2009. **iogurte adicionado de concentrado protéico de soro de leite e farinha de linhaça: desenvolvimento, qualidade nutricional e sensorial.** Orientadora: Valéria Paula Rodrigues Minim. Coorientadores: Hércia Stampini Duarte Martino and Luis Antonio Minim.

A preocupação com a saúde vem impulsionando a pesquisa e o desenvolvimento de alimentos saudáveis, com propriedades funcionais, que além de nutrir modelam o sistema fisiológico do organismo e o setor lácteo não foge a esta tendência. Este estudo teve por objetivo avaliar o efeito da adição de concentrado protéico de soro de leite (CPS) e de farinha de linhaça (FL) na qualidade nutricional e sensorial de iogurtes. Foram desenvolvidas quatro formulações de iogurtes utilizando leite desnatado, adicionados de 1,5% de CPS e FL nas concentrações de 1%, 2% e 3%. O teor de fibra alimentar total e ácido α -linolênico (ω -3) da FL, a composição centesimal e a concentração de minerais das quatro formulações desenvolvidas foram analisados, bem como a classificação dos produtos como fonte de nutrientes, segundo os critérios estabelecidos pelo Food Department Agriculture (FDA) e legislação brasileira. A qualidade protéica dos iogurtes foi avaliada por meio de ensaio biológico, utilizando os métodos de Coeficiente de Eficiência Protéica (PER), Razão Protéica Líquida (NPR), Coeficiente de Eficácia Alimentar (CEA) e digestibilidade verdadeira (DV), comparado com a dieta de caseína. As formulações foram analisadas microbiologicamente e o perfil sensorial foi obtido por meio da Análise Descritiva Quantitativa. A aceitação das quatro formulações foi avaliada por 100 consumidores e analisadas por meio da técnica Mapa de Preferência Interno. Os teores de proteínas obtidos em todas as formulações ficaram acima do previsto na legislação brasileira. O uso da FL aumentou o teor de lipídios dos iogurtes, passando o produto da classificação de desnatado para semi desnatado, favorecendo o perfil de ácidos graxos essenciais, especialmente em relação à concentração de ω -3. Para uma porção de 200 g de iogurte, as formulações contendo 2% e 3% de FL foram

classificadas como excelente-fonte de ω -3, e o iogurte com 1% de FL como boa-fonte. De acordo com a legislação brasileira, nenhuma das três formulações adicionadas de FL foi considerada fonte de fibra alimentar, mas podem apresentar a alegação de “contém fibra alimentar”. Todos os iogurtes elaborados são fontes de Ca e P e foram considerados de baixo teor de Na. Os resultados do ensaio biológico mostraram que os iogurtes desenvolvidos possuem excelente qualidade protéica, visto que, apresentaram valores de PER superiores ($p < 0,05$) ao da caseína. A pequena diferença entre os valores de PER e NPR indicou que as proteínas das dietas contendo iogurtes apresentaram valor biológico adequado para garantir o crescimento e a manutenção dos tecidos corporais. Do ponto de vista da digestibilidade protéica, os quatro iogurtes avaliados apresentaram boa qualidade nutricional e o aumento no teor de fibra alimentar das formulações contendo FL não influenciou este parâmetro ($p > 0,05$). No que se referem aos parâmetros microbiológicos, todos os iogurtes atenderam às exigências da legislação. Os atributos levantados na ADQ para avaliação dos iogurtes foram: cor característica de linhaça, viscosidade, aroma característico de linhaça, gosto ácido, gosto doce, gosto residual de linhaça, sabor característico de linhaça e presença de partículas. As amostras diferiram entre si ($p < 0,05$) nos atributos cor característica de linhaça, aroma característico de linhaça, gosto residual de linhaça e presença de partículas. O iogurte contendo 3% de FL diferiu da amostra controle ($p < 0,05$), em relação ao atributo viscosidade, apresentando maior intensidade para este atributo. Os atributos gosto doce e gosto ácido não contribuíram para a discriminação das amostras. As formulações sem FL e com 1% de FL foram as mais aceitas seguida pela amostra contendo 2% de FL. O iogurte com maior concentração de FL foi o menos aceito. Pode-se afirmar, portanto, que a formulação adicionada de 2 % de FL constitui uma boa alternativa por apresentar aceitação junto aos consumidores além de ser um produto de excelente qualidade protéica, com teor de lipídios totais reduzidos, especialmente gordura saturada, com excelente fonte de ácido graxo α -linolênico, contendo fibra alimentar e de baixo teor de Na. Tais características diferenciam o produto daqueles disponíveis no mercado, devido ao seu

elevado potencial em promover a saúde, abrindo perspectivas de agregação de valor nutricional e funcional aos produtos no mercado de fermentados.

ABSTRACT

BASTIANI, Maria Inês Dantas, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa. May 2009. **Yogurt containing whey protein concentrate and flaxseed meal: development, sensory and nutritional quality.** Adviser: Valéria Paula Rodrigues Minim. Co-Advisers: Hércia Stampini Duarte Martino e Luis Antonio Minim.

Health concerns have promoted research and development of healthy foods with functional properties, which, besides supplying nutrients, modulate key physiological functions in the body. The dairy industry is no exception to this trend. This study aimed to evaluate the effect of the addition of whey protein concentrate (WPC) and flaxseed meal (FM) on nutritional and sensory quality of yoghurt. Four yogurt formulations were developed using skim milk added with 1.5% WPC and 1%, 2% and 3% FM. The content of total dietary fiber and α -linolenic acid (ω -3) in FM, the proximate composition and mineral concentration of the four formulations were analyzed, as well as product classification as nutrient source, according to criteria established by the Food Agriculture Department (FDA) and the Brazilian legislation. Yogurt protein quality was biologically assayed using the Protein Efficiency Ratio (PER), Net Protein Ratio (NPR), Food Efficiency Ratio (FER) and True Digestibility (TD), compared with the casein diet. Yogurt formulations were microbiologically analyzed and sensory profile was obtained by Quantitative Descriptive Analysis. Acceptance of formulations was evaluated by 100 tasters and analyzed by Internal Preference Map. Protein levels found in all formulations were above the levels established by the Brazilian legislation. FM increased the lipid contents in the yogurt, changing product classification from skim to semi-skim, favoring essential fatty acid profile, mainly in relation to ω -3 concentration. Considering a 200-g yogurt serving, the formulations containing 2% and 3% FM were classified as an excellent ω -3 source, and 1% FM as a good source. According to the Brazilian legislation, none of the three formulations added with FM was considered as source of dietary fiber, but can carry the claim "contains fiber." All yogurt formulations are sources of Ca and P and were considered as low

content of Na. Biological assays showed that the products developed have excellent protein quality, as they had PER ($p < 0.05$) higher than casein. The small difference between PER and NPR indicated that the protein levels of diets containing the yogurt formulations had adequate biological value to ensure growth and maintenance of body tissues. From the viewpoint of protein digestibility, the four formulations showed good nutritional quality and the increase in fiber level due to FM did not affect this parameter ($p > 0.05$). All yoghurt formulations met the legislation requirements referring to microbiological parameters. The attributes assessed by QDA to evaluate the yoghurts were characteristic flaxseed color, viscosity, characteristic flaxseed aroma, acid taste, sweet taste, residual flaxseed taste, characteristic flaxseed flavor and presence of particles. Samples were significantly different ($p < 0.05$) for the attributes characteristic flaxseed color, characteristic flaxseed aroma, residual flaxseed taste and presence of particles. The formulation containing 3% FM showed higher viscosity than the control ($p < 0.05$). The attributes sweet and acid taste did not contribute to sample differentiation. The formulations without FM and with 1% FM had the highest acceptance followed by the sample containing 2% FM. The yogurt with the highest FM concentration had the lowest acceptance. It can be affirmed therefore that the formulation added with 2% FM is a good option, as it has good consumer acceptance and high protein quality, low level of total lipids, mainly saturated fat, with excellent source of α -linolenic fatty acid, containing fiber and low content of Na. These characteristics differentiate this yogurt from those available in the market because of its high potential to promote health, with prospects for adding nutritional and functional value to fermented dairy products.

INTRODUÇÃO GERAL

Com o advento da globalização, mudanças significativas ocorreram nos mais diversos segmentos da economia mundial e no estilo de vida das pessoas, sobretudo nos hábitos alimentares, que levou ao consumo excessivo de gorduras e açúcares e diminuição considerável na ingestão de amido, fibras alimentares, vitaminas e sais minerais. Essa tendência alimentar elevou a incidência de doenças crônicas não transmissíveis, como câncer, hipertensão arterial, diabetes, doenças cardiovasculares e obesidade. As mudanças nos padrões de ocorrência dessas doenças têm imposto novos desafios à ciência de alimentos. O alimento, anteriormente considerado apenas fonte de nutrientes essenciais à manutenção da vida, tornou-se objeto de estudos que o relacionam como veículos de promoção de bem-estar e saúde, ao mesmo tempo em que reduz o risco de doenças.

As mudanças no mercado alimentício e a crescente exigência do consumidor por alimentos que apresentem, além da alta qualidade sensorial e nutricional, benefícios associados à saúde, aumentam a demanda de novos produtos que possam atender a estas exigências do mercado.

Dentre os alimentos cujas alegações de saúde têm sido amplamente divulgadas destaca-se o iogurte. Graças ao desenvolvimento industrial, tecnológico e, sobretudo, científico, os consumidores têm incluído cada vez mais o iogurte na dieta alimentar, não só pelo fato de ser um produto de consumo rápido e prático, mas também, e principalmente, pelas qualidades sensoriais e de saúde associadas. Vários estudos reconhecem as características nutricionais do iogurte e a presença de uma série de fatores multidimensionais implicados na promoção da saúde humana. Além dos tipos de iogurte já considerados tradicionais, como os aromatizados, líquidos, com pedaços de fruta e desnatados, a evolução tecnológica da produção conduziu à

entrada de novos produtos, com maior valor nutricional agregado, que progressivamente têm conquistado os consumidores.

A utilização de soro de leite, na forma de concentrado protéico, na elaboração de bebidas lácteas constitui um modo racional de aproveitamento desse produto secundário que, além das características nutricionais, é capaz de conferir propriedades tecnológicas desejáveis e adequadas em aplicações específicas.

A linhaça é fonte de ácidos graxos α -linolênico (ω -3), minerais, vitaminas e fibra alimentar, propriedades estas que a qualificam como um alimento funcional. A utilização da farinha de linhaça, como ingrediente, em um produto de consumo habitual e de alta aceitação, pode facilitar o seu uso na alimentação da população.

Dentro deste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adição do concentrado protéico do soro de leite e da farinha de linhaça nas características nutricional e sensorial de iogurtes. A combinação de um produto fermentado enriquecido com proteínas, ácidos graxos ômega-3 e fibra alimentar pode contribuir com as necessidades atuais e exigências do mercado consumidor na busca por produtos com propriedades funcionais.

Capítulo 1

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1 ALIMENTOS E INGREDIENTES FUNCIONAIS

O conceito de alimentação saudável abrange o suprimento das necessidades individuais de energia e nutrientes e também a promoção da saúde por meio da prevenção e combate de desordens metabólicas e doenças correlacionadas à nutrição. Os padrões dietéticos estão fortemente atrelados aos crescentes números de doenças modernas, cardiopatologias, neoplasias e outras, decorrentes de um conjunto de fatores gerados por mudanças de hábitos alimentares, de atividade física e lazer. Frente a essas mudanças, aumenta a preocupação dos indivíduos com a alimentação e a saúde, bem como suas interações. Neste contexto, os alimentos funcionais desempenham importante função.

O termo “alimento funcional” foi usado pela primeira vez no Japão, em 1985, para alimentos fortificados com ingredientes específicos que apresentavam efeitos fisiológicos (STANTON et al., 2005). Não há dúvida de que o interesse dos japoneses em alimentos funcionais também sensibilizou a Europa e os Estados Unidos para a necessidade de tais produtos. Os especialistas nestes países perceberam que, além de ser capaz de diminuir o

custo com saúde e de reduzir o envelhecimento da população, os alimentos funcionais podem também representar um impulso comercial para a indústria de alimentos. As culturas oriental e ocidental, no entanto, divergem consideravelmente no que diz respeito à natureza dos alimentos funcionais.

No Japão, os alimentos funcionais são definidos como aqueles que apresentam a terceira função. A primeira seria a de fornecer nutrientes para o indivíduo sobreviver, a segunda seria a função sensorial e a terceira a função fisiológica, que regula o sistema imune e as defesas do organismo. Conhecidos como Alimentos para Uso Específico na Saúde - *Foods for Specified Health Use* – FOSHU, esses alimentos são qualificados e trazem um selo de aprovação do Ministério da Saúde e Bem-Estar japonês (KOTILAINEN et al., 2006).

De acordo com o *International Food Information Council Foundation* (IFIC, 2006), órgão que trabalha com questões de comunicação envolvendo consumidores e nutrição nos Estados Unidos, “alimentos funcionais” são alimentos ou componentes da dieta que podem prover benefícios à saúde além da nutrição básica. Os exemplos de alimentos funcionais citados pelo IFIC são: frutas, hortaliças, grãos, alimentos fortificados e também alguns suplementos alimentares. O IFIC esclarece que os benefícios de saúde são proporcionados pelos componentes biologicamente ativos desses produtos.

No Brasil, de acordo com a Resolução nº 19, de 30 de abril de 1999, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, alimentos ou ingredientes com alegação de propriedade funcional são aqueles que apresentam papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, no desenvolvimento, na manutenção e outras funções normais do organismo humano; devendo, entretanto, serem seguros para o consumo sem supervisão médica. Para apresentarem alegações de propriedade funcional e, ou, de saúde, os alimentos ou ingredientes devem ser, obrigatoriamente, registrados e o conteúdo da propaganda desses produtos não pode ser diferente, em seu significado, daquele aprovado para a rotulagem (ANVISA, 1999).

De acordo com algumas dessas definições, os alimentos integrais não-modificados, como as frutas e os vegetais, representam a forma mais simples

de um alimento funcional, por serem ricos em componentes fisiologicamente ativos. Os alimentos modificados, incluindo aqueles que foram alterados com nutrientes ou realçados com fitoquímicos ou compostos fisiologicamente ativos de origem vegetal, também podem ser considerados como alimentos funcionais (ADA, 2004).

Independente da definição é certo que alimentos funcionais têm sido alvo de pesquisas no mundo todo, interessando cientistas, governos, indústrias e consumidores. O aumento da demanda por tais alimentos está associado ao aumento nos custos de cuidados com a saúde, aumento da expectativa de vida, avanços de evidências científicas de que a dieta pode alterar a prevalência e a progressão de doenças, mudanças na regulamentação de alimentos, desenvolvimento de novas tecnologias, mudanças nas demandas e atitudes dos consumidores e a procura por novas oportunidades para agregar valor aos produtos (STANTON et al., 2005).

Os alimentos funcionais vêm adquirindo uma presença crescente na indústria brasileira, segundo dados da ABIA (Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação), enquanto o crescimento esperado para a indústria de alimentos e bebidas para o ano de 2008 era entre 4% e 4,5%, o mercado de funcionais projetou índices entre 12% e 14%. O sucesso deste segmento deve-se muito à mudança de hábitos dos consumidores, mais preocupados com doenças, como obesidade e hipertensão. Apesar do mercado brasileiro estar em expansão, o faturamento dos funcionais ainda se concentra na Europa, Japão e Estados Unidos, onde as vendas crescem mais de 40% ao ano (KRONES, 2008).

Os produtos lácteos apresentam claramente a maior categoria de vendas de alimentos funcionais brasileiros, contribuindo com 73% do total das vendas de alimentos funcionais, e 11 % de todos os produtos lácteos de vendas no Brasil. Os ingredientes funcionais mais freqüentemente usados no desenvolvimento de produtos são as fibras alimentares, oligossacarídeos, ácido láctico, proteínas, minerais, vitaminas, fitoquímicos e antioxidantes (BENKOUIDER 2004).

2 Iogurte

O consumo de alimentos fermentados, principalmente derivados do leite, tem sido estimulado por profissionais de saúde, em função de seu perfil nutricional, que apresenta proteínas de alto valor biológico e microrganismos capazes de promover diversos benefícios à saúde humana.

De acordo com a legislação, entende-se por leites fermentados “os produtos adicionados ou não de outras substâncias alimentícias, obtidos por coagulação e diminuição do pH do leite, ou leite constituído, adicionado ou não de cultivos de microrganismos específicos. Estes microrganismos devem ser viáveis, ativos e abundantes no produto final durante seu prazo de validade”. Todos os tipos de leite fermentados deverão atender a essa definição e se diferenciarão em função dos cultivos próprios empregados. Como exemplo de leites fermentados, pode-se citar o iogurte, o leite fermentado ou cultivado, o leite acidófilo ou acidofilado, o kefir, o kumis e a coalhada (BRASIL, 2000).

O iogurte é um dos poucos alimentos conhecidos e consumidos há mais de 4.500 anos em todo mundo. A Bulgária foi um dos primeiros países a consumi-lo e o divulgou para o restante do mundo. Constitui uma fonte rica de proteínas, cálcio, fósforo, vitaminas e carboidratos. O consumo deste produto está relacionado à imagem positiva de alimento saudável e nutritivo, associado às suas propriedades sensoriais, aliado à preocupação crescente das pessoas em consumir produtos naturais (FERREIRA *et al.*, 2001). Vários estudos têm atribuído ao iogurte efeitos funcionais, tais como, facilitar a ação das proteínas e enzimas digestivas no organismo humano, melhorar o sistema imunológico, reduzir o colesterol sérico (BERTOLAMI, 1999; MILO-OHR, 2002), facilitar a absorção de cálcio, fósforo, ferro e ser fonte de galactose que é importante na síntese de tecidos nervosos e cerebrosídeos em crianças (BUTTRISS, 1997).

O iogurte é obtido a partir da fermentação láctica do leite viabilizada pelos cultivos protosimbióticos de *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*, aos quais podem acompanhar de forma complementar, outras bactérias ácido-lácticas que, por sua atividade,

contribuem para a determinação das características do produto final (BRASIL, 2000).

A ação simbiótica dessas culturas lácteas produz ácido lático, diacetil, acetona, acetoína, ácido acético e acetaldeído, que é responsável pelo sabor característico do iogurte (MORAES, 2004).

A acidez provocada pela fermentação, além de estar associada ao desenvolvimento do sabor, torna os iogurtes relativamente estáveis, e inibe o crescimento de bactérias deterioradoras (RODAS et al., 2001). O pH do produto final deve estar entre 4,2 e 4,4 uma vez que a produção exagerada de ácido conduz a uma super acidificação durante a incubação, resfriamento e armazenamento, promovendo características indesejáveis ao produto (MORAES, 2004).

Durante a fermentação, os constituintes do leite, principalmente proteínas, gorduras e vitaminas, passam por uma série de alterações. Durante o processo de fabricação, o teor de aminoácidos livres e peptídeos aumentam, em relação aos teores presentes no leite "in natura". A gordura do leite é alvo da ação das lipases produzidas pelas bactérias lácticas, liberando ácidos graxos e glicerol (SALADO; ANDRADE, 1989). Além disso, devido à ação metabólica das bactérias sobre a lactose permite o consumo por pessoas que, devido à deficiência da enzima lactase em seu organismo, não toleram a lactose presente no leite. Para Kleinmam (1990), é possível os indivíduos aumentarem sua tolerância a produtos lácteos por ingestão de produtos fermentados como o iogurte, devido ao fato do teor de lactose ser menor. A lactose presente no iogurte é mais facilmente digerível, pois cerca de 50% de sua concentração original já foi hidrolisada durante a fermentação, e as células bacterianas, durante o processo de metabolismo do organismo humano, sob condições gástricas, são lisadas, liberando a lactase.

A baixa viscosidade do iogurte desnatado originou muitas pesquisas que visavam melhorar a textura desses produtos com reduzido teor de gordura. Dentre essas, podem ser citados os trabalhos sobre o uso de culturas *starter* especiais que produzem exopolissacarídeos (FOLKENBERG et al., 2006), o estudo do leite submetido a altas pressões (LANCIOTTI et al., 2004), a

influência do tratamento térmico no comportamento reológico do gel do iogurte (REMEUF et al, 2003) e o efeito da adição de substitutos de gordura, como espessantes e derivados de soro de leite, nas características reológicas, físico-químicas e sensoriais do iogurte (GUGGISBERG et al., 2007). A quantidade requerida destes ingredientes para atingir o teor de sólidos totais semelhantes ao do iogurte natural pode produzir alterações sensoriais e tecnológicas como acidez e firmeza excessiva, separação de fases e textura granulosa (GUZMAN-GONZALEZ et al., 2000; SODINI et al., 2005).

A adição de 5% de concentrado protéico do soro de leite (CPS), com 80% de proteína, em iogurtes desnatados proporcionou maior firmeza e gomosidade, com menores valores de sinérese nos produtos desenvolvidos. Essas características foram potencializadas durante o armazenamento. Os julgadores foram capazes de identificar diferenças nas características globais dos iogurtes com e sem CPS (ANTUNES et al., 2004). Martín-Diana et al. (2004) também observaram que a adição de 3% CPS com 35% proteína na formulação de produtos fermentados, elaborados a partir de leite desnatado enriquecido com óleos ricos em ácidos graxos ω -3, resultou em um produto com melhor aparência, textura e aceitabilidade. A substituição da gordura do leite por óleos vegetais teve uma influência negativa sobre a textura do produto, mas não afetou o sabor típico do iogurte. Segundo os autores, estes defeitos foram superados pela adição do CPS, que melhorou a pontuação dos produtos, nos testes sensoriais.

Aziznia et al. (2008) estudaram o efeito do CPS na elaboração de iogurte desnatado e concluíram que o aumento do teor de sólidos totais, proteína total, cinza e acidez foi proporcional ao aumento da concentração de CPS, resultando em uma estrutura mais compacta com partículas sólidas de caseína, de grandes agregados e menor sinérese.

O perfil sensorial e aceitabilidade de iogurtes de morango elaborados com diferentes concentrações de CPS foram avaliados por RIBEIRO (2008). Foi observado aumento da consistência do produto com o acréscimo do CPS e a formulação contendo 1,5% de CPS, com 35% de proteína, apresentou maior aceitação.

3 – Proteínas

3.1 Aspecto nutricional

3.1.1 Avaliação química das proteínas

As proteínas são polímeros de elevado peso molecular, compostos de nitrogênio, carbono, oxigênio e, algumas vezes, enxofre, fósforo, ferro e cobalto. São formadas por complexos de aminoácidos que são unidos por ligações peptídicas e constituem um grupo importante na formulação de alimentos e bebidas. Estas substâncias são reconhecidas como parte vital dos tecidos vivos, ocupando o segundo lugar, em termos quantitativos, correspondendo a 20% do peso corporal. As proteínas são indispensáveis para o crescimento e manutenção da vida. Exercem funções catalíticas, estruturais, hormonais, contrátil, de regulação gênica, de defesa e de transporte nos fluidos biológicos. As proteínas da dieta estão envolvidas na síntese das proteínas teciduais e outras funções metabólicas essenciais (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 2005).

A necessidade de proteína de um indivíduo é definida como o menor nível de ingestão protéica, proveniente da dieta, que irá equilibrar as perdas de nitrogênio a partir do organismo em repouso, em pessoas que mantêm um equilíbrio de energia em atividade física moderada (MIRANDA et al., 2005). A proteína considerada de boa qualidade ou de alto valor biológico é aquela que fornece maior digestibilidade e quantidades adequadas de aminoácidos essenciais, para fins de síntese protéica (PIRES et al., 2006). Para o ser humano, são essenciais os aminoácidos: isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano, histidina e valina (FRANCO, 2005).

Portanto, ao se determinar o valor protéico de uma mistura de alimentos, deve ser levado em consideração o cômputo químico, o teor total de nitrogênio e a digestibilidade (FAO/WHO, 1991).

3.1.2 Avaliação do valor nutricional das proteínas

O valor nutricional de uma proteína é determinado, em primeiro lugar, pela sua composição em aminoácidos essenciais. No entanto, este potencial pode não ser real se a proteína não for digerida completamente ou se algum de seus aminoácidos não estiver totalmente disponível ao organismo. Portanto, para se determinar qualidade real de uma proteína é imprescindível a avaliação biológica. Os métodos utilizados para medir a qualidade de uma proteína procuram quantificar quão boa ela é para fins de síntese protéica. A proteína sintetizada pelo organismo destina-se ao crescimento, manutenção, reparação e reprodução.

A razão da eficiência protéica (PER) mede o quociente do ganho de peso pela quantidade de proteína ingerida.

$$\text{PER} = \frac{\text{Ganho de peso (g)}}{\text{Proteína consumida (g)}}$$

O valor de PER varia de 0 a 4. Valores de PER ≥ 2 são considerados bons, uma vez que correspondem ao valor médio ou acima da média, na escala de 0 a 4 (PELUZIO; BATISTA, 2008).

A razão da eficiência líquida protéica (NPR) é uma modificação do PER e consiste em somar ao ganho de peso do grupo que recebeu a dieta protéica, a perda de peso de um grupo equivalente que recebeu dieta aprotéica. Desta forma, elimina a variabilidade dos valores do PER em resposta a diferentes concentrações de proteína na dieta (SGARBIERI, 1996). Os valores de NPR podem ser obtidos conforme a seguinte equação (HEGSTED, 1994):

$$\text{NPR} = \frac{\text{ganho de peso GI (g)} + \text{perda de peso GII (g)}}{\text{Proteína consumida GI (g)}}$$

Onde:

GI = grupo em dieta protéica

GI I = grupo em dieta aprotéica

O NPR leva em consideração a qualidade da proteína para fins de crescimento e manutenção. Quanto pior a qualidade da proteína, maior a diferença entre NPR e PER, pois ela não vai promover crescimento, mas será utilizada na manutenção do corpo (PELUZIO; BATISTA, 2008).

O Coeficiente de Eficácia Alimentar (CEA) avalia a eficiência com que a dieta promove o ganho de peso corporal, ou seja, avalia o alimento como um todo e não só a eficiência e qualidade das proteínas (SGARBIERI, 1996).

$$\text{CEA} = \frac{\text{Ganho de peso (g)}}{\text{Consumo alimentar (g)}}$$

Se uma dieta está nutricionalmente equilibrada, os valores encontrados para o CEA vão ser elevados quando comparados à proteína padrão (SGARBIERI, 1996).

O escore químico ou análise química é uma técnica, que determina a composição de aminoácidos presentes em uma fonte protéica e compara os valores com uma proteína tida como referência para crianças entre 2 e 5 anos de idade (OMS, 1985).

$$\text{EQ} = \frac{\text{mg aminoácido /g proteína teste}}{\text{mg mesmo aminoácido /g proteína padrão}}$$

O valor obtido por meio desta comparação é corrigido pela digestibilidade protéica, obtendo então, o escore químico de aminoácidos corrigido pela digestibilidade protéica (PDCAAS).

$$\text{PDCAA (\%)} = \frac{\text{mg aminoácido /g proteína teste}}{\text{mg mesmo aminoácido/g proteína referência}} \times \text{DV(\%)}$$

Assim, a qualidade da proteína avaliada pelo escore químico é baseada no aminoácido limitante, no qual os valores maiores que 1,0 indicam uma

proteína de boa qualidade, contendo aminoácidos essenciais capazes de suprir as necessidades da dieta humana (HENLEY; KUSTER, 1994).

A digestibilidade é a medida da porcentagem das proteínas que são hidrolisadas pelas enzimas digestivas e absorvidas pelo organismo na forma de aminoácidos ou de qualquer outro composto nitrogenado. Trata-se de um determinante da qualidade protéica da dieta. Quando algumas ligações peptídicas não são hidrolisadas no processo digestivo, parte da proteína é excretada nas fezes ou transformada em produtos do metabolismo pelos microorganismos do intestino grosso (SGARBIERI, 1996). Assim a fórmula para o cálculo da digestibilidade verdadeira é:

$$D = \frac{I - (F - FK)}{I} \times 100$$

onde:

D = digestibilidade;

I = nitrogênio ingerido pelo grupo com dieta teste;

F = nitrogênio fecal do grupo com dieta teste;

FK = nitrogênio fecal do grupo com dieta aprotéica.

Diferenças na digestibilidade de proteínas advêm da natureza protéica do alimento. As proteínas, no organismo, não são digeridas, absorvidas e utilizadas de maneira semelhante como consequência da presença de constituintes do próprio alimento que interferem nesses processos e pelas condições de processamento desse alimento (FAO/WHO, 1991). Os fatores que afetam a digestibilidade da proteína comprometem também, em maior ou menor proporção, a biodisponibilidade dos aminoácidos. Esta última, por sua vez, varia com a fonte protéica, tratamento térmico e interação com outros componentes da dieta (SGARBIERI, 1996).

3.1.3 Proteínas do soro de leite

O leite é considerado um dos alimentos mais completos, sob o ponto de vista nutricional, propiciando numerosas alternativas de industrialização e transformação em produtos derivados. Porém, quando utilizado no processamento de queijos, aproximadamente 85 a 95% de seu volume é retirado sob a forma de soro (HOSSEINI et al. 2003).

Líquido de cor amarelo-esverdeada, o soro do leite é originado da remoção da caseína do leite. As caseínas são, de forma geral, definidas como proteínas que se precipitam em pH 4,6 a 2°C. A partir das caseínas são obtidos os três principais componentes, α -caseína (50% do total), β -caseína (33%) e κ -caseína (15%). O soro ácido é obtido na produção de queijos frescos como Cream Cheese, Camembert e Petit Suisse, após coagulação ácida do leite e no caso do queijo Cottage, seguido de aquecimento da massa. O soro doce é originado da coagulação do leite por ação da enzima renina em pH 6,6 na manufatura de queijo Cheddar (Cayot e Lorient, 1997). Esse produto contribui para a doçura em laticínios e para dourar produtos de panificação (GONZÁLEZ-MARTÍNEZ et al., 2002). A composição do soro lácteo é de aproximadamente 93% de água, 5% de lactose, 0,7% a 0,9% de proteínas, 0,3% de gordura, 0,2% de ácido láctico e pequenas quantidades de vitaminas (BEM-HASSAN; GHALY, 1994).

O soro de leite pode representar importante problema ambiental, como a demanda bioquímica de oxigênio, cerca de 30.000 a 50.000 mg/L, caso seja destinado diretamente em rios ou redes de esgotos públicos. A alta porcentagem de água presente no soro inviabiliza economicamente sua desidratação, e o fato de ser perecível impossibilita o seu armazenamento prolongado, direcionando as pesquisas para o seu aproveitamento na produção de biogás, etanol e isolados ou concentrados protéicos (HOSSEINI et al., 2003).

As proteínas do soro do leite apresentam uma estrutura globular contendo algumas pontes de dissulfeto, que conferem certo grau de estabilidade estrutural. As frações são constituídas de: beta-lactoglobulina (β -

Lg), alfa-lactoalbumina (α -La), albumina sérica (BSA), imunoglobulinas (Ig's) e glicomacropéptídeos (GMP). Essas frações podem variar em tamanho, peso molecular e função, fornecendo às proteínas do soro características especiais (KINSELLA; WHITEHEAD, 1989). Os dois grupos principais são o da β -Lg e α -La que representam em torno de 70% a 80% das proteínas totais do soro (HORNE, 1990).

A β -Lg representa cerca de 50% da proteína do soro, contendo uma seqüência de 162 resíduos de aminoácidos. Pertence à família das proteínas lipocalinas, que possuem a função de transporte. A estrutura particular da β -Lg, do tipo lipocalina, forma uma espécie de cálice de caráter hidrofóbico que lhe confere propriedades funcionais de grande aplicação na indústria de alimentos, como capacidade de emulsificação, formação de espuma, geleificação e características sensoriais como sabor e aroma (MORR; FOEGEDING, 1990). É o peptídeo que contém maior teor de aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA), que são essenciais para o processo de desenvolvimento muscular porque estimula a síntese protéica fornecendo aminoácidos essenciais para reconstruir a proteína muscular (DE WIT, 1998). Por ser termolábil, o processamento térmico pode alterar sua digestibilidade e torná-la biologicamente disponível (MORR; HA, 1993). Apesar de se conhecer muito sobre a estrutura e a funcionalidade da β -Lg, pouco se conhece sobre seu papel fisiológico. Uma característica dessa proteína é a capacidade de se ligar, *in vitro*, a moléculas hidrofóbicas, tais como retinol (LYNEN et al., 2003), colesterol, vitamina D (WANG et al., 1997), compostos aromáticos (FARRELL et al. 1987), ácidos graxos (NARAYAN; BERLINER, 1997), e ácido α -linolênico (ZIMET; LIVNEY, 2009). Devido à sua alta estabilidade em baixo pH e resistência a enzimas proteolíticas a β -LG protege as moléculas hidrofóbicas durante a passagem pelo estômago (CHO, 1994).

A α -La é mais termoestável e de menor peso molecular, corresponde a cerca de 20% da proteína do soro e caracteriza-se por ser de rápida e fácil digestão. Contém o maior teor de triptofano (6%) entre todas as fontes protéicas alimentares, sendo, também, rica em lisina, leucina, treonina e cistina (KINSELLA; WHITEHEAD, 1989; MARKUS et al., 2002). A α -La possui a

capacidade de se ligar ao cálcio e estas ligações são fortemente dependentes do pH. Apresenta afinidade também com o zinco e manganês, o que pode afetar positivamente sua absorção (SEGAWA; SUGAI, 1983).

A albumina sérica (BSA) corresponde a cerca de 10% das proteínas do soro do leite e contém a maior cadeia peptídica de todas as proteínas do soro. Possui afinidade por ácidos graxos livres e outros lipídeos, favorecendo seu transporte na corrente sanguínea (KINSELLA; WHITEHEAD, 1989; DE WIT, 1998).

As Ig's são proteínas de elevado peso molecular, que apresentam propriedades físicas, químicas e imunológicas diversas. Quatro das cinco classes das Ig's estão presentes no leite bovino (IgG, IgA, IgM e IgE), sendo a IgG a principal, constituindo cerca de 80% do total das imunoglobulinas. Suas principais ações biológicas residem na imunidade passiva e atividade antioxidante (DE WIT, 1998; HA; ZEMEL, 2003).

O GMP (6,7kDa) é um peptídeo resistente ao calor, à digestão e à mudanças de pH. É derivado da digestão da *k*-caseína, pela ação da enzima quimosina durante a coagulação do queijo. Apresenta alta carga negativa, que favorece a absorção de minerais pelo epitélio intestinal e, assim como a fração BLg, possui alto teor de aminoácidos essenciais, cerca de 47% (SHANNON et al., 2003).

O perfil de aminoácidos essenciais das proteínas do soro atende e supera todas as exigências qualitativas e quantitativas estabelecidas pela FAO/WHO. As proteínas do soro contêm níveis elevados de leucina e lisina em comparação ao isolado protéico de soja e a clara de ovo desidratada. Possuem também uma boa fonte de aminoácidos contendo enxofre, tais como cisteína e metionina (RICHARDS, 2000).

A adoção de técnicas como ultrafiltração, cromatografia, extração líquido-líquido, entre outras, resultou em um alto grau de separação e purificação das proteínas do soro, levando ao desenvolvimento de produtos de alto valor funcional, como concentrados de proteína do soro (CPS) e isolados de proteína do soro (IPS), adequados para o uso em alimentos e ingredientes alimentares. A diferença entre ambos está na composição, sendo que o IPS

contém uma maior concentração de proteínas ($\geq 90\%$) e, proporcionalmente, menor concentração de lactose e minerais que o CPS, o qual contém entre 25 a 80% de proteínas (MORR; HA, 1993; FOEGEDING et al., 2002). A composição protéica do CPS e do IPS estão apresentadas na Tabela 1.1.

TABELA 1.1 - Composição protéica do CPS e do IPS comerciais.

Proteínas	CPS (g/100g) ^a	IPS (g/100g) ^b
Imunoglobulinas	3,8 – 15,4	5,9 – 7,5
Albumina do soro bovino	5,8 – 19,6	7,2 – 10,9
B- lactoglobulina	40,4 – 76,9	67,6 – 74,8
A – lactalbumina	14,5 – 24,8	8,3 – 17,5

^a N=8; ^b N=3

Adaptado de MORR e FOEGEDING (1990).

Estudos mostram que o soro de leite, na forma de concentrado protéico, apresenta como propriedades nutricionais e tecnológicas um excelente conteúdo de aminoácidos essenciais, elevada digestibilidade, boa solubilidade, capacidade emulsificante, geleificante e de retenção de água, adequada viscosidade e adesividade, retêm e incorporam gordura, facilitam o batimento, a formação de espuma e aeração, realçam a cor, o sabor e a textura (REGESTER et al., 1996; SODINI et al., 2005).

A capacidade das proteínas do soro em formar géis estáveis, sob aquecimento em temperaturas de 70 °C a 90 °C constitui importante propriedade tecnológica para a manufatura de produtos cárneos, de padaria, texturizados e produtos lácteos (DE WIT, 1998).

A composição de alguns CPSs pode ser observada na Tabela 1.2. O CPS 35 é comumente usado em leites desnatados para aumentar a textura, bem como para estabilizar e substituir gorduras em iogurtes, misturas de panificação, alimentos dietéticos e infantis. Já os CPS 50, 65 ou 80 são apropriados para uso em bebidas nutricionais, sopas, produtos de padaria, carnes, alimentos dietéticos, produtos de baixo conteúdo em gordura e em

bebidas fortificadas. Estes produtos são capazes de dissolver numa ampla faixa de pH (MILK INGREDIENTS, 2008).

Tabela 1.2. - Composição de concentrados protéicos de soro de leite (CPS) em pó.

	CPS (g/100g)			
	35	50	65	80
Umidade	4,6	4,3	4,2	4,0
Proteína	36,2	52,1	63,0	81,0
Lactose	46,5	30,9	21,1	3,5
Gordura	2,1	3,7	5,6	7,2
Cinzas	7,8	6,4	3,9	3,1
Ácido Lático	2,8	2,6	2,2	1,2

Fonte:..MILK INGREDIENTS (2008)

As proteínas do soro de leite apresentam também, relevantes propriedades fisiológicas. Ações antimicrobiana e antiviral, estimulação do sistema imunológico e anticarcinogênico, atividade metabólica e outras características têm sido associadas às proteínas do soro lácteo, proporcionando maior eficiência metabólica, condições adequadas para uma vida mais saudável, aumento na longevidade e prevenção de doenças (MADUREIRA et al., 2007).

Os aminoácidos precursores da glutathiona disponíveis nos CPSs podem aumentar a concentração de glutathiona em tecidos relevantes, estimular o sistema imune e desintoxicar carcinógenos potenciais. Estudo com ratos demonstrou que as proteínas do soro de leite bovino retardaram significativamente o desenvolvimento de câncer de cólon quando comparadas com as demais proteínas testadas. Somente 30% dos animais do grupo que

recebeu proteínas do soro desenvolveram tumores, comparado com 55% nos animais que receberam dieta com proteínas da carne e 60% nos que receberam proteína de soja (REGESTER *et al.*, 1996). Dias (2004) comprovou a capacidade do CPS em inibir o desenvolvimento de câncer de cólon induzido por azoximetano, em ratos. Outro estudo *in vitro* demonstrou que o isolado de proteínas do soro de leite bovino (IPS), quando comparado com a caseína, aumentou a síntese de glutathione e protegeu as células da próstata de humanos contra oxidantes que induzem a morte celular (MARSHALL, 2004).

Um crescente conjunto de evidências científicas revela que as proteínas do soro do leite bovino contêm vários componentes bioativos que podem ter efeitos positivos para a saúde cardiovascular. Estudos em humanos têm associado os peptídeos derivados das proteínas do soro do leite com efeitos hipotensores (diminuição da pressão sistólica e diastólica) com significância estatística (FITZGERALD *et al.*, 2004). Os peptídios bioativos do soro do leite também podem estar envolvidos na inibição da agregação plaquetária e na diminuição dos níveis de colesterol. As proteínas de soro de leite, utilizadas em concentrações de 20 e 30% da dieta de ratos, apresentaram efeito hipocolesterolêmico (JACOBUCCI, 2001). Outros componentes do soro de leite como cálcio, magnésio, zinco, vitaminas do complexo B e certas frações de lipídios podem ajudar na redução do risco de doenças cardíacas (SGARBIERI, 2004).

As proteínas do leite podem também exercer papel importante na potencialização dos mecanismos de defesa da mucosa gastrintestinal (DIAL; LICHTENBERGER, 1993). O uso do CPS no tratamento prévio de animais em modelos de úlcera induzida por indometacina e por etanol foi capaz de reduzir as lesões gástricas produzidas, o que demonstra um possível envolvimento desse produto protéico no mecanismo de citoproteção. Além disso, o efeito protetor parece ser mais eficaz a partir de duas doses, parecendo estabelecer um nível máximo de proteção próximo ao tratamento subcrônico. A análise comparativa do efeito do CPS e da cimetidina, droga anti-ulcerogênica, sugere que o CPS pode ser utilizado como coadjuvante dietético no controle e/ou tratamento de úlcera gástrica provocada por antiinflamatórios não esteroidais,

provavelmente como mecanismo de proteção à mucosa gástrica (ROSANELI, 2002).

4 Linhaça

A linhaça é uma semente oleaginosa, proveniente da planta linho (*Linum usitatissimum*). O maior produtor e exportador mundial é o Canadá, que detém cerca de 40% da produção mundial, sendo que a maior porcentagem do cultivo comercial não é destinada para alimentação e sim para usos industriais do óleo, amplamente utilizado na pintura (OOMAH, 2001).

O consumo de linhaça em várias formas como um ingrediente alimentar e por suas propriedades medicinais acontece há cerca de 5.000 anos (OOMAH, 2001). Devido a seus componentes benéficos, existe um grande interesse na incorporação da linhaça em produtos alimentícios como pão (MOURA, 2008), biscoitos (CHEN et al., 1994; MACIEL, 2006) e macarrão (MANTHEY et al., 2002).

A linhaça é a principal fonte vegetal de ácido graxo α -linolênico (ω -3) (OOMAH, 2001). Possui aproximadamente 40% de lipídios totais, dos quais cerca de 50 a 55% é composta por ácido α -linolênico (ω -3) e 15 a 18% de ácido α -linoléico (ω -6), apresentando um balanço favorável de ácidos graxos polinsaturados, monoinsaturados e saturados (CARTER, 1993).

Os ácidos graxos ω -3 são precursores dos ácidos eicosapentanóico (EPA), que por sua vez são precursores dos eicosanóides da série ímpar, responsável pelo controle dos processos inflamatórios. Sua liberação é uma resposta normal às lesões e suas ações são requeridas para ajudar a reparar danos nos tecidos (CALDER, 2003). Segundo Morris (2003), dietas ricas em ácidos graxos ω -3 têm efeitos positivos sobre os processos inflamatórios e reduz os riscos de enfermidades crônicas comparadas com dietas ricas em ω -6. Os ácidos graxos ω -3 interferem na conversão do ácido graxo ω -6 a ácido araquidônico, bloqueando a sua conversão em eicosanóides da série par, que são pró-inflamatório. Para um equilíbrio nutricional e metabólico, é necessário manter uma proporção entre os ácidos ω -6 e ω -3 consumidos na dieta. A

proporção ômega-6/ômega-3 considerada adequada varia entre 2:1 até 5:1 (WHO/FAO, 1995; SIMOPOULOS et al. 1999; SCHAEFER, 2003). A *American Heart Association* recomenda o consumo de pelo menos duas porções de peixe por semana para obter a quantidade recomendada de ω -3 na dieta (KRAUSS, 2000).

Estudos realizados com base em intervenções dietéticas sugerem efeitos benéficos dos ácidos graxos ω -3 sobre a saúde humana, incluindo a prevenção de distúrbios cognitivos, doenças cardiovasculares, disfunção imune, desordens inflamatórias e câncer (RUXTON et al., 2005; SHAHIDI; MIRALIKBARI, 2005). Entre os principais mecanismos estudados com relação às propriedades cardioprotetoras dos ácidos graxos ômega-3, está o efeito protetor contra arritmias (CHRYSOHOOU et al., 2007), efeitos no perfil lipídico (CASTRO et al., 2007), redução dos níveis séricos de triglicerídeos (SHAPIRO; BRUCK, 2007) e efeito antioxidante (THORLAKSDOTTIR et al., 2006).

As sementes de linhaça contêm de 22 a 26% de proteína, 35% de fibra alimentar (1/4 solúveis e 3/4 insolúveis) e 6% de cinzas ou minerais (CARTER, 1993). Apresenta também, 35% de carboidratos totais dos quais apenas 1% a 2% estão na forma disponível.

A composição de aminoácidos da linhaça apresenta altas taxas de ácido aspártico, ácido glutâmico, leucina e arginina, caracterizando uma proteína completa e com efeitos sobre as funções imunológicas do organismo (OOMAH, 2001). Trevino et al. (2000) comprovaram que a composição de aminoácidos essenciais na linhaça é bastante semelhante à encontrada em sementes de soja, com exceção do baixo conteúdo de lisina. Em contrapartida, a linhaça apresenta quantidades consideravelmente maiores de aminoácidos sulfurados, o que a torna fonte em potencial de proteína vegetal de alta qualidade para a incorporação em produtos alimentícios.

Estudos em nutrição humana têm confirmado que as fibras alimentares presentes na linhaça exercem efeito hipocolesterolêmicos e ajudam a modular a resposta glicêmica (AHMED, 1999; OOMAH, 2001).

Acredita-se que o efeito das dietas ricas em fibra alimentar na proteção contra as doenças cardiovasculares esteja na redução dos lipídios plasmáticos,

especialmente do nível de colesterol. Sabe-se que uma pequena redução do nível plasmático de colesterol está associada com um decréscimo significativo da probabilidade de ocorrência de doenças cardiovasculares (CUMMINGS et al., 2004; RODRÍGUEZ et al., 2006).

Embora ainda seja limitado o conhecimento atual sobre as inter-relações da fibra alimentar com o metabolismo dos lipídios, sabe-se que esse efeito é restrito ao consumo de fibras solúveis, onde a linhaça contribui com uma quantidade significativa. Dentre os diversos mecanismos envolvidos na redução de colesterol sanguíneo estão a menor digestão e absorção de lipídios, devido ao esvaziamento gástrico mais lento e à maior viscosidade do meio, que dificultam a ação de enzimas digestivas; a maior eliminação de ácidos biliares, que se complexam com pectina, e interferem com a formação de micelas, reduzindo a absorção de colesterol, ácidos biliares e lipídios; a fermentação que produz ácidos graxos de cadeia curta, especialmente propionato, que absorvido na veia porta vai até o fígado, inibe a atividade da enzima HMG Coa redutase (hidroximetilglutaril-CoA redutase) e, portanto, a síntese de colesterol hepático, reduzindo os níveis sanguíneos (CUMMINGS et al., 2004).

A redução da glicemia obtida com a fibra solúvel é devida à capacidade de absorção de água e formação de gel, com retardo do esvaziamento gástrico e diminuição da velocidade dos nutrientes no intestino. Esta fração da fibra alimentar constitui uma barreira que dificulta a ação enzimática e o acesso dos produtos da digestão da mucosa (GONZÁLEZ-CANGA et al., 2004).

As fibras insolúveis são compostas por celulose, hemicelulose, amido resistente e lignina. Apresentam efeito mecânico no trato gastrintestinal, são pouco fermentáveis, diminuem o tempo de trânsito intestinal, melhoram ou previnem a constipação, protegem contra infecção bacteriana e diminuem o risco de hemorróidas e diverticulite (MAFFEI, 2004).

Embora sejam evidenciados os efeitos individuais das frações insolúveis e solúveis da fibra alimentar, deve-se considerar que, em dietas usuais, ambas serão consumidas juntas, uma vez que são partes integrantes dos alimentos. Desta forma, os efeitos sobre os processos digestivos e metabólicos não dependerão somente da variação nos seus teores individuais, mas também, da

predominância de uma fração em relação à outra, da sua composição química e organização estrutural. Estes fatores determinam as propriedades físico-químicas da fibra e os seus efeitos sobre os processos digestivos e metabólicos (Li et al., 2003; BEHALL et al., 2004).

As fibras alimentares fornecem propriedades funcionais quando são incorporadas em sistemas alimentares. Além da capacidade de formar gel, mimetizar gordura, elas contribuem para melhoria da textura, das características sensoriais, e para o aumento da vida de prateleira de alimentos devido à sua capacidade de se ligar à água (SOUKOULIS, 2009).

O consumo de linhaça também pode contribuir com a prevenção de câncer de cólon. Estudos epidemiológicos têm demonstrado a correlação da incidência de câncer no intestino grosso com a baixa ingestão de fibra. Um mecanismo plausível para o efeito anticarcinogênico das fibras alimentares é a redução do tempo de trânsito da massa alimentar através do cólon, reduzindo, a possibilidade de pró-carcinógenos, carcinógenos e promotores de tumores potenciais interagirem com a superfície da mucosa. Além disso, o aumento da massa, volume e maciez das fezes dilui os carcinógenos. A redução do pH intestinal promovido pela fermentação reduz a atividade das enzimas microbianas, diminui a produção de ácidos biliares secundários, especialmente o ácido litocólico, que é carcinogênico e reduz a produção de amônia que é tóxica para as células (RODRÍGUEZ *et al.*, 2006). Sairanen *et al.* (2005), verificaram que a ingestão diária de iogurte contendo galacto-oligosacarídeos (GOS), ameixa seca e linhaça, foi efetiva no tratamento de constipação moderada em pessoas idosas.

Os fatores antinutricionais presentes na linhaça são os glicosídeos cianogênicos (linustatina, neolinustatina e linamarina), mas a dosagem encontrada nas sementes é baixa e a exposição ao cianeto em resposta a doses de 60 g de linhaça não são prejudiciais a indivíduos saudáveis (LAMPE *et al.*, 1994).

As sementes de linhaça contêm também compostos fenólicos que possuem múltiplos efeitos biológicos, incluindo atividade antioxidante. Em sementes oleaginosas, os compostos fenólicos ocorrem como derivados

hidroxilados dos ácidos benzóico e cinâmico, cumarinas, flavonóides e lignanos (OOMAH *et al.*, 1995).

As lignanas são fitoestrógenos de contínuo interesse devido a suas propriedades anticarcinogênicas, antiestrogênica, antioxidantes e de inibição da enzima aromatase (NESBITT *et al.*, 1999). São encontradas em muitos cereais e grãos, mas a linhaça é a maior fonte deste fitoestrógeno, contendo 100 a 800 vezes mais lignanas que outros alimentos vegetais (THOMPSON, 2005). O aumento do consumo de linhaça resultou em maior produção e excreção urinária de lignanas, observada em mulheres na pré-menopausa que consumiram dietas enriquecidas com farinha de linhaça (LAMPE *et al.*, 1994). O mesmo ocorreu com o consumo de sementes, na forma de muffins e pães (NESBITT *et al.*, 1999).

Pesquisas têm sugerido benefícios à saúde relacionados à ação das lignanas, como diminuição dos sintomas que ocorrem após a menopausa e inibição do crescimento de tumores estimulados por aumento do estrogênio, pelo fato das lignanas exercerem efeito antiestrogênico ao se ligarem aos receptores (RAEFTER, 2002). Thompson (2005) verificou aumento da apoptose celular e da excreção urinária de lignana em pacientes pós-menopausa, com diagnóstico recente de câncer de mama, que ingeriram 25 g de farinha de linhaça na dieta por dia. Estes resultados indicaram que a linhaça possui o potencial para reduzir o crescimento do tumor em pacientes com câncer de mama.

5. Avaliação sensorial

A análise sensorial tem se mostrado muito eficiente na avaliação da qualidade de alimentos pela habilidade para identificar a presença ou ausência de diferenças perceptíveis, detectando particularidades do produto não medidas por outras técnicas, incluindo-se sua aceitação (OLIVEIRA; BENASSI, 2003). Entre os métodos sensoriais analíticos utilizados para avaliar a qualidade sensorial de alimentos, destaca-se a análise descritiva quantitativa que proporciona uma completa descrição de todas as propriedades sensoriais

de um produto, representando um dos métodos mais completos e sofisticados para a caracterização sensorial de atributos importantes (STONE; SIDEL, 1983).

A análise descritiva é apropriada quando se requer informações detalhadas sobre as características de um produto na identificação e quantificação dos atributos sensoriais para orientação de uma pesquisa, na comparação entre produtos similares, na correlação entre medidas instrumentais e determinações químicas com respostas sensoriais, na definição de um padrão ou referência para controle de qualidade ou desenvolvimento de novos produtos, no acompanhamento das alterações sensoriais de um produto durante a estocagem, na interpretação de testes com consumidores e acompanhamento de alterações na percepção sensorial de um determinado atributo em função do tempo (MEILGAARD; CIVILLE e CARR, 1999).

O método de análise descritiva quantitativa é composto basicamente pelas seguintes etapas: recrutamento de candidatos a julgadores; pré-seleção de julgadores; levantamento dos termos descritivos; treinamento dos julgadores; seleção final de julgadores; procedimento do teste de ADQ, tabulação e análise dos resultados (DELLA LUCIA, 1999).

Outros métodos de expressiva relevância e muito úteis no campo da análise sensorial são os testes afetivos, que geralmente vêm em seqüência aos testes descritivos podendo fornecer informações complementares às respostas obtidas pela análise descritiva quantitativa. Estes testes têm por objetivo conhecer a opinião de consumidores potenciais, com relação à aceitação ou preferência, tornando-se indispensáveis no processo de desenvolvimento de novos produtos, bem como no melhoramento de processos e na substituição de ingredientes (RODRÍGUEZ; MEGÍAS; BAENA, 2003).

Nos testes afetivos a seleção da equipe não está vinculada à capacidade do julgador de discriminar amostras ou descrever atributos de um produto, mas sim à busca de consumidores que se incluam como público-alvo ou consumidores em potencial do produto. Alguns critérios nessa escolha devem ser considerados, dentre eles, freqüência de consumo, idade, sexo e estado civil (DELLA LUCIA; MINIM; CARNEIRO, 2006).

A escala hedônica é um dos métodos mais utilizados para medir a aceitação de produtos, em que o consumidor expressa sua aceitação seguindo uma escala previamente estabelecida que pode ser mista, não estruturada e facial, que varia gradativamente com base nos termos 'gosta' e 'desgosta' (CHAVES; SPROSSER, 2001).

Os resultados obtidos nos testes afetivos são normalmente avaliados estatisticamente por análise de variância univariada, o que pode gerar um erro na interpretação, uma vez que o critério de aceitabilidade dos consumidores geralmente não é homogêneo, resultando numa média irreal. Por isso, a variabilidade individual e a estrutura dos dados devem ser também consideradas (CARDELLO; FARIA, 2000). Assim, com o objetivo de aprimorar a análise das respostas hedônicas geradas pelos consumidores, foi desenvolvida a técnica Mapa de Preferência, adaptada da Análise de Componentes Principais (ACP). Esta técnica tem como principal vantagem fornecer informações de como os consumidores se segmentam em função de suas preferências em relação aos produtos avaliados, considerando as respostas individuais de cada consumidor.

A técnica de Mapa de Preferência utiliza análise estatística multivariada para obter, num espaço multidimensional, uma representação gráfica das diferenças de aceitação entre produtos, identificando o indivíduo e suas preferências. Permite, portanto, identificar as amostras mais aceita pela maioria da população do estudo (REIS et al., 2006).

Os Mapas de Preferência podem ser divididos em duas categorias: interno, quando se constrói o espaço vetorial sobre dados de aceitação/preferência gerados a partir de testes afetivos, e externo, onde se incluem também na análise as medidas descritivas geradas por uma equipe de julgadores treinados, relacionando-as com dados de aceitação/preferência dos produtos avaliados (MAcFIE et al., 1988).

Vários estudos têm sido realizados aplicando a técnica do Mapa de Preferência interno para analisar não só os dados hedônicos como também os dados de intensidade de atributos gerados por um painel treinado (CARNEIRO, 2000, JAWORSKA, 2005; REIS, 2006; VIDIGAL, 2009). Por meio da observação

conjunta dos dois tipos de mapas (hedônicos e dados de intensidade de atributos) podem-se obter aqueles atributos que fornecem maior contribuição para a aceitação dos produtos.

6. Referência bibliográfica

ADA. Position of the American Dietetic Association: functional foods. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 104, n. 5, p. 814-826, 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. (1999). **Resolução nº 19, de 30 Abril de 1999**. Procedimentos para registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 10 abril de 2009.

AHMED, Z.S. Physico-chemical, structural and sensory quality of corn-based flax-snack. **Nahrung**, v.43, n.4, p. 253-258, 1999.

ANTUNES, A.E.C.; CAZETTO, T.F.; BOLINI, H.M.A. Skim yogurts added by whey protein concentrate: texture profile, syneresis and sensorial analysis. **Alimentos e Nutrição**, v.15, n. 2, p. 105-114, 2004.

AZIZNIA, S. et al. Whey Protein Concentrate and Gum Tragacanth as Fat Replacers in Nonfat Yogurt: Chemical, Physical, and Microstructural Properties. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p.2545–2552, 2008.

BEHALL, K. M., SCHOLFIELD, D. J., HALLFRISCH, J. Diets containing barley significantly reduce lipids in mildly hypercholesterolemic men and women. **Journal of the American College of Nutrition**, v.80, n.5, p.1185-1193, 2004.

BEM-HASSAN, R.M.; GHALY, A.E. Continuous propagation of *Kluyveromyces fragilis* in cheese whey for pollution potential reduction. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v.47, p.89-105, 1994.

BENKOUIDER C. Functional foods: A Global Overview. **International Food Ingredients** v. 5, p.66–68, 2004.

BERTOLAMI, M. C. Evaluation of effects to new fermented milk products on primary hypercholesterolemia. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 53, p.97–110, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Resolução n.º 5, de novembro de 2000**. Disponível em <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=12695>. Acesso em 12 março 2008

BUTTRISS, J. Nutritional properties of fermented milk products. **International Technology**, v.50, n. 1, p. 21-27, 1997.

CALDER, P.C. Long-chain n-3 fatty acid and inflammation: potential application in surgical and trauma patients. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v.36, n.4, p. 433, 2003.

CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA, J. B. Acceptance evaluation of sugar cane brandy by sensorial affective tests and internal preference map. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 1, 2000.

CARNEIRO, J. C. S. **Processamento industrial de feijão e avaliação sensorial, descritiva e mapa de preferência**. 2001. 90 f. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

CARTER, J.F. Potential of flaxseed and flaxseed oil in baked goods and other products in human nutrition. **Cereal Foods World**, v.38, n. 10, p. 753-759, 1993.

CASTRO, I.A. et al. Effect of eicosapentaenoic/docosahexaenoic fatty acids and soluble fibers on blood lipids of individuals classified into different levels of lipidemia. **Nutrition**, v. 23, n.2, p.127-137, 2007.

CAYOT, P., LORIENT, D. Structure-function relationships of whey proteins. In: DAMODARAN, S., PARAF., A. (Eds) *Food proteins and their applications*, 1997. New York: Marcel Dekker, p. 225-255.

CHAVES, J. B. P.; SPROSSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa: UFV, 2001. 81 p.

CHEN, Z-Y.; RATNAYAKE, W.M.N.; CUNNANE, S.C. Stability of flaxseed during baking. **Journal of American Oil Chemists Society**, v. 71, p. 629-632, 1994.

CHO, Y.; BATT, C.A.; SAWYER, L. Probing the retinol-binding site of bovine b-lactoglobulin. **Journal of Biological Chemistry**, v. 269, p. 11102–11107, 1994.

CHRYSOHOOU, C. et al. Long-term fish consumption is associated with protection against arrhythmia in healthy persons in a Mediterranean region—the ATTICA study. **Am J Clin Nutr.**, v.85, n.5,p.1385-1391, 2007.

CUMMINGS, J.H., EDMOND, L.M., MAGEE, E.A. Dietary carbohydrates and health: do we still need the fibre concept? **Clinical Nutrition Supplements**, v.1, p. 5-17, 2004.

DE WIT, J.N. Nutritional and functional characteristics of whey proteins in foods products. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 3, p.597-608, 1998.

DELLA LUCIA, F. **Avaliação físico-química e sensorial de leite U.A.T. (Ultra Alta Temperatura) produzido no Brasil e na Argentina**. Viçosa: UFV. 1999.72p. Tese (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.

DELLA LUCIA, S. M., MINIM, V. P. R., CARNEIRO, J. D. S. Análise sensorial de alimentos. In. **Análise sensorial: Estudo com consumidores/ Valéria Paula Rodrigues Minim** – Viçosa: Ed. UFV, Cap. 1, p. 13-50, 225p.2006.

DIAL, E. J.; LICHTENBERGER, L. M. Milk protection against experimental ulcerogenesis in rats. **Digestive Diseases and Science**, v.125, n. 2, p.115-125, 1993.

DIAS N.F.G.P. **Propriedades imunoestimulatórias e antitumoral de concentrados protéicos do soro de leite bovino, de caseína e de um isolado protéico de soja** Campinas: UNICAMP. 2004. 174P. Tese (Doutorado em Ciência da Nutrição)-Universidade Estadual de Campinas, 2008.

FAO/WHO (1991) **Protein Quality Evaluation**. Report of the joint FAO/WHO/ expert consultation. FAO foos and Nutrition paper 51, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

FARRELL, H. M.; J.R., BEHE, M. J.; ENYEART, J. A. Binding of p-nitrophenyl phosphate and other aromatic compounds by beta-lactoglobulin. **Journal of Dairy Science**, v. 70, n. 2, p. 252–258, 1987.

FERREIRA, C. L. L. F. et al. Verificação da qualidade físico-química e microbiológica de alguns iogurtes vendidos na região de Viçosa. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 56, n. 321, p. 152-158, 2001.

FITZGERALD, R.J.; MURRAY, B.A.; WALSH, D.J. Hypotensive peptides from milk proteins. **The Journal of Nutrition**, v. 134, n. 4, p. 980S-988, 2004.

FOEGEDING, E.A. et al. A. Advances in modifying and understanding why protein functionality. **Trends in Food Science and Technology**, v.13, p. 151-159, 2002.

FOLKENBERG, D.M. et al. Sensory and rheological screening of exopolysaccharide producing strains of bacterial yoghurt cultures. **International Dairy Journal**, v.16, p.111-118, 2006.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9.ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2005. 307p.

GONZÁLEZ-CANGA, A. et al. Glucomanano: propiedades y aplicaciones terapêuticas. **Nutrición hospitalaria**, v.19, n.1, p. 45-50, 2004.

GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. et al. Influence of substituting milk powder for whey powder on yoghurt quality. **Trends in Food Science & Technology**, v.13, p.334-340, 2002.

GUGGISBERG, D.; EBERHARD, P.; ALBRECHT, B. Rheological characterization of set yoghurt produced with additives of native whey proteins. **International Dairy Journal**, v. 17, p. 1353–1359, 2007.

GUZMAN-GONZALEZ, M.; MORAIS, F.; AMIGO, L. Influence of skimmed milk concentrate replacement by dry dairy products in a low-fat set-type yoghurt model system. Use of caseinates, coprecipitate and blended dairy powders. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 433–438, 2000.

HA E., ZEMEL M.B. Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.14, n.5, p.251-58, 2003.

HEGSTED, D.M. Protein quality and its determination. In: WHITAKER, J.R., TANNENBAUM, S.R. **Food Technology**, v.48, n.4, p.74-77, 1994.

HENLEY, E.C.; KUSTER, J.M. Protein quality evaluation by protein digestibility-corrected amino acid scoring. **Food Technology**, v. 4, n.1, p. 74-77, 1994.

HORNE, D. S. Whey proteins. **Journal of the Society of Dairy Technology**, v. 43, n. 1. p. 3-4, 1990.

HOSSEINI, M.; SHOJAOSADATI, S. A.; TOWFIGHI, J. Application of a bubble-column reactor for the production of a single-cell protein from cheese whey. **Industrial Chemical Research**, v. 42, p. 764-766, 2003.

INTERNATIONAL FOOD INFORMATION COUNCIL FOUNDATION – IFIC. **Functional Foods**, Washington, Nov 2006. Disponível em: <<http://www.ific.org/nutrition/functional>>. Acesso em: 10 abril 2009.

JACOBUCCI, H.B. et al. Impact of different dietary protein on rat growth, blood serum lipids and protein, and liver cholesterol. **Nutrition Research**, v.21, n.6, p.905-915, 2001.

JAWORSKA, D. et al. Relative importance of texture properties in the sensory quality and acceptance of natural yoghurts. **International Journal of Dairy Technology**, v. 58, n. 1, p.39-46, 2005.

KINSELLA, J. E, WHITEHEAD, D. M. Proteins in whey: chemical, physical and functional properties. **Advance in Foods Nutrition Research**, v. 33, p. 343-438, 1989.

KLEINMAM, R. E. Pratical significance of lactose intolerance in children: supplement. **Pediatric**, v. 86, n. 4, p. 643-644, 1990.

KOTILAINEN, L. et al. Health enhancing foods: Opportunities for strengthening the sector in developing countries. **Agriculture and Rural Development Discussion Paper 30**, 2006.

KRAUSS R.M. et al. AHA Dietary Guidelines: revision 2000: A statement for healthcare professionals from the Nutrition Committee of the American Heart Association. **Circulation**; v.102, n.18, p.2284-2299, 2000.

KRONES. **Alimentos funcionais: expansão de 12% a 14% em 2008**. Boletim n.79, outubro 2008. Disponível em: <http://www.krones.com.br/Boletim/Edicao79/materia6.htm>. Acessado em 28 de abril de 2009.

LAMPE, J.W. et al. Urinary lignan and isoflavonoid excretion in premenopausal women consuming flaxseed powder. **American Journal of clinical Nutrition**, v. 60, p. 122-128, 1994.

LANCIOTTI, R. et al. Suitability of high-dynamic-pressure-treated milk for the production of yoghurt. **Food Microbiology**, v.21, p.753-760, 2004.

LI J. et al. Effects of barley intake on glucose tolerance, lipid metabolism, and bowel function in women. **Nutrition**, v.19, n.11, p.926- 929, 2003.

LYNEN, F. et al. Measurement of the binding of retinoic acid to beta-lactoglobulin B by affinity capillary electrophoresis. **Journal of Separation Science**, v. 26, n. 1, p. 53–60, 2003.

MacFIE, H.J.H.; THOMSON, D.M.H. Preference mapping and multidimensional scaling. In: PIGGOTT, J.R. (Ed.). *Sensory Analysis of Food*. 2º ed. New York, Elsevier. 1988. 389p.

MACIEL, L.M.B. **Utilização da farinha de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) no processamento de biscoito tipo craker: características físico-químicas, nutricionais e sensoriais**. Fortaleza, UFC. 2006. Tese (Mestrado em Tecnologia de alimentos) – Universidade Federal do Ceará, 2006.

MADUREIRA, A.R. et al. Bovine whey proteins – overview on their main biological properties. **Food Research International**, v. 40, p. 1197–1211, 2007.

MAFFEI, H. V. L. Constipação crônica funcional. Com que fibra suplementar? **Jornal de pediatria**, v.80, n.3, p.167-168, 2004.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, L. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. 11ª ed. São Paulo: Roca, 2005, p. 1179.

MANTHEY, F.A.; LEE, R.E.; HALL, C.A. Processing and cooking effects on lipid content and stability of α -linolenic acid in spaghetti containing ground flaxseed. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 1668-16712, 2002.

MARKUS, C.R., OLIVER, B., HAAN, E.H.F. Whey Protein rich in alfa-lactoalbumin increases the ratio of plasma tryptophan to the sum of the other large neutral amino acids and improves cognitive performance in stress-vulnerable subjects. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 75, n. 6, p.1051-1056, 2002.

MARSHALL, N.D. Therapeutic applications of whey protein. **Alternative Medicine Review: a journal of clinical therapeutic**, v. 9, n.2, p. 136-156, 2004.

MARTÍN-DIANA, A.B. et al. Effect of milk fat replacement by polyunsaturated fatty acids on the microbiological, rheological and sensorial properties of fermented milks. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 84, p.1599–1605, 2004.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 3rd ed. Florida, USA: CRC Press, 1999. 354 p.

MILK INGREDIENTS. **Whey Protein Concentrate** Disponível em: <http://www.milkingredients.ca/dcp/article_e.asp?catid=145&page=209>. Acesso em março de 2008.

MILO-OHR, L. Nutraceuticals & functional foods. **Food Technology**, v. 56, n.10, p. 67–70, 2002.

MIRANDA, S.B.N.; OLIVEIRA, M.R.M. Suporte nutricional precoce: avaliação de pacientes críticos internados em UTI. **Saúde em revista**, v.7, p. 37-47, 2005.

MORAES, P. C. B. T. **Avaliação de iogurtes líquidos comerciais sabor morango: estudo de consumidor e perfil sensorial**. 2004. 128p. Tese (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MORR, C. V.; HA, E. Y. W. Whey protein concentrates and isolates: processing and functional properties. **Critical Reviews Food Science and Nutrition**, v. 33, n. 6, p. 431-436, 1993.

MORR, C.V.; FOEGEDING, E.A. Composition and functionality of commercial whey and milk protein concentrates and isolates: a status report. **Food Technology**, 44:100-112, 1990.

MORRIS, D.H. Methodologic challenges in designing clinical studies to measure differences in the bioequivalence of n-3 fatty acid. **Mol. Cell. Biochem.**, v.246, p.83-90, 2003.

MOURA, N.C. **Características físico-químicas, nutricionais e sensoriais de pão de forma com adição de grãos de linhaça (*Linum usitatissimum*)**. Piracicaba, USP. 2008. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de alimentos) – Universidade de São Paulo, 2008.

NARAYAN, M.; BERLINER, L.J. Fatty acids and retinoids bind independently and simultaneously to beta-lactoglobulin. **Biochemistry**, v. 36, n. 7, p. 1906–1911, 1997.

NESBITT, P.D.; LAM, Y.; THOMPSON, L.U. Lignans in home made and commercial products containing flaxseed. **Nutrition and Cancer**, v. 29, p. 222-227, 1997

OLIVEIRA, A. P. V.; BENASSI, M. T. Perfil livre: uma opção para análise sensorial descritiva. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, v. 24, n. 3, p. 468-472, 2003.

OOMAH, B.D. Flaxseed as a functional food source. **Journal of The Science of Food and Agriculture**, V. 81, p. 889-894, 2001.

OOMAH, B.D., KENASCHUK, E.O., MAZZA, G. Phenolic acids in flaxseed. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Columbus, v.43, p.2016-2019, 1995.

PELUZIO, M.C.G.; BATISTA, E. S. Proteínas. In: Neuza Maria Brunoro Costa; Maria do Carmo Gouveia Peluzio. (Org.). **Nutrição Básica e Metabolismo**. 1 ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2008, v. 1, p. 9-400.

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

RAFTER, J.J. Scientific basis of biomarkers and benefits of functional foods for reduction of disease risk: cancer. **British Journal of Nutrition**, v. 88, Suppl. 2, p. 219–224, 2002.

REGESTER, G. O.; McINTOSH, G. H.; LEE, V. W. K.; SMITHERS, G. W. Whey proteins as nutritional and functional food ingredients. **Food Australia**, v. 48, n. 3, p. 123-128, 1996.

REIS, R.C. **Iogurte “light” sabor morango: equivalência de doçura, caracterização sensorial e impacto da embalagem na intenção de compra do consumidor**. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), UFV, Viçosa, MG, 143p., 2007.

REIS, R.C.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, J. C.S.; MINIM, V. P. R., S. Mapa de preferência. In. **Análise sensorial: Estudo com consumidores/ Valéria Paula Rodrigues Minim – Viçosa: Ed. UFV, Cap. 1, p. 13-50, 225p. 2006.**

REMEUF, F. Et al. Preliminary observations on the effects of milk fortification and heating on microstructure and physical properties of stirred yoghurt. **International Dairy Journal**, v. 13, p. 773–782, 2003.

RIBEIRO, M.M. **Desenvolvimento e caracterização sensorial de iogurte diet sabor morango adicionado de concentrado protéico de soro**. Viçosa: UFV. 2008. 72p. Tese (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, 2008.

RICHARDS, N.S.P.S. Soro lácteo –perspectivas industriais e proteção ao meio ambiente. **Foods ingredients**, n. 17, p. 20-27, 2000.

RODAS, M.A.B. et al. Caracterização físico-química, histológica e viabilidade de bactérias lácticas em iogurtes com frutas. **Ciência Tecnologia Alimentos**, v.21, n 3, p. 304-309, Campinas, 2001.

RODRÍGUEZ, M. B. S.; MEGÍAS, S. M.; BAENA, B. M. Alimentos Funcionales y Nutrición Óptima. CERCA O LEJOS. **Revista Española de Salud Pública**, v. 77, n. 3, p. 317-331, 2003.

RODRÍGUEZ, R. et al. Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. **Trends in Food and Technology**, v.17,p. 3-15, 2006.

ROSANELI, C.F. et al. Efficacy of a whey concentrate on the inhibition of stomach ulcerative lesions caused by ethanol ingestion. **Journal of Medicinal Food**, V.5, n.4, p.221-228, 2002.

RUXTON, C.H.S. et al. The impact of long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids on human health. **Nutrition Research Reviews**, v.18, n.1, p.113–129, 2005.

SAIRANEN, U. et al. Yoghurt containing galacto-oligosaccharides, prunes and linseed reduces the severity of mild constipation in elderly subjects European. **Journal of Clinical Nutrition**, v.61, p.1423–1428, 2007.

SALADO, G. A., ANDRADE, M. O. Processamento e qualidade nutricional do iogurte. **Boletim Cultural**, v.7, p. 1-35, 1989.

SCHAEFER EJ. Lipoproteins, nutrition, and heart disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.75, n.2, p.191-212, 2002.

SEGAWA, T.; SUGAI, S. Interactions of divalent metal ions with bovine, human, and goat α -lactalbumin. **Journal. Biochemistry**, 93:1.321-1.328, 1983.

SGARBIERI, V.C. Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro de leite. **Revista de Nutrição**, v.17, n.4, p.397-409, 2004.

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

SHAHIDI, F.; MIRALIAKBARI, H. Omega-3 fatty acids in health and disease: Part 2-health effects of omega-3 fatty acids in autoimmune diseases, mental health, and gene expression. **Journal of Medicinal Food**, v.8, n. 2, p. 133–148, 2005.

SHANNON LK, CHATTERTON D, NIELSEN K, LÖNNERDAL B. Glycomacropeptide and alfa-lactoalbumin supplementation of infant formula affects growth and nutritional status in infant rhesus monkeys. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.77, n.5, p.1261-1268,2003.

SHAPIRO, H.; BRUCK, R. Omega-3 may indirectly reduce hepatocyte triglycerides through modulation of hyperinsulinemia, cytokines and adipocytokines. **American Journal of Cardiology**, v.99, n.1, p.146, 2007.

SIMOPOULOS, A.P.; LEAF, A.; SALEM, N; Jr. Essentiality of and recommended dietary intakes for omega-6 and omega-3 fatty acids. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 43, n.2,p.127-130, 1999.

SODINI, I.; MONTELLA, J.; TONG, P. S. Physical and rheological properties of yogurt fortified with various whey protein concentrates. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 85, p. 853 –859, 2005.

SOUKOULIS, C.; LEBESI,D.; TZIA ,C. Enrichment of ice cream with dietary fibre: Effects on rheological properties, ice crystallisation and glass transition phenomena. **Food Chemistry**, v. 115, p. 665–671, 2009.

STANTON, C. et al. Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 16, p.198–203, 2005.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices**. 2ed. Academic Press, Redwood City, California, 1993. 338p.

THOMPSON, L.U. et al. Dietary Flaxseed Alters Tumor Biological Markers in Postmenopausal Breast Cancer. **Clinical Cancer Research**, v. 11, p. 3828-3835, 2005.

THORLAKSDOTTIR, A.Y. et al. Positive association between plasma antioxidant capacity and n-3 PUFA in red blood cells from women. **Lipids.**, v.41, n.2, p.119-125, 2006.

TREVINO, J. et al. C.Protein quality of linseed for growing broiler chicks. **Animal Feed Science and Technology**, v. 84, n. 3-4, p. 155-166, 2000.

VIDIGAL, M.C.T.R. **Concentrado protéico de soro como substituto de gordura em sobremesa láctea: medida sensorial e instrumental**. Viçosa: UFV. 2008. 85p. Tese (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, 2009.

WANG, Q. W.; ALLEN, J. C.; SWAISGOOD, H. E. Binding of vitamin D and cholesterol to beta-lactoglobulin. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 6, p. 1054–1059, 1997.

WHO and FAO joint consultation: fats and oils in human nutrition. **Nutrition Reviews**, v.53, n.7, p.202-205, 1995.

ZIMET, P.; LIVNEY, Y.D. Beta-lactoglobulin and its nanocomplexes with pectin as vehicles for u-3 polyunsaturated fatty acids. **Food Hydrocolloids**, v. 23, p. 1120–1126, 2009.

Capítulo 2

DESENVOLVIMENTO, CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E QUALIDADE PROTEICA DE IOGURTE DESNATADO ADICIONADO DE CONCENTRADO PROTÉICO DE SORO DE LEITE E FARINHA DE LINHAÇA

1. Introdução

A produção de iogurte e outros tipos de leites fermentados é um mercado que cresce a taxas substancialmente elevadas mundialmente, com destaque para o mercado brasileiro que assiste a uma explosão de consumo. O crescimento no setor traz duas conseqüências: o aumento do consumo dos produtos existentes, como iogurtes tradicionais, iogurtes com frutas e iogurtes líquidos; e a segmentação do mercado, no sentido de manter a curva de consumo ascendente por meio da diversificação de produtos.

Os leites fermentados têm um valor nutricional muito próximo ao do leite, constituindo excelente fonte de proteínas, cálcio, fósforo, magnésio, zinco vitaminas B2, B12, sendo ainda um alimento com propriedades benéficas ao organismo como, a melhora da intolerância à lactose, proteção contra infecções gastrointestinais, redução do nível de colesterol, facilitar a absorção de cálcio, fósforo e ferro, ser fonte de galactose, importante na síntese de tecidos nervosos e cerebrosídeos em crianças (BUTTRISS, 1997).

O soro de leite é um sub-produto da indústria de laticínios que vem despertando o interesse de inúmeros pesquisadores em todo o mundo devido à

sua potencialidade nutricional, funcional e econômica, marcando o início de uma nova era na formulação de alimentos e suplementação alimentar (ANTUNES et al., 2004). As proteínas do soro do leite possuem componentes funcionais e em muitos casos com propriedades únicas, essencialmente usadas para proporcionar qualidades tecnológicas, estruturais e de textura. Adicionalmente apresentam um grande potencial nutricional, o que otimiza o seu uso como ingrediente alimentar, uma vez que as proteínas do soro são de fácil digestão, de excelente eficiência metabólica e rica em aminoácidos sulfurados, que desempenham função importante na manutenção dos níveis de antioxidantes naturais no organismo, como a glutathione (REGESTER et al., 1996; McINTOSH et al., 1998).

Dentre as substâncias bioativas que têm sido alvo de inúmeros estudos, estão os ácidos graxos, poliinsaturados, destacando-se as séries Ômega 3 e 6. Esses estudos têm mostrado a importância da ingestão dos ácidos graxos poliinsaturados, na fase gestacional, nos primeiros meses após o nascimento, na terceira idade, e em diversas doenças principalmente as crônicas não transmissíveis (SANDERS, 1999; ALBERTAZZI; COUPLAND, 2002). O ácido α -linolênico (ω -3) pode auxiliar na redução dos níveis do colesterol, evitando obstruções das artérias. Atua como antiinflamatório e promove a renovação celular (MOURA, 2008).

Outro nutriente presente nos alimentos que desperta interesse e estudos são as fibras alimentares. Um aspecto benéfico do consumo de alimentos ricos em fibra alimentar é fundamentado no fato de que estes aumentam o volume fecal e o peristaltismo intestinal, diminuindo assim, o desconforto causado pelo sintoma de constipação intestinal. Além disso, há o fato de que dietas ricas em fibras solúveis reduzem os níveis de glicose plasmática e o LDL colesterol, sendo importante na prevenção e tratamento do diabetes e das doenças cardiovasculares (GUILLON; CHAMP, 2000; CUMINGS et al., 2004).

Neste cenário, a linhaça está sendo estudada por seus efeitos benéficos na saúde, sendo considerado um alimento funcional, pelo fato de ser fonte natural de fitoquímicos. A demonstração da atividade clínica associada com o consumo de linhaça tem estimulado interesse no estudo deste alimento,

especificamente por seu efeito anticarcinogênico e antiaterogênico, vinculados ao conteúdo de lignanas, de ácido α -linolênico, de fibra alimentar e de compostos fenólicos, os quais são provavelmente benéficos na redução dos fatores de risco para doenças cardiovasculares e câncer.

Destaca-se que o consumo humano de linhaça ainda é escasso, tornado-se necessárias pesquisas na área de desenvolvimento de novos produtos, na tentativa de disponibilizar no mercado produtos com maior vida útil, preservando os nutrientes, os compostos funcionais e que estimulem o seu consumo.

O objetivo deste estudo foi desenvolver e determinar as características químicas e a qualidade protéica de iogurte desnatado adicionado de concentrado protéico de soro de leite e diferentes concentrações de farinha de linhaça.

2. Material e métodos

2.1 Elaboração da farinha de linhaça

As sementes de linhaça foram colocadas em estufas de circulação de ar a 150 °C, por 15 minutos. Após o resfriamento até temperatura ambiente, as sementes foram trituradas em multiprocessador (ARNO). Posteriormente, a farinha de linhaça (FL) foi armazenada em embalagens de polietileno a temperatura de 4°C.

2.2 Elaboração do iogurte

Quatro formulações de iogurte foram processadas em escala piloto, no Laboratório de Propriedades Tecnológicas e Sensoriais dos Alimentos do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFV, utilizando-se iogurteira com capacidade de 20L da marca Biasinox. O processamento foi realizado em três

repetições. As formulações foram elaboradas com leite desnatado, concentrado protéico do soro de leite (CPS) e açúcar, variando apenas a concentração de farinha de linhaça (Tabela 2.1).

A concentração de 1,5% de CPS utilizada foi baseada em estudos conduzidos por RIBEIRO (2008).

Tabela 2.1 – Composição das formulações de iogurtes adicionados de

Formulação	IOGURTES			
	CONTROLE	1% FL	2% FL	3% FL
Leite desnatado (L)	15	15	15	15
CPS 033 (g)	225	225	225	225
Farinha de linhaça (g)	-----	150	300	450
Açúcar (g)	150	150	150	150

concentrado protéico do soro e farinha de linhaça.

No processamento dos iogurtes, o concentrado protéico de soro foi previamente homogeneizado em 1L de leite desnatado, utilizando o homogeneizador da marca OMMI macro ES, a 4000 rpm por 10 minutos. Posteriormente, foram adicionados ao restante do leite desnatado juntamente com o açúcar e submetidos ao tratamento térmico a 83 °C por 30 minutos. Após resfriamento a 42 °C foi adicionado o fermento láctico a 0,02% contendo culturas de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacilos bulgaricus*. A fermentação foi realizada por aproximadamente 6 horas, até o leite atingir acidez titulável de 0,70 a 0,75 % de ácido láctico. Após a fermentação, o produto foi resfriado até a temperatura de 37 °C, seguindo a quebra da massa e adição da farinha de linhaça (FL) nas concentrações de 1%, 2% e 3%, até completa homogeneização do iogurte. Em seguida, o produto obtido foi envasado manualmente, em garrafas de polietileno com capacidade de 800g e armazenado a 4 °C (Figura 2.1).

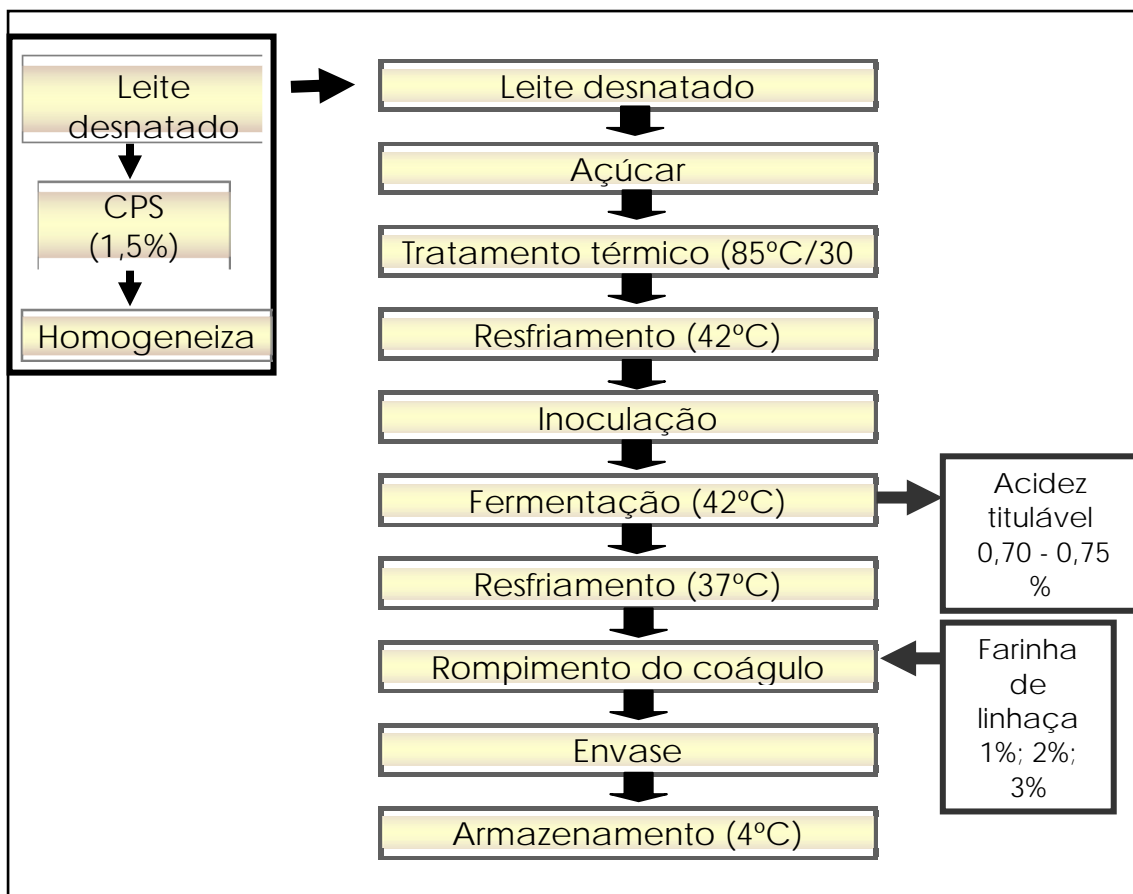


Figura 2.1 – Fluxograma de processamento do iogurte desnatado acrescido de Concentrato protéico de soro de leite (CPS) e farinha de linhaça (FL).

2.2.1 Preparo das amostras para análises químicas e ensaio biológico

Os iogurtes produzidos foram liofilizados em equipamento semi-industrial, marca Terroni, modelo LH 0500. As amostras foram pesadas, colocadas em bandejas de aço inoxidável e submetidas a temperatura de - 35°C por três dias, para garantir o congelamento total. Posteriormente, foram transferidas para o liofilizador, onde a temperatura do condensador variou entre - 50°C e - 55°C, por um período de 24 horas.

2.3 Avaliação química da farinha de linhaça e das quatro formulações de iogurtes

2.3.1 Quantificação de fibra alimentar nas farinhas de linhaça

O teor de fibra alimentar total (FAT) da farinha de linhaça foi determinado utilizando-se o método enzimático gravimétrico, preconizado pela AOAC (1992).

Os cadinhos foram deixados de molho com detergente neutro a 20% durante 24h. Posteriormente foram enxaguados com água destilada, secos em estufa a 105° C por 1h e incinerados em mufla (Quimis, 318, Diadema, Brasil) à 525° C por 5h. Foram resfriados até 105°C na mufla. Em seguida, foram lavados cinco vezes com 20 mL de HCl 0,5N e posteriormente enxaguados três vezes com 20 mL de água destilada no sentido oposto, secos em estufa a 105°C por 12 horas e submetidos a pesagem (Tara 0). Foi pesado 1g de celite e adicionado aos cadinhos, que foram secos novamente a 105° C por 12 h e posteriormente pesados (Tara 1).

Foi pesado em duplicata em torno de 1g de amostra (com precisão de 0,1mg), em um béquer de 600mL. O peso das amostras não diferiu de 20mg. Foi adicionado em cada béquer 50 mL de tampão fosfato pH 6,0. O pH foi ajustado para $6,0 \pm 0,2$. Na solução foi adicionado 0,1mL de α -amilase termoresistente. O béquer foi tampado com folha de alumínio e aquecido em banho-maria (Marconi, MA 093,) em ebulição por 30 minutos, com agitação a cada 5 minutos. As amostras foram esfriadas a temperatura ambiente. O pH foi ajustado para $7,5 \pm 0,1$ adicionando em torno de 10 mL de NaOH 0,275N. Em seguida, foi adicionado 0,1mL de protease (5mg/0,1mL) na solução pré-digerida e o béquer novamente tampado com folha de alumínio e incubado a 60°C por 30 minutos, com agitação horizontal (100 rpm). Após o hidrolizado ser resfriado a temperatura ambiente, foi adicionado em torno de 10mL de HCL 0,325 N com a finalidade de ajustar o pH em $4,3 \pm 0,3$. Finalmente, foi adicionado 0,1 mL de amiloglicosidade na solução e o béquer foi novamente tampado com folha de alumínio e incubado a 60°C por 30 minutos com

agitação horizontal (100 rpm), para obtenção do hidrolisado final. O mesmo procedimento foi realizado em duplicata para o branco.

O hidrolisado foi transferido para uma proveta e o volume acertado para 100mL com água destilada. O conteúdo da proveta foi transferido para o béquer. A proveta foi lavada com parte dos 400mL de etanol 98% aquecido a 60°C, para remover a fibra alimentar que ficou aderida às suas paredes. Foi adicionado ao béquer o restante dos 400mL de etanol. A mistura ficou em repouso à temperatura ambiente por 4h para precipitação de toda a fibra alimentar solúvel. Os cadinhos com celite, utilizados para filtração do hidrolisado, foram lavados com etanol a 78% utilizando bomba de vácuo. A solução alcoólica contendo o resíduo e o precipitado formado foi filtrada, sem despejar o resíduo. O resíduo foi filtrado e lavado com 20mL de etanol a 78% (3 vezes), 20mL de etanol a 95% (2 vezes) e 20 mL de acetona (2 vezes). Os cadinhos com o resíduo foram colocados em estufa a 105°C por uma noite, e posteriormente pesados (Peso 1). Metade dos cadinhos foi levada a mufla a 525°C por 5h para determinar cinza e a outra metade foi usada para determinar proteína do resíduo. O resíduo com o celite foi homogeneizado e foram retirados 200mg para a digestão de proteína. Os cadinhos submetidos a incineração foram resfriados em dessecador e pesados.

A porcentagem de fibra alimentar total (FAT) foi obtida por meio da seguinte fórmula:

$$\text{FAT \%} = \frac{\text{RT} - \text{P} - \text{C} - \text{BT}}{m} \times 100$$

RT = Média do resíduo total da amostra (mg)

P = Média de proteína do RT (mg)

C = Média de cinzas do RT (mg)

m = Média do peso das amostras (mg)

BT (resíduo do branco) = RT_B - P_B - C_B

RT_B = Média do resíduo total do Branco (mg)

P_B = Média de proteína do RT_B (mg)

C_B = Média de cinzas do RTB (mg)

Os resultados obtidos foram utilizados para estimar o teor de fibra alimentar nos iogurtes adicionados de farinha de linhaça. A concentração de fibra alimentar na porção usualmente consumida de iogurte foi comparada com os níveis de Ingestão Dietética de Referência (DRI), para indivíduos adultos de ambos os sexos para uma dieta de 2.000 kcal, considerados na RDC 360 (BRASIL, 2003). Os produtos foram classificados quanto ao teor de fibra alimentar seguindo os critérios estabelecidos pela Portaria nº 27 da ANVISA (BRASIL, 1998).

2.3.2 Quantificação do teor de ácido α -linolênico nas farinhas de linhaça

A fração de lipídios da amostra de farinha (0,1 g) foi obtida de acordo com a metodologia descrita por Folch, Lees e Slaon (1957). Após extração, os lipídios foram submetidos à saponificação e esterificação, segundo metodologia de Hartman e Lago (1973).

A separação e quantificação do ácido linolênico da farinha de linhaça foram realizadas em Cromatógrafo Shimadzu, modelo AOC-17, equipado com detector de ionização de chama, auto-injetor e coluna capilar de sílica fundida (30 mm x 0,25 mm d.i) contendo polietileno glicol (Carbowax 20M) como fase líquida.

Os parâmetros de operação foram fixados como descrito abaixo:

- Temperatura do injetor: 240°C;
- Temperatura da coluna: 200°C por 10 min, com elevações de 6 °C/min até 240 °C, durante 17 min.;
- Temperatura do detector: 260°C;
- Gás de arraste: nitrogênio (pressão de 100 kPa) com fluxo de 0,5 mL/min;
- Técnica de injeção: *split* (razão 1:20).

Para quantificação do ácido graxo ω -3 foi utilizada uma curva padrão de ácido α -linolênico, variando de 0 a 1.000 mgL⁻¹, com R²=0,996.

O teor de ácido ω -3 nos iogurtes adicionados de farinha de linhaça foi estimado a partir da concentração deste nutriente na farinha de linhaça. Os teores de ácido α -linolênico, na porção usualmente consumida de iogurte, foram comparados em relação à Ingestão Dietética de Referência (DRI), baseados na ingestão adequada (AI), para indivíduos adultos de ambos os sexos para uma dieta de 2.000 kcal (IOM, 2006). Como a legislação brasileira não apresenta parâmetros para a classificação deste nutriente nos alimentos, os iogurtes foram classificados conforme os critérios estabelecidos pelo Food Department Agriculture (PHILIPPI, 2008).

2.3.3 Composição centesimal

Amostras de farinha de linhaça e de iogurtes liofilizadas foram submetidas à análise química para determinação de cinzas e proteínas, seguindo-se as metodologias propostas pela AOAC (1997). Para determinação do teor de matéria seca, foi utilizado o método gravimétrico em que as amostras foram secas em estufa a 105°C, até peso constante. O teor de nitrogênio total foi determinado pelo método Microkjeldahl, sendo a concentração protéica determinada multiplicando-se o conteúdo de nitrogênio total pelo fator de conversão 6,25.

O teor de lipídios foi determinado pelo método de Soxhlet, segundo metodologia proposta pela AOAC (1997).

O teor de carboidratos foi obtido pela diferença entre o total da amostra (100%) e os teores de proteína, lipídio, fibra alimentar, umidade e cinza.

O conteúdo calórico foi determinado de acordo com a composição dos produtos em termos de proteínas, lipídios e carboidratos, utilizando a seguinte equação:

$$\text{Valor calórico (Kcal)} = (\text{g de proteína} \times 4) + (\text{g de lipídios} \times 9) + (\text{g de carboidratos} \times 4)$$

2.3.4 Determinação de Minerais

A análise foi realizada de acordo com Gomes *et al.* (2003) com modificação para ácido nítrico. As amostras liofilizadas foram pesadas em balança analítica, exatamente 1,00g, utilizando papel manteiga e transferidas para tubos de digestão previamente desmineralizados em solução de HNO₃ 10% por 24 horas, com posterior lavagem (três vezes) em água deionizada. Foram adicionados aos tubos, 10 mL de ácido nítrico em capela de exaustão de gases à temperatura ambiente. No bloco digestor, a temperatura foi aumentada gradativamente até atingir 150°C, durante 16 horas. Nos tubos que tiveram material aderido à parede ou diminuição excessiva do volume de mistura, foram adicionados 5 mL de ácido nítrico, com posterior agitação em Vortex.

Após a digestão, as amostras resfriadas foram transferidas para balões volumétricos de 50 mL. Foram preparados dois tubos com apenas ácido nítrico para leitura do branco.

Foram determinados os minerais Na, K, Ca, Mg, P, Zn, Fe e Mn diretamente na solução digerida, usando o espectrofotômetro de emissão atômica com plasma de argônio induzido, modelo "OPTIMA 3300 DV", marca Perkin Elmer, nas seguintes condições:

- Potência de 1.300 W;
- Fluxo de ar refrigerante de 15 L/min;
- Fluxo de ar auxiliar de 0,7 L/min;
- Fluxo de ar carregador de 0,5 L/min;
- Velocidade de introdução de amostra de 1,5 mL/min;
- Altura de observação de 15mm;
- Nebulizador Meinhard.

Os comprimentos de onda utilizados e limites de quantificação para cada mineral analisado estão apresentados na Tabela 2.2.

Após as leituras, as concentrações em mg/L nas amostras foram convertidas, por meio de cálculos de diluições e da possível presença de minerais no branco, em teores de minerais nas amostras.

Tabela 2.2 - Comprimentos de onda e limites de quantificação para os elementos analisados

Elementos	λ (nm)	Limite de quantificação ($\mu\text{g/L}$)
Na	330,237	3
K	404,721	20
Ca	317,933	0,02
Mg	285,210	0,10
P	213,617	30
Zn	213,857	1
Fe	259,939	2
Mn	259,371	0,4

Os resultados obtidos para os minerais Ca, Mg, P, Zn, Fe e Mn foram comparados com os níveis de Ingestão Dietética de Referência (DRI), considerados na RDC 360 (BRASIL, 2003), que é baseada nas necessidades de minerais da FAO/OMS (2003) e nas recomendações do Institute of Medicine (IOM, 1999-2001), para uma dieta de 2.000 kcal. Para os minerais Na e K foram consideradas as recomendações médias para indivíduos adultos de ambos os sexos do Instituto de Medicina (IOM, 2006).

2.4 Avaliação biológica da qualidade protéica das quatro formulações de iogurtes

2.4.1. Preparo das dietas experimentais

A composição das dietas foi baseada na dieta AIN-93G (REEVES, NIELSON e FAHEY, 1993), porém, com teor de proteína em torno de 9,5%, conforme Tabela 2.3. O teor de proteína dos iogurtes e das dietas foram determinados pelo método semi-micro Kjeldahl (AOAC, 1997).

Para garantir que todas as dietas fossem isocalóricas, foi descontado a sacarose adicionada nos iogurtes.

A composição das misturas de vitaminas e de minerais presentes nas dietas experimentais está apresentada nas Tabelas 2.4 e 2.5, respectivamente.

Todos os ingredientes foram pesados em balança semi-analítica da marca GEHAKA, modelo BG2000. Inicialmente, foram misturados manualmente em vasilhames plásticos e a seguir foram homogeneizados em batedeira semi-industrial, da marca LEME, por aproximadamente 15 minutos.

Após o preparo, as dietas foram identificadas e armazenadas sob refrigeração até o momento do consumo. As dietas foram oferecidas na forma de pó aos animais.

Tabela 2.3 – Composição das dietas experimentais e percentual de proteínas (g/100 g de mistura).

Ingrediente	LN	Cas	Controle	1% FL	2% FL	3% FL
Caseína	-	12,0	-	-	-	-
logurte liofilizado	-	-	58,6	55,6	54,7	53,7
Amido dextrinizado	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2
Sacarose	10,0	10,0	-	-	-	-
Óleo de soja	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Fibra (celulose)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Mistura de minerais	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Mistura de Vitaminas	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
L-cistina	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Bitartarato de Colina	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Amido de Milho	59,6	47,7	11,2	14,2	15,0	16,1
Proteínas	0,5	9,36	10,1	9,38	9,33	9,82

LN: dieta livre de nitrogênio; CAS: caseína (dieta padrão); Controle- logurte com CPS sem adição de farinha de linhaça; 1%FL – logurte com CPS adicionado de 1% de farinha de linhaça; 2%FL - logurte com CPS adicionado de 2% de farinha de linhaça; 3%FL - logurte com CPS adicionado de 3% de farinha de linhaça.

Tabela 2.4 - Mistura vitamínica utilizada nos experimentos.

Vitaminas	g/kg de mistura
Ácido nicotínico	3,0
Pantotenato de cálcio	1,6
Piridoxina HCl (B6)	0,7
Tiamina HCl (B1)	0,6
Riboflavina (B2)	0,6
Ácido fólico	0,2
D-biotina	0,02
Cianocobalamina (B12)	2,5
DL-alfa tocoferol acetato (E)	15,0
Retinil palmitato (A)	0,8
Colecalciferol (D)	0,25
Menaquinona (K)	0,075
Sacarose	q.s.p.

Fonte: REEVES; NIELSON; FAHEY (1993).

Tabela 2.5 – Mistura salina utilizada nos experimentos

Sais minerais	g/kg de mistura
Elementos Minerais Essenciais	
Carbonato de cálcio anidro (40,04% Ca)	357,0
Fosfato de potássio monobásico (22,76% P; 23,73% K)	196,0
Citrato de potássio, tri-potássio, (36,16% K)	70,78
Cloreto de sódio (39,34% Na; 60,66% Cl)	74,0
Sulfato de potássio (44,87% K; 18,39% S)	46,6
Óxido de magnésio (60,32% Mg)	24,0
Citrato férrico (16,5% Fe)	6,06
Carbonato de zinco (52,14% Zn)	1,65
Carbonato de manganês (47,79% Mn)	0,63
Carbonato cúprico (57,47% Cu)	0,3
Iodato de potássio (59,35 I)	0,01
Selenato de sódio anidro (41,79% Se)	0,01
Paramolibdato de amônio (54,34% Mo)	0,01
Elementos Minerais Potencialmente Benéficos	
Meta Silicato de Sódio 9 hidrato (9,88% Si)	1,45
Sulfato de Cromo e Potássio (10,42% Cr)	0,27
Cloreto de Lítio (16,38% Li)	0,02
Ácido Bórico (17,5% B)	0,08
Fluoreto de Sódio (45,24% F)	0,06
Carbonato de Níquel (45% Ni)	0,03
Vanadato de Amônio (43,55% V)	0,01
Sacarose	q.s.p.

Fonte: REEVES, NIELSON; FAHEY (1993).

2.4.2. Desenho experimental

A avaliação da qualidade protéica das dietas experimentais contendo os produtos desenvolvidos foi conduzida por meio de ensaio biológico utilizando-se ratos machos (*Rattus norvegicus*, variedade *albinus*, classe *Rodentia*), da linhagem Wistar, recém desmamados, com 23 dias de idade, fornecidos pelo Biotério Central do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Viçosa, MG.

O experimento foi constituído por um grupo controle com dieta livre de nitrogênio (LN), outro com dieta padrão de caseína (CAS) e quatro grupos testes, com dietas contendo iogurte, sendo iogurte sem farinha de linhaça

(Controle), iogurte com 1% de farinha de linhaça (1%FL), iogurte com 2% de farinha de linhaça (2%FL) e iogurte com 3% de farinha de linhaça (3%FL).

Os animais foram divididos em grupos de seis, de modo que a média dos pesos entre os grupos não excedeu a 10 gramas (AOAC, 1997). Os animais foram distribuídos em gaiolas individuais, submetidos a condições de temperatura e luminosidade controladas, a 25 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 horas, onde receberam água e alimento *ad libitum*, durante 14 dias. O peso corporal e o consumo alimentar dos animais foram registrados semanalmente, durante o período experimental.

2.4.3 Coeficiente de Eficiência Protéica (PER) e Coeficiente de Eficácia Alimentar (CEA)

O PER foi determinado por meio do método de Osborne, Mendel e Ferry, de acordo com a AOAC (1975). O PER e o CEA foram calculados conforme as equações especificadas no capítulo 1.

Os valores de PER obtidos foram expressos como percentual em relação ao valor obtido para a dieta de caseína, que é considerado 100%. Este percentual foi denominado PER relativo (RPER).

2.4.4 Quociente de eficiência líquida da proteína (NPR)

O NPR foi determinado, de acordo com Bender e Doell (1957), no 14º dia do experimento. O NPR foi calculado conforme a equação especificada no capítulo 1.

O valor de NPR das dietas dos grupos-teste, expresso como percentual em relação à caseína, foi denominado NPR relativo (RNPR).

2.4.5 Digestibilidade verdadeira

Para o cálculo da digestibilidade, as dietas foram marcadas com óxido de cromo a 0,1% e as fezes, coletadas do 7º ao 14º dia do experimento, foram acondicionadas em recipientes individuais e mantidas sob refrigeração. Após o

período de coleta, as fezes foram secas em estufa com circulação de ar, a 105 °C durante 24 horas. Em seguida, foram resfriadas, pesadas e moídas em multiprocessador, da marca ARNO, para determinação do teor de nitrogênio. Para este fim, foi utilizado o método semimicro Kjeldhal das amostras em triplicatas, segundo AOAC (1997).

A determinação da digestibilidade verdadeira foi realizada com o grupo de seis animais com dieta aprotéica.

O cálculo foi feito de acordo com equação apresentada no capítulo 1.

2.4.6 Análise estatística

Os tratamentos experimentais foram dispostos em um delineamento inteiramente casualizado com seis repetições.

Todos os resultados foram analisados por meio da análise de variância (ANOVA) e as diferenças entre as médias, pelo teste de Tukey, utilizando-se o programa Statistical Analysis Systems (SAS), versão 9.1, licenciado para a Universidade Federal de Viçosa, 2008.

3. Resultados e discussão

3.1 Composição centesimal

A composição centesimal da farinha de linhaça e dos iogurtes desenvolvidos está apresentada na Tabela 2.6.

A composição da farinha de semente de linhaça analisada neste estudo apresentou altos teores de lipídios (33,97%) proteínas (21,17%) e fibra alimentar (29,14%), que foram similares aos encontrados em outros estudos (TREVINO, et al., 2000; COSKUNER; KARABABA, 2007).

Segundo Deeth e Tamime (1981), a composição do iogurte é similar à do leite, embora se reconheça que há algumas diferenças devido às mudanças ocorridas pela fermentação da lactose e pela adição de outros ingredientes. A

Resolução N° 5 de 13 de novembro de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que descreve os padrões de qualidade e identidade de iogurtes, não contempla alguns parâmetros químicos como umidade e cinzas (BRASIL, 2000). Segundo Neirotti e Oliveira (1988), a composição do leite deve apresentar em média 87% de umidade e 0,6% de cinzas. Os iogurtes elaborados apresentaram teores de umidade entre 78,50% a 80,67%, valores próximos aos estabelecidos para a principal matéria-prima do iogurte, o leite (Tabela 2.6). Resultados semelhantes foram obtidos por Rodas et al. (2001) e Silva (2007).

Com o aumento nos níveis de adição de farinha de linhaça, observou-se acréscimo no teor de cinzas em comparação à formulação sem farinha de linhaça. Hussain et al. (2006) observaram essa elevação do teor de cinzas, quando adicionaram farinha de linhaça em biscoitos e atribuíram esse acréscimo aos minerais presentes na farinha de linhaça.

Tabela 2.6 - Composição centesimal da farinha de linhaça e dos iogurtes adicionados de concentrado protéico do soro de leite e de farinha de linhaça (g /100 g).

	Farinha de linhaça	Formulações de iogurte			
		Controle	1 %FL	2 %FL	3 %FL
Umidade (%)	2,34	80,67	79,85	79,19	78,50
Cinzas	3,68	0,77	0,79	0,80	0,85
Lipídio	33,97	0,26	0,69	1,03	1,25
Proteína	21,17	3,12	3,47	3,58	3,71
Carboidrato	9,71	15,44	14,91	14,82	14,82
Fibra alimentar	29,14	-	0,29*	0,58*	0,87*
Valor Calórico (Kcal)	429,25	76,58	79,73	82,87	85,37
Ácido linolênico (mg/100g)	10,44	-	0,10*	0,21*	0,31*

* Valores calculados com base no teor obtido da farinha de linhaça.

Controle- logurte com CPS sem adição de farinha de linhaça; 1%FL – logurte com CPS adicionado de 1% de farinha de linhaça; 2%FL - logurte com CPS adicionado de 2% de farinha de linhaça; 3%FL - logurte com CPS adicionado de 3% de farinha de linhaça.

Com relação ao teor de lipídios, a Resolução nº5 do MAPA estabelece para os iogurtes integrais uma faixa de 3,0 a 6,0 g/100g, para os semi-desnatados 0,6 a 2,9 g/100g e para os desnatados um máximo de 0,5 g/100g (BRASIL, 2000). Desta forma, pode-se observar que o valor obtido para a formulação controle (0,26 g/100g), coloca o iogurte entre os desnatados e as demais formulações entre os parcialmente desnatados (Tabela 2.6).

Os teores de proteínas obtidos em todas as formulações (3,12 g/100g a 3,71 g/100g) ficaram acima do previsto na legislação brasileira, que fixa o mínimo de 2,9 g/100g (BRASIL, 2000). Com a adição de 1%, 2% e 3% de farinha de linhaça os valores protéicos aumentaram em 11,2%, 14,7% e 18,9%, respectivamente. Este resultado já era esperado, pois de acordo com a literatura, a linhaça é uma boa fonte de proteína (OOMAH, 2001; OOMAH, et al. 2002).

O teor de carboidratos das formulações variou de 14,82 g/100g a 15,44 g/100g (Tabela 2.6). Resultados semelhantes foram encontrados por RODAS et al. (2001) ao avaliar a composição centesimal de várias marcas comerciais de iogurtes de frutas. Portanto, o aumento no teor de carboidrato não teve relevância quanto ao valor nutricional dos produtos. Esse resultado é interessante, uma vez que o consumo de carboidratos simples é apontado como um fator de risco para a saúde humana.

As diferentes formulações de iogurtes apontam calorias variando do valor mínimo de 76,58 Kcal ao máximo de 85,37 Kcal, mostrando que a adição de farinha de linhaça não alterou de maneira importante o valor calórico dos iogurtes (Tabela 2.6). A maior ou menor adição de açúcares e o enriquecimento do produto com substâncias que aumentam o teor de sólidos podem colaborar na variabilidade e aumento do valor calórico dos produtos (RODAS et al., 2001).

De acordo com os critérios estabelecidos pelo Food Department Agriculture, os alimentos podem ser classificados segundo o conteúdo presente do nutriente na porção usualmente consumida em relação à Ingestão Dietética de Referência (DRI), sendo considerado como fonte aqueles alimentos que contêm mais de 5% do valor da DRI; boa-fonte os que contêm entre 10 e 20%

e excelente-fonte aqueles que contêm mais de 20% (PHILIPPI, 2008). Considerando que o valor de referência para a porção de iogurte ou bebidas lácteas segundo a RDC nº 39 (BRASIL, 2001) é de 200 g, as formulações 2%FL e 3%FL podem ser classificadas como excelente-fonte de ácido α -linolênico (ω -3), e a formulação 1%FL como boa-fonte (Tabela 2.7).

A Portaria nº 27 da ANVISA (BRASIL, 1998) preconiza que para um produto líquido ser considerado fonte de fibra alimentar, precisa conter no mínimo 1,5g de fibra alimentar/100 g do produto. Nenhum dos três iogurtes de linhaça atende a essa exigência (Tabela 2.6). Entretanto, em relação à rotulagem, a RDC Nº 360 da ANVISA (BRASIL, 2003) esclarece que a informação nutricional será expressa, no rótulo do alimento, como “zero” ou “0” ou “não contém” para fibra alimentar quando o alimento contiver quantidades menores ou iguais a 0,5 g de fibra alimentar por porção. Para uma porção de 200 g, todas as três amostras obtiveram valores acima de 0,5 g de fibra alimentar, e podem, portanto, apresentar a alegação de “contém fibra alimentar” (Tabela 2.7).

Tabela 2.7 - Valor nutritivo e categorização de uma porção de 200 gramas dos iogurtes de linhaça, quanto ao fornecimento de fibra alimentar e de ácido α -linolênico para indivíduos adultos.

Formulações	Ácido linolênico DRI ¹ = 1,3 g		Classificação ²	Fibra alimentar DRI ³ = 25 g		Classificação ³
	Teor (g)	% DRI		Teor (g)	% DRI	
1%FL	0,20	15,4	Boa fonte	0,58	2,32	Contém fibra alimentar
2%FL	0,42	32,3	Excelente fonte	1,16	4,64	Contém fibra alimentar
3%FL	0,62	47,69	Excelente fonte	1,74	6,96	Contém fibra alimentar

1%FL – Iogurte com CPS adicionado de 1% de farinha de linhaça; 2%FL - Iogurte com CPS adicionado de 2% de farinha de linhaça; 3%FL - Iogurte com CPS adicionado de 3% de farinha de linhaça.

¹Baseado na AI (IOM, 2006).

² PHILIPPI, 2008

³RDC 360 (BRASIL, 2003)

O atual enfoque do mercado para produtos de origem animal tem sido direcionado na busca de alimentos com menores teores de gorduras e que sua composição o caracterize como alimento funcional. Neste aspecto, as formulações contendo farinha de linhaça, apesar de terem apresentado maior teor de lipídios, melhoraram algumas características químicas com o aumento de ácidos graxos insaturados benéficos, proporcionando propriedades funcionais adicionais ao iogurte. O desenvolvimento de alimentos funcionais constitui uma real oportunidade de contribuição para a melhora da qualidade da dieta e seleção de alimentos que podem afetar positivamente a saúde e bem estar dos indivíduos.

A concentração dos minerais, nas formulações analisadas, está apresentada na Tabela 2.8. A adição de farinha de linhaça elevou em média 171%, 156%, 108%, 150% e 600% as concentrações de K, Mg, P, Zn e Fe, respectivamente.

Tabela 2.8 - Concentração de minerais (mg/100g) nas amostras de iogurtes; valores de ingestão dietética de referência (DRI) quanto ao fornecimento de minerais para indivíduos adultos e porcentagem de contribuição necessária para satisfazer a DRI.

Mineral	DRI (mg/dia)*	Controle		1% FL		2% FL		3% FL	
		Teor	DRI%	Teor	DRI%	Teor	DRI%	Teor	DRI%
Na	1500	44,10	2,94	41,50	2,77	41,99	2,80	40,07	2,67
K	4700	0,62	0,01	1,03	0,02	1,01	0,02	1,15	0,02
Ca	1000	94,78	9,48	95,49	9,55	96,38	9,64	94,55	9,46
Mg	260	10,00	3,85	12,86	4,95	16,46	6,33	17,89	6,88
P	700	93,04	13,29	96,27	13,75	101,73	14,53	103,33	14,76
Zn	7	0,25	3,64	0,35	5,00	0,39	5,57	0,39	5,64
Fé	14	0,02	0,14	0,08	0,61	0,12	0,89	0,14	1,04
Mn	2,3	0,002	0,11	0,03	1,52	0,06	2,83	0,08	3,70

Controle - – iogurte com CPS sem adição de farinha de linhaça; 1%FL – iogurte com CPS adicionado de 1% de farinha de linhaça; 2%FL - iogurte com CPS adicionado de 2% de farinha de linhaça; 3%FL - iogurte com CPS adicionado de 3% de farinha de linhaça.

*Valores da recomendação de minerais para indivíduos de ambos os sexos, baseado na RDA (recomendação diária aceitável) ou AI (Ingestão adequada) (IOM, 1999 - 2001), propostos pela RDC 360 (BRASIL, 2003)

Os valores obtidos para a maioria dos minerais analisados neste estudo foram inferiores aos encontrados por Pedro et al. (2001) com exceção do Ca que ficou semelhante e dos minerais Zn e P que apresentaram valores superiores. De acordo com estes autores a grande variação observada nos valores de minerais em produtos lácteos, em relação à literatura é previsível, uma vez que os dados da literatura não são de produtos brasileiros e deve-se, portanto, considerar que os níveis de minerais que ocorrem no leite dependem de um número de fatores tais como, características genéticas estágio de lactação e condições ambientais.

Conforme a Portaria nº 27 da ANVISA (BRASIL, 1998) para um produto ser considerado fonte de minerais, precisa suprir no mínimo 7,5 % da DRI de referência por 100 mL do produto. Todos os iogurtes elaborados foram classificados como fontes de Ca e P (Tabela 2.8). Essa mesma portaria estabelece que produtos líquidos com valores máximos de 120 mg/mL de sódio são considerados de baixo teor desse mineral. Todos os iogurtes estão incluídos nessa categoria. Os resultados obtidos por Pedro et al. (2001) mostraram que os iogurtes são fontes razoáveis de Na.

A avaliação do consumo de minerais em dietas brasileiras, realizada mediante análise dos minerais presentes em alimentos de diferentes regiões do Brasil, mostrou que a ingestão de cálcio ficou em torno de 300/500 mg por dia, bem abaixo das recomendações diárias para a população adulta, enquanto o consumo de sódio foi muito alto, aproximadamente cinco vezes superior ao recomendado (COZZOLINO, 2007). Barros (2008) observou aumento da ingestão diária de sódio em adultos e idosos em função do consumo de produtos industrializados, e ressaltou a importância da redução da ingestão desse mineral no controle de doenças cardiovasculares.

Apesar de não serem classificados como fonte de Mg e Zn, os produtos contendo farinha de linhaça forneceram concentrações consideráveis para suprir a necessidade destes nutrientes, dentro de um plano alimentar diário. Em uma porção de 200g eles supriram em média 10% e 12% da DRI para Zn e Mg, respectivamente. Para essa mesma porção, os minerais K, Fe e Mn apresentaram concentrações inferiores a 5% da DRI, que apesar de ser baixa,

poderão contribuir para o alcance dos níveis desejáveis destes nutrientes, dentro do contexto de uma dieta mista, segundo o princípio de uma alimentação saudável.

3.2 Avaliação biológica da qualidade protéica

Os dados relacionados ao perfil alimentar e nutricional dos animais estão apresentados na Tabela 2.9. Conforme o desenho experimental, as diferenças entre o peso corpóreo dos animais no início do experimento foram estatisticamente iguais entre os grupos.

Os animais dos grupos testes, que receberam as dietas contendo os iogurtes, apresentaram maior consumo alimentar e peso corpóreo final do que o grupo que recebeu dieta com caseína. Conseqüentemente, o ganho de peso foi superior ($p \leq 0,05$) para os animais dos grupos testes. Com relação ao consumo de proteínas, não houve diferença ($p > 0,05$) entre os grupos caseína e 1%FL. Os demais grupos diferiram ($p \leq 0,05$) do grupo caseína, apresentando maior consumo protéico. Apesar do consumo alimentar e de proteína ter sido diferente entre os grupos testes, não foi observado diferença ($p > 0,05$) entre eles, em relação ao ganho de peso. O sabor das dietas contendo iogurte pode ter sido determinante na maior ingestão alimentar, confirmando a hipótese de que a aceitação de um produto pode, efetivamente, influenciar de forma importante os resultados.

Tabela 2.9 - Peso inicial e final dos animais, ganho de peso e consumo de dieta e de proteína, dos grupos tratados com caseína e iogurtes (média \pm DP, n=6).

Grupos	PESO (g)			CONSUMO (g)	
	Inicial	Final	Ganho	Dieta	Proteína
Caseína	56,00 \pm 7,35 ^a	112,67 \pm 10,67 ^a	56,67 \pm 10,19 ^a	163,32 \pm 19,55 ^a	15,29 \pm 1,83 ^a
Dieta controle	56,17 \pm 4,30 ^a	133,40 \pm 3,87 ^b	76,67 \pm 5,43 ^b	188,09 \pm 12,20 ^{bc}	19,01 \pm 1,23 ^c
Dieta 1%FL	56,33 \pm 4,46 ^a	128,33 \pm 7,74 ^b	78,60 \pm 5,97 ^b	175,08 \pm 8,87 ^b	16,42 \pm 0,83 ^{ab}
Dieta 2%FL	56,33 \pm 4,41 ^a	140,17 \pm 9,32 ^b	83,83 \pm 8,11 ^b	196,17 \pm 10,48 ^c	18,30 \pm 0,98 ^{bc}
Dieta 3%FL	56,83 \pm 4,44 ^a	135,83 \pm 4,96 ^b	79,00 \pm 7,95 ^b	191,79 \pm 5,98 ^{bc}	18,83 \pm 0,59 ^c

Controle - – iogurte com CPS sem adição de farinha de linhaça; 1%FL – iogurte com CPS adicionado de 1% de farinha de linhaça; 2%FL - iogurte com CPS adicionado de 2% de farinha de linhaça; 3%FL - iogurte com CPS adicionado de 3% de farinha de linhaça.

Letras diferentes na mesma coluna indicam valores estatisticamente diferentes ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Na Tabela 2.10 são apresentados os valores de PER, PERR, CEA, NPR e RNPR. Os coeficientes de eficiência alimentar (CEA) dos grupos testes foram superiores a caseína ($p \leq 0,05$) e os grupos testes não diferiram entre si ($p > 0,05$), denotando que as dietas testes foram nutricionalmente equilibradas.

Os resultados do Coeficiente de eficiência protéica (PER) demonstraram diferença ($p \leq 0,05$) a favor das dietas testes, o que confirma a superioridade das dietas contendo iogurtes com CPS e FL, em relação à qualidade protéica em promover crescimento dos animais. Houve diferença ($p \leq 0,05$) dos valores de PER entre as dietas controle, 1%FL e 2%FL. Apesar das diferenças significativas, essas foram sem magnitude biológica, uma vez que a relação entre o consumo de proteína e peso corpóreo dos animais variou entre 0,12g/kg e 0,14g/kg, ou seja, uma diferença de 0,02g de proteína por quilo de peso corpóreo. Friedman (1996) considera de alto valor nutricional, proteínas com PER acima de 2,0. Assim, as proteínas dos iogurtes foram consideradas de ótimo valor nutricional uma vez que apresentaram valores acima de 4, indicando uma proteína eficaz na promoção do crescimento.

Não houve diferença significativa nos valores de NPR ($p > 0,05$) entre os grupos teste e o grupo caseína. A pequena diferença entre os valores de PER e NPR indicou que as proteínas das dietas com iogurte apresentaram valor biológico adequado para garantir o crescimento e a manutenção dos tecidos corporais.

Tabela 2.10 – Coeficiente de eficiência protéica (PER), Coeficiente de eficácia alimentar (CEA) e relação da eficiência líquida da proteína (NPR) dos grupos tratados com caseína e iogurtes (média \pm DP, n=6).

GRUPOS	PER		CEA	NPR	
	Real	Relativo (%)		Real	Relativo (%)
Caseína	3,69 \pm 0,35 ^a	100	0,34 \pm 0,03 ^a	4,42 \pm 0,30 ^a	100
Dieta Controle	4,14 \pm 0,24 ^b	111,38	0,42 \pm 0,02 ^b	4,72 \pm 0,27 ^a	106,33
Dieta 1%FL	4,38 \pm 0,18 ^b	118,74	0,41 \pm 0,02 ^b	5,05 \pm 0,16 ^a	114,33
Dieta 2%FL	4,57 \pm 0,26 ^c	124,01	0,43 \pm 0,02 ^b	5,18 \pm 0,25 ^a	117,18
Dieta 3%FL	4,20 \pm 0,43 ^{bc}	113,84	0,41 \pm 0,04 ^b	4,78 \pm 0,44 ^a	108,29

Controle - – iogurte com CPS sem adição de farinha de linhaça; 1%FL – iogurte com CPS adicionado de 1% de farinha de linhaça; 2%FL - iogurte com CPS adicionado de 2% de farinha de linhaça; 3%FL - iogurte com CPS adicionado de 3% de farinha de linhaça.

Os resultados obtidos mostraram em todos os parâmetros analisados, que tanto o consumo alimentar como a qualidade da proteína foram determinantes para o crescimento dos animais. Estudo de mesma natureza, utilizando a farinha de linhaça crua como única fonte protéica, verificou baixo consumo alimentar e déficit no ganho de peso de ratos; onde foi atribuída baixa qualidade nutricional deste alimento devido aos índices de crescimento insatisfatórios dos animais (JACINTO, 2007). Entretanto, Arora e Rajni (2006) asseguraram a inocuidade da incorporação da linhaça na alimentação humana, onde a inclusão de até 25% de linhaça na dieta de ratos mostrou alto valor biológico.

A tabela 2.11 apresenta os valores dos pesos das fezes dos animais, teor de nitrogênio excretado nas fezes, consumo alimentar, quantidade de nitrogênio ingerido no período de coleta de fezes e digestibilidade verdadeira (DV) dos grupos tratados com dieta caseína e dietas testes.

A digestibilidade protéica da caseína foi superior ($p < 0,05$) às das dietas com iogurtes. As dietas testes apresentaram digestibilidade semelhantes ($p > 0,05$) exceto para a dieta 2%FL, com menor valor de digestibilidade, que por sua vez não diferiu ($p > 0,05$) da dieta 3%FL. Essas dietas favoreceram maior excreção fecal em relação às demais dietas experimentais, provavelmente devido ao aumento de fibra alimentar, que poderia ter interferido na digestibilidade desses grupos. Entretanto, este aumento de fibra alimentar não promoveu maior excreção de nitrogênio fecal, não afetando a digestibilidade verdadeira, uma vez que o valor deste parâmetro para os grupos que receberam dietas com iogurte contendo maior concentração de linhaça foi semelhante ($p > 0,05$) ao grupo que recebeu a dieta controle.

Os valores encontrados para a digestibilidade das dietas experimentais foram próximos ao obtidos por Arhontaki (1990), que analisou uma mistura de proteína vegetal e animal, encontrando valor de digestibilidade verdadeira de 88,89, sendo inferior ($p \leq 0,05$) ao valor da caseína.

Tabela 2.11 - Peso fecal dos animais, teor de nitrogênio nas fezes, consumo alimentar, nitrogênio ingerido e digestibilidade verdadeira dos grupos experimentais.

Grupos	Peso fezes secas (g)	N fezes (%)	N fezes (g)	Consumo dieta (g)	N ingerido (g)	DV*
Caseína	3,14 ± 0,77	1,79 ± 0,22	0,06 ± 0,02	93,53 ± 16,08	1,40 ± 0,24	95,81 ± 1,15 ^a
Dieta controle	5,42 ± 0,67	2,30 ± 0,18	0,13 ± 0,02	112,68 ± 5,98	1,82 ± 0,10	92,36 ± 1,60 ^b
Dieta 1% FL	5,07 ± 0,33	2,02 ± 0,20	0,10 ± 0,01	104,52 ± 6,90	1,57 ± 0,10	92,29 ± 1,05 ^b
Dieta 2%FL	7,51 ± 1,46	2,23 ± 0,15	0,17 ± 0,04	118,43 ± 7,76	1,77 ± 0,12	88,35 ± 2,41 ^c
Dieta 3%FL	7,20 ± 0,37	2,02 ± 0,11	0,15 ± 0,01	119,04 ± 1,99	1,87 ± 0,03	89,99 ± 1,52 ^{bc}

Controle - – iogurte com CPS sem adição de farinha de linhaça; 1%FL – iogurte com CPS adicionado de 1% de farinha de linhaça; 2%FL - iogurte com CPS adicionado de 2% de farinha de linhaça; 3%FL - iogurte com CPS adicionado de 3% de farinha de linhaça.

* Letras diferentes na mesma coluna indicam valores estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey

Segundo Pires (2006), os alimentos de origem animal apresentam maior digestibilidade que os de origem vegetal. O fato de os alimentos de origem animal não conterem fibra alimentar e fatores antinutricionais faz com que a velocidade de trânsito intestinal seja mais lenta e, em consequência, obtenha-se maior absorção dos nutrientes. Gilane e Sepehr (2003) encontraram valores superiores para o concentrado protéico do soro (CPS), sendo, no entanto, estatisticamente iguais ($p > 0,05$) aos da caseína.

Os resultados mostram que, do ponto de vista da digestibilidade protéica, os iogurtes elaborados com farinha de linhaça apresentam alta qualidade nutricional.

Brandão (1995) relatou que a digestibilidade das proteínas no iogurte é aumentada devido a diversos fatores como: tratamento térmico mais intenso; alta acidez e, conseqüentemente, menor coagulação das proteínas; secreção de enzimas digestivas das glândulas salivares, estimulada pelas partículas de proteínas coaguladas; homogeneização; aumento do teor de peptídeos e aminoácidos livres.

4 Conclusão

A incorporação do concentrado protéico de soro de leite e de farinha de linhaça nas formulações agregaram valor nutricional aos iogurtes, especialmente quanto aos teores de proteína, fibra alimentar, ácido ω -3 e minerais.

O uso da farinha de linhaça aumentou o teor de lipídios dos iogurtes, entretanto o perfil de ácidos graxos essenciais foi favorecido, especialmente em relação à concentração de ácido α -linolênico.

As quantidades de farinha de linhaça adicionadas nos iogurtes não foram suficientes para tornar os produtos fonte de fibra alimentar, mas poderão ter a alegação de “contém fibra alimentar”.

Os resultados do ensaio biológico mostraram que os iogurtes adicionados de CPS e FL possuem boa qualidade protéica, superior à caseína, sendo eficaz para garantir o crescimento e a manutenção dos tecidos

corporais. Quanto à digestibilidade protéica, apesar de todos os iogurtes apresentarem valores abaixo da caseína, podem ser considerados de alta qualidade nutricional. As concentrações de fibras alimentares utilizadas não interferiram neste parâmetro.

Estes resultados sugerem que a associação de ingredientes ricos em compostos bioativos como a FL e o CPS pode ser utilizada no desenvolvimento de produtos de origem animal, uma vez que proporcionaram um produto alimentício com alta qualidade protéica e perfil lipídico melhorado, com reduzido teor de gordura saturada, rico em ácidos graxos polinsaturados, contendo fibras e com baixo teor de Na. Portanto, alternativas alimentares que apresentam potencial de aumentar a oferta dietética de compostos como proteínas, fibra alimentar e ω -3, devem ser priorizados na área de desenvolvimento de novos produtos, para a promoção da alimentação saudável.

5. Referência bibliográfica

ALBERTAZZI P, COUPLAND K. Polyunsaturated fatty acids. Is there a role in postmenopausal osteoporosis prevention. **Maturitas**, v.42, n.1, p.3- 8, 2002.

ANTUNES, A.E.C.; CAZETTO, T.F.; BOLINI, H.M.A. Skim yogurts added by whey protein concentrate: texture profile, syneresis and sensorial analysis. **Alimentos e Nutrição**, v.15, n. 2, p. 105-114, 2004.

ARHONTAKI, J. **Desenvolvimento e avaliação de formulações para alimentação de idosos**. Viçosa, MG: UFV, 1990. 99p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa.

ARORA,S.; RAJNI, M. Carbohydrates, minerals, phytic acid contents and in vivo protein quality of different cultivars of linseed. **Journal of food science and technology-Mysore**. V. 43, N. 2, P. 157-160, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis of AOAC International**. Washington, 1094 p., 1975.

_____. **Official Methods of Analysis**. 15.ed. Washington, D.C., P.136-138 (Supplement, 3). 1992.

_____. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16. ed., v. 2, Maryland, 1997.

BARROS, R.R. **Consumo de alimentos industrializados e fatores associados em adultos e idosos residentes no município de São Paulo**.

São Paulo: USP. 2008. 170p. Tese (Mestrado em Saúde Pública)-Universidade de São Paulo, 2008.

BENDER, A.E.; DOELL, B.H. Note on the determination of net protein utilization by carcass analysis. **British Journal Nutrition**, v.11, p. 138-143, 1957.

BRANDÃO, S.C.C. Tecnologia da produção industrial de iogurte. Leite e Derivados, v.4, n.25, p. 24-38, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Resolução n. 5, de 13 de novembro de 2000**. Regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados. Disponível em: <http://www.ngetcno.com.br/leigislação/leite_piq_leite_fermentado.htm>. Acesso em: 05 maio. 2009.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998** Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes)a Disponível e, http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/39_01rdc.htm. Acessado em: 15 maio. 2009.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 39, de 21 de março de 2001** Aprova a Tabela de Valores de Referência para Porções de Alimentos e Bebidas Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. Disponível e, http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/39_01rdc.htm. Acessado em: 05 dez. 2008.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC 360, de 23 de dezembro de 2003**. Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional.

BUTTRISS, J. Nutritional properties of fermented milk products. **International Journal of Dairy Technology**, v.50, n. 1, p. 21-27, 1997.

COSKUNER, Y; KARABABA, E. Some physical properties of flaxseed (*linum usitatissimum*. L.) **Journal of Food Engineering**. v. 78, n.3 p. 1067-1073. 2007.

COZZOLINO, S. M. F. Deficiências de minerais. **Estudos avançados**, v.21, n.60, p. 119-126, 2007.

CUMMINGS, J.H., EDMOND, L.M., MAGEE, E.A. Dietary carbohydrates and health: do we still need the fibre concept? **Clinical Nutrition Supplements**, v.1, p. 5-17, 2004.

DEETH, C. L. I. F.; TAMIME, A. Y. Yogurt: Nutritive and therapeutic aspect. **Journal of Food Protection**, v. 44, n. 1, p. 78, 1981.

FOLCH, L.; LEES, M.; SLAON-STANLEY, G.N. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v.226, p. 497-509, 1957.

FRIEDMAN, M. Nutritional value of proteins from different food sources. A review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Whashington, v.44, n.1, p.6-29, 1996.

GILANE, G.S.; SEPEHR, E. Protein digestibility and quality in products containing antinutritional factors are adversely affected by old age in rats. **J. Nutr.** v. 133, n. 1, p. 220-225, 2003

GOMES, J.C.; SILVA, M.H.L.; SILVA, C.O. **Análise de Alimentos**. 2^a. edição. Revista e atualizada. FUNARBE. Viçosa, 2003. 153p.

GUILLON, F.; CHAMP, M. Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. **Food Research International**, v.33, p.233-245, 2000.

HARTMANN, L.; LAGO, B.C.A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practices**, v.22, p. 475-477, 1973.

HUSSAINS, S. et al. Physical and sensor attributes of flaxseed supplemented cookies. **Turk J. Biol.**, v.30, p. 87-92, 2006.

INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). The Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements. National Academic Press, Washington, D.C., 2006 .

JACINTO, K. A. Efeito do consumo de farinha de linhaça (*linum usitatissimum*) no crescimento de ratos wistar e relação com a digestibilidade in vitro e in vivo de globulinas e com o conteúdo de fatores antinutricionais protéicos em albuminas. Natal, UFRN. 2007. Tese (Mestrado em Bioquímica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2007.

McINTOSH, G. H. et al. Whey proteins as functional food ingredients. **International Dairy Journal**, v. 8, p. 425-434, 1998.

MOURA, N.C. **Características físico-químicas, nutricionais e sensoriais de pão de forma com adição de grãos de linhaça (*Linum usitatissimum*)**. Piracicaba, USP. 2008. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de alimentos) – Universidade de São Paulo, 2008.

NEIROTTI, E.; OLIVEIRA, A J. Produção de iogurtes pelo emprego de culturas lácticas mistas. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n.1, p. 1-16, 1988.

PHILIPPI, S. T. **Pirâmide dos Alimentos - Fundamentos Básicos da Nutrição** Editora Manole, 2008. Barueri, SP. 378p.

OOMAH, B.D. Flaxseed as a functional food source. **Journal of The Science of Food and Agriculture**, V. 81, p. 889-894, 2001.

OOMAH, B.D.; DER, T.J.; GODFREY, D.V. Thermal characteristics of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) proteins. **Food Chemistry**, v. 77, p. 495-502, 2002.

PEDRO, N. A. R. et al. Estudo do conteúdo mineral de iogurtes naturais e com sabor de frutas, comercializados na cidade de São Paulo, Brasil. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.51, n.2, p.210-215, 2001.

PIRES, C.V. et al. Digestibilidade in vitro e in vivo de proteínas de alimentos: estudo comparativo. **Alimentos e Nutrição**, v.17, n.1, p.13-23, 2006.

REEVES, P.G.; NIELSEN, F.H.; FAHEY, G.C.Jr. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc

Writing Committee on the reformulation of the AIN-76 rodent diet. **The Journal of Nutrition**, v. 123, p. 1939-1951, 1993.

REGESTER, G. O. et al. Whey proteins as nutritional and functional food ingredients. **Food Australia**, v. 48, n. 3, p. 123-128, 1996.

RIBEIRO, M.M. **Desenvolvimento e caracterização sensorial de iogurte diet sabor morango adicionado de concentrado protéico de soro**. Viçosa: UFV. 2008. 72p. Tese (Mestrado em Ciência de Alimentos)-Universidade Federal de Viçosa, 2008.

RODAS, M.A.B ET AL. Caracterização físico-química, histológica e viabilidade de bactérias lácticas em iogurtes com frutas. **Ciência Tecnologia Alimentos**, V.21, n 3, p. 304-309, Campinas, 2001.

SANDERS T.A.B. Essential fatty acid requirements of vegetarians in pregnancy, lactation and infancy. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 70, Suppl 3, p.555-559,1999.

SILVA, S.V. **Desenvolvimento de iogurte probiótico com prebiótico**. Santa Maria: UFSM. 2007. 107p. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria , 2007.

TREVINO, J. et al. C.Protein quality of linseed for growing broiler chicks. **Animal Feed Science and Technology**, v. 84, n. 3-4, p. 155-166, 2000.

Capítulo 3

CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL DE IOGURTE DESNATADO ADICIONADO DE CONCENTRADO PROTÉICO DE SORO DE LEITE E FARINHA DE LINHAÇA

1. Introdução

Os alimentos funcionais constituem hoje a prioridade de pesquisa na área de nutrição e engenharia de alimentos, levando-se em conta o interesse do consumidor em alimentos mais saudáveis, que além de nutrir possam modelar o sistema fisiológico do organismo. O setor lácteo não foge a esta tendência de produzir alimentos em que a funcionalidade é o atributo principal, incentivando a indústria alimentícia ao desenvolvimento de novos produtos que potencializem ainda mais os benefícios do leite e seus derivados (MATSUBARA, 2001; BELCHIOR, 2003).

A consciência dos efeitos nocivos da gordura na saúde humana tem aumentado a demanda por produtos lácteos com teor reduzido ou sem gordura. Entretanto, as gorduras desempenham importantes funções na formulação dos alimentos, contribuindo para a aparência, o aroma, o sabor, a cremosidade, e a sensação de saciedade após as refeições, além de outros atributos sensoriais desejáveis como a maciez e a suculência (PINHEIRO; PENA, 2004). Segundo Kähkönen e Tuorila (1999), as modificações nas propriedades sensoriais dos alimentos causadas pela redução na quantidade

de gordura são difíceis de evitar. Os consumidores freqüentemente identificam modificação no perfil sensorial e sentem menor prazer em consumir produtos com redução de gordura.

A composição da gordura láctea pode ser alterada pela redução dos ácidos graxos saturados do leite e aumento de ácidos graxos que são mais desejáveis para a saúde humana, como ácido α -linolênico (ω -3), que atua na prevenção de doenças cardiovasculares e câncer (HARRIS et al., 2003). Maior concentração de ácidos graxos saudáveis, em produtos lácteos, pode ser alcançada pela utilização de bactérias selecionadas durante a fermentação do leite (KIM; LIU, 2002) ou pela substituição da gordura do leite por óleos com elevados níveis de ácidos graxos poliinsaturados (BARRANTES et al., 1996; KOLANOWSKI et al., 1999). Entretanto, a substituição de gordura do leite por óleos com elevadas proporções de ácidos graxos poliinsaturados em iogurte resultou em produto com menor firmeza e maior sinerese (BARRANTES et al., 1996).

Uma estratégia para contornar este problema seria a adição de concentrados protéicos de soro de leite (CPS), que são capazes de modificar as propriedades dos produtos por meio da gelatinização, aumento da viscosidade e estabilização de emulsões. Os CPSs vêm sendo adicionados a diversos produtos lácteos como iogurtes, cremes de leite, sorvetes e requeijões em substituição à gordura (HAQUE; JI, 2003; MARTÍN-DIANA et al., 2004; RIBEIRO, 2008; AZIZNIA et al., 2008).

As fibras alimentares também fornecem propriedades funcionais quando são incorporadas em sistemas alimentares. Além da capacidade de formar gel, e mimetizar gordura, elas contribuem para melhoria da textura, das características sensoriais e para o aumento da vida de prateleira de alimentos devido à sua capacidade de se ligar à água (SOUKOULIS, 2009).

A linhaça é um alimento vegetal que oferece benefícios potenciais para a saúde por ser fonte de ácido α -linolênico e de fibra alimentar. Portanto, a imagem positiva do iogurte pode ser ampliada ainda mais pelo acréscimo de ingredientes funcionais, como as proteínas de soro de leite e farinha de linhaça. Entretanto, novos produtos não podem ser desenvolvidos simplesmente pela

adição ou mistura de ingredientes apropriados. Efeitos decorrentes do processamento, bem como os atributos sensoriais que afetam a qualidade final do produto devem ser considerados. A aparência, aroma, sabor e textura têm importante participação na escolha e ingestão dos alimentos. Embora o organismo humano necessite de vários componentes para preservar sua integridade estrutural e funcional, a grande maioria das pessoas consome alimentos de sua preferência, conferindo, assim, à qualidade sensorial, importância fundamental na escolha e consumo dos alimentos (JOMORI, 2008).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito da adição de concentrado protéico de soro de leite e de farinha de linhaça nas características sensoriais e na aceitabilidade de iogurte desnatado.

2. Material e métodos

2.1 Preparo das quatro formulações de iogurte

As formulações de iogurte foram desenvolvidas em escala piloto, no Laboratório de Propriedades Tecnológicas e Sensoriais dos Alimentos do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa – UFV, de acordo com o processamento descrito no capítulo 2.

2.2 Análise microbiológica dos iogurtes

Para garantir a inocuidade dos produtos a serem utilizados na análise sensorial foi realizada a análise microbiológica, seguindo os Padrões de Qualidade e Identidade (PIQ) para leites fermentados, estabelecidos pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000).

As análises foram realizadas em amostras de 25 g de iogurte de cada tratamento e repetição, pesadas assepticamente e homogeneizadas com 225

mL de água peptonada 0,1%, em *Stomacher*[®] (Seward, UK). Diluições decimais apropriadas foram preparadas e alíquotas dessas diluições foram transferidas para meios específicos, para a determinação de cada grupo de microrganismos.

2.2.1 Determinação de coliformes totais e coliformes termotolerantes

Determinaram-se coliformes totais e termotolerantes pela técnica do Número Mais Provável (NMP) (BRASIL, 2003). Para o teste presuntivo, inoculou-se alíquota de 1 mL das diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} em série de três tubos contendo caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) (Oxoid[®]). Após incubação a $35 \pm 2^\circ \text{C}$ por 48 ± 3 h, alíquotas de amostras com resultados presuntivos positivos foram transferidas para caldo Bile Verde Brilhante (BVB) (Oxoid[®]) e incubadas a $35 \pm 2^\circ \text{C}$ por 24 a 48 h para confirmar coliformes totais.

Para a confirmação de coliformes termotolerantes, inoculou-se uma alçada de cada um dos tubos com caldo LST com resultados positivos, em tubos contendo caldo *Escherichia coli* (EC) (Oxoid[®]), seguindo de incubação em banho-maria com circulação de água a $45 \pm 0,2^\circ \text{C}$ por 24 a 48 h.

Os resultados foram expressos como NMP de coliformes presentes por grama do produto (BRASIL, 2003).

2.2.2 Contagem padrão de fungos filamentosos e leveduras

A contagem padrão de fungos filamentosos e leveduras foi feita pela técnica de espalhamento em superfície, inoculando-se uma alíquota de 0,1 mL das diluições decimais, em duplicata, na superfície do ágar Batata Dextrose (BDA) (Oxoid[®]), acidificado com ácido tartárico a 10%, para pH 3,5. A contagem do número de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) foi feita após incubação a 25°C por 5 a 7 dias (BRASIL, 2003).

2.2.3 Contagem de Estafilococos coagulase positiva

A contagem de estafilococos coagulase positiva foi feita em ágar Baird-Parker, adicionado de telurito de potássio e gema de ovo e incubado a 37 °C por 48 horas. Colônias típicas foram contadas e, de três a cinco colônias foram transferidas para caldo BHI e incubadas por 24 horas a 37 °C para a realização do teste de coagulase segundo (BRASIL, 2003).

2.2.4 Análise da presença de *Salmonella*

Porções de 25 g das amostras foram homogeneizadas com 225 mL de solução salina peptonada tamponada 1 %. Após incubação por 16 a 20 horas a 36 ± 1 °C, alíquotas de 0,1 e 1 mL do homogenato foram transferidas, respectivamente, para caldo Rappaport-Vassiliardis e Selenito-Cistina para a etapa de enriquecimento seletivo, com incubação a $41 \pm 0,5$ °C por 24 a 30 horas (BRASIL, 2003). O plaqueamento seletivo foi feito pela técnica de espalhamento em superfície em ágar Xilose-Lisina-Desoxicolato (XLD), ágar Verde Brilhante Vermelho-Fenol Lactose e Sacarose (BPLS), seguindo-se incubação a 36 ± 1 °C por 24 horas (BRASIL, 2003).

2.3 Análise sensorial

2.3.1. Análise Descritiva Quantitativa

2.3.1.1. Recrutamento de julgadores

Foram distribuídos 50 questionários de recrutamento (Anexo I) às pessoas que demonstraram interesse em participar das análises sensoriais descritivas. Foram recrutados para a realização da pré-seleção aqueles que apresentaram disponibilidade de tempo, afinidade pelo produto, habilidade em

trabalhar com escala não-estruturada, conhecimento sobre termos descritivos e condições de saúde que não comprometessem as análises.

2.3.1.2. Pré-seleção

Para verificar o desempenho dos julgadores foi realizada uma série de quatro repetições do teste triangular com as formulações contendo 1% e 2% de farinha de linhaça. Em cada sessão foram apresentadas três amostras, codificadas com números de três dígitos, sendo duas iguais e uma diferente. Ao candidato foi solicitado que identificasse a amostra diferente. Para a avaliação das amostras, os candidatos receberam uma ficha de resposta (Figura 3.1). Foram selecionados os candidatos que conseguiram no mínimo três respostas corretas.

TESTE TRIANGULAR		
Nome: _____	Data: __/__/____	
Duas das três amostras apresentadas são idênticas. Por favor, prove as amostras da esquerda para a direita e circule o código daquela que lhe pareça diferente. Enxágüe a boca após a degustação e espere trinta segundos.		
_____	_____	_____
Comentários: _____		

Figura 3.1 – Modelo da ficha resposta utilizada para seleção de julgadores

2.3.1.3. Desenvolvimento da terminologia descritiva e treinamento dos julgadores

O desenvolvimento da terminologia descritiva foi realizado pelos julgadores pré-selecionados, em discussão aberta, com auxílio da lista prévia

de termos descritivos para iogurtes obtidos de trabalhos realizados por Santana et al. (2006); Reis (2007) e Ribeiro (2008).

Para facilitar a exposição da opinião de todos os participantes, foram realizadas duas sessões de discussão aberta. Nestas sessões as quatro formulações foram apresentadas juntamente com a lista prévia e então, foi solicitado aos julgadores que confeccionassem a lista com os termos descritivos que caracterizassem as amostras. Após o levantamento dos atributos os julgadores definiram cada termo.

Foram realizadas várias sessões de treinamento, nas quais foram apresentados os padrões de referência e a definição para cada atributo. Os julgadores foram orientados a ler e compreender a definição de cada atributo e em seguida provar e memorizar os padrões.

2.3.1.4. Seleção da equipe final de julgadores

Para a seleção dos julgadores que comporiam a equipe final de análise descritiva dos iogurtes, as amostras controle e 2% de farinha de linhaça foram avaliadas em três repetições por cada indivíduo previamente treinado, utilizando-se um delineamento experimental de blocos completos balanceados. A lista de definição dos termos descritivos foi fixada nas cabines durante todo o período de análise a fim de auxiliar o provador na avaliação. A intensidade de cada descritor foi avaliada em cada amostra pela escala não estruturada de nove centímetros, com termos de intensidade ancorados em seus extremos, sendo o mínimo à esquerda e o máximo à direita.

Foi realizada a análise de variância (ANOVA) dos resultados de cada provador, para cada atributo, tendo como fontes de variação: amostras e repetições. Foram computados para cada provador em cada atributo os níveis de significância (p) dos valores de F_{amostras} e $F_{\text{repetições}}$. Os julgadores que apresentaram poder discriminativo ($pF_{\text{amostras}} \leq 0,50$) e reprodutibilidade nos julgamentos ($pF_{\text{repetições}} \geq 0,05$), em todos os atributos avaliados, foram selecionados para compor a equipe definitiva treinada, segundo metodologia proposta por Damásio; Costell (1991).

2.3.1.5. Avaliação das amostras

O perfil sensorial das quatro amostras de iogurtes foi avaliado pela equipe selecionada. Os julgadores receberam 30 g de amostra a 12 °C, aproximadamente, servidas em copinhos descartáveis codificados com números de três dígitos. Foi utilizado o delineamento em blocos completos casualizados com três repetições (COCHRAN & COX, 1981).

2.3.1.6. Análise dos resultados

Para avaliação dos resultados foi empregada ANOVA com as fontes de variação amostra, julgador e interação julgador x amostra para cada atributo. A hipótese de nulidade (hipótese de que não há diferença entre os efeitos dos tratamentos) foi testada por meio da ANOVA (teste F) e teste de Tukey. Os resultados foram avaliados também utilizando a técnica de análise multivariada Análise de Componentes Principais.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SAS (Statistical Analysis System), versão 9.1, licenciado para Universidade Federal de Viçosa.

2.3.2. Teste de aceitação

As análises de aceitação foram realizadas no laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal de Viçosa, em cabines individuais, usando luz branca.

As quatro formulações (Controle, 1%FL, 2%FL, 3%FL) foram avaliadas, quanto à aceitação, por 100 consumidores de iogurte. As amostras foram codificadas com número de três dígitos e servidas de forma aleatória e monádica, à temperatura de refrigeração (12°C). Um copo de água filtrada em temperatura ambiente foi fornecido para enxágüe da boca entre as avaliações. Os consumidores avaliaram a aceitação global das amostras utilizando escala hedônica de nove pontos, em sendo os extremos de valor 1 atribuído ao termo

hedônico “desgostei extremamente” e de valor 9 atribuído ao termo “gostei extremamente” (Figura 3.2).

TESTE DE ACEITAÇÃO		
Nome: _____	Data: _____	Idade: _____
Por favor, avalie a amostra utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto.		
Código da amostra: _____		
<input type="checkbox"/> Gostei extremamente		
<input type="checkbox"/> Gostei muito		
<input type="checkbox"/> Gostei moderadamente		
<input type="checkbox"/> Gostei ligeiramente		
<input type="checkbox"/> Indiferente		
<input type="checkbox"/> Desgostei ligeiramente		
<input type="checkbox"/> Desgostei moderadamente		
<input type="checkbox"/> Desgostei muito		
<input type="checkbox"/> Desgostei extremamente		
Anotações: _____		

Figura 3.2 – Ficha de avaliação utilizada em teste de aceitação de iogurte.

Os resultados obtidos no teste foram avaliados por meio do Mapa de Preferência Interno, utilizando o programa estatístico SAS, Statistical Analysis System, versão 9.1, licenciado para Universidade Federal de Viçosa. Para obtenção do Mapa de Preferência Interno ou Análise de Preferência Multidimensional (MDPREF), os dados do teste de aceitação foram organizados numa matriz, com as amostras nas linhas e os consumidores nas colunas, e então submetidos à Análise de Componentes Principais (ACP). Os resultados foram expressos em um gráfico de dispersão das amostras (tratamentos) em relação aos dois primeiros componentes principais e em outro

representando os "loadings" (cargas) da ACP (correlações dos dados de cada consumidor com os dois primeiros componentes principais) (REIS, et. al, 2006).

3. Resultados e discussão

3.1 Análise microbiológica

O Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento estabelece Padrões de Qualidade e Identidade (PIQ) para leites fermentados. Segundo Resolução nº 5, os critérios microbiológicos aceitáveis para uma amostra de leite fermentado são: contagens máximas de 100 NMP.mL⁻¹ para coliformes totais, 10 NMP.mL⁻¹ para coliformes fecais, 200 UFC.mL⁻¹ para bolores e leveduras (BRASIL, 2000).

No que se referem aos parâmetros microbiológicos, todas as amostras atenderam às exigências do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000). Nas amostras 3%FL foram detectados Coliformes Totais, porém em número abaixo dos limites permitidos pela legislação (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 - Avaliação microbiológica das formulações de iogurte com e sem adição de concentrado protéico de soro de leite e farinha de linhaça.

MICRORGANISMOS	Formulação de iogurte			
	Controle	1%FL	2%FL	3%FL
NMP* Coliformes totais/g	< 3,0	< 3,0	< 3,0	9
NMP* coliformes 45°C/g	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Contagem de estafilococos coagulase positiva UFC/g**	< 10 ²	< 10 ²	< 10 ²	< 10 ²
Contagem de fungos e leveduras UFC/g**	< 10 ³	< 10 ³	< 10 ³	< 10 ³
Salmonella sp/25g	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Controle - – iogurte com CPS sem adição de farinha de linhaça; 1%FL – iogurte com CPS adicionado de 1% de farinha de linhaça; 2%FL - iogurte com CPS adicionado de 2% de farinha de linhaça; 3%FL - iogurte com CPS adicionado de 3% de farinha de linhaça.

*NMP = Número Mais provável

** UFC = Unidades Formadoras de Colônias

3.2 Análise sensorial

3.2.1 Análise Descritiva Quantitativa

3.2.1.1 Recrutamento e pré-seleção dos julgadores

Dos 35 voluntários recrutados para compor a equipe sensorial 16 acertaram pelo menos 75% dos testes triangulares, sendo 12 mulheres e quatro homens os quais foram pré-selecionados para participarem do desenvolvimento da terminologia descritiva para as formulações de iogurte.

3.2.1.2 Levantamento dos termos descritivos

Oito termos foram selecionados pela equipe como sendo os que melhor caracterizavam as amostras de iogurte. A terminologia descritiva incluiu dois atributos para aparência (cor característica de linhaça e viscosidade), um para aroma (característico de linhaça), quatro para sabor (gosto ácido, gosto doce, sabor residual de linhaça e sabor característico de linhaça) e um para textura (presença de partículas).

Após a definição dos atributos, foi elaborada uma lista com os atributos, definições e padrões de referência para os iogurtes avaliados por meio da ADQ (Tabela 3.2) e uma ficha de avaliação utilizada nos testes preliminares e finais (Figura 3. 3).

Tabela 3.2 - Definições e Referências para os termos descritores para iogurte de linhaça.

Termo descritor	Definição	Padrões de Referência
Aparência		
Cor característica de iogurte de linhaça	Cor marrom característica das sementes de linhaça triturada	Claro: iogurte com 1,5% CPS, sem linhaça Escuro: iogurte com 1,5% CPS e 4% de farinha de linhaça
Viscosidade	Atributo relacionado com a resistência ao escoamento	Fraco: iogurte sem linhaça e sem CPS Forte: iogurte com 1,5% CPS e 4% de farinha de linhaça
Aroma		
Aroma característico de linhaça	Propriedade sensorial percebida quando substâncias voláteis da semente de linhaça triturada e de produtos da fermentação do iogurte são aspiradas via retro nasal.	Fraco: iogurte sem linhaça Forte: iogurte com 1,5% CPS e 4% de farinha de linhaça
Sabor		
Sabor característico de iogurte de linhaça	Sabor característico das sementes de linhaça trituradas	Fraco: iogurte com 1,5% CPS e sem linhaça Forte: iogurte com CPS e 4% de farinha de linhaça
Gosto ácido	Gosto ácido característico do ácido láctico presente no iogurte natural.	Fraco: iogurte com 1,5% CPS, sem linhaça, com açúcar, diluído em leite (2:1). Forte: iogurte sem CPS, sem linhaça e sem açúcar
Gosto doce	Gosto percebido pela mucosa oral semelhante aquele provocado pela sacarose	Fraco: iogurte sem CPS, com 3% açúcar Forte: iogurte com 1,5% CPS e 12% açúcar
Sabor Residual	Sabor residual de sementes de linhaça trituradas que permanece após a ingestão do produto.	Fraco: iogurte sem linhaça Forte: iogurte com 4% de farinha de linhaça
Textura		
Presença de partículas	Sensação provocada na boca pela presença das sementes de linhaça trituradas	Fraco: iogurte sem linhaça Forte: iogurte com 4% de farinha de linhaça

ADQ					
Nome: _____ Data: __/__/____					
Por favor, prove a amostra e marque com um traço vertical nas escalas abaixo, a posição que identifique melhor a intensidade da característica avaliada.					
Código da Amostra: _____					
Aparência					
<i>Cor característica de iogurte de linhaça</i>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: left;">Nenhuma</td> <td style="text-align: right;">Forte</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>	Nenhuma	Forte		
Nenhuma	Forte				
<i>Viscosidade</i>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: left;">Fraco</td> <td style="text-align: right;">Forte</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>	Fraco	Forte		
Fraco	Forte				
Textura					
<i>Presença de partículas</i>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: left;">Nenhuma</td> <td style="text-align: right;">Muita</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>	Nenhuma	Muita		
Nenhuma	Muita				
Aroma					
<i>Aroma característico de iogurte de linhaça</i>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: left;">Nenhum</td> <td style="text-align: right;">Forte</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>	Nenhum	Forte		
Nenhum	Forte				
Sabor					
<i>Sabor característico de iogurte de linhaça</i>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: left;">Nenhum</td> <td style="text-align: right;">Forte</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>	Nenhum	Forte		
Nenhum	Forte				
<i>Gosto doce</i>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: left;">Fraco</td> <td style="text-align: right;">Forte</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>	Fraco	Forte		
Fraco	Forte				
<i>Gosto ácido</i>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: left;">Fraco</td> <td style="text-align: right;">Forte</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>	Fraco	Forte		
Fraco	Forte				
<i>Sabor residual de linhaça</i>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: left;">Nenhum</td> <td style="text-align: right;">Forte</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>	Nenhum	Forte		
Nenhum	Forte				

Figura 3.3 – Modelo da ficha da ADQ empregada no teste preliminar e na avaliação final das amostras.

3.2.1.3 Seleção dos julgadores

Os resultados da seleção final dos julgadores por meio da avaliação do poder de discriminação e da repetibilidade estão expressos nas Tabelas 3.3 e 3.4. Todos os julgadores pré-selecionados apresentaram repetibilidade dos resultados ($pF_{\text{amostras}} \leq 0,50$), entretanto oito deles foram dispensados por não apresentarem poder de discriminação das amostras ($pF_{\text{repetições}} \geq 0,05$). Assim, foram selecionados oito julgadores para compor a equipe para avaliação final das quatro formulações de iogurtes.

Tabela 3.3 - Níveis de probabilidade de $F_{AMOSTRA}$ dos julgadores para os atributos sensoriais de iogurte de linhaça.

Julgador	Aparência		Aroma	Sabor			Textura	
	Cor	Viscosidade	Aroma característico	Sabor característico	Gosto doce	Gosto ácido	Sabor residual	Presença de partículas
J2*	0,0004	0,0362	0,0001	0,0001	0,3356	0,5318	0,0001	0,0001
J3*	0,0234	0,9000	0,0080	0,0008	0,0086	0,0114	0,0147	0,0170
J4*	0,0015	0,1821	0,0137	0,0007	0,5101	0,4283	0,0163	0,0107
J5	0,0006	0,1347	0,0078	0,0045	0,1946	0,2030	0,0132	0,0279
J6	0,0485	0,0429	0,0131	0,0471	0,0255	0,0719	0,0615	0,0282
J7*	0,0205	0,0576	0,0037	0,0235	0,1558	0,8277	0,0459	0,0204
J8	0,0130	0,4331	0,0368	0,0117	0,1107	0,0057	0,0149	0,0591
J9	0,0005	0,4685	0,0002	0,0010	0,3528	0,3400	0,0031	0,0026
J10	0,0397	0,1524	0,0022	0,1501	0,2157	0,4266	0,0477	0,1431
J11	0,0010	0,3316	0,0001	0,0007	0,0198	0,3407	0,0035	0,0047
J12*	0,0186	0,8246	0,0715	0,0187	0,2581	0,7338	0,0379	0,0421
J13	0,0002	0,1304	0,0001	0,0076	0,2334	0,4324	0,0022	0,0051
J14	0,0183	0,0964	0,0202	0,0457	0,1849	0,2526	0,0794	0,0240
J15*	0,0258	0,0041	0,0030	0,0005	0,5564	1,0000	0,0057	0,0015
J16*	0,0108	0,5253	0,0096	0,0044	0,1893	0,9474	0,0590	0,0110

(*) Julgadores que apresentaram valores de p de $F_{amostra} \geq 0,50$ na avaliação das amostras em três repetições, não foram selecionados.

Tabela 3.4 - Níveis de probabilidade de $F_{\text{REPETIÇÃO}}$ dos julgadores para os atributos sensoriais de iogurte de linhaça

Julgador	Aparência		Aroma	Sabor			Textura	
	Cor	Viscosidade	Aroma característico	Sabor característico	Gosto doce	Gosto ácido	Sabor residual	Presença de partículas
J1	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9896	0,4100	0,5000	0,5000
J2	0,5000	0,1075	0,5000	0,5000	0,3298	0,6560	0,5000	0,5000
J3	0,5900	0,9600	0,3900	0,1250	0,2591	0,3171	0,3679	0,3828
J4	0,5000	0,3394	0,5000	0,5000	0,5493	0,3787	0,5000	0,5000
J5	0,5000	0,4499	0,5000	0,5000	0,2882	0,2152	0,5000	0,5000
J6	0,5000	0,5180	0,5000	0,5000	0,5000	0,6980	0,5000	0,5000
J7	0,1428	0,8443	0,1362	0,4451	0,9846	0,2276	0,4476	0,3220
J8	0,5000	0,1271	0,5000	0,5000	0,1143	0,8750	0,5000	0,5000
J9	0,5000	0,6755	0,5000	0,5000	0,4241	0,5000	0,5000	0,5000
J10	0,3469	0,9724	0,0800	0,8715	0,5700	0,8547	0,6379	0,6125
J11	0,5000	0,7756	0,5000	0,5000	0,1098	0,9675	0,5000	0,5000
J12	0,5000	0,6864	0,5000	0,5000	0,2048	0,3352	0,5000	0,5000
J13	0,8750	0,6337	0,5000	0,5000	0,7581	0,8636	0,5798	0,5676
J14	0,5000	0,0583	0,5000	0,5000	0,3967	0,5937	0,5135	0,5000
J15	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,4146	0,2500	0,5000	0,5000
J16	0,5000	0,3679	0,5000	0,5000	0,3424	0,6776	0,5000	0,5000

3.2.1.4 Avaliação final das amostras

A avaliação dos resultados foi realizada por meio da ANOVA com duas fontes de variação (amostra e julgador) e interação amostra x julgador. Os oito atributos avaliados demonstraram haver efeito significativo ($p \leq 0,01$) da interação amostra*julgador (Tabela 3.5). O teste para efeito de amostras foi realizado novamente, utilizando o quadrado médio da interação amostra x julgador como denominador (F versus interação), como proposto por STONE e SIDEL (1974).

Os iogurtes diferiram entre si pelo teste tukey ($p \leq 0,05$) nos atributos cor característica de iogurte de linhaça, aroma característico de iogurte de linhaça, sabor característico de iogurte de linhaça, sabor residual de linhaça e presença de partículas (Tabela 3.6). A adição de farinha de linhaça não alterou os gostos doce e ácido dos iogurtes avaliados.

O iogurte contendo 3% de farinha de linhaça diferiu da amostra controle, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em relação ao atributo viscosidade, apresentando maior intensidade para este atributo. Na Tabela 3.6 observa-se a tendência de aumento da intensidade do atributo viscosidade em relação à concentração de farinha de linhaça. Isto pode ser em função da concentração de fibra alimentar na linhaça. Soukoulis et al. (2009) observaram que o acréscimo de fibra alimentar em sorvetes e em soluções de sacarose-polissacáridos aumentou significativamente a viscosidade, devido ao aumento de sólidos totais e à formação de redes constituídas por celulose e hemicelulose hidratados. Resultados semelhantes foram encontrados por Gel-Nagar *et al.* (2002) em sorvetes de iogurte com baixo teor de gorduras. Khalloufi et al. (2009) observaram um aumento significativo da viscosidade em altas concentrações ($> 0,1\%$) de goma de linhaça em soluções contendo isolado protéico do soro de leite.

Tabela 3.5 - Resumo da ANOVA dos atributos sensoriais de iogurte de linhaça.

ATRIBUTO	FV	GL	QM	Versus resíduo		Versus interação	
				F	Prob.	F	Prob.
Cor característica de iogurte de linhaça	A	3	255,9653	577,09*	<0,0001	105,24*	<0,0001
	J	7	11,03938	11,04			
	A*J	21	2,4322	2,43*	<0,0001		
	Res	64	0,4435				
Viscosidade	A	3	111,8159	188,19*	<0,0001	22,20*	<0,0001
	J	7	21,4067	36,03			
	A*J	21	5,0351	8,47*	<0,0001		
	Res	64	0,5941				
Aroma característico de iogurte de linhaça	A	3	255,8890	364,20*	<0,0001	66,21*	<0,0001
	J	7	19,8485	28,25			
	A*J	21	3,8636	5,50*	<0,0001		
	Res	64	0,7026				
Sabor característico de iogurte de linhaça	A	3	255,2540	627,67*	<0,0001	64,48*	<0,0001
	J	7	23,4385	57,64			
	A*J	21	3,9586	9,73*	<0,0001		
	Res	64	0,4066				
Gosto doce	A	3	0,6025	1,12	0,3469	0,38	0,7714
	J	7	47,2571	87,99			
	A*J	21	1,6037	2,99*	0,0004		
	Res	64	0,5370				
Gosto ácido	A	3	2,4564	3,74*	0,0153	1,56	0,2282
	J	7	24,1591	36,83			
	A*J	21	1,5723	2,4*	0,0039		
	Res	64	0,6560				
Sabor residual de linhaça	A	3	221,9155	240,80*	<0,0001	45,06*	<0,0001
	J	7	29,3621	31,86			
	A*J	21	4,9246	5,34*	<0,0001		
	Res	64	0,9215				
Presença partículas	A	3	287,3713	685,07*	<0,0001	83,34*	<0,0001
	J	7	16,1673	38,54			
	A*J	21	3,4478	8,22*	<0,0001		
	Res	64	0,4194				

A = Amostra; J = Julgador; A*J = Interação Amostra versus Proveedor; Res = Resíduo; * significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Tabela 3.6 – Média dos atributos sensoriais de iogurte de linhaça

ATRIBUTO	Formulações de iogurtes			
	Controle	1%FL	2%FL	3%FL
Cor característica de iogurte de linhaça	0,02a	2,94b	5,67c	7,50d
Viscosidade	2,32a	4,15b	5,90bc	7,29c
Aroma característico de iogurte de linhaça	0,03a	3,21b	5,69c	7,57d
Sabor característico de iogurte de linhaça	0,03a	3,61b	5,89c	7,57d
Gosto doce	4,27a	4,17a	4,04a	3,91a
Gosto ácido	3,15a	3,04a	2,85a	2,42a
Sabor residual de linhaça	0,04a	3,67b	5,69c	7,02d
Presença de partículas	0,02a	3,09b	6,13c	7,87d

Controle – iogurte com CPS sem adição de farinha de linhaça; 1%FL – iogurte com CPS adicionado de 1% de farinha de linhaça; 2%FL - iogurte com CPS adicionado de 2% de farinha de linhaça; 3%FL - iogurte com CPS adicionado de 3% de farinha de linhaça.

A Figura 3.4 A e B é uma projeção dos resultados obtidos da análise de componentes principais (ACP) das amostras de iogurtes acrescidos de CPS e de farinha de linhaça. O primeiro componente principal explicou 99% da variação, sendo suficiente para discriminar as amostras quanto a seus atributos sensoriais. A separação espacial das quatro formulações sugere a formação de dois grupos distintos, um grupo formado pelas amostras controle e com 1% de farinha de linhaça e outro grupo formado pelas amostras com 2% e 3% de farinha de linhaça (Figura 3.4 A). Na Figura 3.4 B, observam-se as correlações entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais. Neste gráfico, os atributos sensoriais são representados por vetores. Cada abscissa e ordenada de um vetor é, respectivamente, a correlação linear entre um atributo sensorial e o primeiro e segundo componente principal, respectivamente.

Com exceção dos atributos gosto doce e gosto ácido, todos os outros atributos estão correlacionados ($p < 0,002$) com o primeiro componente principal (Tabela 3.7). Este resultado sugere que os atributos gosto doce e gosto ácido, não contribuíram para a discriminação das amostras, o que pode ser confirmado pela

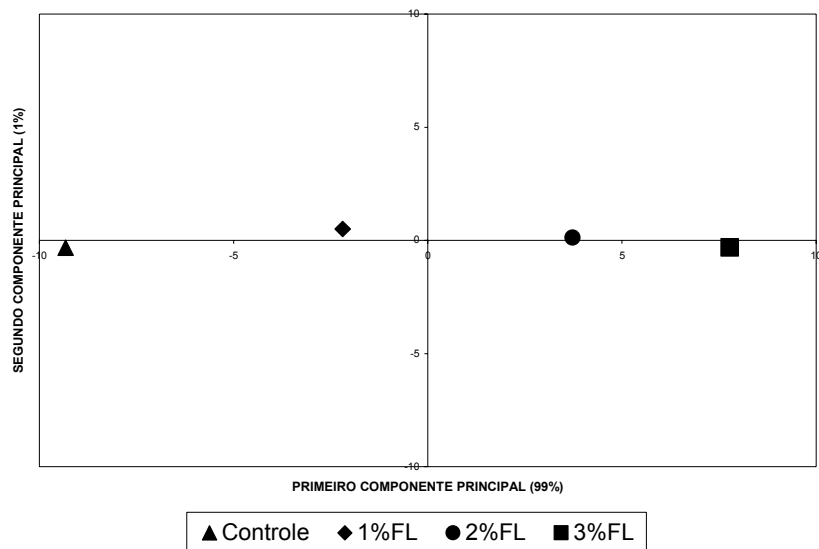
Tabela 3.6, que indica que as formulações não diferiram entre si ($p > 0,05$) em relação a estes atributos.

A Figura 3.4 sugere que os atributos cor característica de iogurte de linhaça, viscosidade, aroma característico de iogurte de linhaça, sabor característico de iogurte de linhaça, sabor residual de linhaça e presença de partículas (correlações positivas com o primeiro componente principal) estão presentes em maior intensidade nas formulações 2%FL e 3%FL, pois estas se localizam à direita da Figura 3.4 A (lado positivo do eixo horizontal). Já as formulações Controle e 1%FL, localizadas do lado esquerdo da Figura 3.4 A (lado negativo do eixo horizontal) possuem esses atributos em menor intensidade.

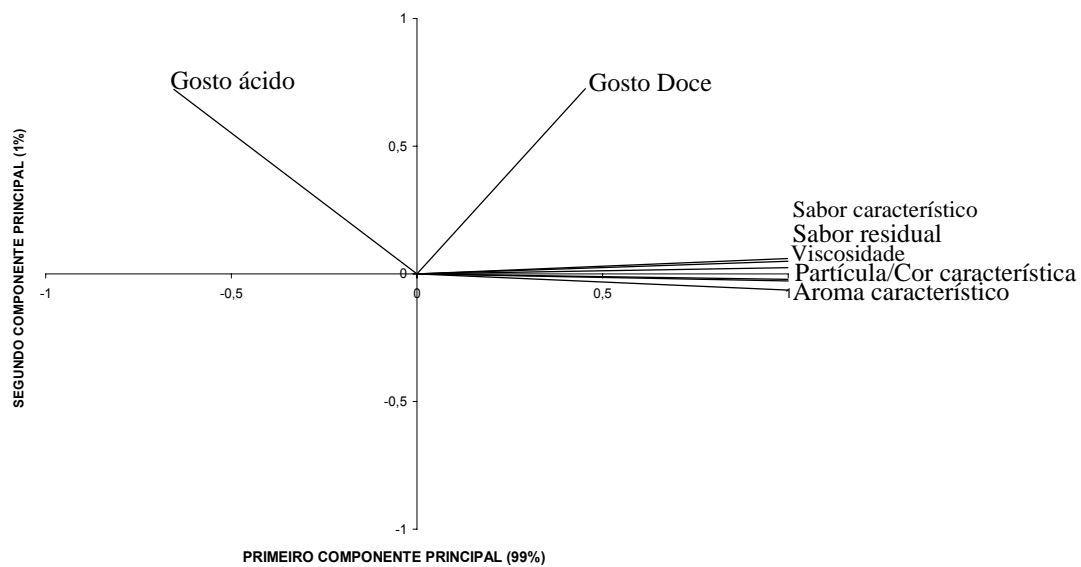
Tabela 3.7 - "Loadings" (cargas) - Correlações (Coeficientes de Correlação de Pearson) entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais.

ATRIBUTOS	COMPONENTES PRINCIPAIS			
	Y1		Y2	
	r	p	r	P
Cor característica	0,999	0,0004	-0,027	0,972
Viscosidade	0,999	0,0006	0,024	0,975
Aroma característico	0,997	0,0020	-0,062	0,937
Sabor característico	0,998	0,0020	0,060	0,939
Gosto doce	0,452	0,5472	0,725	0,274
Gosto ácido	-0,654	0,3456	0,721	0,278
Gosto residual	0,998	0,0012	0,048	0,951
Presença de partículas	0,999	0,0007	-0,022	0,977

r: Coeficiente de correlação de Pearson; p: Nível de significância



A – Dispersão das quatro amostras em relação aos dois primeiros componentes principais.



B - "Loadings" (cargas) - Correlações entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais.

Figura 3.4 - Análise de Componentes Principais dos atributos sensoriais para as amostras de iogurtes de linhaça.

3.2.2 Teste de aceitação

As amostras de iogurte foram avaliadas por 100 consumidores, na faixa etária de 16 a 57 anos, sendo 61 do sexo feminino e 39 do sexo masculino.

Os resultados da avaliação da aceitabilidade sensorial das quatro amostras de iogurtes estão apresentados na Tabela 3.8. As quatro formulações (controle, 1%FL, 2%FL e 3%FL) foram bem aceitas pela maioria dos consumidores sendo, classificadas entre os termos hedônicos “gostei extremamente” e “gostei ligeiramente” por 86%, 80%, 71% e 67% dos consumidores, respectivamente.

Tabela 3.8. Freqüências das notas atribuídas, em cada um dos termos hedônicos, às quatro amostras de iogurtes.

Termos Hedônicos	Notas	Formulações de iogurte			
		Controle	1%FL	2%FL	3%FL
Gostei extremamente	9	14	7	4	3
Gostei muito	8	24	26	25	15
Gostei moderadamente	7	34	22	24	23
Gostei ligeiramente	6	14	25	18	26
Indiferente	5	8	9	2	9
Desgostei ligeiramente	4	2	5	11	11
Desgostei moderadamente	3	3	3	7	5
Desgostei muito	2	1	3	7	7
Desgostei extremamente	1	0	0	2	1

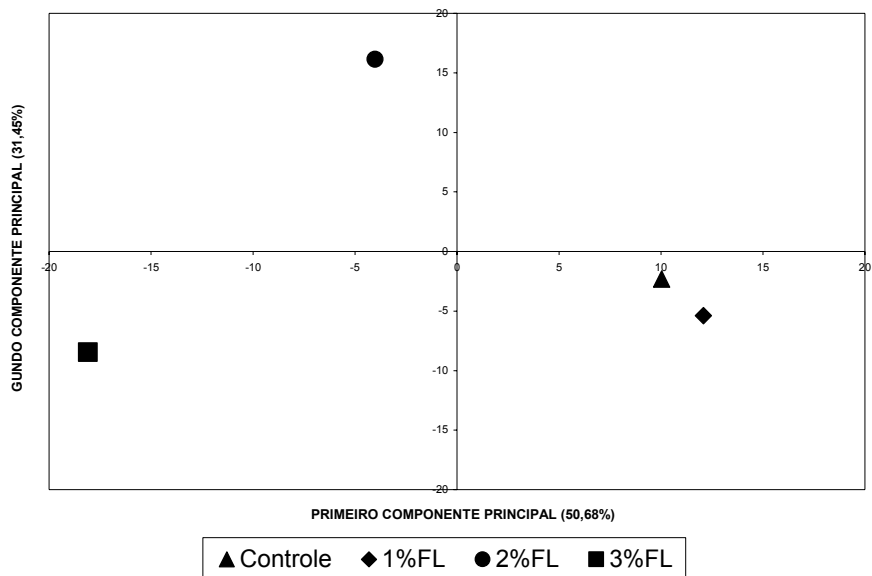
Controle – iogurte com CPS sem adição de farinha de linhaça; 1%FL – iogurte com CPS adicionado de 1% de farinha de linhaça; 2%FL - iogurte com CPS adicionado de 2% de farinha de linhaça; 3%FL - iogurte com CPS adicionado de 3% de farinha de linhaça.

No Mapa de Preferência Interno (MDPREF) o primeiro componente principal explicou 50,68% e o segundo 31,46%, totalizando, portanto, 82,14% da variância entre as amostras quanto à sua aceitação (Figura 3.5). Assim, os dois componentes são considerados suficientes para discriminar as amostras quanto à aceitação.

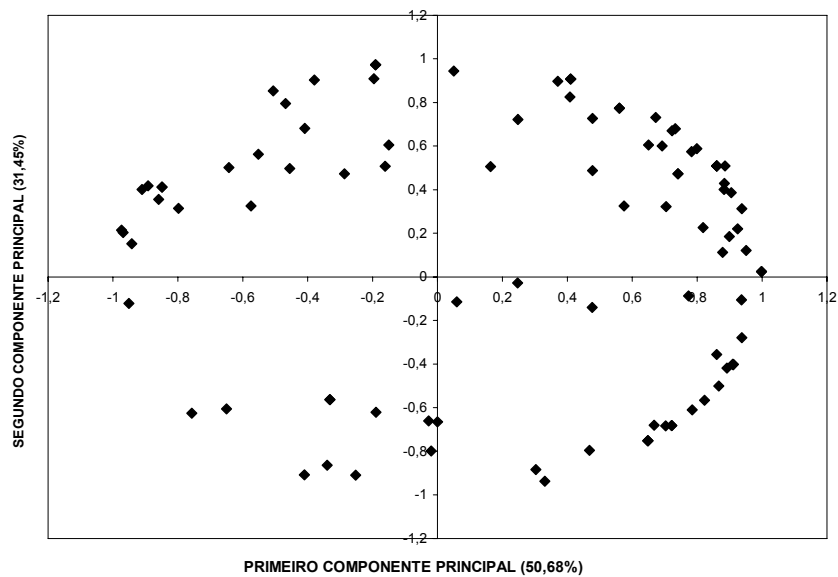
A separação espacial das amostras de iogurtes sugere a existência de três grupos de acordo com a aceitação das mesmas, sendo um grupo formado pelas amostras controle e 1%FL e os outros pelas amostras 2%FL e 3%FL (Figura 3.5).

Na Figura 3.5 B, cada ponto representa as correlações entre os dados de aceitação de um consumidor e os dois primeiros componentes principais. A correlação de consumidores com pelo menos um dos componentes indicou diferença na aceitação das amostras. Assim, os consumidores localizados mais próximos do centro do gráfico não estão correlacionados com nenhum dos dois componentes principais e contribuem pouco para a discriminação das amostras, ou seja, são consumidores que consideram as amostras com aceitação semelhante. Este grupo é formado por um número pequeno de consumidores.

No MDPREF os consumidores ficam localizados próximos às amostras que eles gostaram, desta forma, os iogurtes controle e 1%FL foram os mais aceitos pelos consumidores, seguida pela amostra 2%FL. A amostra 3%FL foi a menos aceita dentre as quatro amostras avaliadas.



A - Dispersão das amostras de iogurte de linhaça em relação à aceitação pelos consumidores



B - "Loadings" (Cargas) – Correlações entre os dados de aceitação de cada consumidor e os dois primeiros componentes principais (◆ consumidores).

Figura 3.5 - Mapa de Preferência Interno para as quatro formulações de iogurte em relação à impressão global.

4. Conclusão

O perfil sensorial dos iogurtes contendo concentrado protéico de soro de leite e diferentes concentrações de farinha de linhaça foi caracterizado por oito atributos sendo, dois de aparência (cor característica de iogurte de linhaça e viscosidade), um de aroma (característico de iogurte de linhaça), quatro de sabor (gosto ácido, gosto doce, Sabor residual de linhaça e sabor característico de iogurte de linhaça) e um de textura (presença de partículas).

Os iogurtes contendo 2% e 3 % de FL foram caracterizados principalmente pelos atributos cor característica de iogurte de linhaça, viscosidade, aroma característico de iogurte de linhaça, sabor característico de iogurte de linhaça, gosto residual de linhaça e presença de partículas enquanto as amostras controle e com 1% de FL apresentaram esses atributos em menor intensidade. Os atributos gosto doce e gosto ácido não contribuíram para a discriminação das amostras.

Todas as amostras foram aceitas, sendo os iogurtes sem farinha de linhaça e com 1 % farinha de linhaça os mais aceitos pelos consumidores, seguida pela amostra contendo 2% farinha de linhaça. O iogurte com maior concentração de farinha de linhaça foi o menos aceito dentre as quatro formulações avaliadas.

5. Referência bibliográfica

AZIZNIA, S. et al. J. Whey Protein Concentrate and Gum Tragacanth as Fat Replacers in Nonfat Yogurt: Chemical, Physical, and Microstructural Properties. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p.2545–2552, 2008.

BARRANTES, E. et al. The manufacture of set-type natural yoghurt containing different oils—2. Rheological properties and microstructure. **International Dairy Journal**, v.6, p.827–837, 1996.

BELCHIOR, F. Lácteos 100% saudáveis. **Leite e derivados**, v.12,n.69,,p.30-33, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Resolução n. 5**, de 13 de novembro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados. Disponível em: <http://www.ngtecn.com.br/legislacao/leite_piq_leite_fermentado.htm>. Acesso em: 05 maio. 2009.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 62 de 26 de agosto de 2003. **Diário Oficial da União**, nº 181, Brasília/ DF, seção 1, p. 14- 51, 2003.

COCHRAN, W. G. & COX, G. M. **Experimental design**. 2ªed. New York. Willey Inc. 1957.

DAMASIO, M. H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Revista Agroquímica de Tecnología de Alimentos**, v. 31, n. 2, p. 165-78, 1991.

GEL-NAGAR; CLOWES, G; TUDORICĂ, C. M.; KURI, V. Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. **International Journal of Dairy Technology**, v. 55; n. 2, p. 89-93, 2002.

HAQUE, Z. U.; JI, T. Cheddar whey processing and source: II. Effect on non-fat ice cream and yoghurt. **International Journal of Food Science and Technology**. V.38, p. 463–473, 2003.

HARRIS, W. S.; PARK, Y.; ISLEY, W. L.: Cardiovascular disease and long-chain n-3 fatty acids. **Current Opinion in Lipidology**, V. 14, p. 9–14, 2003.

HAULY, M.C.O.; FUCHS., R.H.B.; PRUDENCIO-FERREIRA, S.H. Suplementação de iogurte de soja com frutooligossacarídeos: características probióticas e aceitabilidade. **Revista de Nutrição**, v. 18, n.5,p.613-622, 2005.

JAWORSKA, D.; BOZENA, W.; WOJCIECH, K.; SWIDERSKI, F. Relative importance of texture properties in the sensory quality and acceptance of natural yoghurts **International Journal of Dairy Technology**. V. 58, n. 1, p.39-46, 2005.

JOMORI, M.M.; PROENÇA, R.P.C.; CALVO, M.C.M. Determinantes de escolha alimentar. **Revista de Nutrição**., v.21, n.1, p.63-73, 2008.

KÄHKÖNEN, P.; TUORILA, H. Consumer responses to reduced and regular fat content in different products: effect of gender, involvement and health concern. **Food Quality and Preference**, v. 10, p. 83-91, 1999.

KHALLOUFI S; CORREDIG, M.; GOFF, D. H.; ALEXANDER, M. Flaxseed gums and their adsorption on whey protein-stabilized oil-in-water emulsions. **Food Hydrocolloids**. v. 23 p. 611–618, 2009.

KIM, YJ.; LIU RH, Increase of conjugated linoleic acid content in milk by fermentation with lactic acid bacteria. **Journal Food Science**, v. 67, p.1731–1737, 2002.

KOLANOWSKI, W.; SWIDERSKI, F.; BERGER, S. Possibilities of fish oil application for food products enrichment with omega-3 PUFA. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v.50, p. 39–49, 1999.

MARTÍN-DIANA, A.B.; JANER,C.; PELÁEZ, C.; REQUENA,T. Effect of milk fat replacement by polyunsaturated fatty acids on the microbiological, rheological and sensorial properties of fermented milks. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 84, p.1599–1605, 2004.

MATSUBARA, S. Alimentos Funcionais: Uma tendência que abre perspectivas aos laticínios, **Revista Laticínios**, v. 6, n. 34, 2001.

PINHEIRO, M.V.S.; PENNA, A.L.B. Substitutos de gordura: tipos e aplicações em produtos lácteos. **Alimentos e Nutrição**, v. 15, n. 2, p. 175-186, 2004

REIS, R.C. **Iogurte “light” sabor morango: equivalência de doçura, caracterização sensorial e impacto da embalagem na intenção de compra do consumidor**. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), UFV, Viçosa, MG, 143p., 2007.

REIS, R.C.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, J. C.S.; MINIM, V. P. R., S. Mapa de preferência. In. **Análise sensorial: Estudo com consumidores/ Valéria Paula Rodrigues Minim – Viçosa: Ed. UFV, Cap. 1, p. 13-50, 225p. 2006.**

RIBEIRO, M.M. **Desenvolvimento e caracterização sensorial de iogurte diet sabor morango adicionado de concentrado protéico de soro**. Viçosa: UFV. 2008. 72p. Tese (Mestrado em Ciência de Alimentos)-Universidade Federal de Viçosa, 2008.

SANTANA, L. R. R. et al. Perfil sensorial de iogurte light sabor pêssego. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 619-625, 2006.

SOUKOULIS, C.; LEBES, D. I.; TZIA, C. Enrichment of ice cream with dietary fibre: Effects on rheological properties, ice crystallisation and glass transition phenomena. **Food Chemistry**. v. 115, p. 665–671, 2009.

STONE, H., SIDEL, J. L., OLIVER,S., WOOLEY, A., SINON, R. C. Sensory evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. **Food Technology**. v.28, n. 11, p.24-34, 1974.

CONCLUSÃO GERAL

Os resultados obtidos neste estudo permitem concluir que o concentrado protéico do soro de leite e a farinha de linhaça são ingredientes promissores no desenvolvimento de produtos, uma vez que agregaram valor nutricional aos iogurtes sem perder a qualidade sensorial.

O teor de proteína, em todas as quatro formulações, além de ficar acima do previsto na legislação brasileira, apresentou boa qualidade protéica, sendo eficaz para garantir o crescimento e a manutenção dos tecidos corporais.

O perfil lipídico dos iogurtes adicionados de farinha de linhaça foi favorecido, especialmente em relação à concentração de ácido α -linolênico.

Apesar das quantidades de farinha de linhaça adicionadas aos iogurtes não terem sido suficiente para colocar os produtos na categoria de alimento fonte, as formulações poderão ter alegação de “contém fibra alimentar”.

Os iogurtes contendo 2% e 3 % de farinha de linhaça foram caracterizados principalmente pelos atributos cor característica de iogurte de linhaça, viscosidade, aroma característico de iogurte de linhaça, sabor característico de iogurte de linhaça, sabor residual de linhaça e presença de partículas enquanto os iogurtes controle e com 1% de FL apresentaram esses atributos em menor intensidade. Os atributos gosto doce e gosto ácido, não contribuíram para a discriminação das amostras.

Os iogurtes sem linhaça e com 1 % farinha de linhaça foram os mais aceitos pelos consumidores, seguida pela amostra contendo 2% farinha de linhaça. O iogurte com maior concentração de farinha de linhaça foi o menos aceito dentre as quatro formulações avaliadas.

Diante do exposto, pode-se afirmar que a formulação adicionada de CPS e 2 % de FL constitui uma boa alternativa por ser um produto de excelente qualidade protéica, com teor de lipídios totais reduzidos, especialmente gordura saturada, com excelente fonte de ácido graxo α -linolênico, contendo fibra alimentar e baixo teor de Na e com qualidade sensorial. Tais características diferenciam o produto daqueles disponíveis no mercado, devido ao seu elevado potencial em promover a saúde, abrindo perspectivas de agregação de valor nutricional e funcional aos produtos no mercado de fermentados.

ANEXOS

RECRUTAMENTO DE DEGUSTADORES

Neste momento, o Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos-UFV, necessita formar uma equipe treinada de degustadores. Se você deseja participar desta equipe, por favor, preencha este formulário e retorne-o a Secretaria de Pós-graduação com a Geralda. Se tiver qualquer dúvida, ou necessitar de informações adicionais, por favor, não hesite em nos contactar.

Nome: _____

Faixa etária: () 15-20 () 21-30 () 31-40 () 41-50 () 51-60

Endereço: _____

Telefone _____ Residência: _____ Celular: _____

Horários e dias da semana em que trabalha ou tem aula:

2^a: _____ 3^a: _____ 4^a: _____ 5^a: _____ 6^a: _____

1-Além do relatado anteriormente, existe algum dia ou horário durante o qual você não poderá participar das sessões de degustação? Quais?

2-Indique o quanto você aprecia cada um desses produtos:

logurte () Gosto () Nem gosto/Nem desgosto () Desgosto

Linhaça () Gosto () Nem gosto/Nem desgosto () Desgosto

3 - Cite alimentos e/ou ingredientes que você desgosta muito: _____

4 - Cite um alimento que seja crocante: _____

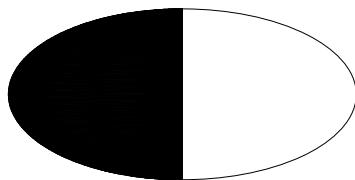
5- Cite um alimento que seja suculento: _____

6- Cite um alimento que seja consistente: _____

7-Cite um alimento que grude nos dentes ao ser mastigado: _____

8-Marque na linha à direita de cada figura, um trecho que indique a proporção da figura que foi coberta de preto (não use régua, use apenas sua capacidade visual de avaliar).

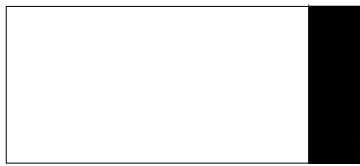
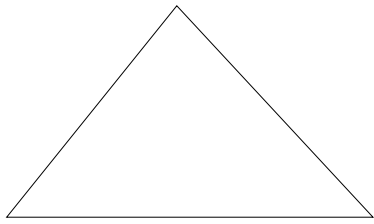
Exemplos:



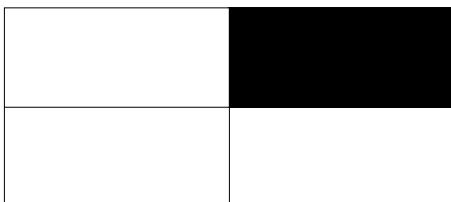
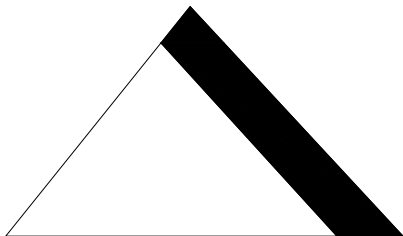
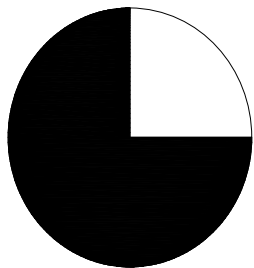
Nenhuma

Toda





Agora é a sua vez:



10- Especifique e explique os alimentos que você não pode comer ou beber por razões de saúde. _____

11-Você se encontra em dieta por razões de saúde? Em caso de saúde explique, por favor. _____

12- Você está tomando alguma medicação que poderia influir em sua capacidade de perceber odores e sabores? Em caso positivo, explique, por favor.

13-Indique se você possui:

	Sim	Não
Diabetes	()	()
Hipoglicemia	()	()
Alergia a alimentos	()	()
Hipertensão	()	()
Enxaqueca	()	()
Doenças bucais	()	()
Dentadura	()	()

Obrigada por sua colaboração!

Prof^ª. Valéria Paula Rodrigues Minim
3899-1623

Maria Inês de Souza Dantas
3899- 1265

Laboratório de Propriedades Tecnológicas e Sensoriais dos Alimentos
3899-1807 ou 3899-3810