

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**Utilização da Farinha de Linhaça (*linum usitatissimum L.*) no
Processamento de Biscoito Tipo “Cracker”: Características
Físico-Químicas, Nutricionais e Sensoriais**

Leda Maria Braga Maciel
Engenheira de Alimentos

FORTALEZA - 2006

LEDA MARIA BRAGA MACIEL

Utilização da Farinha de Linhaça (*linum usitatissimum L.*) no Processamento de Biscoito
Tipo “Cracker”: Características Físico-Químicas, Nutricionais e Sensoriais

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em
Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências
Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como
exigência parcial para obtenção de título de Mestre
em Tecnologia de Alimentos.

Orientadora:
Prof.^a Dr.^a. Dorasílvia Ferreira Pontes

FORTALEZA
CEARÁ - BRASIL

2006

LEDA MARIA BRAGA MACIEL

UTILIZAÇÃO DA FARINHA DE LINHAÇA (*LINUM USITATISSIMUM L.*) NO
PROCESSAMENTO DE BISCOITO TIPO “CRACKER”: CARACTERÍSTICAS
FÍSICO - QUÍMICAS, NUTRICIONAIS E SENSORIAIS

Esta dissertação foi submetida à coordenação de pós-graduação e aprovada por todos os membros da banca examinadora, como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos, concedido pela Universidade Federal do Ceará. O trabalho encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

Dissertação aprovada em 30 de agosto de 2006

Professora Dra. Dorasílvia Ferreira Pontes

Professora Dra. Maria do Carmo Passos Rodrigues

Professor Dra. Isabella Montenegro Brasil

Fortaleza
Ceará – Brasil

RESUMO

Na última década o consumo de linhaça (*Linum usitatissimum L.*) vem aumentando e despertando o interesse de muitos pesquisadores, porque ela contém combinações funcionais como o ácido linolênico (ALA), lignanas e fibras que estão relacionados ao seu potencial benéfico à saúde. Vários estudos comprovaram os benefícios da alimentação suplementada com linhaça na prevenção e tratamento de diversas enfermidades, entre elas: doenças vasculares, câncer, diabetes, artrite, lúpus, sintomas da menopausa e pós-menopausa, constipação, entre outros. Assim o objetivo desse trabalho foi desenvolver biscoitos tipo *cracker*, adicionados de 10%, 15% e 20% de farinha de linhaça (CL10, CL15 e CL20) a partir de uma formulação sem adição de farinha de linhaça (CSL) e avaliar suas características físicas, químicas, instrumentais, reológicas e sensoriais. A farinha de linhaça provocou mudanças significativas na reologia da massa, melhorando os parâmetros de espessura, comprimento e largura dos biscoitos. O teste de Tuckey mostrou que a umidade da amostra CL10 não diferiu ao nível de 5% de significância dos biscoitos CSL, CL15 e CL20, entretanto o CSL diferiu ($p < 0,05$) da CL15 e CL20. As modificações mais significativas na composição dos biscoitos foram verificadas nos teores de lipídios e proteínas. Todos os *crackers* com adição de farinha de linhaça apresentaram-se mais escuros que o CSL. A aceitabilidade dos *crackers* foi avaliada por 96 provadores, quanto à aparência, cor, sabor, textura, aceitação geral, intenção de compra e escala do ideal para dureza. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) para todos os atributos, entre as formulações, com exceção das formulações CSL e CL20. Os resultados de intenção de compra sugeriram que os consumidores tiveram maior interesse na aquisição dos *crackers* com adição de 15% de farinha de linhaça. A adição de farinha de linhaça provocou aumento significativo nos teores de proteínas, sais minerais e fibras, tornando os biscoitos em um produto com alto teor de fibra alimentar.

ABSTRACT

In the last decade the consumption of flaxseed (*Linum usitatissimum L.*) is increasing and awaking the interest of many searchers because it contains functional compounds as alpha-linolenic acid, lignans and fibers related to its beneficial potential for health. Several studies confirmed the benefits of food enriched with flaxseed in prevention and treatment of several diseases as vascular disease, cancer, diabetes, arthritis, lupus, symptoms of menopause and post menopause, constipation, etc. The purpose of this work was to develop biscuits like *cracker*, added 10%, 15% and 20% of flaxseed flour (CL10, CL15 and CL20) from the formulation without addition of flaxseed flour (CSL) and evaluate its physical, chemical, instrumental, rheological and sensory characteristics. The flaxseed flour provoked significant changes in rheology of dough, improving the thickness, length and width parameters of crackers. The Tuckey test showed that the humidity of sample CL10 didn't differ to the level ($p < 0,5$) of crackers CSL, CL15 and CL20, however the CSL cracker differed of CL15 and CL20 crackers. The most meaningful changes in the composition of crackers were verified in lipids and protein content. All crackers with addition of flaxseed flour showed darker than CSL cracker. 96 panelists as for appearance, color, flavor, texture, global acceptance, purchase intent and ideal scale for texture assessed the acceptability of crackers. There was a meaningful difference among the formulations ($p < 0,5$) in all attributes, excepting CSL and CL20 crackers. The results of purchase intent suggested that the consumers had a major interest on acquisition of CL15 crackers. The addition of flaxseed flour provoked significant increases on protein, mineral salts and fibers contents of crackers, transforming them in a product with high content of alimentary fibers.

**Ao Emílio, Lucas e Tiago, por
todo amor, carinho, incentivo e paciência.**

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Ceará (UFC), em especial ao Programa de Pós - Graduação em Tecnologia de Alimentos e aos professores pela oportunidade concedida para a realização do curso.

À Fundação Cearense de Amparo a Pesquisa (FUNCAP) pela concessão da bolsa.

A Professora Dra Dorasílvia Ferreira Pontes por sua orientação, amizade e incentivo em todas as horas.

A professora Maria do Carmo Passos Rodrigues pelo apoio e orientação na Análise Sensorial.

Ao Professor Dra. Isabella Montenegro Brasil, por sua participação na banca examinadora.

Ao Professor Dr. Cláudio Ernani Mendes da Silva pelo apoio e amizade.

Aos meus pais Leopoldo e Euza, pelo amor e incentivo.

A Professora Ana de Fátima Urano pelo apoio na análise de fibra alimentar.

Ao Grande Moinho Cearense, principalmente a sua Gerente de Qualidade Márcia Leal, pela matéria prima concedida e apoio nas análises reológicas.

Ao Centro de Treinamento e Moagem e Panificação (CERTREM), pelo apoio nas análises reológicas.

A Anida pelo interesse em ajudar.

Aos pesquisadores da Embrapa, pelo apoio nas análises instrumentais.

A todos que contribuíram de alguma forma para realização desta pesquisa.

Em especial a Deus, por te me dado força e determinação no desenvolvimento deste trabalho.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1	<i>Alimentos funcionais</i>	4
2.2	<i>Semente de linhaça</i>	5
2.2.1	<i>Componentes da semente de linhaça</i>	7
2.2.1.1	Ácidos graxos	7
2.2.1.2	Fitoestrógenos	11
2.2.1.3	Ácidos fenólicos	11
2.2.1.4	Lignananas	12
2.2.1.5	Flavonóides	17
2.2.1.6	Fibra	17
2.2.1.7	Proteína	20
2.2.2	Linhaça na prevenção e tratamento de diversas doenças	22
2.2.2.1	Doenças cardiovasculares	22
2.2.2.2	Alguns tipos de câncer	23
2.2.2.3	Osteoporose	26
2.2.2.4	Sintomas indesejáveis da menopausa	27
2.2.2.5	Lúpus	28
2.2.3	Estabilidade dos componentes da linhaça	28
2.3	<i>Farinhas compostas ou mistas</i>	30
2.4	Tecnologia dos biscoitos tipo “cracker”	31
2.4.1	2.4.1 Ingredientes do <i>Cracker</i>	32
2.5	2.5 Análise Sensorial	36
3	3 MATERIAL E MÉTODOS	39
3.1	3.1 Matéria-prima	39
3.2	3.2 Reagentes	39
3.3	3.3 Aparelhos e equipamentos	39
3.4	3.4 Métodos experimentais	41
3.4.1	<i>Caracterização física, físico-químico e reológica da farinha de trigo e das farinhas adicionadas com linhaça</i>	41
3.4.1.1	Análises reológicas da farinha de trigo e das farinhas adicionadas de farinha de linhaça	42
3.4.2	Caracterização física, físico-químico dos biscoitos tipo <i>cracker</i>	43
3.4.2.1	Medidas físicas dos biscoitos	44
3.4.2.2	Medidas instrumentais dos biscoitos	45
3.5	3.5 Processamento do biscoito tipo cracker	46
3.5.1	<i>Formulações dos biscoitos tipo cracker</i>	46
3.5.2	<i>Fluxograma de processamento</i>	48
3.5.3	<i>3.5.3 Etapas do processamento</i>	49
3.6	3.6 Análise sensorial	50
3.6.1	<i>Amostras</i>	50
3.6.2	<i>Delineamento experimental</i>	50
3.6.3	<i>Avaliação das amostras</i>	51

3.7	<i>Análise estatística</i>	55
4	RESULTADOS E DISCURSSÃO	56
4.1	<i>Caracterização físico-química e reológica da farinha de trigo e das farinhas adicionadas de 10%, 15% e 20% de farinha de linhaça</i>	56
4.1.1	<i>Composição centesimal da farinha de trigo</i>	56
4.1.2	<i>Teor de glúten</i>	57
4.1.3	<i>Índice de queda</i>	58
4.1.4	<i>Análises reológicas</i>	59
4.1.5	<i>Caracterização física, química e físico-químico dos biscoitos</i>	67
4.1.5.1	Composição centesimal dos biscoitos	67
4.1.6	<i>pH dos biscoitos</i>	69
4.2	<i>4.2 Medidas dimensionais</i>	70
4.2.1	Espessura	70
4.2.2	Comprimento	71
4.2.3	Largura	72
4.2.4	Medidas de peso, volume e densidade	72
4.3	<i>Medida instrumental de cor e textura dos biscoitos</i>	73
4.3.1	<i>Medida de cor</i>	73
4.3.2	<i>Caracterização instrumental da textura</i>	75
4.4	<i>Análise Sensorial</i>	75
4.4.1	Caracterização da equipe sensorial	76
4.4.2	Aceitação das formulações quanto aos atributos sabor, textura, impressão geral, aparência e cor através da escala hedônica	79
4.4.3	Avaliação da dureza pela escala do ideal	84
4.4.4	Avaliação da intenção de compra	85
5	CONCLUSÕES	86
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
7	APÊNDICE	102

1.INTRODUÇÃO

O princípio "Deixe o alimento ser teu remédio e o remédio ser teu alimento", exposto por Hipócrates aproximadamente 2.500 anos atrás, está recebendo um interesse renovado. Em particular, tem havido uma explosão do interesse dos consumidores no papel de alimentos específicos ou componentes alimentares ativos fisiologicamente, os supostos alimentos funcionais de melhorar a saúde (HASLER, 1998).

A função básica do alimento é fornecer energia e nutrientes para satisfação das necessidades nutricionais e garantia do bom funcionamento do organismo. Entretanto, nas últimas décadas, vários estudos têm demonstrado a associação entre dieta e doenças crônico-degenerativas e, assim, têm-se atribuído aos alimentos outras funções. Neste contexto, surge uma nova categoria de alimentos, denominados alimentos funcionais. O termo alimentos funcionais foi introduzido no Japão, em meados dos anos 1980, referindo-se aos alimentos processados, contendo ingredientes que auxiliam as funções específicas do organismo, além de serem nutritivos (HASLER, 1998), conhecidos também como FOSHU ("Foods for Specified Health Use").

As propriedades que possuem alguns alimentos funcionais relacionadas à saúde podem ser provenientes de constituintes normais destes alimentos, ou através da adição de ingredientes que modificam as propriedades originais. Podem incluir: fibras alimentares, oligossacarídeos, proteínas modificadas, peptídeos, carboidratos, antioxidantes, minerais e outras substâncias naturais e microrganismos (VIEIRA, 2001).

A linhaça é um alimento vegetal único que oferece benefícios potenciais para a saúde cardiovascular por ser fonte importante de ácido α -linolênico (Ômega 3) e de lignanas, uma classe de fitoestrogênios. O teor de ácido α -linolênico é maior do que em qualquer outra semente oleaginosa. Segundo Thompson et al. (1996), o teor de lignana na linhaça é 800 vezes maior do que em 66 alimentos vegetais avaliados.

A linhaça tem um perfil de ácido graxo sem igual. É alto em ácidos graxos polinsaturados (73), moderado em ácidos graxos monoinsaturados (18%), e baixo em ácidos graxos saturados (9%). Em média, a linhaça contém 32 – 45 % de gordura (sendo 51 – 55% de α -linolênico e 15 – 18% de ácido linoléico), 20 a 25% de proteína, 20 a 28% de fibra dietética total, 4 a 8% % de umidade e 3 a 4% de cinza (MORRIS, 2001). A composição da linhaça pode variar dependendo da genética, do meio ambiente, do

processamento da semente e do método de análise utilizado (PRASAD, 1998; ANONYMOUS, 2001; COŞKUNER, 2005). Esses e outros componentes da linhaça incorporados à dieta são particularmente atrativos para o desenvolvimento de alimentos com vantagens específicas para a saúde (OOMAH, 2001).

Segundo algumas definições para alimentos funcionais, como: “alimentos que afetam funções fisiológicas no organismo, de maneira objetiva e que tenham efeitos positivos, podendo justificar alegações de propriedades de saúde”, a linhaça é uma interessante matéria-prima para aplicações em alimentos dentro do conceito emergente de alimentos funcionais (NEUMAN et al., 2000; ALIMENTOS FUNCIONAIS, 2001; JOHNSON et al. 2002).

Os consumidores estão optando por alternativas na prevenção de doenças, sendo que 85% acreditam que a dieta pode reduzir o risco de certas patologias. O uso de remédios convencionais decresceu em 10% entre 1998 e 1999. Em 1999, 72% dos consumidores afirmaram ter adquirido suplementos de vitaminas e minerais.

A indústria de alimentos no Brasil nunca lançou no mercado tantos produtos novos como vêm ocorrendo nos últimos anos. Em virtude de fatores como o desenvolvimento tecnológico, crescimento da concorrência externa, licenciamento de marcas importadas, competitividade do setor, e principalmente da exigência do consumidor, que incorporou novos valores às suas preferências, as prateleiras dos supermercados recebem diariamente novos produtos (DUTCOSKY, 1996; GONÇALVES, 2003).

Dessa forma, o consumidor tende a se tornar mais seletivo e exige produtos de melhor qualidade na hora de optar pelas marcas à sua disposição. Em virtude disso, as indústrias precisam inovar ou desenvolver produtos com características especiais, que promova a saúde, que antecipem essas necessidades para surpreender o consumidor e ganhar mercado na frente da concorrência (ALPERS, 1996).

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de biscoito tipo *cracker*, com adição de farinha de linhaça, visando à obtenção de um produto com propriedades funcionais e com redução no teor de gordura vegetal hidrogenada. Avaliação dos efeitos da adição de semente de linhaça na qualidade dos biscoitos através de análises físicas, químicas, reológicas e o estudo da aceitabilidade do produto por testes sensoriais afetivos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Alimentos funcionais

Alimentos funcionais são por definição qualquer alimento natural modificado, ou ingredientes de alimentação que proporcione algum benefício para a saúde, além da função de participação no metabolismo primário (CRAVEIRO 1999).

Os alimentos funcionais incluem esses produtos desenvolvidos com o objetivo de melhorar saúde, bem como a performance física. O Comitê de Alimentos e Nutrição do Institute of Medicine (IOM/FNB, 1994) definiu alimentos funcionais como "qualquer alimento ou ingrediente que possa proporcionar um benefício à saúde além dos nutrientes tradicionais que ele contém". As novas gerações mais preocupadas com a saúde têm feito dos alimentos funcionais um grande trunfo da indústria alimentícia dos EUA (MEYER, 1998; WILDMAN, 2001).

Segundo a Portaria nº 398 de 30/04/1999, da Secretária de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde no Brasil (ANVISA), alimento funcional é definido como “todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produza efeitos metabólicos e/ ou fisiológicos e/ ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro sem supervisão médica”.

Alguns termos alternativos utilizados na literatura são utilizados para designar alimentos funcionais, tais como: “Medical Foods”, “Designer Foods”, “Foods for Specified Health Use – FOSHU” “Nutricional/Hypernutricional Foods” e nutracêuticos mais utilizado para componentes funcionais (BEHRENS, 2000).

Consumidores preocupados com a saúde estão cada vez mais buscando alimentos funcionais num esforço para controlar a saúde e o bem-estar. O campo dos alimentos funcionais, todavia, está em sua infância (HASLER, 1998).

A partir da década de 90, as atenções têm se voltado para os alimentos funcionais, um mercado em franca expansão. Estima-se que o mercado global represente valores superiores a US\$ 50 bilhões. Só nos Estados Unidos, em 1998, foram transacionados US\$ 16,7 bilhões, um incremento anual médio de 11% durante a década. Esse crescimento é devido à imagem positiva que os alimentos trazem, com relação ao seu impacto na saúde e

bem estar. Além da população em geral, o mercado inclui especificamente bebês (fórmulas infantis), a população da terceira idade, pacientes e doentes em recuperação, entre outros. Na Europa, apenas os derivados fermentados do leite, considerados alimentos funcionais, devem gerar vendas que se aproximam de €1 bilhão, porém com vendas per capita inferiores ao mercado japonês, o de maior tradição (GAZONNI, 2004). Trata-se, portanto de um segmento de grande interesse das indústrias alimentícias e farmacêuticas, que têm buscado explorar a relação entre o consumo de determinados ingredientes com a redução de fatores de riscos de doenças específicas, principalmente as crônicas degenerativas ou a melhora da performance física ou mental (GRIZARD et al., 2000; IZZO & NINESS, 2001).

No Brasil, o consumo de alimentos funcionais ainda é considerado muito baixo em relação aos países mais desenvolvidos. Por exemplo, em 1999, o brasileiro gastou 90 centavos de dólar em alimentos funcionais, enquanto o japonês gastou 60,5 dólares e o norte americano 22,4 dólares. O Brasil é, portanto um grande potencial de crescimento nesta categoria de alimentos (ALIMENTOS FUNCIONAIS, 2001).

A importância dos constituintes antioxidantes de plantas na manutenção da saúde e na proteção contra doenças cardiovasculares e câncer, tem aumentado o interesse de se ter mais conhecimento sobre os mesmos, entre os pesquisadores, fabricantes de alimentos e consumidores como uma tendência em direção aos alimentos funcionais com efeitos específicos na saúde (LÖLIGER, 1991).

A linhaça está sendo pesquisada por seus efeitos benéficos a saúde e é considerada um alimento funcional, pelo fato de ser uma fonte natural de fitoquímicos. A demonstração da atividade clínica associada com o consumo de linhaça tem estimulado interesse no estudo desta semente (CARAGAY, 1992). Portanto, há um grande empenho em promover um maior consumo de linhaça através da dieta pelo seu potencial benéfico na saúde, especificamente por seu efeito anticarcinogênico (THOMPSON, 1996; BENNETT, 1998) e antiaterogênico (PRASAD, 1997; PRASAD et al., 1998), vinculados ao conteúdo de lignanas e ácidos graxos ω -3 (YUAN, et al., 1999). Já, Arjmandi et al. (1998) e Cunnane et al. (1995), consideraram que os altos níveis de ácido alfa-linolênico (ALA), da fibra solúvel e dos constituintes não protéicos presentes na semente de linhaça, possuem um papel importante na redução de lipoproteínas de baixa densidade (LDL), as quais são um fator de risco de doença cardiovascular.

Por esses motivos, atualmente, a linhaça ocupa um lugar destacado como um alimento funcional, depois de séculos de uso na medicina natural (OOMAH, 2002).

2.2 Semente de Linhaça

Evidência para cultivo de linho pode ser achada já em 6000 A.C. quando linho foi identificado primeiro na Turquia Oriental para confecção de tecido, conhecido como linho. Na Idade Média, o vegetal chegou a ser um amuleto contra feitiçaria (CEOTTO e ZACHÉ, 2000; SCHNEIDER, 2004). Há mais de 2500 anos que ela é utilizada como medicamento. Existem também indícios de sua utilização desde 5.000 A.C., na Mesopotâmia (OOMAH 2001, SCHNEIDER, 2004). Dali se espalhou através da Europa, África e finalmente América do Norte.

A semente de linhaça tem sido consumida desde a Antiguidade e as evidências de seus benefícios nutricionais são indiscutíveis (CARTER, 1996). Hipócrates, o pai de medicina moderna, escreveu usar linhaça para o alívio de dores de estômago em 650 A.C., e o filósofo grego, Theophrastus, recomendou o uso de mucilagem da linhaça para curar tosse. Carlos Magno, Imperador Romano considerou a linhaça tão importante para a saúde que ele decretou leis e regulamentos exigindo seu consumo. O óleo de linhaça também comumente foi usado para preparar bálsamos para inflamações da pele e bebidas curadoras para distúrbios intestinais. Atualmente, nutricionistas e cientistas redescobrem os benefícios da linhaça para saúde.

A semente de linhaça (*linum usitatissimum* L.) é um alimento originário a partir da planta do linho pertencente à família Linaceae. Seu nome em Latim, *linum usitatissimum*, significa muito útil.

A semente é chata e ovalada com borda pontiaguda, com dimensões que variam aproximadamente de 3,0 – 6,4 mm de comprimento, 1,8 – 3,4 mm de largura e 0,5 – 1,6 mm de densidade, possui textura firme, mastigável e um sabor agradável de nozes. (CARTER, 1996).

A planta tem um talo principal do qual saem vários ramos e nestes nascem as folhas, as flores e as cápsulas. As cápsulas esféricas contêm duas sementes em cada cinco compartimentos (COŞKUNER, 2005).

A altura da planta varia de 30 a 120 centímetros e seu toque mais belo são as flores delicadas, que só abrem na parte da manhã, formando um tapete violeta (PORTAL VERDE, 2004).

A produção mundial se encontra entre 2.300.000 e 2.500.000 toneladas anuais, sendo o Canadá o principal produtor. Na América do Sul, o maior produtor é a Argentina, com cerca de 80 ton/ano. O Brasil apresenta uma baixa produção, cerca de 21 ton/ano (ACEITES & GRASAS, 2000).

O linho foi introduzido no Brasil no início do século XVII, na ilha de Santa Catarina (Florianópolis), difundindo-se depois por outros estados como São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul.

Em sociedades ocidentais atuais, o consumo de linhaça na dieta humana está em expansão. De acordo com o Conselho Botânico americano, as vendas de produtos de linhaça em 1999, aumentaram em notáveis 177%. Simultaneamente, vendas comuns para lista de 20 fitoquímicos caíram 3%. Um mais recente relatório na Imprensa Secular cita que em 2002, as vendas de linhaça ficaram 23% acima do previsto para o ano (BLOEDON, 2004).

O mercado de produtos naturais oferece já o óleo de linhaça prensado a frio, encapsulado. Além disso, existe o uso medicinal da semente de linhaça em distúrbios gástricos, indigestão, úlceras duodenais e atua também como laxante suave. Na área de cosméticos, o óleo de linhaça é empregado em tratamentos dermatológicos (eczema, acne, pele seca), além de ser usado na formulação de sabonetes líquidos (GOMES, 2003).

Devido a seus componentes benéficos, existe um grande interesse na incorporação da linhaça em produtos alimentícios como pão (MUIR E WESTCOTT, 2000; MALCOLMSON et al., 2000; POSSAMAI, 2005), biscoitos (CHEN et al., 1994), sorvete (CORREDOR e SCHWARZ, 2002), e macarrão (MANTHEY et al., 2000, 2002) e produtos orgânicos para consumo humano (COŞKUNER, 2005).

A linhaça apresenta teor elevado em potássio, sendo cerca de sete vezes maior que o da banana. A vitamina E está presente na linhaça como γ -tocoferol, atuando como um antioxidante biológico, além de outras vitaminas como A, B, D e K (GAZZONI, 2004; MARTONI, 2004; PORTAL VERDE, 2004). Diversas substâncias com efeitos benéficos estão presentes, como β -caroteno, glicosídeos, linamarina, taninos e mucilagem (GAZZONI, 2004).

Quanto a percentuais de linhaça a ser incorporada em produtos alimentícios, a Administração de Alimentos e Drogas dos Estados Unidos (FDA) não tem nenhuma objeção para uso da linhaça até 12%. No Brasil, não há nenhuma estipulação relativa à quantidade de linhaça que pode ser adicionada a alimentação.

Muitos estudos utilizando quantidades maiores que a estabelecida pela FDA, foram realizados sem aparentes conseqüências adversas (CUNNANE et al., 1995).

2.2.1 Componentes da semente de linhaça

A semente de linhaça é considerada hoje um alimento funcional, depois de séculos de uso na medicina natural. Os benefícios da linhaça são atribuídos a seu óleo rico em alfa-linolênico (ALA), lignanas e fibras (LEE et al. 2003). A proteína, embora esteja sendo reconhecida como um componente importante, suas características básicas não foram completamente elucidadas (OOMAH, 2001).

2.2.1.1 Ácidos graxos

A linhaça é rica em ácido graxo essencial Omega-3 denominado ácido alfa-linolênico (ALA) (PRASSAD, 1998; OOMAH, 2001; LEE et al., 2003; HUSSAIN, 2006).

O ácido graxo alfa-linolênico presente, cerca de 60%, que pertence ao grupo Ômega-3, faz com que a semente seja a maior fonte vegetal deste ácido graxo essencial e a sua predominância é importante na prevenção de doenças cardíacas (GAZZONI, 2004; MARTONI, 2004). Ainda segundo Martoni (2004), alguns estudos sobre os efeitos na redução do colesterol foram superiores ao de outras fibras vegetais.

A dieta tipo ocidental é atualmente deficiente em ácidos graxos n-3(Ômega 3), a qual é refletida na taxa dietética de n-6 (ômega 6) para n-3 estimada atualmente em 20-25:1, comparada com a taxa de 1:1 na qual os humanos evoluíram (SIMOPOULOS, 1999).

O desenvolvimento tecnológico nos últimos 100 anos tem contribuído para uma mudança no padrão de consumo das gorduras. Especificamente, a ingestão da gordura trans, encontrada principalmente em produtos com óleos vegetais hidrogenados e ácidos

graxos ômega-6, encontrado em óleos vegetais e produtos animais derivados de alimentação por grãos em granja, tem aumentado desde o século passado. Este desequilíbrio tem levado alguns nutricionistas a recomendar o aumento da ingestão de ácidos graxos ômega-3. O teor de ácido linolênico na linhaça (57%) é maior do que em qualquer outra semente oleaginosa (THOMPSON, 1996).

O Comitê formado pela Organização para a Alimentação e Agricultura e a Organização Mundial da Saúde (FAO/WHO) recomenda uma relação n-6/n-3 entre 5:1 a 10:1.

A linhaça é composta por 57% de ácidos graxos ômega-3, 16% de ômega-6, 18% de ácido graxo monoinsaturado e somente 9% de ácidos graxos insaturados (RAMCHARITAR, 2005). A predominância do ômega-3 (três vezes superior ao ômega-6), $n-3/n-6 = 3:1$ na semente da linhaça tem sido correlacionada com a prevenção das doenças coronarianas e câncer (ANONYMOUS, 2001).

Os ácidos graxos Omega-3 possuem vários efeitos biológicos que os tornam úteis na prevenção e tratamento de doenças crônicas como a diabetes tipo 2, enfermidades do fígado, artrite reumatóide, pressão alta, enfermidades coronárias, embolias e certos tipos de câncer (CONNOR, 2000).

O ácido alfa-linolênico (ALA) conta com três efeitos biológicos principais, os quais em conjunto contribuem para seus efeitos benéficos para a saúde.

1. O ácido alfa-linolênico (ALA) age como precursor dos ácidos eicosapentanóico (EPA) e do ácido docosahexaenóico (ADH). Seu efeito na formação de coágulos de sangue pode diferir do efeito ocasionado pelo ácido EPA e o ADH, e sua presença no colostro e no leite de peito sugere que o ALA tenha um papel no crescimento e desenvolvimento dos bebês (RATNAYAKE, 1996; YU G., 1998). O ALA também tem um papel importante na conservação da saúde da pele e pêlo dos mamíferos (SINCLAIR, 2002).

2. As dietas ricas em ácido alfa-linolênico (ALA), incrementam o conteúdo de ALA, EPA e ácidos graxos totais Ômega-3 dos fosfolipídios nas células das membranas. Por exemplo, o nível no sangue de ALA aumentou 12%, o EPA (ácido eicosapentanóico) aumentou 11% e ADH (ácido docosapentanoico) 5% quando 80 indivíduos consumiram alimentos enriquecidos com linhaça moída e óleo de linhaça durante quatro semanas (TARPILA, 2002). Ao incrementar o conteúdo de ácido graxo Ômega-3 dos fosfolipídios das membranas, aumenta a flexibilidade das membranas e se altera o modo que estas se comportam de forma benéfica (NAIR, 1997).

3. O ácido alfa-linolênico (ALA) inibe as reações inflamatórias através do bloqueio da formação de compostos que promovem a inflamação. A inflamação é uma característica de muitas enfermidades crônicas, incluindo a arteriosclerose ou “endurecimento das artérias”, que é a condição principal que contribui para os ataques de coração e das embolias. O ALA tem varias ações antiinflamatórias.

O ALA afeta os eicosanóides de duas maneiras. Em primeiro lugar, o ALA é precursor do EPA (ácido eicosapentanóico), que por sua vez é precursor dos eicosanóides. Os eicosanóides controlam as reações inflamatórias. Sua liberação é uma resposta normal às lesões e suas ações são requeridas para ajudar a reparar danos nos tecidos. Sem dúvida, nem todos os eicosanóides são iguais. Os eicosanóides que derivam do EPA não tendem a promover inflamações. Esta é uma das principais razões que os nutricionistas recomendam as pessoas consumirem mais ácidos graxos Ômega-3 (MORRIS, 2003). As dietas ricas em Ômega-3 produzem eicosanóides mais benéficos, menos inflamações e reduz riscos de enfermidades crônicas comparadas com as dietas ricas em ácido graxo Ômega-6.

Em segundo lugar, o ALA se incorpora aos fosfolipídios das membranas das células, onde interfere na conversão do ácido linoléico a ácido araquidônico e bloqueia a conversão do ácido araquidônico em eicosanóides pró-inflamatórios (MORRIS, 2003).

O ALA bloqueia a formação de citocinas. Citocinas são proteínas liberadas de células imunes como resposta a lesões, infecções e exposições a substâncias estranhas (ABBAS, 1994). Estas substâncias causam fadiga e sono em pessoas que se recuperam de infecções bacterianas ou virais (MORRIS, 2006). Das citocinas que contribuem para a inflamação são o fator de necrose tumoral alfa (TNF-alfa) e o interleucina-1® (IL-1®), denominadas citocinas pró-inflamatórias. Ambas estão presentes, por exemplo, nas conjunturas reumáticas e contribuem para a patologia. Os níveis de TNF-alfa e IL-1 nas células mononucleares reduziram 27% em homens saudáveis que incluíram óleo de linhaça em sua dieta por quatro semanas (CAUGHEY, 1996).

O ALA pode ainda ajudar a bloquear a formação de fator de ativador de plaqueta (PAF). O qual é um fosfolipídio que controla inflamações e choque séptico, provoca a agregação de plaquetas, ativa as células do sistema imune e propicia a liberação do ácido araquidônico (HELLE, 1998). Em estudos aplicados a ratos com nefrite Lúpica (inflamação nos rins), a alimentação com linhaça durante 14 semanas bloqueou a agregação de plaqueta causada pelo PAF. De acordo com os investigadores, o ALA pode

trabalhar sinergicamente com as lignanas da linhaça para minimizar os efeitos do PAF. (MORRIS, 2003).

Segundo Cunnane et al. (1993), o consumo de 50g de linhaça por mulheres saudáveis, por quatro semanas aumentou o nível de ácido graxo alfa-linolênico (ALA), tanto em plasma como em eritrócitos de lipídios. A linhaça também baixou o colesterol total em 9%, colesterol de baixa densidade em 18% e glicose no sangue em 27%.

Recomendação de ácido-linolênico (ALA) para alguns grupos de pessoas é mostrada na Tabela 1.

TABELA 1 - Porções recomendadas de ácido alfa-linolênico (ALA) para crianças, adolescentes, adultos, mulheres grávidas e em período de lactação.

<i>Fases</i>	<i>idade</i>	<i>Consumo recomendado (g/dia)</i>
Crianças (ambos os sexos)	1 - 3	0,7
	4 - 8	0,9
Adolescentes e homens	9 -13	1,2
	4 -18	1,6
	> 19	1,6
Adolescentes e mulheres	9 -13	1,0
	14 -18	1,1
	>19	1,1
Grávidas	14 - 50	1,4
Período de Lactação	14 - 50	1,3

Fonte: Institute of Medicine, 2002.

2.2.1.2 Fitoestrógenos

Os Fitoestrógenos são compostos derivados de plantas que têm propriedades de estrogênio. O termo "Fitoestrógeno" inclui principalmente dois grupos de compostos, isoflavonas e lignanas (LAMPE, 2003).

Evidência esmagadora a partir dos dados de estudos epidemiológicos, *in vivo*, *in vitro* e ensaios clínicos indica que uma dieta baseada em plantas pode reduzir o risco de doenças crônicas, particularmente o câncer. Em 1992, uma revisão de 200 estudos epidemiológicos (BLOCK et al., 1992) mostrou que o risco de câncer em pessoas que consumiam dietas ricas em frutas e vegetais foi somente à metade daquelas que consumiam pouco destes alimentos. Está claro agora que há componentes em uma dieta baseada em plantas, que são diferentes dos nutrientes tradicionais e que podem reduzir o risco de câncer. Steinmetz e Potter (1991) identificaram mais de uma dezena de classes dessas substâncias químicas de origem vegetal e que são ativas biologicamente, agora conhecidas como "fitoquímicos" (HASLER, 1998).

Os profissionais da saúde estão gradualmente reconhecendo o papel dos fitoquímicos na melhoria da saúde (ADA, 1995; HOWARD AND KRITCHEVEKY, 1997), auxiliados em parte pelo *Nutrition Labeling and Education Act* de 1990 (NLEA). O NLEA exigiu rótulos com valores nutricionais para a maioria dos alimentos e permitiu mensagens relacionadas com doenças ou com a saúde nos rótulos dos alimentos.

Numerosos estudos geraram dados que sugerem que alimentos que contêm fitoestrógenos podem reduzir o risco de doença cardiovascular como também certos cânceres relacionados com hormônios, particularmente mama e próstata (DON E MUIR, 1985; TOMINAGA, 1985; LEE et al., 1991). Uma das fontes mais ricas de fitoestrógeno lignana é a linhaça (THOMPSON et al., 1991).

2.2.1.3 Ácidos Fenólicos

Os compostos fenólicos são comumente encontrados em plantas comestíveis e não-comestíveis e têm múltiplos efeitos biológicos, incluindo atividade antioxidante, anticâncer e antimicrobianos. Em sementes oleaginosas, os compostos fenólicos ocorrem como

derivados hidroxilados dos ácidos benzóico e cinâmico, cumarinas, flavonóides e lignanos (OOMAH, et al., 1995; OOMAH, 1998). Nas plantas, estes compostos são importantes para o normal desenvolvimento e defesa contra infecção e injúria (GOMES, 2003).

O conteúdo de ácidos fenólicos na linhaça foi considerado mais baixo que os de outras sementes oleaginosas, em redor de 8 a 10g de ácidos fenólicos totais por kg.

Devido a estes ácidos se apresentarem em associação com a fibra das paredes celulares das plantas, alguns deles têm papel importante nos benefícios para a saúde que se atribui a fibra da linhaça (OOMAH, 1995).

Trans-ferúlico foi o ácido fenólico predominante na linhaça e os ácidos transsinápico, trans-p-cumárico, trans-cafeíco e p-hidroxibenzoico foram encontrados em menores quantidades (GOMES, 2003; OOMAH, 1995; PORTAL VERDE, 2004). Sabe-se que os tocoferóis possuem uma forte atividade antioxidante, portanto a sua presença na semente de linhaça, especialmente γ -tocoferol determinada por Oomah et al. (1997), estaria colaborando com a atividade antioxidante desta semente.

2.2.1.4 Lignanas

Muitas plantas contêm substâncias químicas como as isoflavonas, flavonóides, fitoesteróis e lignanas que exercem papéis similares aos estrógenos em animais e humanos.

De acordo com Hasler (1998), são fitoquímicos biologicamente ativos com potencial anticancerígeno e antioxidante. Pesquisas têm se concentrado mais especificamente nessas lignanas, compostos associados a fibras, como os componentes fenólicos, que contêm o 2,3-dibenzilbutano em sua estrutura e que aliviam sintomas da menopausa (MARTONI, 2004; PORTAL VERDE, 2004).

A linhaça também contém componentes de lignanas secundárias, incluindo isolariciresinol, pinosinol, e matairesinol (MEAGHER et al., 1999).

A Tabela 2 apresenta o conteúdo de lignana em determinados alimentos.

TABELA 2 - Conteúdo de Lignana em alguns alimentos

Grupo alimentício/alimento	Seco^a (µg/g)
Sementes	
Linhaça moída	3700.0
Calabresa	213.7
Semente de girassol	6.1
Cereais e grãos	
Farinha de centeio	0.5
Aveia	0.1
Legumes	
Amendoim	3.3
Soja	2.7
Vegetais	
Brócolis	4.1
Alho	3.8
Cenoura	1.9
Frutas	
Amora	37.1
Morango	12.1
Groselha vermelha	1.6

^a Seco = Secoisolariciresinol

Fonte: Bhathena e Velasques, 2002.

A linhaça (*linum usitatissimum*) contém concentrações mais altas de secoisolariciresinol (28 800 - 369 000 µg/100 g) que qualquer outro alimento.

Os resultados apresentados na Tabela 3 para amostras de linhaça, são uma compilação de dados de diferentes fontes.

TABELA 3 - Conteúdo de lignana (µg/100 g) na linhaça como SEC e MAT e como ED e L

Alimento	Análise direta			Fermentação <i>in vitro</i>			Referências
	SEC ¹	MAT ²	Total ³	ED*	EL	Total ⁴	
Semente de linhaça	369 900	1087	370 987				Mazur <i>et al.</i> (1996)
Semente de linhaça	81700	ND	81700				Obermeyer <i>et al.</i> (1995)
Alimento com linhaça	226 000	ND	9181- 125965				Obermeyer <i>et al.</i> (1995)
Semente de linhaça				68204	9841	78045	Childress <i>et al.</i> (1997)
Alimento com linhaça				44877	12980	58857	Thompson <i>et al.</i> (1991)
Variedades de semente de linhaça						28800- 94500	Thompson <i>et al.</i> (1997)

¹SEC = secoisolariciresinol.

²MAT = matairesinol.

³Total = soma de SEC+MAT,

* ED = enterodiol, EL = enterolactona.

⁴Total = soma de ED+EL. Total para variedades de linhaça informado em Thompson *et al.* (1997) como µmol/100 g.

ND = não detectado

Fonte: Meagher and Beecher, 2000.

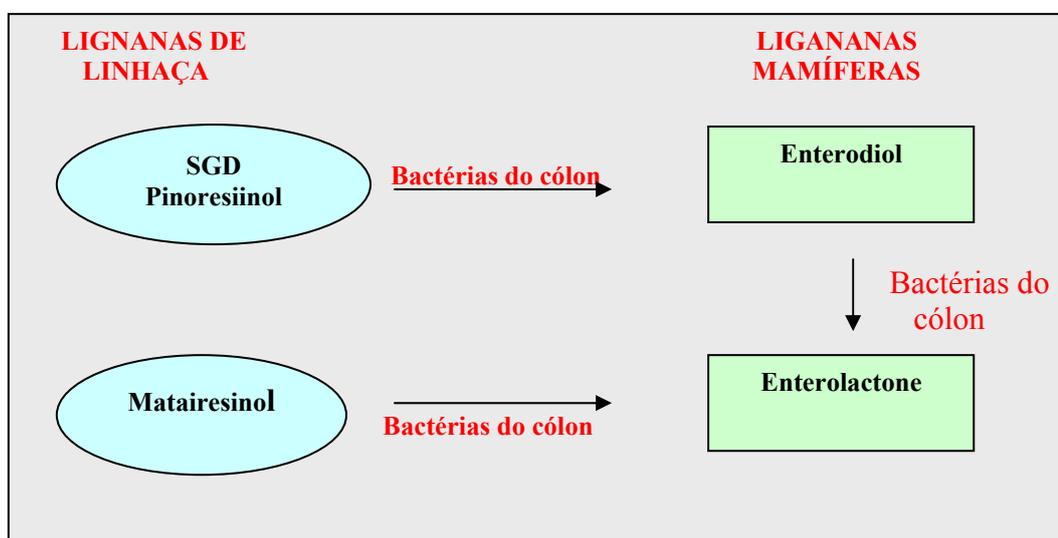
O teor de lignana pode variar substancialmente dentro de um alimento de acordo com variedade, estação de colheita, situação e métodos de processamento (LAMPE, 2003).

Metabolismo das lignanas na linhaça

A linhaça é a fonte conhecida mais rica do precursor de lignana mamífero denominada secoisolariciresinol diglicosídeo (SDG). O SDG é uma lignana vegetal que se converte em lignanas mamíferas enterodiol e enterolactona através de bactérias do cólon de humanos e outros animais, Figura 1 (THOMPSON et al., 1991; HARRIS, 1993).

Enterodiol e enterolactona têm dois destinos metabólicos:

- 1) Podem ser excretadas diretamente pelas fezes;
- 2) Depois de serem absorvidas no intestino delgado e conjugadas no fígado, as lignanas conjugadas são excretadas pela urina e bÍlis e podem sofrer circulação enteroepática enquanto possivelmente promovem a reabsorção (MEAGHER et al., 1999).



Fonte: Adaptação de Rickard and Thompson, 1997.

FIGURA 1 - Metabolismo das lignanas na linhaça

O enterodiol e a enterolactona podem ajudar a prevenir certos tipos de câncer, particularmente o câncer relacionado a hormônios como o câncer de mama, endométrio e câncer de próstata, através de sua interferência com o metabolismo das células sexuais. As lignanas também podem ajudar a evitar reações inflamatórias através do bloqueio da liberação do fator de ativação da plaqueta (FAP) que é um fosfolípido que controla a inflamação (CLARK et al., 1995).

Em roedores, a linhaça demonstrou diminuir tumores do cólon e da glândula mamária (THOMPSON, 1995) bem como do pulmão (YAN et al., 1998).

Estudos em ratos mostraram um aumento em excreção de lignana urinária quando eles foram alimentados com 2,5%, 5% ou 10% de linhaça ou 1,1, 2,2 ou 4,4 g/mol SDG por dia (equivalente a níveis de linhaça nas dietas respectivas) (RICKARD et al., 1996).

Tarpila et al., (2002) fizeram um estudo onde o consumo de linhaça duplicou a concentração de enterolactona no sangue de 80 indivíduos que consumiram linhaça em sua dieta por quatro meses.

A ingestão diária de 10g de linhaça incrementou a excreção de lignanas mamíferas na urina de 31 mulheres em período pré –menopausa (HUTCHINS et al., 2000).

Lemay et al., (2002) em estudo com 25 mulheres menopáusicas com sintomas moderados, consumindo 40 g de linhaça diariamente, demonstraram que a linhaça é efetiva na substituição hormonal, para aliviar os sintomas moderados da menopausa.

Em estudo com coelhos, Prasad (1999) conclui que o secoisolariciresinol diglicosídeo (SDG) é eficiente em reduzir aterosclerose de hipercolesterolemia por reduzir tensão oxidativa e níveis de soro de abaixamento de colesterol e LDL-C e levantar níveis de soro de HDL-C. Secoisolariciresinol diglicosídeo (SDG), portanto pode ser útil na prevenção da aterosclerose de hipercolesterolemia e diminuição do risco relativo de doenças coronárias.

2.2.1.5 Flavonóides

Os flavonóides são polifenóis que se encontram em muitas frutas, vegetais e bebidas como o vinho e o chá. Estes antioxidantes unem certos metais, interagem com as enzimas e tem algumas ações antiinflamatórias (OOMAH, 1998).

Os flavonóides, quando ingeridos na forma regular através da alimentação diária, podem auxiliar na prevenção de doenças do sistema cardiovascular. Esses compostos são importantes para o sistema circulatório, uma vez que regulam a permeabilidade capilar, impedindo a saída de proteínas e células sanguíneas, permitindo o fluxo constante de oxigênio, dióxido de carbono e nutrientes essenciais (CRAVEIRO, 2003).

Os flavonóides atuam relaxando os músculos do sistema cardiovascular, contribuindo, assim, para reduzir a pressão arterial e melhorar a circulação em geral. Possuem também atividade antioxidante prevenindo a perigosa oxidação do colesterol LDL, que leva à formação de placas (ateromas) que bloqueiam a passagem da corrente sanguínea, evitam a formação de coágulos e danos arteriais (CRAVEIRO, 2003).

A semente de linhaça contém cerca de 35-70 miligramas (mg) de flavonóides g (OOMAH, 1998).

2.2.1.6 Fibra

Fisiologicamente as fibras são definidas como as substâncias de origem vegetal que ajudam a aumentar o bolo fecal e diminuir o tempo de transito intestinal. Quimicamente, as fibras são reconhecidas como as substâncias de origem vegetal que são resistentes a hidrólise por ácidos e subseqüentemente por álcalis (CRAVEIRO, 2003).

Historicamente, foi somente no início dos anos 70 que alguns cientistas sugeriram que as fibras poderiam ter algum benefício para a saúde. Um dos maiores responsáveis por esta teoria é Denis Burkitt, médico inglês, que passou muitos anos praticando e conduzindo pesquisas médicas na África. Burkitt e colaboradores observaram que um certo número de problemas de saúde – incluindo doenças coronárias, diabetes, diverticulose do cólon, apendicites, hérnias hiatal, hemorróidas, varizes, constipação crônica e câncer do cólon - eram doenças comuns nas populações dos países ocidentais desenvolvidos, mas muito

raras na África. Isso porque a população nativa consumia dietas ricas em fibras (THEBAUDIN et al., 1997; FIBRAS, 1999).

As fibras são encontradas somente em plantas, são partes de grão, vegetais e frutas que não são digeridas pelo organismo humano. Os alimentos de origem animal (carnes, ovos e produtos de laticínio) não contêm fibras (MARTINS, 1997).

Uma das definições mais aceitável é que a fibra alimentar consiste em remanescentes das células de planta comestível, polissacarídeos, lignina e substâncias associadas resistentes à hidrólise, digestão por enzimas alimentares humanas (GORDON, 1999). Thebaudin et al., (1997) afirmaram que as fibras alimentares não constituem um grupo químico definido, mas é uma combinação de substâncias quimicamente heterogêneas como celulose, hemicelulose, pectinas, ligninas, gomas e polissacarídeos de algas e bactérias.

Não há um consenso geral para definir o termo fibra alimentar, por isso, também os métodos analíticos são complexos para sua determinação (FARIAS, 2004).

Os principais critérios para aceitação de alimentos enriquecidos com fibras alimentares são: bom comportamento no processamento, boa estabilidade e aparência e, satisfação no aroma, na cor, na sensação deixada pelo alimento na boca e na textura (THEBAUDIN et al., 1997).

Existem diferentes tipos de fibras alimentares na natureza, comumente separadas em duas classes, dependendo de sua solubilidade em água: insolúveis e solúveis (MARTINS, 1997; THEBAUDIN et al., 1997; FIBRAS, 1999; FARIAS, 2004). Ambas possuem benefícios diferentes à saúde e deveriam ser consumidas diariamente (MARTINS, 1997); não são absorvidas pelo intestino delgado, chegando ao intestino grosso sem se degradar (FARIAS, 2004).

Quando as fibras são adicionadas em uma formulação, é freqüentemente necessária a mudança de quantidades de algum ingrediente (THEBAUDIN et al., 1997). No Brasil, quase que todas as matérias-primas ricas em fibras são comercializadas pelo aspecto funcionalidade e não pelo apelo nutricional (FIBRAS, 1999).

As fibras insolúveis proporcionam uma textura firme a alguns alimentos, como o farelo de trigo e as hortaliças. Ingerir alimentos ricos em fibras insolúveis auxilia o seu processo natural de eliminação. Por promover uma melhor regularização, auxiliam no tratamento ou prevenção da constipação, hemorróidas, doença diverticular, câncer e outros problemas intestinais (POSSAMAI, 2005). Fibras insolúveis são utilizadas em especial para

benefícios nutricionais, mas algumas podem, também, ser usadas pelas suas propriedades tecnológicas (THEBAUDIN et al., 1997).

As fibras solúveis também possuem muitos benefícios à saúde. Estudos têm mostrado que, quando combinadas com uma dieta pobre em gorduras, diminuem o colesterol do sangue e então podem reduzir riscos de doenças do coração (MARTINS, 1997). Fazem parte desse grupo, a pectina, o amido resistente, a goma e a mucilagem, encontradas principalmente na aveia, grãos, nozes, sementes, frutas e leguminosas. São substâncias de maior solubilidade em meio aquoso, sofrem fermentação pelas bactérias intestinais e são totalmente degradadas no cólon (POSSAMAI, 2005). As fibras solúveis podem também ajudar a regular os níveis de açúcar do sangue (glicemia), tendo um papel importante na dieta de pessoas com diabetes (MARTINS, 1997; FARIAS, 2004).

Este tipo de fibra forma um gel, ficando mais tempo no estômago e dando uma sensação de saciedade. Isto pode ser importante para o controle do peso na obesidade (POSSAMAI, 2005).

A Portaria nº 27 de 13/01/1998 – Regulamento Técnico Referente à Informação Nutricional Complementar (BRASIL, 1998) estabelece que para se dizer que um produto é fonte de fibra alimentar em alimentos sólidos deve conter no mínimo 3g de fibras/100 g e para líquidos, 1,5g de fibras/100 ml. Para se dizer que o produto contém alto teor de fibra alimentar em alimentos sólidos deve ter no mínimo 6g de fibras/100g ou no mínimo 3g de fibras/100 ml para os líquidos.

As fibras alimentares respondem por cerca de 28% do peso seco de linhaça. Relatórios sobre as proporções de fibras solúveis e insolúveis na linhaça variam entre 20:80 e 40:60. A faixa depende do método usado na análise química e extração de resina. A fração de fibra mais importante consiste de amidos resistentes, como a celulose e polímeros complexos como a lignana (PORTAL VERDE, 2004; GAZZONI, 2004).

Morvan et al., (2003) concluíram que houve variações significativas em açúcares nos diferentes estágios de crescimento do linho, indicando importante remodelagem com os impactos estruturais nas propriedades físicas das fibras. A morfologia da fibra depende da sua posição ao longo do caule e também da variedade do linho. Kymäläinen et al., (2004) afirmaram que as fibras estão localizadas perto da superfície do talo.

As maiores frações de fibra na linhaça são: a celulose, que é a principal estrutura material das paredes celulares das plantas; mucilagens, que são um tipo de polissacarídeo

que se torna viscoso ao se misturar com água ou outros fluidos; e a lignina, que é uma fibra altamente ramificada que se encontra dentro das paredes celulares de plantas lenhosas.

As porções de fibras anteriores podem ser classificadas como fibra dietética ou fibra funcional. A classificação dependerá se são encontradas intactas ou extraídas da linhaça, purificadas e agregadas nos alimentos e outros produtos. Não obstante, as sementes de linhaça inteira são fonte de fibra dietética, enquanto que as mucilagens extraídas das sementes de linhaça e agregadas aos laxantes e xaropes para tosse são fibra funcional (MURPHY, 2002).

2.2.1.7 Proteína

A composição de aminoácidos encontrada na proteína da linhaça é similar ao da proteína de soja, que é vista como uma das mais nutritivas proteínas vegetais. As proteínas da linhaça são a albumina e a globulina. Elas respondem por cerca de 20% a 42% da proteína da linhaça (PORTAL VERDE, 2004). Os resultados de Li-Chan e Ma (2002) mostraram que as características do DSC – “Differential Scanning Calorimetry” das diferentes frações de linhaça foram principalmente atribuídas a proteínas e sua purificação durante o processo de extração. As ligações de dissulfeto e as pontes de SS-SH podem ser as responsáveis pela estabilidade das proteínas da linhaça (POSSAMAI, 2005).

A Tabela 4 apresenta a distribuição de aminoácidos presentes na linhaça.

TABELA 04 - Composição de aminoácidos na linhaça

<i>Aminoácido*</i>	<i>Variedade de linhaça¹</i>		<i>Farinha de linhaça²</i>
	<i>Linhaça marrom</i>	<i>Linhaça dourada</i>	
	<i>g/100g de proteína</i>		
Alanina	4.4	4,5	4.1
Arginina	9.2	9.4	7.3
Acido Aspartico	9.3	9.7	11.7
Cistina	1.1	1.1	1.1
Acido Glutâmico	19.6	19.7	18.6
Glicina	5.8	5.8	4.0
Histidina*	2.2	2.3	2.5
Isoleucina*	4.0	4.0	4.7
Leucina*	5.8	5.9	7.7
Lisina*	4.0	3.9	5.8
Metionina*	1.5	1.4	1.2
Fenilalanina*	4.6	4.7	5.1
Prolina	3.5	3.5	5.2
Serina	4.5	4.6	4.9
Treonina*	3.6	3.7	3.6
Triptofano*	1.8	NR ³	NR
Tirosina	2.3	2.3	3.4
Valina*	4.6	4.7	5.2

¹ Oomah e Mazza, 1993.² Friedman and Levin, 1989.³ Não informado

*Aminoácidos essenciais para humanos

2.2.2 Linhaça na prevenção e tratamento de diversas doenças

As sementes, originárias da Ásia, começaram a ser recomendadas por alguns especialistas brasileiros devido às suas propriedades benéficas. Estudos têm apontado que a ingestão de 10 g de linhaça ao dia promove alterações hormonais contribuindo com a redução do risco de câncer e diabete, dos níveis de colesterol total e LDL, assim como favorece a diminuição de agregação antiplaquetária (HASLER, 1998; ALIMENTOS, 2001; GAZZONI, 2004; PORTAL VERDE, 2004). Também fortalece unhas, dentes e ossos e torna a pele mais saudável (GAZZONI, 2004).

De acordo com Schneider (2004), numerosas experiências têm demonstrado o efeito antiespasmódico, analgésico e antiinflamatório do linho, especialmente quando os grãos são recém-triturados.

Como mencionado anteriormente a linhaça apresenta benefícios na redução dos riscos de várias doenças, a seguir serão comentadas algumas.

2.2.2.1 Doenças Cardiovasculares

As Doenças Cardiovasculares (DCV) responsáveis pela maior taxa de morbidade e mortalidade na maioria dos países, têm sido alvo de vários estudos e despertado interesse especial por atingirem grandes contingentes populacionais, além de representar elevados custos sociais e econômicos.

Relatórios da Organização Mundial da Saúde (OMS) de 1997 revelam que as DCV foram responsáveis por cerca de 30% de todas as mortes que ocorreram no mundo, o que corresponde a quase 15 milhões de óbitos por ano, sendo que a maioria (9 milhões) é proveniente dos países em desenvolvimento (BRANDÃO, 2000). Esses dados reforçam a importância das DCV, exigindo a adoção de medidas preventivas primárias e secundárias efetivas.

A mortalidade por doença arterial coronária (DAC) e acidente vascular encefálico (AVE), corresponde a 80% dos óbitos por doenças cardiovasculares (BRANDÃO, 2000).

No Brasil, tais doenças são responsáveis por grandes números de mortalidade prematura em adultos e mesmo quando não são mortais, levam com frequência a invalidez parcial ou total do indivíduo, com graves repercussões para a pessoa acometida, sua família e a sociedade. Dados do Ministério da Saúde evidenciam que do total de 809.799 óbitos registrados em 1984, 209.288 foram de origem cardiovascular, sendo que, 20% dos óbitos de adultos jovens entre os 20 a 49 anos de idade e 41,2% , entre aqueles na faixa dos 50 ou mais anos (BRASIL, 1988). Segundo a mesma fonte em 1984 este grupo de doenças representou a primeira causa de morte da população e foram responsáveis por aproximadamente 30% dos óbitos totais do país.

Um estudo de intervenção dietética na França em pessoas com doenças coronárias, a inclusão de uma fonte rica em ácido alfa-linolênico (ALA) levou a uma redução significativa de mortes cardíacas (NESTEL at al., 1997).

Linhaça é um alimento funcional que ganhou atenção recentemente na área de prevenção de DCV porque contém três componentes muito importantes: ácido alfa-linolênico (ALA), fibra solúvel e lignanas.

Segundo Bloedon (2004) a linhaça e seu óleo foram citados como alimentos potencialmente úteis pela American Heart Association (Associação americana do coração) por proteger contra doença cardiovascular por vários mecanismos, incluindo redução do colesterol de soro, agregação de plaqueta, e marcadores inflamatórios, melhorando a tolerância de glicose e agindo como um antioxidante.

Um estudo feito por Prasad (2005) com coelhos revelou que o complexo de lignana isolada da semente de linhaça pode ser benéfica na prevenção de hipercolesterolemia, aterosclerose e na redução de fatores de riscos para doenças coronárias.

2.2.2.2 Alguns tipos de câncer

No Brasil, as estimativas para o ano de 2006 apontam que ocorrerão 472.050 casos novos de câncer. Os tipos mais incidentes, à exceção de pele não melanoma, serão os de próstata e pulmão no sexo masculino e mama e colo do útero no sexo feminino, acompanhando o mesmo perfil da magnitude observada no mundo (INCA, 2005).

A incidência de tumores dependentes de hormônios é mais baixo na Ásia, Europa Oriental e em vegetarianos, que em países ocidentais.

A linhaça é a fonte mais rica de precursores de lignana de mamíferos (THOMPSON et al., 1991). Devido ao fato que o enterodiol e a enterolactona são estruturalmente similares tanto aos estrogênios sintéticos como aos de ocorrência natural, e porque vem sendo mostrado que eles possuem atividades estrogênica fraca e anti-estrogênica, eles podem desempenhar um papel na prevenção de cânceres dependentes de estrogênios. Em roedores a linhaça demonstrou diminuir tumores e cólon e da glândula mamária (THOMPSON, 1995), bem como do pulmão (YAN et al., 1998).

Demonstrações de atividade clínica associada com o consumo de linhaça conduziram o US National Cancer Institute (NCI) incluir a linhaça entre um dos seis alimentos vegetais para estudo como preventivo de câncer (OOMAH, 2001).

O câncer de mama permanece como o segundo tipo de câncer mais freqüente no mundo e o primeiro entre as mulheres.

Como se sabe que fatores hormonais podem estar associados ao aumento de risco do câncer de mama, a prescrição tanto de anticoncepcionais orais, como da terapia de reposição hormonal devem ter, sempre, a relação risco – benefício bem avaliada. Outros fatores de risco, comuns a outros tipos de câncer também estão associados ao câncer de mama como a obesidade pós – menopausa e exposição à radiação ionizante.

Apesar de ser considerado um câncer de relativamente bom prognóstico, se diagnosticado e tratado oportunamente, as taxas de mortalidade por câncer de mama continuam elevadas no Brasil, muito provavelmente porque a doença ainda seja diagnosticada em estádios avançados. Na população mundial, a sobrevida média após cinco anos é de 61%.

Este tipo de câncer representa nos países ocidentais uma das principais causas de morte em mulheres. As estatísticas indicam o aumento de sua freqüência tanto nos países desenvolvidos quanto nos países em desenvolvimento. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), nas décadas de 60 e 70 registrou-se um aumento de 10 vezes nas taxas de incidência ajustadas por idade nos Registros de Câncer de Base Populacional de diversos continente (INCA, 2005).

No Brasil, de acordo com o Ministério da Saúde-INCA Instituto Nacional de câncer, o câncer de mama é o que mais causa mortes entre as mulheres. De acordo com as

Estimativas de Incidência de Câncer no Brasil para 2006, o câncer de mama será o segundo mais incidente, com 48.930 casos, com um risco estimado de 52 casos a cada 100 mil mulheres.

Phipps et al., (1993) demonstraram que a ingestão de 10 g de linhaça por dia desencadeou diversas mudanças hormonais associadas com a redução do risco de câncer de mama.

Thompson et al., (2005) em estudos com pacientes em pós-menopausa diagnosticadas com câncer de mama, concluíram que a linhaça teve o potencial de reduzir crescimento de tumor nessas pacientes comparadas com controles que se alimentavam com uma dieta normal variada ou uma dieta lactovegetariana.

No mundo, o número de casos novos diagnosticados de câncer de próstata representa 15,3% de todos os casos incidentes de câncer em países desenvolvidos e 4,3% dos casos em países em desenvolvimento. O câncer de próstata é o mais prevalente em homens.

Entre todos os tipos de câncer, este é considerado o câncer da terceira idade, uma vez que cerca de 75 % dos casos no mundo ocorrem a partir dos 65 anos. O aumento acentuado nas taxas de incidência tem sido influenciado pelo diagnóstico de casos latentes em indivíduos assintomáticos. As taxas aumentaram especialmente em regiões onde o rastreamento através do teste Antígeno Prostático Específico (PSA) é comum (INCA, 2005).

A mortalidade por câncer de próstata é relativamente baixa, o que reflete, em parte, seu bom prognóstico. Nos países desenvolvidos a sobrevida média estimada em cinco anos é de 64% (variando entre 22 e 79%); enquanto que, para os países em desenvolvimento a sobrevida média é de 41% (entre 39 e 43%). A média mundial estimada é de 58%. Alguns estudos sugerem que dieta rica em gorduras e carne vermelha aumentaria o risco de desenvolver o câncer de próstata, enquanto a ingestão de frutas e vegetais e exercício físico regular ofereceriam alguma proteção.

Segundo o Ministério da Saúde-INCA Instituto Nacional de câncer, o número de casos novos de câncer de próstata estimados para o Brasil em 2006 é de 47.280. Estes valores correspondem a um risco estimado de 51 casos novos a cada 100 mil homens.

A Nutrição pode desempenhar um papel vital na etiologia e progressão de câncer prostático. O câncer prostático apresenta uma oportunidade distinta para modificação

dietética, devido ao seu grande período de latência e conseqüentemente uma janela significativa para intervenção terapêutica. (OOMAH, 2002).

Estudos sugerem que dietas enriquecidas com semente de linhaça podem opor-se ao crescimento de câncer de próstata, tanto em animais como em seres humanos (TOU et al.1999; DEMARK, 2001; XU, 2001).

Lin et al., (2002) em estudo com ratos geneticamente programados para desenvolverem câncer de próstata, apontaram a linhaça como um alimento potencial na prevenção e controle de carcinoma prostático.

A associação da linhaça com uma dieta de baixa concentração de lipídios demonstrou ser efetiva na diminuição da divisão celular e no aumento da taxa de mortalidade de células malignas de pacientes com câncer da próstata, de acordo com pesquisa do Centro Médico da Universidade Duke - Durham-NC, EUA (GAZZONI, 2004).

2.2.2.3 Osteoporose

Osteoporose é a doença óssea metabólica mais freqüente, sendo a fratura a sua manifestação clínica. É definida patologicamente como "diminuição absoluta da quantidade de osso e desestruturação da sua microarquitetura levando a um estado de fragilidade em que podem ocorrer fraturas após traumas mínimos". É considerada um grave problema de saúde pública, sendo uma das mais importantes doenças associadas com o envelhecimento (ABC DA SAÚDE).

Nos Estados Unidos em 1990, 12,5% do custo estimado para o tratamento da população, foi decorrente da osteoporose, com estimativas para 2030 da ordem de 30%.

O aparecimento da osteoporose está ligado aos níveis hormonais do organismo. O estrógeno (hormônio feminino, também presente nos homens, mas em menor quantidade) ajuda a manter o equilíbrio entre a perda e o ganho de massa óssea.

As mulheres são as mais atingidas pela doença (1 a cada 3 após a menopausa), uma vez que, na menopausa, os níveis de estrógeno caem bruscamente. Com isso, os ossos passam a incorporar menos cálcio (fundamental na formação do osso), tornando-se mais frágeis (ARJMANDI,2001)

Os fitoestrógenos podem ajudar a prevenir a osteoporose (KURZER, 1997).

As investigações sobre os efeitos da linhaça na saúde óssea apenas estão começando. Alguns investigadores da Universidade de Oklahoma têm reportado que a linhaça pode ter um efeito positivo nos ossos de mulheres pós-menopáusicas, através do incremento da atividade antioxidante. Os pesquisadores descobriram que os radicais livres produzidos nos ossos tendem a causar a reabsorção do osso, o qual incrementa sua debilitação. As lignanas e o ALA da linhaça podem ajudar a prevenir a perda óssea e a osteoporose, através do bloqueio da produção das prostaglandinas e redução da reabsorção dos ossos (ARJMANDI, 2001).

2.2.2.4 Sintomas indesejáveis da menopausa

A menopausa é conhecida como uma etapa na vida da mulher em que ocorrem diversas modificações no organismo, sendo que essas reações abrangem processos de alterações do estágio reprodutor para o não reprodutor, diminuição da função estrogênica, abolição do ovário como fonte de hormônio esteróidicos envelhecimento biológico e adaptação psicossocial. É nesse período que ocorre uma queda na produção hormonal, sendo essa queda a principal responsável pelos diversos efeitos característicos dessa fase da vida da mulher (FERREIRA, 2004).

O ovário produz os hormônios estrogênicos, importantes para o funcionamento saudável do sistema reprodutivo da mulher, bem como para o desenvolvimento de mamas e outras características sexuais desejáveis. Quando a mulher entra na menopausa há uma redução significativa do hormônio estradiol, que chega quase a zero. Isso provoca alteração da elasticidade dos vasos sanguíneos e degeneração progressiva dos tecidos, acarretando sintomas como “ondas de calor”, suor excessivo, insônia, irritação e palpitação.

Fitoestrógenos crescentemente são incorporados na dieta de mulheres na menopausa. No entanto há dados limitados na eficiência de semente de linhaça nas conseqüências de deficiência de estrógeno em mulheres na menopausa.

Mulheres japonesas têm uma freqüência menor de sintomas indesejáveis do as mulheres ocidentais, em parte atribuídos ao seu alto consumo de fitoestrógeno (MURKIES at al., 1998).

Dodin et al. (2005) realizaram um estudo incorporando linhaça na dieta de mulheres na menopausa, foram avaliados níveis de lipídios no soro, densidade mineral óssea e sintomas da menopausa. Como resultados obtiveram que o colesterol e a severidade dos sintomas da menopausa foram reduzidos.

2.2.2.5 Lúpus

Lúpus Eritematoso Sistêmico é uma doença auto-imune em que os pacientes sofrem processos inflamatórios. Para que se desencadeie a doença, agentes externos desconhecidos (vírus, bactérias, agentes químicos, radiação ultravioleta) entram em contato com o sistema imune de um indivíduo que está com vários genes erradamente induzindo produção inadequada de anticorpos. Estes anticorpos são dirigidos contra constituintes normais (auto-anticorpos) provocando lesões nos tecidos e também alterações nas células sangüíneas. Atinge principalmente mulheres (9:1) em idade reprodutiva, iniciando-se mais comumente entre 20 e 40 anos.

De acordo com Clarck et al. (1995), 30g de linhaça por dia melhorou a função renal de pacientes com Nefrite Lúpica.

2.2.3 Estabilidade dos componentes da linhaça

O ácido alfa-linolênico (ALA) pode resistir às temperaturas de cozimento. Um estudo comprovou que o cozimento de linhaça inteira e linhaça moída de 100°C a 350°C por 60 minutos teria um efeito muito baixo na composição de seus ácidos graxos ou sua oxidação. Mas ainda, não se encontrou evidência da formação de novas transformações do ácido alfa-linolênico (ALA) ou ácidos graxos derivados (não desejáveis), depois deste severo tratamento de calor (RATNAYAKE, 1992). Em outro estudo no qual se agregou linhaça moída a uma mistura de farinha para pães, o conteúdo de ácido alfa-linolênico (ALA) se manteve praticamente igual depois do cozimento. Cabe destacar que em um dos casos, o tempo de cozimento durou até duas horas com uma temperatura 178°C. O ALA também se mostrou estável durante o processamento e cozimento de *spaghetti* a base de linhaça moída (MANTHEY, 2002).

Adultos saudáveis, jovens (22-28 anos) comeram dois *muffins* por dia (total de 50 gramas de linhaça) durante quatro semanas. Cada adulto armazenou sua provisão de *muffins* semanal no congelador. Quando assados os *muffins* não mudaram o conteúdo de ácido alfa-linolênico (ALA) e na análise de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico não apresentou nenhuma medida de ranço. Nos adultos, as vitaminas antioxidantes retinol e alfa-tocoferol permaneceram inalteradas no sangue; produtos de peroxidação de lipídio em sangue e urina também permaneceram semelhantes ao grupo controle (sem linhaça) (CUNNANE et al., 1995).

Nove mulheres consumiram 50 gramas de linhaça moída por 4 semanas de dois modos diferentes. Cinco mulheres comeram a linhaça moída crua, na alimentação de escolha delas, como cereal, sopa, suco ou iogurte e quatro mulheres consumiram pão com linhaça moída em lugar do pão habitual de consumo. O perfil de ácido graxo no sangue não foi significativamente diferente entre os dois grupos. Isto mostra que o processo de cozimento não alterou a biodisponibilidade de ácidos graxo na linhaça (CUNNANE, 1993).

Num estudo de estabilidade Chen et al., (1992) moeu e assou a semente de linhaça a 350°F durante 90 minutos, nenhuma mudança na composição de ácido graxo foi constatada. Foram assados *muffins* feitos com linhaça a 350°F durante 2 horas e nenhuma mudança foi observada no conteúdo de ALA e outros ácidos graxos.

Os investigadores do Ministério de Agricultura de Canadá têm reportado que a lignana secoisolariciresinol diglicosídeo (SDG) da linhaça, é estável durante o cozimento (MUIR, 2000). Em um estudo sobre a estabilidade do SDG, não se encontrou diferença no conteúdo de SDG da casca e de fragmentos de pão forneado, mesmo quando existiu uma diferença entre tempo e exposição de calor entre a cobertura do pão e sua massa interna (MUIR & WESTCOTT, 1996).

Muir and Westcott (1996) coletaram amostras de diversos tipos de pães e biscoitos enriquecidos com linhaça, de diversas padarias. Secoisolariciresinol diglicosídeo (SDG) foi achado em todas as amostras de assados que continham linhaça, o que sugeriu que SDG foi conservado durante o processo de cozimento.

O nível de lignana na urina de nove mulheres que consumiram 25g de linhaça durante oito dias foi semelhante tanto para linhaça consumida crua, como para em forma *muffins*.

Pão, *muffins* e massa de pizza que continha 6.9%, 8.0% e 13.2% respectivamente de linhaça, assaram a 190°C (375°F), a quantidade de lignana encontrada depois do

cozimento refletiu a quantidade de antes do cozimento. Este também foi o caso para panquecas enriquecidas com 6.2% de linhaça que assaram às 205°C (400°F) (OOMAH, 2001).

2.3 Farinhas compostas ou mistas

O termo "farinha composta" se refere a qualquer mistura de duas ou mais farinhas de cereais, leguminosas ou tubérculos com diferentes fins (DELAHAYE Y TESTA, 2005).

Segundo a Portaria n. ° 996/94 de 12 novembro da ANVISA, farinha composta é a farinha resultante da mistura de dois ou vários tipos de farinha, ou da adição, a um desses tipos de farinha ou à sua mistura, de outros ingredientes, aditivos ou auxiliares tecnológicos.

Várias farinhas podem ser misturadas à farinha de trigo para uso em produtos de panificação, denominando-se tal mistura de farinha mista ou composta (EL-DASH & GERMANI, 1994). A adição de farinhas de oleaginosas, em produtos de panificação, melhora a qualidade da proteína e o valor nutricional do produto (SILVA, 1997).

A percentagem de farinha de trigo necessária para garantir bons resultados em farinhas compostas ou mistas depende da qualidade e da quantidade da proteína do trigo, bem como da natureza do produto envolvido (HOSENEY, 1990). É necessário, portanto, que os alimentos escolhidos para integrar farinhas compostas ou mistas sejam pesquisados quanto à composição química e características físicas e nutricionais para desenvolvimento de tecnologia que permita seu uso em produtos de panificação de forma eficiente (SILVA, 1997).

A farinha de linhaça pode agir como um substituto parcial de farinha de trigo, e oferece benefícios funcionais adicionais a reologia da massa. A fibra solúvel em farinha de linhaça se assemelha à goma arábica, e pode melhorar volume de pão quando se acrescenta de 8% a 15% por peso, baseado no peso da farinha de trigo. Sua propriedade de ligação com água é excelente, isso requer um aumento da quantidade de água equivalente a aproximadamente 75% do peso de farinha de linhaça nas formulações. Em pães, o fermento é aumentado em 25% para manter a textura e consistência (KLAHORST, 2000).

A quantidade de gordura pode ser diminuída, calculando a quantidade de lipídio contribuída pela farinha de linhaça (KLAHORST, 2000).

2.4 Tecnologia de biscoitos tipo “cracker”.

Embora não constitua um alimento básico como o pão, os biscoitos são aceitos e consumidos por pessoas de qualquer idade. Sua longa vida-de-prateleira permite que sejam produzidos em grande quantidade e largamente distribuídos. Biscoito é o produto obtido pelo amassamento e cozimento conveniente de massa preparada com farinhas, amidos, féculas, fermentadas ou não e outras substâncias alimentícias. A farinha de trigo constitui o principal ingrediente das formulações de biscoitos, pois fornece a matriz em torno da qual os demais ingredientes são misturados para formar a massa. A farinha para a elaboração de biscoitos deve apresentar taxa de extração entre 70 e 75%, teor de proteínas entre 8 e 11% e glúten extensível (GUTKOSKI, 2003).

De acordo com Labuschagne, Claassen & Deventer (1997) biscoitos de boa qualidade são obtidos a partir da farinha de trigos moles, de baixo teor de proteína bruta, alta taxa de extração de farinha de quebra e pequeno tamanho de partículas, sendo dureza a característica mais importante.

Biscoito foi um termo usado para descrever um pão endurecido de dimensões reduzidas que, guardado durante muito tempo, se conservava sem se danificar. Seu nome deriva do latim BIS-COCTUS ou do francês BESCOIT que significa “Duas vezes cozido” (WADE, 1988). É um produto consumido em todas as partes do mundo e por todas as classes sociais (LEITÃO et al., 1987).

Biscoito tipo *cracker* é classificado como biscoito de massa fermentada, e possui um teor de proteína elevado (em torno de 11%). Tipicamente, são quadrados (50x50mm) e possuem 4mm de espessura. Cada biscoito pesa de 3,0 a 3,5g e a umidade se situa em torno de 2,5%. Frequentemente, o cortador faz perfurações nos biscoitos para evitar estufamento no produto.

Pela legislação brasileira (Resolução 12/78 da CNNPA - Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos), os biscoitos tipo *cracker* são classificados como biscoitos ou bolachas salgadas. (ABIA, 1999).

Os biscoitos *crackers* são produzidos em maior variedade que qualquer outro tipo de produto de panificação. Os biscoitos diferem entre si pelas proporções de seus ingredientes principais, usados em menores e diferentes quantidades em relação ao peso da farinha de trigo, seu ingrediente principal. Sua fabricação está estruturada em uma formulação básica (ingredientes), embora condições de processamento tais como, tempo, pH, umidade e temperatura influenciem sua qualidade (MELO, 2004).

Em um estudo realizado por Chiara, et al. (2003) as amostras de biscoitos do tipo *cracker* obtiveram os teores mais elevados de ácidos graxos trans. O consumo de 100 gramas desse tipo de biscoito extrapola a recomendação de 2% a 5% de ácidos graxos *trans* em relação ao valor calórico total da dieta, conforme adotado em diversos países. Calcula-se que, para a elevação de 1% no consumo desses ácidos em relação às calorias totais, haja aumento de 0,9% nos níveis plasmáticos de LDL-c e redução de 1,13% nas lipoproteínas de alta densidade (HDL-c)¹⁸. O *cracker*, muito utilizado em recomendações dietéticas, foi considerado uma das principais fontes de ácidos graxos trans consumidos por mulheres e homens americanos. Segundo Klahorst (2000) a quantidade de gordura pode ser diminuída em formulações adicionadas de linhaça, calculando a quantidade de lipídio contribuído pela farinha de linhaça, com isso diminuir percentuais de gorduras *trans* nas formulações e acrescentar gorduras polinsaturadas, tornando os produtos mais saudáveis.

2.4.1 Ingredientes do cracker

Os ingredientes utilizados na produção são: farinha de trigo, água, gordura, fermento, sal, açúcares, bicarbonato de sódio. Pode ser usado também malte e suplemento enzimático.

A seguir serão feitas considerações de cada um dos ingredientes utilizados na elaboração dos *crackers*.

2.4.1.1 Trigo e Farinha de trigo

O trigo representa cerca de 33% dos cereais colhidos por ano no mundo. É uma planta herbácea pertencente à família das Gramíneas, cientificamente conhecida por *Triticum vulgare* e com muitas variedades. O grão de trigo é comumente classificado como: trigo duro ou forte, trigo semiduro, trigo mole ou fraco e trigo durum. A principal diferença entre eles reside na indicação de seu uso para determinado tipo de produto (POSSAMAI, 2005).

A farinha de trigo constitui o principal ingrediente das formulações de biscoitos *crackers*, pois fornece a matriz em torno da qual os demais ingredientes são misturados para formar a massa. A farinha para a elaboração de biscoitos deve apresentar taxa de extração entre 70 e 75%, teor de proteínas entre 8 e 11% e glúten extensível (MELO, 2002; GUTKOSKI, 2003).

De acordo com Tanili (1976) para a produção de *crackers* a seleção de trigos de boa qualidade é extremamente importante, já que as características desejadas na farinha e no produto final devem estar presentes no trigo.

A qualidade da farinha de trigo está, portanto, diretamente relacionada com o tipo de trigo de origem o qual através de suas características determina a principal propriedade de uma farinha, a força, a qual reflete diretamente na qualidade tecnológica do produto final.

Na Tabela 5 são apresentados valores para designar farinhas de diferentes forças.

TABELA 5 - Parâmetros farinográficos de farinhas com diferentes forças

<i>Farinhas</i>	<i>ABS(min)</i>	<i>TDM(min)</i>	<i>E(MIN)</i>	<i>TIM(UF)</i>
Fraca	<55	< 2,5	< 3	>100
Média	54 -60	2,5 – 4,0	3 – 8	60 – 100
Forte	> 58	8 - 15	8 – 15	15 – 50
Muito forte	> 58	> 10,0	> 15	< 10

Fonte: Pizzanato, 1999.

A qualidade da farinha para biscoitos pode ser avaliada por instrumentos. Estes instrumentos avaliam as características reológicas da massa obtida basicamente da mistura de farinha e água (VITTI et al., 1988).

Os testes reológicos podem ser feitos usando-se o farinógrafo e o extensógrafo que medem a força da farinha e seu posterior comportamento, após esforços mecânicos, que é submetida durante vários estágios do seu processamento. Esses testes possibilitam conhecer a absorção de água da farinha, as propriedades de mistura e as características de elasticidade e extensibilidade da massa (OLIVER & ALLEN, 1994).

Segundo Wade (1988) a qualidade do *cracker* resulta de uma interação entre as propriedades da farinha (principalmente o conteúdo de proteína) e as condições de processamento. Observou que os melhores *crackers* foram produzidos a partir de farinhas com conteúdo protéico de 10,5 a 11,5%.

2.4.1.2 Água

A água é um constituinte importante na formulação dos *crackers*, tendo a função de dissolver os ingredientes solúveis e hidratar o glúten, promovendo seu desenvolvimento. Na elaboração de biscoitos tipo *cracker*, a água deve obedecer a requisitos de potabilidade e de consistência física e química (VITTI et al., 1988; LIMA, 1998). Seu conteúdo na massa encontra-se na faixa de 29 e 34%, em relação ao peso total da farinha, sua absorção e consistência desejada da massa. A quantidade de água na massa é determinada pela força da farinha, sua absorção e consistência desejada da massa (LIMA, 1998).

A quantidade de água em um biscoito é função de: tamanho, número e uniformidade de espaços vazios, densidade, fissuras e estrutura da rede protéica (GAINES E & FINNEY, 1988).

2.4.1.3 Gordura

No processamento de biscoitos, tanto o tipo da gordura quanto a quantidade afetam a qualidade dos produtos. A fim de selecionar a melhor gordura para os vários tipos de

biscoitos, muitos fatores são levados em consideração como: resistência a rancificação, sabor e aroma, poder de creme, plasticidade, textura, cor, sensibilidade à luz e custo (POSSAMAI, 2005).

Nos biscoitos, a gordura tem função de amaciador, contribuindo com o aroma e sabor, melhora a expansão e lubrifica a massa (MORETTO, FETT, 1999).

Segundo Ortega (1991), a gordura nos biscoitos *crackers* tem a função de dar suavidade e firmeza aos mesmos, enquanto nos outros tipos de biscoitos tem a função de ajudar a obter uma textura mais uniforme, uma suavidade ao corte e também uma cor mais atrativa.

Normalmente são utilizadas gorduras em estado líquido, as quais auxiliam na obtenção de uma melhor dispersão durante o curto período de tempo da mistura que é característico da massa do processo do *cracker*. A gordura pode ser usada tanto na esponja como na massa (EL DASH et al., 1982; LIMA, 1998).

2.4.1.4 Fermento biológico

Os fermentos são grupos de microorganismos encontrados praticamente em todos os lugares na face da terra. O fermento usado na panificação é oriundo do grupo *Saccharomyces cerevisiae* (MORETTO e FETT, 1999).

O fermento biológico é constituído pelo microorganismo *Saccharomyces cerevisiae*, o qual transforma os açúcares presentes na massa em álcool e gás carbônico e é um ingrediente básico de biscoitos fermentados, assim como os *crackers*. É utilizado como fonte de enzima, melhorador de sabor e agente de crescimento (EL DASH et al., 1982), tendo como principal função o condicionamento das proteínas do glúten durante a elaboração dos biscoitos.

A levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) altera as propriedades físicas da massa, especialmente a elasticidade do glúten, por sua ação de estiramento gerada pela difusão e concentração de CO₂. Esta destruição da concentração de fibras do glúten causa o amolecimento da massa, o que é comumente chamado de acondicionamento do glúten (SMITH, 1972).

2.4.1.5 Sal

O sal tem propriedades adstringentes, atuando como fixador da água no glúten. Além de influenciar no sabor e aroma, é também usado como agente de controle da fermentação (WHITELEY, 1971). Caso o sal não seja adicionado à massa, a fermentação ocorrerá rapidamente, no entanto se o conteúdo de sal exceder 2% sobre o peso da farinha, a fermentação será retardada excessivamente (LIMA, 1998).

A quantidade de sal adicionado às massas é relativamente pequena, entretanto proporciona um sabor moderadamente salgado, quando usado devidamente, ressaltando o sabor e o aroma de cada ingrediente da formulação (SMITH, 1972; FERREIRA, 2004).

Em síntese, os efeitos do sal nas massas dos biscoitos *crackers* são refletidos principalmente na diminuição da absorção de água, no fortalecimento do glúten, auxiliando na retenção de gás, além de contribuir para uma melhor textura, sabor e volume do produto (EL DASH et al., 1982).

2.4.1.6 Bicarbonato de sódio

O bicarbonato de sódio tem a função de neutralizar os ácidos formados na fermentação, definindo o pH e a cor do produto final. Por isso ele deve ser acrescentado no estágio de preparação da massa. Os *crackers* podem apresentar diferentes valores de pH, porém geralmente, os valores se encontram ao redor de 7,0, o que é considerado ótimo para a obtenção de melhores características de sabor (PIZZINATTO, 1979; LAJOI & THOMAZ, 1994).

2.5 Análise sensorial

Análise Sensorial é a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (ABNT, 1993).

Reconheceu-se que a qualidade sensorial é função tanto dos estímulos procedentes dos alimentos como também das condições fisiológicas e sociológicas do indivíduo ou do grupo que avalia o alimento. Definiu-se também que as medidas instrumentais são úteis apenas quando apresentam boa correlação com as medidas sensoriais (POSSAMAI, 2005).

Basicamente, os métodos sensoriais são agrupados em analíticos e afetivos. Os analíticos são utilizados em avaliações em que são necessários a seleção e/ou treinamento da equipe sensorial e em que é exigida uma avaliação objetiva, ou seja, na qual não são consideradas as preferências ou opiniões pessoais, como no caso dos testes afetivos (FERREIRA et al., 2000).

Nesses testes analíticos que são considerados de resposta objetiva, em que se deve trabalhar com julgadores treinados em maior ou menor grau, segundo a exigência do teste e do problema no qual se aplica. Nos testes espera-se uma alta reprodutibilidade, como fruto do treinamento dos julgadores, em que se controla a veracidade e a consistência de suas respostas. Dentro deste tipo de testes estão os testes discriminativos, que servem para estabelecer diferenciação qualitativa e/ou quantitativa entre as amostras e os do tipo analítico, constituem o grupo de testes mais minuciosos e requer dos julgadores serem altamente treinados (DUTCOSKY, 1996; POSSAMAI, 2005).

Em outro grande grupo dos testes estão aqueles de resposta subjetiva, testes afetivos. Estes são realizados com pessoas sem treinamento em técnicas de análise sensorial, uma vez que se espera que as respostas sejam de reações espontâneas do indivíduo ao degustar o alimento. Estes testes são usados para determinar a aceitabilidade e preferência dos produtos. São testes que expressam a opinião pessoal do julgador (DUTCOSKY, 1996; POSSAMAI, 2005).

Os testes afetivos são uma importante ferramenta, pois acessam diretamente a opinião (preferência ou aceitabilidade) do consumidor já estabelecido ou potencial de um produto sobre características específicas ou idéias sobre o mesmo e, por isso, são também chamados de testes de consumidor (DUTCOSKY, 1996). Na escala hedônica incluem-se os teste de aceitação, que quantificam as reações de gostar ou desgostar do produto (LAWLESS, 1994).

De acordo com Sidel & Stone (1993), a escala considerada padrão é a escala estruturada de 9 pontos desenvolvida por Peryam e Pilgrim (1957), sendo ainda hoje a mais utilizada para medir a aceitação de consumidores em relação a um ou mais produtos.

As melhores escalas são as balanceadas, uma vez que apresentam igual número de categorias positivas e negativas. A forma geral da escala é:

Gostei muitíssimo

Gostei muito

Gostei moderadamente

Gostei ligeiramente

Nem gostei/nem desgostei

Desgostei ligeiramente

Desgostei moderadamente

Desgostei muito

Desgostei muitíssimo

Outra escala utilizada é a escala relativa ao ideal “Just Right Scale”, que permite avaliar a intensidade de um atributo específico do produto em relação à intensidade ideal deste atributo segundo um padrão hipotético mental do consumidor. Esta escala é utilizada na otimização de produtos para indicar recomendações sobre mudanças na formulação ou alterações de processos (VICKERS, 1987; MEILGAARD et al., 1988).

Com relação à apresentação, na maioria dos casos, é desejável apresentar as amostras de forma monádica (uma de cada vez) e seqüencial (uma após a outra). Deve-se considerar o período entre provar um tratamento e o seguinte, para que o nível de percepção do julgador volte ao inicial. É recomendado que, em teste com consumidores, todos os provadores provem todas as amostras, utilizado-se delineamentos de blocos completos balanceados, onde os efeitos de contraste e ordem são constituídos pelos julgadores que avaliam os grupos de tratamento (produtos diferentes) de acordo com o delineamento apropriado (DUTCOSKY, 1996).

No delineamento de blocos completos, todas as amostras (blocos) são servidas e avaliadas numa única apresentação ao provador, ou seja, o tamanho de cada bloco é igual ao número de tratamento, e é usado quando os provadores conseguem provar todas as amostras sem problemas de fadiga ou perda de sensibilidade (DUTCOSKY, 1996).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Matéria-prima

A farinha de trigo utilizada foi procedente do Grande moinho Cearense S/A, localizado em Fortaleza-Ceará. Para realização dos testes laboratoriais de produção de biscoitos, a farinha foi acondicionada em embalagem de polipropileno e armazenada em *freezer* até utilização.

Os outros ingredientes utilizados nas formulações foram obtidos no comércio local, semente de linhaça, gordura vegetal, açúcar invertido, açúcar; sal; fermento biológico e bicarbonato de sódio.

3.2 Reagentes

Os reagentes utilizados para caracterização química da matéria-prima e dos produtos foram fornecidos pelo Laboratório de Cereais da Universidade Federal do Ceará.

3.3 Aparelhos e equipamentos

Os principais aparelhos e equipamentos utilizados na caracterização física, físico-química e reológica da matéria prima e nas análises do produto final, estão listados a seguir:

- Analisador de textura – Texture Analyser TA XT2
- Batedeira planetária
- Balança analítica
- Balança semi-analítica
- Bomba de vácuo

- Cilindros laminadores
- Cilindros de Estampagem
- Colorímetro Minolta Chroma Meter CR-310
- Determinador de atividade - amilase Falling Number 2200 – Perten
- Dessecador
- Digestor de proteínas
- Destilador de proteínas
- Esteira de Resfriamento
- Extensógrafo Brabender
- Estufa com circulação de ar Quimis
- Espectrofotômetro Perkin-Elmer 1000
- Farinógrafo Brabender
- Forno elétrico
- Forno Industrial
- Glutomatic
- Liquidificador
- Mufla
- Potenciômetro
- Paquímetro

3.4 Métodos Experimentais

3.4.1 Caracterização física, físico-química e reológica da farinha de trigo e das farinhas de trigo adicionadas de farinha de linhaça.

a) Umidade

Segundo o método nº 44-15 American Association Cereal Chemists (AACC, 1995).

b) Proteína

Determinado pelo método de micro-Kjeldahl nº 46-11 da American Association of Cereal Chemists (AACC, 1995) para determinação de nitrogênio, considerando-se 5,70 como fator de conversão para o cálculo de proteína.

c) Cinzas

Pelo método nº 8-01 recomendado pela American Association of Cereal Chemists (AACC, 1995).

d) Gordura

De acordo com o método nº 30-25 da American Association of Cereal Chemists (AACC, 1995).

e) Carboidratos

A determinação de carboidratos foi realizada por diferença, isto é, a fração de carboidratos corresponde a 100 menos a somatória das frações protéica, lipídica, cinzas e umidade.

$$\% \text{carboidratos} = 100\% - (\% \text{proteínas} + \% \text{lipídios} + \% \text{cinzas} + \% \text{umidade})$$

f) Valor Calórico Total

Através da utilização dos coeficientes de ATWATER (carboidrato = 4,0, lipídios = 9,0; proteínas = 4,0).

g) Glúten úmido e seco

Avaliado pelo método no 38 – 10, AACC (1995).

h) Índice de queda - Falling Number

Realizado em determinador de atividade \square - amilase Falling Number 2200 – PERTEN, segundo o método nº 56-81B American Association Cereal Chemists (AACC, 1995).

3.4.1.1 Análises reológicas da farinha de trigo e das adicionadas de farinha de linhaça

a) Propriedades de mistura da massa: método farinográfico

Determinadas em Farinógrafo Brabender segundo método nº 54-21, AACC (1995). Foram determinados os parâmetros: I) percentual de absorção de água; II) tempo de desenvolvimento (minutos) e; III) estabilidade (minutos).

b) Propriedades alveográficas da massa

Determinadas em alveógrafo Brabender, segundo método nº 54-30, AACC (1995). Foram avaliados os parâmetros: i) Trabalho mecânico (W) ii) Tenacidade (P) em milímetros; e iii) Extensibilidade (L), expressa em milímetros.

c) Propriedades extensográficas da massa

Determinadas em extensógrafo Brabender, segundo método 54-10, AACC (1999). Foram avaliados os parâmetros: i) Resistência à Extensão ou elasticidade (R); ii) Resistência máxima (RM), expressas em unidades extensográficas (UE) e; iii) Extensibilidade (E), expressa em milímetros.

3.4.2 Caracterização física, físico-química dos biscoitos tipo *cracker*.

a) Umidade

Segundo o método n° 44-15 American Association Cereal Chemists (AACC, 1995).

b) Proteína

Determinado pelo método de micro-Kjeldahl n° 46-11 da American Association of Cereal Chemists (AACC, 1995) para determinação de nitrogênio, considerando-se 5,70 como fator de conversão para o cálculo de proteína.

c) Cinzas

Pelo método n° 8-01 recomendado pela American Association of Cereal Chemists (AACC, 1995).

d) Gordura

De acordo com o método n° 30-25 da American Association of Cereal Chemists (AACC, 1995).

e) Carboidratos

A determinação de carboidratos foi realizada por diferença, isto é, a fração de carboidratos corresponde a 100 menos a somatória das frações protéica, lipídica, cinzas e umidade.

$$\% \text{carboidratos} = 100\% - (\% \text{proteínas} + \% \text{lipídios} + \% \text{cinzas} + \% \text{umidade})$$

f) Valor Calórico Total

Através da utilização dos coeficientes de ATWATER (carboidrato = 4,0, lipídios = 9,0; proteínas = 4,0)

g) Fibra Alimentar

Segundo o método enzimático-gravimétrico (Prosky *et al.*, 1988).

h) Medidas de pH

As medidas de pH foram realizadas segundo técnica descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

3.4.2.1 Medidas físicas dos biscoitos

As análises físicas foram realizadas de acordo com os procedimentos descritos no macro método 10-50D, AACC (1995) utilizando-se 5 conjuntos de 6 biscoitos, de modo a obter-se 5 valores para cada um dos parâmetros, espessura, peso dos biscoitos antes e após cocção. As amostras foram selecionadas de forma aleatória e as medidas foram realizadas em duplicata.

a) Medidas dimensionais

O comprimento e largura, expressos em centímetros (cm) e espessura expressa em milímetros (mm), foram medidos com paquímetro.

b) Medidas de peso e volume.

Após o cozimento e o resfriamento, os biscoitos foram pesados em balança analítica.

As medidas de volume foram determinadas pelo método do deslocamento de sementes de painço.

A densidade foi calculada como a razão entre a massa (g) dos biscoitos assados e seu volume (cm³).

3.4.2.2 Medidas Instrumentais dos biscoitos

a) Medidas de cor

A análise de cor foi realizada utilizando colorímetro digital MINOLTA modelo CR-300, com Ø8mm de área de medição e geometria d/0°, no sistema CIELAB (CIE, 1986), com iluminante D65 e observador de 2°. No espaço colorimétrico CIELAB, definido por L*, a*, b*, a coordenada L* corresponde à luminosidade, e a* e b* referem-se às coordenadas de cromaticidade verde(-)/vermelho(+) e azul(-)/amarelo(+), respectivamente.

Foram obtidas 30 medidas de amostras selecionadas aleatoriamente

b) Medidas de Textura

As análises de textura foram realizadas em texturômetro SMS, modelo TAXT2i, utilizando célula de carga de 25kg e programa aplicativo fornecido com o equipamento (Texture Expert for Windows, versão 1.19). Para medição da força de quebra foi utilizada lâmina de aço inox HDP/BSK, a qual foi ajustada para transpassar a amostra a uma velocidade de 5 mm/s. A força máxima de quebra, em Newtons (N), e a distância, em mm, foram automaticamente determinadas pelo programa. Foram realizadas 30 medidas para cada formulação, sendo as amostras selecionadas aleatoriamente.

3.5 Processamento do biscoito tipo cracker

Na produção dos biscoitos tipo *cracker* foi utilizado o método “esponja e massa”, baseado no trabalho de LIMA, 1998, de acordo com Tabela 6. As etapas de pesagem, mistura/amassamento e fermentação foram realizadas em escala laboratorial, as etapas seguintes de laminação, modelagem e cozimento foram realizadas em escala industrial.

3.5.1 Formulações dos biscoitos tipo cracker

TABELA 6 – Formulação do biscoitos tipo *cracker*

<i>Ingredientes *</i>	<i>Esponja (%)</i>	<i>Massa (%)</i>
Farinha de trigo	65	35
Gordura vegetal hidrogenada	7	7
Fermento biológico	0,4	-
Água	25	-
Sal	-	2
Açúcar	-	2
Bicarbonato de sódio	-	0,6
Açúcar invertido		2

*Baseado no peso total da farinha

As farinhas compostas foram preparadas de modo a conterem 10%, 15% e 20% de farinha de linhaça e sendo complementada com as quantidades adequadas de farinhas de

trigo. A farinha de linhaça foi obtida a partir da semente de linhaça moída em liquidificador.

Devido ao seu alto conteúdo de óleo, a linhaça moída pode substituir gorduras em algumas formulações. Geralmente se recomenda uma substituição de 3 para 1. Por exemplo, 3 colheres de linhaça pode substituir 1 colher de manteiga, margarina ou óleo (MORRIS, 2003).

Os percentuais de gordura vegetal hidrogenada utilizados nas formulações adicionadas com 10%, 15% e 20% de linhaça foram reduzidos para 25% , 27% e 28,5% respectivamente, conforme tabela 07.

TABELA 7 – Formulações desenvolvidas para elaboração dos biscoitos tipo *cracker* sem adição de semente de linhaça e com adição de 10%, 15% e 20% de farinha de linhaça¹

Tipos de formulações				
<i>Ingredientes</i>	<i>FSL</i>	<i>FL10</i>	<i>FL15</i>	<i>FL20</i>
Farinha de trigo (g)	1000	900	850	800
Farinha de Linhaça (g)	-	100	150	200
Gordura vegetal hidrogenada(g)	14	10,5	10	9
Fermento biológico(g)	5	5	5	5
Água (ml)	250	265	275	285
Sal (g)	20	20	20	20
Açúcar (g)	20	20	20	20
Bicarbonato de sódio(g)	6	6	6	6
Açúcar invertido (ml)	20	20	20	20

¹ FSL = Formulação sem adição de farinha de linhaça; FL10 = Formulação com adição de 10% de farinha de linhaça; FL15 = Formulação com adição de 15% de farinha de linhaça; FL20 = Formulação com adição de 20% de farinha de linhaça.

3.5.2 Fluxograma de processamento

As formulações sem adição da farinha de linhaça e adicionadas com 10%, 15% e 20% de farinha de linhaça, foram processadas em duas etapas. As etapas pesagem dos ingredientes, de preparo da massa e fermentação foram realizadas em laboratório, as etapas seguintes de laminação, modelagem e cozimento foram realizadas na Indústria Técnica Brasileira de Alimentos-TBA, seguindo os padrões internos de processamento da indústria, para biscoitos tipo *cracker*. A Figura 2 descreve as etapas de processamento dos biscoitos.

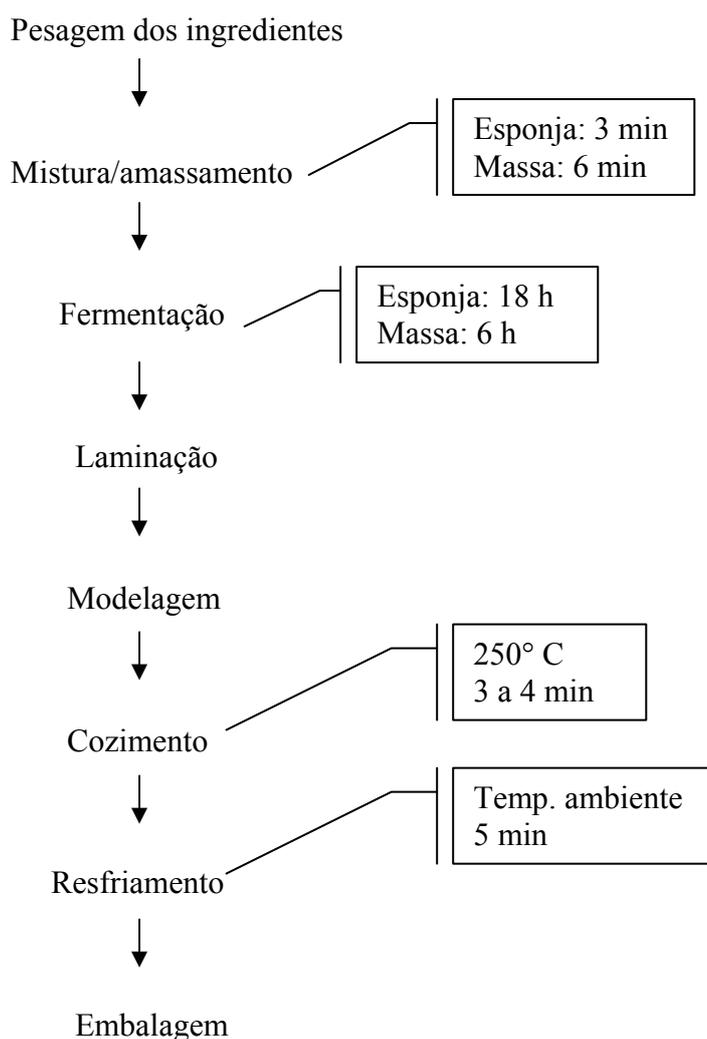


FIGURA 2 – Fluxograma de processamento do biscoito tipo *cracker*

3.5.3 Etapas do processamento

Na primeira etapa do processamento em laboratório foram realizados os seguintes procedimentos:

a) Pesagem dos ingredientes

Os ingredientes foram pesados em balança analítica e semi-analítica e etiquetados.

b) Mistura e fermentação da esponja

A massa esponja foi elaborada adicionando-se em uma batedeira planetária, a farinha de trigo, a farinha de linhaça, a água, a gordura e o fermento nas proporções estabelecidas nas tabelas 6 e 7.

Os ingredientes foram misturados por 3 minutos, em seguida a massa foi transferida para um recipiente (coberto com um filme plástico), a qual foi submetida a uma fermentação por 18 horas.

c) Mistura e fermentação da massa

Na etapa de mistura da massa foram adicionados a esponja já fermentada, a gordura, a farinha de trigo, a farinha de linhaça, o bicarbonato de sódio, o sal, o açúcar e o açúcar invertido, conforme formulação (Tabela 6 e 7). Os ingredientes foram misturados na batedeira por 6 minutos. A massa foi colocada em um recipiente (coberto com filme plástico), onde foi fermentada por mais 6 horas.

d) Laminação, estampagem e corte:

Essas etapas foram efetuadas através de um mecanismo alimentador, onde as massas foram conduzidas ao sistema laminador, constituído de 3 pares de rolos laminadores, um

formador de dobras e 3 pares de rolos redutores. Em seguida, as massas foram estampadas através do sistema de rolo com a impressão e o corte no formato de biscoitos tipo *cracker*.

e) Cozimento

Os biscoitos formatados foram conduzidos através de esteira metálica para cozimento em forno tipo contínuo, com 72m de comprimento e 1,40m de largura, constituído por 6 zonas de aquecimento com controle independente de temperatura. No cozimento foram mantidas temperaturas iniciais de 300°C, intermediárias de 250°C e finais de 200°C. O tempo de cozimento foi de 2 a 3 minutos.

f) Resfriamento, embalagem e armazenamento.

Os biscoitos foram resfriados em esteiras rolantes descobertas. Após o resfriamento os biscoitos foram acondicionados em embalagem de filme de polipropileno liso e transparente. Os produtos foram mantidos em condições normais de armazenamento à temperatura ambiente, até utilização.

3.6 Análise sensorial

3.6.1 Amostras

As amostras de biscoito tipo *cracker* utilizadas nos testes sensoriais foram mantidas nas embalagens originais, e armazenadas em condições normais, à temperatura ambiente até a realização dos testes. Cada amostra foi especificada da forma descrita a seguir:

1. Formulação sem adição de farinha de linhaça - CSL
2. Formulação adicionada com 10% de farinha de linhaça - (CL10)
3. Formulação adicionada com 15% de farinha de linhaça - (CL15)
4. Formulação adicionada com 20% de farinha de linhaça - (CL20)

3.6.2 Delineamento Experimental

Foi utilizado um delineamento construído em Blocos completos Balanceados (BCB), de acordo com Stone & Sidel (1993), completando-se um BCB a cada 12 julgamentos, com 8 repetições por formulação. O produto foi avaliado por 96 provadores, de tal forma que cada provador avaliou todas as formulações.

3.6.3 Avaliação das amostras

Noventa e seis provadores não treinados avaliaram, no laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal do Ceará, quatro formulações de biscoitos tipo *cracker*, identificadas em números de 1 a 4, correspondentes respectivamente, a formulação sem adição de farinha de linhaça e as formulações com adição de 10%, 15% e 20% de farinha de linhaça. Nos testes de aceitabilidade foram avaliados os atributos: aparência, cor, sabor, textura e impressão geral, através da escala hedônica estruturada de nove pontes (1=desgostei muitíssimo; 5= nem gostei/nem desgostei; 9= desgostei muitíssimo) de acordo com Stone & Sidel (1993).

Utilizou-se a escala relativa ao ideal (-4; 0; +4) para medir a intensidade de dureza.

Foi avaliada também a intenção de compra através de uma escala de 5 pontos (1= certamente compraria; 5= certamente não compraria).

Os dados de frequência de consumo de biscoito tipo *cracker*, pelos provadores, foram registrados no formulário, utilizando-se a seguinte categorização de referência de consumo:

- 1 – Consumo muitíssimo
- 2 – Consumo muito
- 3 – Consumo moderadamente
- 4 – Consumo pouco
- 4 – Quase não consumo

As amostras foram servidas de forma monádica, sequencial codificadas com números de três dígitos casualizados, acompanhadas de um copo de água mineral a temperatura ambiente para ser utilizado pelo provador entre as degustações das amostras.

A Figura 3 apresenta a ficha para recrutamento e as figuras 4 e 5 as fichas para avaliação das amostras.

Análise Sensorial de Biscoito tipo *Cracker* com Adição de Linhaça

Nome: _____	Data: __/__/__	Sexo: () F () M
Escolaridade: () nível fundamental () nível médio () nível superior () pós-graduação		
Idade: () 18 – 25 () 25 – 35 () 35 – 45 () 45-65 () acima de 65		

Estamos realizando um teste de aceitação de **BISCOITO TIPO CRACKER COM ADIÇÃO DE LINHAÇA** e gostaríamos de conhecer a opinião dos consumidores. Caso você concorde em participar deste teste, por favor, preencha e assine a ficha abaixo:

1. Marque na escala abaixo o quanto você GOSTA ou DESGOSTA de: BISCOITO TIPO <i>CREAM CRACKER</i>	2. Indique a frequência com que você consome biscoito tipo <i>cream cracker</i> :
() Gosto muitíssimo () Gosto muito () Gosto moderadamente () Nem gosto, nem desgosto () Desgosto ligeiramente () Desgosto moderadamente () Desgosto muito	() diariamente; () 3 a 5 vezes por semana () 1 vez por semana () 2 vezes por mês () 1 vez ao mês

EU SOU VOLUNTÁRIO(A) PARA REALIZAR ESTE TESTE DE DEGUSTAÇÃO COM BISCOITO TIPO CRACKER COM ADIÇÃO DE LINHAÇA.

ASSINATURA

.....

FIGURA 3 – Ficha para recrutamento de provador

Avaliação Sensorial de Biscoito tipo *Cracker* com Adição de Linhaça

Obrigada por participar de nossa pesquisa com Biscoito tipo *Cracker* com Adição de Linhaça. A sua opinião é de extrema importância. Por favor, responda as seguintes questões:

1. Inicialmente observe a amostra e por favor, marque com um X na escala abaixo o quanto você gostou ou desgostou da APARÊNCIA e COR dessa amostra.

Código da Amostra _____ **Código da Amostra** _____

ESCALA	APARÊNCIA	COR
Gostei muitíssimo	()	()
Gostei muito	()	()
Gostei moderadamente	()	()
Gostei ligeiramente	()	()
Nem gostei, nem desgostei	()	()
Desgostei ligeiramente	()	()
Desgostei moderadamente	()	()
Desgostei muito	()	()
Desgostei muitíssimo	()	()

Código da Amostra _____

FIGURA 4 – Ficha para avaliação de aparência e cor das amostras

TESTE DE DEGUSTAÇÃO

Obrigada por participar de nossa pesquisa com Biscoito tipo *Cracker* com Adição de Linhaça. A sua opinião é de extrema importância. Por favor, responda as seguintes questões:

1) **PROVE** a amostra e indique, marcando um X na escala abaixo o quanto você gostou ou desgostou do **SABOR** e **TEXTURA** da amostra.

Código da Amostra _____

SABOR	TEXTURA	IMPRESSÃO GERAL (aparência+aroma+sabor+textura)
<input type="checkbox"/> Gostei muitíssimo	<input type="checkbox"/> Gostei muitíssimo	<input type="checkbox"/> Gostei muitíssimo
<input type="checkbox"/> Gostei muito	<input type="checkbox"/> Gostei muito	<input type="checkbox"/> Gostei muito
<input type="checkbox"/> Gostei moderadamente	<input type="checkbox"/> Gostei moderadamente	<input type="checkbox"/> Gostei moderadamente
<input type="checkbox"/> Gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> Gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> Gostei ligeiramente
<input type="checkbox"/> Nem gostei, nem desgostei	<input type="checkbox"/> Nem gostei, nem desgostei	<input type="checkbox"/> Nem gostei, nem desgostei
<input type="checkbox"/> Desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> Desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> Desgostei ligeiramente
<input type="checkbox"/> Desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/> Desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/> Desgostei moderadamente
<input type="checkbox"/> Desgostei muito	<input type="checkbox"/> Desgostei muito	<input type="checkbox"/> Desgostei muito
<input type="checkbox"/> Desgostei muitíssimo	<input type="checkbox"/> Desgostei muitíssimo	<input type="checkbox"/> Desgostei muitíssimo

2) Baseando-se em sua **IMPRESSÃO GERAL**, marque com um X, na escala abaixo o grau de certeza com que você **COMPRARIA** ou **NÃO COMPRARIA**, caso esta amostra estivesse à venda em supermercados.

1. <input type="checkbox"/> Certamente compraria
2. <input type="checkbox"/> Possivelmente compraria
3. <input type="checkbox"/> Talvez comprasse, talvez não comprasse
4. <input type="checkbox"/> Possivelmente não compraria
5. <input type="checkbox"/> Certamente não compraria

3) Indique na escala abaixo com um X, **O QUÃO IDEAL** está a intensidade de **DUREZA** nesta amostra.

<input type="checkbox"/> muito mais duro que o ideal
<input type="checkbox"/> moderadamente mais duro que o ideal
<input type="checkbox"/> ligeiramente mais duro que o ideal
<input type="checkbox"/> ideal

<input type="checkbox"/> ligeiramente menos duro que o ideal
<input type="checkbox"/> moderadamente mais duro que o ideal
<input type="checkbox"/> muito menos duro que o ideal

FIGURA 5 – Ficha para teste de degustação das amostras

3.7 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância-, utilizando programa de estatística ORIGIN, versão 7.0 e com apresentação dos dados em tabelas.

Foram também realizadas análises através de histogramas de frequência.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização físico-química e reológica da farinha de trigo e das farinhas adicionadas de 10%, 15% e 20% de farinha linhaça.

4.1.1 Composição Centesimal da farinha de trigo

A Tabela 8 apresenta os valores de composição centesimal da farinha de trigo sem linhaça (FSL) e das farinhas adicionadas com os percentuais de 10% (FL10), 15% (FL15) e 20% (FL20) de farinha de linhaça.

TABELA 8 – Composição centesimal da farinha trigo e das farinhas adicionadas com 10%, 15% e 20% de linhaça^{1 3}

Amostras²	Umidade (%)	Cinzas (%)	Lipídios (%)	Proteína (Nx5,70)	Carboidratos (%)
FSL	13,0 ^a ± 0,02	0,45 ^a ± 0,01	1,83 ^a ± 0,20	8,4 ^a ± 0,35	76,63 ^a ± 0,15
FL10	12,7 ^a ± 0,15	1,00 ^b ± 0,02	5,84 ^b ± 0,11	17,3 ^b ± 0,10	63,20 ^b ± 0,11
FL15	12,8 ^a ± 0,11	1,14 ^c ± 0,05	8,00 ^c ± 0,03	17,5 ^b ± 0,22	61,74 ^c ± 0,05
FL20	12,6 ^a ± 0,14	1,20 ^c ± 0,05	10,71 ^d ± 0,02	25,0 ^d ± 0,19	52,26 ^d ± 0,60

¹Média ± desvio padrão de determinações em triplicata

² FSL= Farinha de trigo sem adição de linhaça, FL10 = Farinha com 10% de farinha de linhaça, FL15 = Farinha com 15% de farinha linhaça e FL20 = Farinha com 20% de farinha de linhaça.

³Letras iguais em uma mesma coluna não apresentam diferença significativa ao nível de 5%.

* Carboidratos calculados por diferença

O teor de umidade da farinha de trigo sem adição de linhaça (13%) encontrou-se na faixa desejável, que segundo Lima (1998) é de 12,5% a 14%. Enquanto que as farinhas compostas após a adição da farinha de linhaça nas concentrações de 10%,15% e 20% permaneceram numa faixa aceitável com 12,7% , 12,8% e 12,6% respectivamente. As amostras não diferiram significativamente entre si ao nível de 5%.

O conteúdo de cinzas da farinha de trigo é considerado uma importante medida de qualidade. O teor de cinzas da farinha por si só não está relacionado com a qualidade final do produto, mas fornece indicações sobre o grau de extração da farinha (LIMA, 1998; GUTKOSKI, 2003). Na Legislação Brasileira, de acordo com a Instrução Normativa nº 8, de 2 de junho de 2005 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, o teor de cinzas é usado para classificar a farinha de uso doméstico tipo 1, tipo 2 e integral. Para a farinha ser classificada como tipo 1, o teor de cinzas deve ser inferior a 0,8% (expressos em base seca).

Com o aumento nos níveis de adição de farinha de linhaça, observou-se um aumento no conteúdo de cinzas em comparação a farinha sem linhaça (0,45%), chegando a 62,25% na maior concentração (20%), conforme a Tabela 8. Hussain et al., (2006) observaram essa elevação do teor de cinzas, quando adicionaram farinha de linhaça em *cookies*. Estas diferenças podem ser atribuídas aos minerais presentes na farinha de linhaça. Anonymous (2001) verificou que a linhaça contém teor de cinzas em torno de 3,40%.

O teor de lipídeos encontrado na farinha sem linhaça (1,83%), foi superior ao mencionado por Lima (1998) para biscoitos *crackers* (1,20%). As modificações mais significativas na composição das farinhas compostas em relação a FSL foram notadas no teor de lipídios. Quando a adição de farinha de linhaça foi de 10%, verificou-se um aumento de 68,66% no teor de lipídios em relação a FSL (1,83%), enquanto que na FL20 esse aumento foi de aproximadamente 83%.

O conteúdo protéico da FSL (8,4%) ficou dentro da faixa recomendado por Wade (1988) de 7 a 9% para a produção de biscoitos. Com a adição de farinha de linhaça (10%, 15% e 20%), os valores protéicos aumentaram para 17,3%, 17,35% e 25,0%, respectivamente. Esse resultado já era esperado, pois de acordo com a literatura científica consultada (ANONYMOUS, 2001; OOMAH, 2001; OOMAH, AT AL. 2002), a linhaça é uma boa fonte de proteína.

Verificou-se que o teor de proteínas de todas as farinhas adicionadas de farinha de linhaça diferiu significativamente da FSL ($p \leq 0,5$), entretanto as amostras FL10 e FL15 não apresentaram diferença significativa entre si ao nível de 5%.

4.1.2 Teor de glúten

Os teores de glúten seco e úmido são importantes na avaliação da qualidade de farinhas para biscoitos. Os teores de glúten seco e úmido encontrados na farinha de trigo padrão

foram de 10,0% e 29,0%, respectivamente. Os valores encontrados estão de acordo com Carvalho Júnior (1999), que afirma que os teores de glúten seco e úmido das farinhas em geral estão na faixa de 7,5% a 14% e 24% a 36%, respectivamente. Lima (1998) avaliando farinha para biscoito tipo *cracker* encontrou valores de 8,88% e 22,37% para glúten seco e úmido respectivamente.

Não foi possível a realização desta análise nas farinhas com adição de farinha de linhaça, devido às mesmas causarem entupimento das malhas durante a obtenção do glúten no aparelho Glutomatic.

A linhaça não contém glúten, logo é de se esperar que sua adição à farinha de trigo diminua esse parâmetro.

4.1.3 Índice de queda

Os resultados do índice de queda (Falling Number), para a farinha de trigo e para as farinhas com adição de farinha de linhaça estão apresentados na Tabela 9.

TABELA 9 – Índice de queda da farinha e trigo, e das farinhas adicionadas de 10%, 15% e 20% de farinha de linhaça¹.

	<i>FSL</i>	<i>FL10</i>	<i>FL15</i>	<i>FL20</i>
Índice de queda	436 ^a ±10,8	412,66 ^a ±11,9	419 ^a ±11,5	424,5 ^a ±3,46

¹Média ± desvio padrão

²Letras iguais em uma mesma coluna não apresentam diferença significativa ao nível de 5%.

³FSL= farinha de trigo sem adição de linhaça; FL10 =farinha com 10% de farinha de linhaça, FL15 = farinha com 15% farinha de linhaça, FL20 = farinha com 20% de farinha de linhaça.

O resultado do índice de queda (Falling Number) para a farinha de trigo de 436 segundos (Tabela 9), indicou atividade enzimática baixa para farinha destinada à produção de *crackers*, o que sugere ajustes na massa. De acordo com Mailhot & Patton (1988) o valor desejável é de 250 segundos. O tempo de queda na medida indireta da atividade enzimática aumentou para 412,66, 419 e 424,5 segundos, para as farinhas adicionadas com 10%, 15% e 20% de farinha de linhaça respectivamente. Esses aumentos se devem

provavelmente as enzimas presentes na semente de linhaça, que foi utilizada na sua forma integral.

Entre as médias de índice de queda de todas as amostras analisadas, de acordo com o teste de Tukey, não houve diferenças significativa ao nível de 5%.

4.1.4 Análises reológicas

A capacidade de absorção de água da farinha, a resistência da massa à mistura e as propriedades de elasticidade e extensibilidade da massa foram avaliadas por parâmetros farinográficos, alveográficos e extensográficos, os quais estão apresentados nas Tabelas 10, 11 e 12.

A adição de qualquer produto a farinha de trigo pode ocasionar modificações nas características reológicas da massa (DELAHAYE Y TESTA, 2005).

TABELA 10 – Características farinográficas da farinha sem adição de farinha de linhaça e das farinhas adicionadas de 10%, 15% e 20% de linhaça ^{1 2}

Amostras	ABS (%)	TDM (min)	E (min)
FSL	59,4	6,1	10,2
FL10	60,2	6,9	6,0
FL15	61,0	8,2	6,0
FL20	61,3	8,1	5,5

¹FSL = farinha de trigo sem farinha de linhaça; FL10 = farinha com 10% de farinha de linhaça, FL15 = farinha com 15% de farinha de linhaça, FL20 = farinha com 20% de farinha de linhaça.

² ABS = Absorção de água; TDM = Tempo de desenvolvimento; E = Estabilidade.

As características farinográficas (Tabela 10) foram utilizadas para avaliar as propriedades de absorção e força da farinha. Os valores encontrados identificaram a farinha padrão utilizada como farinha de média a forte, de acordo com parâmetros citados por Pizzinato (1999).

O percentual de absorção de água de todas as farinhas adicionadas foi superior ao da FSL. Verificou-se esse aumento na medida em que se incrementou a substituição, provavelmente pelo fato da farinha de linhaça conter fibra dietética, que tem a propriedade de absorver água devido o conteúdo de gomas e mucilagens (COŞKUNER & KARABABA, 2005)

De acordo com Chen et al. (2006) a goma da semente de linhaça é um hidrocolóide com boa capacidade de retenção de água, atingindo uma expressiva capacidade de distensão e alta viscosidade em solução aquosa.

As taxas de absorção de água encontradas para as farinhas FSL, FL10, FL15 e FL20 (59,4%, 60,2%, 61,0%, e 61,3%, respectivamente), foram superiores ao intervalo de 50 a 56% para uso em *cracker* (MAILHOT & PATTON, 1988).

A adição da farinha de linhaça alterou o tempo de desenvolvimento das farinhas, fazendo com que as massas FL10, FL15 e FL20 demorassem mais do que a FSL (6,1 min) para interagir e atingir sua consistência ideal, possivelmente devido às fibras presentes na farinha de linhaça.

A medida em que os níveis de adição de farinha de linhaça na farinha aumentaram verificou-se reduções na estabilidade das massas, proporcionais aos percentuais adicionados. Nas farinhas FL10, FL15 e FL20 houve redução para 6,0 min., 6,0 min. e 5,5 min., respectivamente em relação a FSL (10,2 min.). Isso pode ter ocorrido devido à farinha de linhaça exigir maior quantidade de água e também conter maior quantidade de lipídios. Essa redução da estabilidade indica também que a farinha de linhaça diminui a força da massa. Chen et al. (2006) atribui a redução da força do gel de goma da linhaça a adição de NaCl, devido a compressão das duplas camadas elétricas das moléculas. Esta característica pode contribuir para uma melhoria na maquinabilidade dos biscoitos. Silva, (1997) e Delahaye y Testa, (2005), obtiveram resultados similares com farinhas compostas.

De acordo com Basman y Koksel (1999) ao se utilizar uma farinha com maior teor de fibras que a farinha de trigo como diluente em uma massa, é de se esperar que as propriedades reológicas variem, em especial que absorção de água aumente e o volume da massa diminua.

Os farinogramas das amostras FSL, FL10, FL15 e FL20 são mostrados nas figuras 6 a 9.

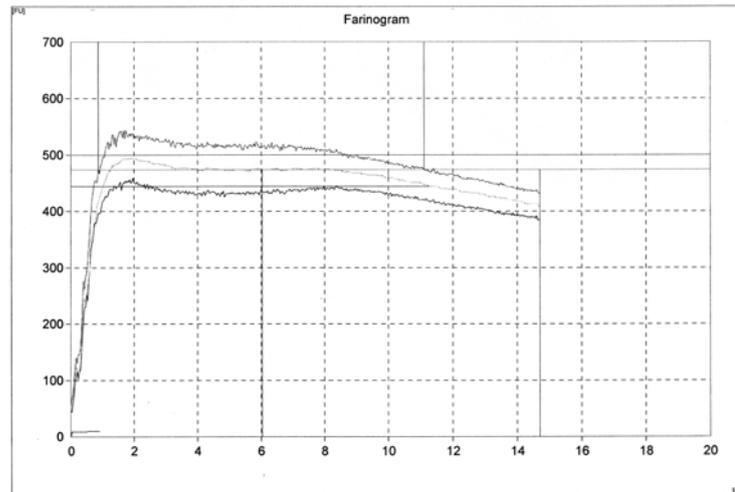


FIGURA 6- Farinograma da farinha de trigo (FSL)

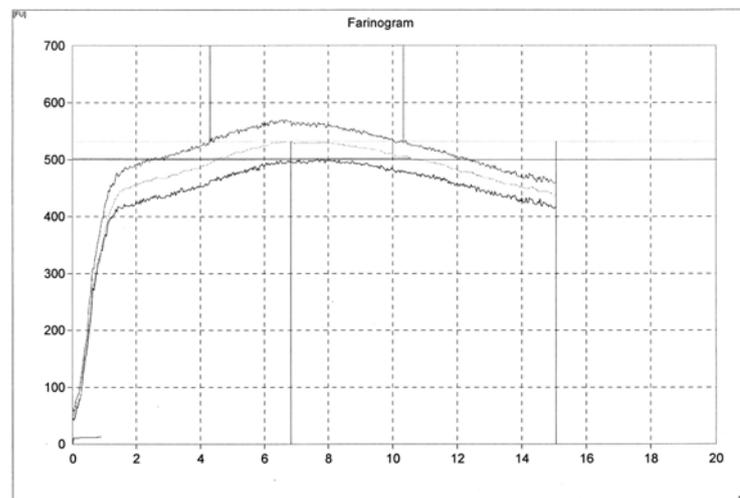


FIGURA 7- Farinograma da farinha de trigo com adição de 10% de farinha de linhaça (FL10)

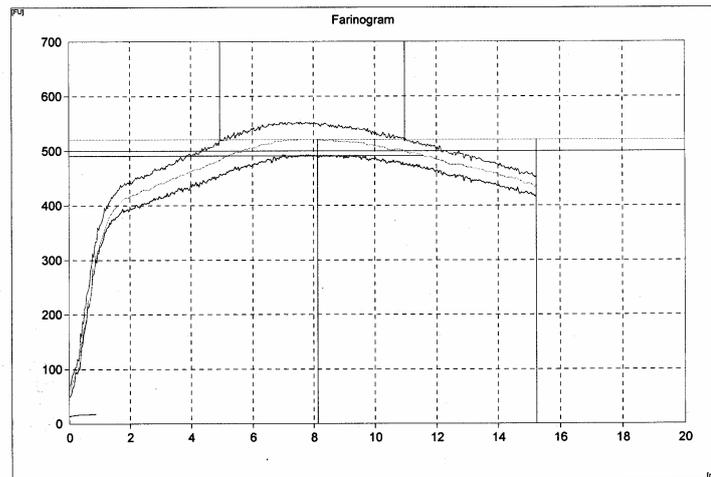


FIGURA 8- Farinograma da farinha de trigo com adição de 15% de farinha de linhaça (FL15)

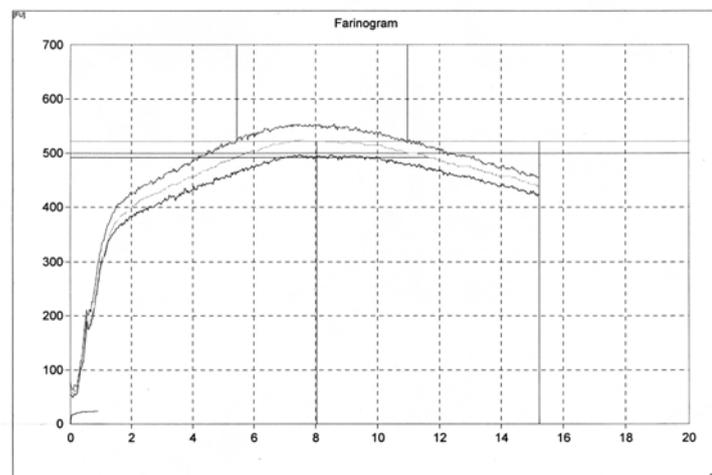


FIGURA 9- Farinograma da farinha de trigo com adição de 20% de farinha de linhaça (FL20)

TABELA 11- Características alveográfica da farinha de trigo e das farinhas com 10%, 15% e 20% de linhaça.

Amostras	W (10⁻⁴J)	P (min)	L (min)	P/L
FSL	230	73	76	1,0
FL10	160	86	46	1,9
FL15	140	86	38	2,3
FL20	131	95	33	2,9

W= Trabalho mecânico para expandir a massa

P= tenacidade

L = extensibilidade

FSL= Farinha de trigo sem adição de linhaça, FL10 = Farinha com 10% de farinha de linhaça, FL15 = Farinha com 15% de farinha linhaça e FL20 = Farinha com 20% de farinha de linhaça.

De acordo com parâmetros avaliados na tabela 11 no alveograma a tenacidade (P), que é a resistência que a massa oferece ao estiramento, aumentou na medida que se aumentou a adição de farinha de linhaça. Por outro lado L, que é a capacidade de estiramento sem que a massa se rompa diminuiu na proporção que se aumentou a adição da farinha de linhaça. O W, diminuiu com o acréscimo da farinha de linhaça, sugerindo que a linhaça contribuiu para um enfraquecimento da farinha. Isso sugere, segundo Borges (2006) diminuição na resistência das massas e menor tolerância ao amassamento ou ação mecânica.

A adição de farinha de linhaça torna o glúten mais tenaz e menos elástico, alterando as propriedades reológicas da mistura, já que suas proteínas não formam glúten.

As mudanças ocorridas FSL e com a adição dos percentuais de 10%, 15% e 20% de farinha de linhaça, segundo alveogramas, estão demonstradas nas figuras 10 a 13.

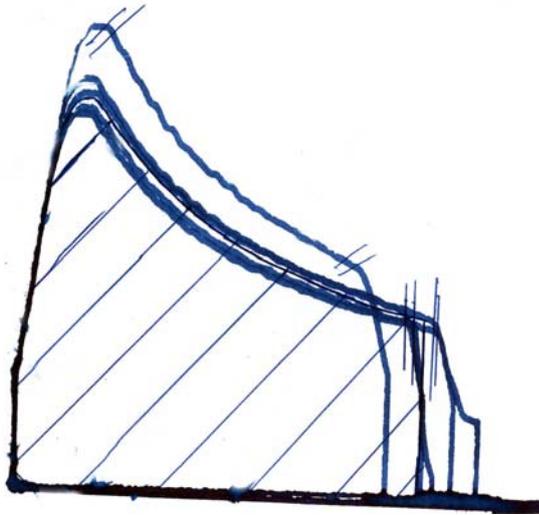


FIGURA 10- Alveograma da Farinha de trigo sem adição da semente de linhaça

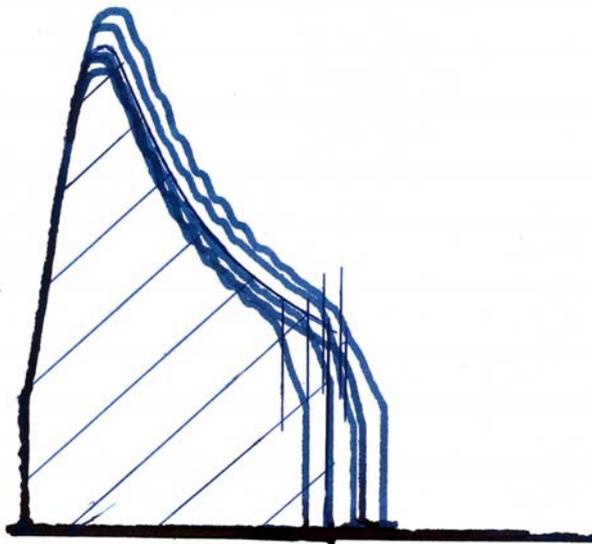


FIGURA 11 - Alveograma da Farinha de trigo adicionada com 10% de farinha de linhaça

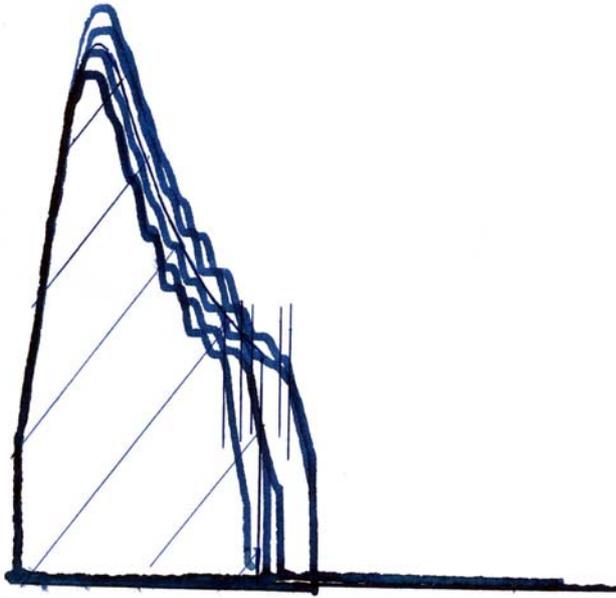


FIGURA 12 - Alveograma da Farinha de trigo adicionada com 15% de farinha de linhaça

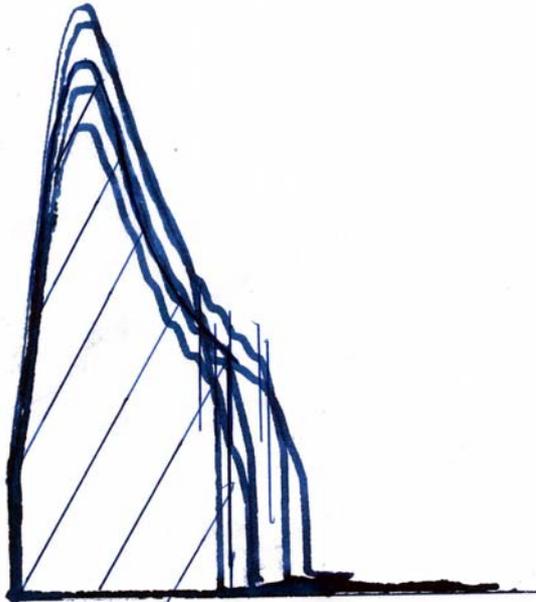


FIGURA 13 - Alveograma da Farinha de trigo adicionada com 20% de linhaça

A avaliação dos resultados extensográficos (Tabela 12) confirmou os parâmetros avaliados no alveograma

TABELA 12 – Características extensográficas da farinha sem adição de farinha de linhaça e das farinhas adicionadas de 10%, 15% e 20% de farinha de linhaça.

	<i>Tempo de descanso (min)</i>	<i>R (U.E)</i>	<i>RM (U.E)</i>	<i>E</i>	<i>A (cm²)</i>	<i>D</i>
FSL	45	297,00	448,30	175,00	103,27	1,69
	90	369,00	491,00	155,30	99,53	2,39
	135	296,00	439,00	158,30	87,77	1,86
FL10	45	353,33	432,00	150,00	92,13	2,36
	90	404,00	497,00	438,00	95,30	2,79
	135	404,33	482,00	135,00	84,17	2,99
FL15	45	353,00	371,00	128,00	69,87	2,76
	90	389,33	414,30	124,70	70,90	3,12
	135	368,00	386,70	123,70	65,50	2,97
FL20	45	401,66	401,66	116,33	66,13	3,44
	90	428,33	431,66	116,33	66,66	3,68
	135	376,66	380,00	118,00	64,33	3,19

A= Energia

R = Resistência à extensão ou Elasticidade

Rm = Resistência máxima

E = Extensibilidade

D= Número Proporcional

U E = Unidades Extensográficas

FSL= Farinha de trigo sem adição de linhaça, FL10 = Farinha com 10% de farinha de linhaça, FL15 = Farinha com 15% de farinha linhaça e FL20 = Farinha com 20% de farinha de linhaça.

Os resultados mostraram que as propriedades viscoelásticas da FSL foram modificadas na proporção da adição de farinha de linhaça. Foi observada uma queda nos valores de Rm, E e da energia requerida para esticar a massa (A), entretanto ocorreu um aumento no R e no D.

4.2 Caracterização físicas, químicas e físico-químicas dos biscoitos.

Os biscoitos produzidos foram caracterizados quanto à composição centesimal, fibra alimentar e medidas físicas.

4.2.1 Composição Centesimal dos Biscoitos

A Tabela 13 apresenta a composição centesimal dos biscoitos sem adição de farinha linhaça (CSL) e com adição de farinha de linhaça nos percentuais de 10% (CL10), 15% (CL15) e 20% (CL20).

TABELA 13- Composição centesimal média do biscoito padrão e adicionados com 10%, 15% e 20% de farinha de linhaça ^{1 3}

	<i>Umidade</i> (%)	<i>Cinzas</i> (%)	<i>Proteínas</i> (Nx5,7) (%)	<i>Lipídios</i> (%)	<i>Fibra</i> <i>alimentar</i> (%)	<i>Carboidratos</i> (%)
	<i>g/100g do produto</i>					
CSL	3,96 ^a ± 0,10	1,34 ^a ± 0,01	8,96 ^a ± 0,03	12,42 ^a ± 0,12	3,64 ^a ± 0,02	71,03 ^a ± 0,07
CL10	4,47 ^{abc} ± 0,45	1,60 ^b ± 0,03	16,60 ^b ± 0,46	11,84 ^b ± 0,24	9,48 ^b ± 0,01	59,57 ^b ± 1,52
CL15	4,53 ^b ± 0,16	1,90 ^c ± 0,02	17,14 ^b ± 0,50	13,43 ^c ± 0,52	11,9 ^c ± 0,22	53,48 ^c ± 0,87
CL20	4,92 ^c ± 0,07	2,50 ^d ± 0,03	25,8 ^c ± 0,17	15,82 ^d ± 0,03	12,22 ^c ± 0,12	41,25 ^d ± 0,14

¹ Médias das determinações em triplicata

² Letras iguais em uma mesma coluna não apresentam diferença significativa ao nível de 5%.

³ CSL = *Cracker* sem adição de farinha de linhaça; CL10 = *Cracker* com 10% farinha de linhaça; CL15 = *Cracker* com 15% farinha de linhaça; CL20 = *Cracker* com 20% farinha de linhaça.

* Carboidratos calculados por diferença

Em geral os biscoitos produzidos na industria apresentam umidade residual na faixa de 3 a 4% (VITTI, 1988). Os teores de umidade mais altos encontrados nos biscoitos CL10, CL15 e CL20, em relação CSL, podem ser atribuídos a maior higroscopicidade dos materiais fibrosos presentes na farinha de linhaça.

Para a variável umidade o teste de Tukey mostrou que CSL e CL10; CL10 e CL15; CL10 e CL20 não diferiram entre si ($p \geq 0,05$). Entretanto, CSL e CL15; CSL e CL20; CL15 e CL20 apresentaram diferenças significativas ao nível de 5%.

Os percentuais de cinzas aumentaram conforme a adição da semente de linhaça, conforme já observado na análise das farinhas. Quanto a essa variável as amostras diferiram entre si, ao nível de 5%.

Ocorreu um aumento no teor de proteína nas formulações adicionadas de farinha de linhaça, em relação à formulação CSL, também como observado na análise das farinhas. Houve diferença significativa ao nível de 5% entre as amostras quanto ao teor de proteína, entretanto foi observado que as formulações CL10 e CL15 não apresentaram diferença entre si.

Os percentuais de lipídios encontrados no biscoito com adição de farinha de linhaça foram superiores aos biscoitos sem a adição, com exceção do CSL (12,42). As formulações adicionadas de farinha de linhaça possuem menor percentual (27% em média) de gordura hidrogenada, de acordo com a formulação apresentada na Tabela 6. Estudos clínicos mostraram que os ácidos graxos trans das gorduras hidrogenadas tendem a elevar os níveis de colesterol total e também tendem a elevar colesterol LDL ("ruim") e baixar o colesterol HDL ("bom") (HERNANDEZ, 2003). Os *crackers* do estudo foram enriquecidos com lipídios da farinha de linhaça, que contém uma grande quantidade de gorduras polinsaturadas, benéficas ao organismo humano (PRASAD, 1998; RAMCHARITAR, 2005; LEE, et al. 2005; HUSSAIN, 2006). Houve diferença significativa entre as formulações quanto a variável lipídio, ao nível de significância de 5%.

De acordo com a ANVISA (BRASIL, 1998) o alimento sólido é considerado fonte de fibras alimentares, se conter em sua composição um mínimo de 3g de fibras/100g e alimento com alto teor de fibras, se tiver um mínimo de 6g de fibras /100g. Baseando-se nestes valores e nos teores de fibra alimentar encontrado nos biscoitos CL10 (9,48 %), CL15 (11,9%) e CL20 (12,22%), conforme demonstrado na tabela 12, pode-se afirmar que os *crackers* desenvolvidos nesta pesquisa apresentam-se como *crackers* com alto teor de fibra alimentar.

Ranhoira et al., (1991) citado por Silva (2001), elaboraram *cookies* com aveia e passas (50% de substituição) e encontraram valor da fibra alimentar de 10,50% a 13,50% . Para Silva et al., (2001) os valores de fibra alimentar foram de 5,44% e 6,25%, para os biscoitos formulados com farinha de jatobá-do-cerrado e de jatobá-da-mata, respectivamente.

O valor calórico calculado para 100g de biscoitos CSL, CL10, CL15 e CL20 foram de 451,7 Kcal, 453,84 kcal, 459,47 Kcal e 469,6 Kcal respectivamente. Para o cálculo utilizou-se os Coeficientes de Atwater (4, 4 e 9, respectivamente para proteínas, carboidratos e lipídios), de acordo com Tagle (1981).

Quanto a variável carboidrato, houve diferença significativa entre as formulações ao nível de significância de 5%, segundo o teste de Tukey.

4.2.2 pH dos biscoitos

A tabela 14 apresenta os valores de pH dos biscoitos sem adição de farinha de linhaça e dos biscoitos adicionados de farinha de linhaça.

TABELA 14 – pH dos biscoitos tipo *cracker*

<i>Biscoitos¹</i>	<i>pH</i>
CSL	7,36 ± 0,03
CL10	7,31 ± 0,01
CL15	7,26 ± 0,01
CL20	7,14 ± 0,05

¹CSL = *Cracker* sem adição de farinha de linhaça; CL10 – *Cracker* com 10% de farinha de linhaça, CL15 – *Cracker* com 15% de farinha de linhaça, CL20 – *Cracker* com 20% de farinha de linhaça.

De acordo com a tabela 14, os valores de pH para os *crackers* encontram-se na faixa normal para biscoitos em geral de 6,5 a 8,0, como referido por Pyler (1982). Lima (1998) encontrou valores aproximados em biscoitos tipo *cracker* (7,02, 7,12 e 7,18). Mendonza et al., (2004) avaliou biscoitos tipo *crackers* comerciais e achou valores de pH similares.

4.2.3 Medidas dimensionais

Os resultados com as medidas físicas de espessura, largura e comprimento efetuados em 30 unidades de biscoitos, estão apresentados na Tabela 15.

TABELA 15 – Medidas físicas de espessura, largura e comprimento dos *crackers*^{1,2}.

<i>Amostra</i> ³	<i>Espessura(mm)</i>	<i>Largura(cm)</i>	<i>Comprimento(cm)</i>
CSL	0,39 ± 0,05 ^a	6,63 ± 0,06 ^a	4,76 ± 0,12 ^a
CL10	0,33 ± 0,02 ^b	6,22 ± 0,04 ^b	5,63 ± 0,11 ^b
CL15	0,32 ± 0,01 ^b	6,11 ± 0,06 ^c	5,66 ± 0,09 ^c
CL20	0,32 ± 0,02 ^b	6,14 ± 0,04 ^c	5,69 ± 0,07 ^c

¹ Média ± desvio padrão

² Letras iguais em uma mesma coluna não apresentam diferença significativa ao nível de 5%.

³ CSL – *Cracker* sem adição de farinha de linhaça; CL10 – *Cracker* com 10% farinha de linhaça, CL15 – *Cracker* com 15% farinha de linhaça, CL20 – *Cracker* com 20% farinha de linhaça.

4.2.3.1 Espessura dos *crackers*

Como é mostrado na Tabela 15 e gráfico apêndice 2, os *crackers* com adição de farinha de linhaça (CL10, CL15 e CL20), apresentaram uma menor espessura em relação aos biscoitos sem adição (CSL) e não diferiram entre si, porém diferiram do CSL. Estes resultados podem ser explicados pelas modificações que a farinha de linhaça conferiu a reologia da massa.

A velocidade do processo de fermentação da massa com adição da farinha de linhaça foi reduzido, com o aumento do teor de gordura presentes na farinha de linhaça, quando comparado com a massa sem a adição. As modificações observadas na reologia da massa,

provavelmente contribuíram para alterar da maquinabilidade dos biscoitos e possibilitando assim a diminuição de sua espessura.

4.2.3.2 Comprimento dos crackers

De acordo com os valores da Tabela 15 e gráfico apêndice 3, a massa do biscoito CSL, apresentou-se mais elástica, sofrendo uma retração após a moldagem e cozimento dos biscoitos devido à aglomeração das proteínas presentes na mesma, fazendo com que o comprimento dos biscoitos apresentassem um comportamento diferenciado dos biscoitos com adição de farinha de linhaça.

Nas formulações adicionadas de farinha de linhaça essa retração não foi verificada. Os principais fatores que podem ter contribuído para esse comportamento foram: (a) redução no teor de glúten, provocado pela adição crescente de farinha de linhaça a massa, pois a linhaça como outras oleaginosas, não contem glúten (Aubrecht, 1998) (b) a um cisalhamento da rede de glúten, devido a granulometria da farinha de linhaça ser maior que a da farinha de trigo (c) melhoria na maquinabilidade das massas, devido às mesmas conterem maiores teores de lipídios, contribuindo assim para modificações significativas em sua reologia.

No presente estudo, em todas as massas não houve adição de protease, exatamente para se observar claramente às modificações reológicas provocadas pela adição da farinha de linhaça.

Todas as amostras diferiram significativamente da CSL, mas não houve diferença significativa entre o comprimento das amostras CL15 e CL20.

Lima (1998) mostrou em seu estudo que massas de crackers produzidas com farinhas mais fortes, como a utilizada na produção desses crackers, são frequentemente elásticas e curtas, tendendo a retornar à sua forma original. O mesmo autor justifica que o tratamento da massa, com enzima protease permite reduzir ou remover os efeitos negativos causados pela retração da massa na laminação, um fenômeno intimamente relacionado com o excesso de proteína na farinha de trigo.

Lima (1998) mostrou também que através da adição de proteases, farinhas de trigo com maiores teores de glúten podem ser usadas para melhorar a produção de biscoitos, tornando as massas macias, plásticas e extensíveis livres do fenômeno de retração da massa.

4.2.3.3 *Largura dos crackers*

O fenômeno de retração da massa, de acordo com os valores apresentados na tabela 15 e no gráfico do apêndice 4, promoveu também alteração na largura do biscoito sem adição da farinha de linhaça.

O teste de comparação das médias de largura mostrou que houve diferença significativa entre a amostra CSL e as amostras CL10, CL15 e CL20. A amostra CL10 diferiu significativamente das amostras CL15 e CL20, porém as amostras CL15 e CL20 não diferiram entre si.

4.2.3.4 *Medidas de peso, volume e densidade*

As médias das medidas de peso, volume e densidade dos biscoitos estão mostradas na Tabela 16.

TABELA 16 - Medidas físicas de peso, volume e densidade dos *crackers*¹.

<i>Formulações</i> ²	<i>Peso antes do cozimento (g)</i>	<i>Peso depois do cozimento(g)</i>	<i>Volume (cm³)</i>	<i>Densidade (g/ cm³)</i>
CSL	7,04 ± 0,79 ^a	5,32 ± 0,57 ^a	11,20 ± 0,86 ^a	0,67 ± 0,05 ^a
CL10	6,61 ± 0,54 ^b	4,55 ± 0,49 ^b	7,60 ± 0,84 ^b	0,62 ± 0,06 ^b
CL15	6,19 ± 0,68 ^c	4,57 ± 0,50 ^b	8,40 ± 0,69 ^c	0,52 ± 0,08 ^b
CL20	6,82 ± 0,56 ^b	4,57 ± 0,56 ^b	8,80 ± 0,78 ^c	0,50 ± 0,06 ^b

¹Médias e desvio padrão de 5 conjuntos de 6 biscoitos – Macro método 10-50D AACC (1995)

²CSL = *Cracker* sem adição de farinha de linhaça; CL10 – *Cracker* com 10% farinha de linhaça, CL15 – *Cracker* com 15% farinha de linhaça,

CL20 – *Cracker* com 20% farinha de linhaça.

³Letras iguais em uma mesma coluna não apresentam diferença significativa ao nível de 5%.

Os valores dos pesos dos biscoitos antes e depois do cozimento, conforme tabela 16 e gráfico apêndice 5, mostraram a redução dos pesos dos *crackers* após o cozimento.

Segundo o teste de Tukey, todas as amostras de biscoitos antes do cozimento, apresentaram diferença significativa ao nível de 5%. Com exceção das amostras CL10 e CL20 que não diferiram entre si.

Quanto aos pesos dos biscoitos depois do cozimento, as amostras CL10, CL15 e CL20 não diferiram significativamente entre si, todavia diferiram da amostra CSL ao nível de 5%.

Como apresenta a tabela 16 e gráfico apêndice 6, para a variável volume, o teste de Tukey mostrou diferença significativa entre as amostras, com exceção das amostras CL15 e CL20 que não diferiram entre si.

Segundo o teste de Tukey para densidade dos biscoitos, de acordo com a tabela 16 e gráfico apêndice 7, as amostras CSL e CL10, CSL e CL15, CSL e CL15 apresentam diferença significativa ao nível de 5%. Porém, as amostras CL10 e CL15; CL10 e CL20; CL15 e CL20 não diferem entre si.

4.3 Medida instrumental de cor e textura dos biscoitos

4.3.1 Medida instrumental de cor

Os resultados para luminosidade (L), cromaticidade a+ e cromaticidade b+ estão mostrados na Tabela 17.

TABELA 17: Parâmetros de luminosidade (L) e cromacidade a+ e b+ nos biscoitos tipo *cracker* sem adição e adicionados de farinha de linhaça^{1 2}

<i>Amostras</i> ³	<i>L</i>	<i>a+</i>	<i>b+</i>
CSL	73,57 ± 1,90 ^a	1,83 ± 0,99 ^a	31,42 ± 0,70 ^a
CL10	63,39 ± 1,12 ^b	6,41 ± 0,41 ^b	26,17 ± 1,31 ^b
CL15	61,39 ± 0,89 ^c	4,93 ± 0,55 ^c	25,72 ± 0,54 ^b
CL20	60,02 ± 1,60 ^d	4,78 ± 0,74 ^c	24,65 ± 1,28 ^d

¹ Média e desvio padrão

² Letras iguais em uma mesma coluna não apresentam diferença significativa ao nível de 5%.

³ CSL – *Cracker* sem adição de farinha de linhaça; CL10 – *Cracker* com 10% farinha de linhaça, CL15 – *Cracker* com 15% farinha de linhaça, CL20 – *Cracker* com 20% farinha de linhaça.

Os valores de (L) que indica luminosidade, dos biscoitos com adição de farinha de linhaça, sofreram reduções na medida em que o nível de adição aumentou, em relação ao biscoito sem adição de farinha de linhaça. Indicando maior escurecimento das amostras. Isto indica que a pigmentação escura (marrom) da linhaça interferiu no escurecimento das formulações.

Todas as formulações diferiram significativamente entre si.

Com relação a cromaticidade a+, se observa de acordo com a tabela 17, que na proporção que se elevou o percentual de farinha de linhaça nas formulações, se obteve valores médios superiores em relação à formulação sem adição de semente de linhaça, sugerindo uma maior expressão relativa da tonalidade vermelha para as mesmas, notadamente para a amostra CL10. Estes resultados sugerem que a expressão do parâmetro a+, foi decorrente da adição de farinha de linhaça às amostras.

Houve diferença significativa ao nível de 5% entre as médias das amostras, entretanto não houve diferença significativa entres as amostras CL15 e CL20.

Os valores observados para o parâmetro b+ (tonalidade amarela), nas formulações com adição de farinha de linhaça foram abaixo do observado para a amostra CSL, a qual é mais definida pela cor amarela.

Houve diferença significativa ao nível de 5% entre todas as formulações, com exceção das formulações CL10 e CL15, que não diferiram significativamente entre si.

4.3.2 Caracterização instrumental da textura

Na Tabela 18 estão apresentadas as médias para a textura, onde a força de quebra foi o parâmetro analisado.

TABELA 18 –Força de quebra dos biscoitos¹

<i>Amostras</i> ³	<i>Força de Quebra (g)</i>
CSL	3988,48 ± 12,60 ^a
CL10	4204,88 ± 9,16 ^a
CL15	4466,21 ± 9,60 ^a
CL20	4034,82 ± 12,70 ^a

¹ Médias e desvio padrão

² Letras iguais em uma mesma coluna não apresentam diferença significativa ao nível de 5%.

³ CSL – Cracker sem farinha de linhaça; CL10 – Cracker com 10% farinha de linhaça, CL15 – Cracker com 15% farinha de linhaça, CL20 – Cracker com 20% farinha de linhaça.

A amostra CL15 obteve valores médios de força de quebra maiores que as amostras CSL, CL10 e CL20. As formulações com adição farinha de semente de linhaça nos três níveis, obtiveram valores médios superiores aos da formulação padrão, sugerindo que a fibra presente na farinha de linhaça tenham contribuído para um aumento da dureza nos biscoitos em relação ao padrão, embora o teste de Tukey ter mostrado que estas não apresentaram diferença significativa entre si ao nível de 5%. Silva (1997), Vieira (2001) obtiveram resultados semelhantes em relação à dureza, quando adicionaram fibras em *cookies*.

4.4 Análise Sensorial

Os biscoitos tipo *cracker* sem adição de farinha de linhaça (CSL) e os adicionados com 10% (CL10), 15% (CL15) e 20% (CL20) de farinha de linhaça foram submetidos a avaliação sensorial conforme descrito a seguir.

4.4.1 Caracterização da equipe sensorial

A caracterização da equipe sensorial levou em consideração o sexo, o grau de escolaridade, a idade, o grau de gostar e a frequência de consumo de biscoitos tipo *cracker*.

4.4.1.1 Caracterização dos consumidores por sexo

Os resultados da caracterização da equipe de provadores com relação ao sexo estão apresentados na Figura 14.

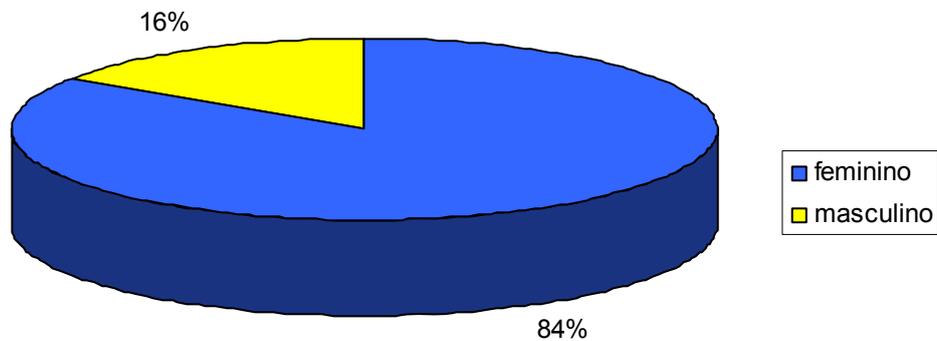


FIGURA 14 – Provadores por sexo

De acordo com a figura 13, houve predominância do sexo feminino com 84% dos provadores.

4.4.1.2 Caracterização dos provadores por grau de escolaridade

Na Figura 15 estão apresentadas as distribuições de provadores por grau de escolaridade.

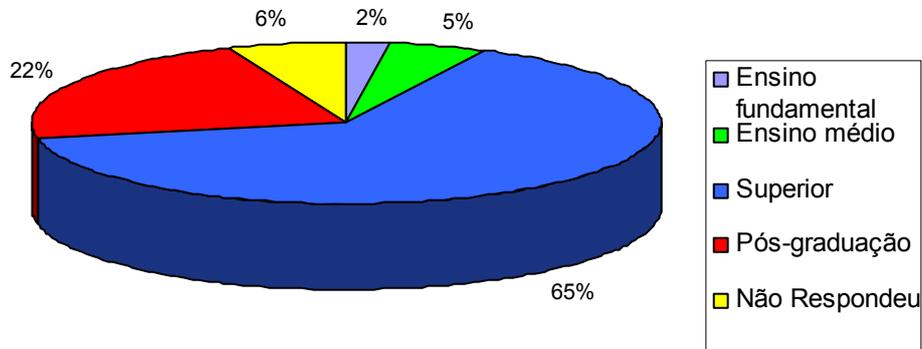


FIGURA 15 – Distribuição dos provedores por escolaridade

4.4.1.3 Caracterização dos provedores por idade

Na figura 16, estão demonstrados os dados de frequência de consumo por faixa etária. Como mostra a Figura 16, pode-se observar que 69% dos provedores se situaram na faixa etária de 18 a 25 anos, enquanto 25% encontraram-se na faixa entre 26 e 35 anos, portanto adultos jovens.

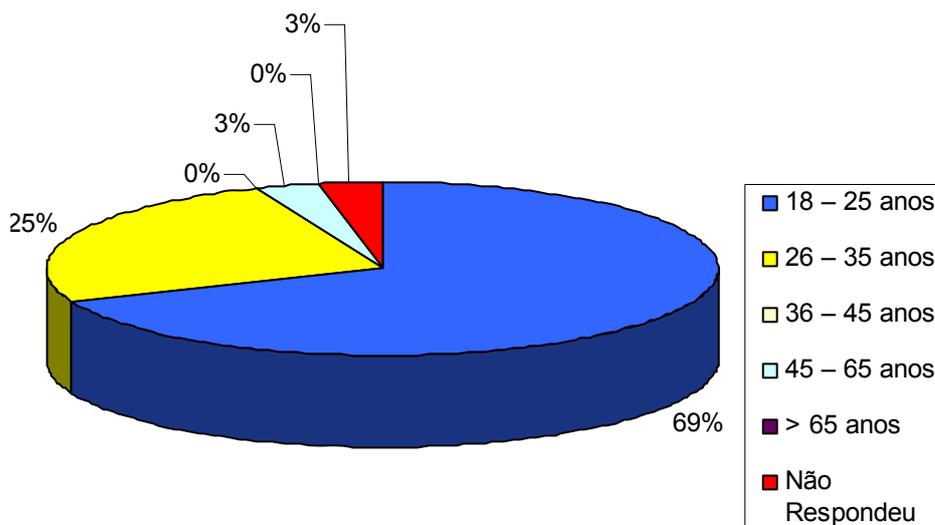


FIGURA 16 – Distribuição dos provedores por idade

4.4.1.4 Caracterização dos provadores por grau de gostar ou desgostar de biscoito tipo *cracker*

A tabela 19 mostra a distribuição dos provadores em relação ao grau de gostar ou desgostar de biscoitos tipo *cracker*.

De acordo com a Tabela abaixo, 57,28% dos provadores atribuíram um alto grau de gostar, enquanto o grau de desgostar foi baixo (1,04).

TABELA 19 - Distribuição dos provadores por grau de gostar e desgostar de biscoito tipo *cracker*

<i>Grau de gostar ou desgostar</i>	<i>N</i>	<i>%</i>
Gosta muitíssimo	15	15,62
Gosta muito	40	41,66
Gosta moderadamente	37	38,54
Não gosta/nem desgosta	4	3,84
Desgosta ligeiramente	0	0
Desgosta moderadamente	0	0
Desgosta muito	0	0
TOTAL	96	100

4.4.1.5 Frequência de consumo de biscoitos tipo *cracker*

Neste estudo adotou-se a seguinte classificação para a frequência de consumo de biscoitos tipo *cracker*: muito alto (diariamente); alto (3 a 5 vezes por semana); moderado (1 vez por semana); baixo(1 a 2 vezes por mês).

Na Tabela 20 estão apresentados os resultados de frequência de consumo. Nela observou-se uma tendência expressiva de consumo do produto, quesito importante na

avaliação sensorial, através de estudos com consumidores (MEILGAARD, 1988; SIDEL & STONE, 1993).

TABELA 20- Frequência (%) do consumo de biscoitos tipo *cracker*

<i>Frequência de consumo</i>	<i>Quantidade</i>	<i>%</i>
Diariamente	20	20,83
3 a 5 vezes por semana	33	34,38
1 vez por semana	31	32,29
2 vezes no mês	6	6,25
1 vez no mês	6	6,25
TOTAL	96	100

Entre os provadores 55,21% informaram consumir biscoitos tipo *cracker* diariamente ou 3 a 5 vezes na semana, o que expressa uma frequência de consumo moderada a alta. Os percentuais de 6,25% e 6,25% referidos para consumo 1 a 2 vezes no mês expressam um consumo baixo.

4.4.2 Aceitação das formulações quanto aos atributos sabor, textura e impressão geral através da escala hedônica.

Os resultados das médias dos atributos sabor, textura e impressão geral, as médias e respectivos erros-padrão estão apresentados na Tabela 21.

Observou-se que em todos os atributos analisados, as médias da amostra CL20 não diferiu significativamente ($p>0,05$) da média CSL, indicando que seus atributos se aproximaram das características do CSL.

TABELA 21 – Média geral dos atributos sabor, textura e impressão geral dos biscoitos^{1,2,3}

<i>Amostra*</i>	<i>Sabor</i>	<i>Textura</i>	<i>Impressão Geral</i>
CSL	5,06 ^a ± 2,22	4,46 ^a ± 2,90	4,91 ^a ± 2,36
CL10	6,01 ^b ± 1,68	5,63 ^b ± 2,10	5,84 ^b ± 1,791
CL15	6,78 ^c ± 1,49	6,97 ^c ± 1,71	6,67 ^c ± 1,56
CL20	5,04 ^a ± 2,08	4,80 ^a ± 2,17	4,74 ^a ± 1,98

¹Escala: 1 = Desgostei muitíssimo; 5 = Nem gostei/ gostei/ Nem desgostei; 9 =Gostei muitíssimo.

²Média ± desvio padrão

³Letras iguais em uma mesma coluna não apresentam diferença significativa ao nível de 5%.

*CSL – *Cracker* sem adição de farinha de linhaça; CL1 – *Cracker* com 10% farinha de linhaça, CL2 – *Cracker* com 15% farinha de linhaça, CL3 – *Cracker* com 20% farinha de linhaça

4.4.2.1 Aceitação do atributo sabor

As médias para o sabor mostradas na tabela 21 indicam um bom grau de aceitação para todas as formulações, na faixa hedônica de aceitação, sugerindo que a farinha de linhaça contribui positivamente para o sabor dos biscoitos. A formulação com adição de 15% de farinha de linhaça obteve o maior escore de aceitação (6,78), estando de acordo Hussain (2006) que adicionou farinha de linhaça em *cookies* e observou que os percentuais mais aceitos com relação ao sabor foram com 10% e 15%.

Em um estudo semelhante feito por Ramcharitar et al., (2006) com adição de 11,6 de farinha de linhaça em *muffins*, o biscoito sem adição de semente de linhaça foi preferido pelos provadores. Alpers & Sawyer-Morse (1996) enriqueceram *cookies* com percentuais altos de farinha de linhaça (30% e 50%) e obtiveram a preferência dos provadores, em relação ao controle sem adição de farinha de linhaça.

Houve diferença significativa entre as formulações ao nível de significância de 5%, com exceção das formulações CSL e CL20 que não diferiram significativamente.

Vale ressaltar que os biscoitos desse estudo foram produzidos conforme Tabelas 6 e 7, apenas com ingredientes básicos em suas formulações, diferentemente de formulações

comerciais que são acrescentadas de ingredientes que aprimoram o sabor, como, por exemplo, aroma de manteiga.

Os jovens como os que corresponderam a 69% dos provadores (18 a 25 anos) desse estudo, geralmente não têm o hábito de consumir alimentos funcionais. Por esta razão respostas indiferentes e negativas aos *crackers* com farinha de linhaça podem ter sido influenciadas pelo hábito alimentar. Uma posterior avaliação com consumidores em faixas etárias específicas e atitude positiva para alimentos funcionais, pode ser requerida para verificar a aceitação de *crackers* com farinha de linhaça.

Outra observação a ser feita, é quanto o nível de conhecimento anterior do valor nutricional da linhaça, que pode exercer influência positiva nos provadores. (CAMPBELL & BELL, 2001). Fato que merece uma investigação posterior quanto à aceitação dos *crackers* com farinha de linhaça.

De acordo com Silva (1997), as pessoas de um modo geral vão sempre aceitar mais facilmente alimentos preparados a partir de ingredientes tradicionalmente estabelecidos e próximos aos seus hábitos alimentares, uma vez que, o comportamento alimentar individual é o resultado do relacionamento sinérgico entre ambientes biológicos, ecológicos e sócio-culturais.

4.4.2.2 Aceitação do atributo textura

Textura é um fator importante na avaliação de produtos alimentícios e a maioria das pessoas parece ter uma idéia clara da textura esperada de um produto, baseado em sua memória de experiências passadas (MOJET, 2005).

As médias hedônicas da textura situaram-se na faixa entre “nem gostei/nem desgostei” e “gostei moderadamente”, sendo a maior média de aceitação (6,97) para a formulação com adição de 15% de farinha de linhaça (CL15).

Com relação a esse atributo ocorreu entre as formulações, diferença significativa ao nível de 5%, entretanto a formulação CSL não diferiu significativamente com relação à amostra CL20.

Aos biscoitos tipo *cracker*, normalmente é adicionado uma espécie de farofa constituída de farinha, gordura e sal (EL-DASH et al., 1982), para farofa auxiliar na textura, dando um

aspecto de massa folheada aos biscoitos. Nos biscoitos em estudo, não foi utilizada essa farofa na sua produção.

4.4.2.3 Impressão geral

Quanto a Impressão geral, Tabela 21, a formulação com adição de 15% de farinha de linhaça obteve a melhor média de aceitação (6,67), localizando-se entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”.

Houve diferença significativa entre as formulações, ao nível de significância de 5%, porém a formulação CSL não diferiu significativamente ($p < 0,5$) com relação à formulação CL20.

Os resultados indicaram que quando todos os atributos foram avaliados conjuntamente, a adição da farinha de linhaça promoveu alterações positivas na qualidade sensorial dos biscoitos, quando comparados com CSL.

Para a impressão geral, apesar de considerar-se a homogeneidade de importância dos atributos agregados, aparência, aroma, sabor e textura, há uma hierarquia na importância relativa da contribuição de cada atributo. De acordo com Moskowitz & Krieger (1995), a ordem de importância é dada respectivamente, pelo sabor/aroma, textura e aparência.

Avaliação da aparência e cor pela escala hedônica

As médias do atributo aparência e cor para cada formulação são indicadas na Tabela 22.

TABELA 22 – Média geral dos atributos cor e aparência dos biscoitos ^{1,2}

<i>Amostra*</i>	<i>Cor</i> ³	<i>Aparência</i> ³
CSL	7,72 ^a ± 1,04	7,42 ^a ± 1,20
FL10	6,52 ^b ± 1,80	6,16 ^b ± 2,03
FL15	4,87 ^c ± 1,14	4,61 ^c ± 2,11
FL20	3,56 ^d ± 2,10	3,53 ^d ± 2,08

¹Escala: 1 = Desgostei muitíssimo; 5 = Nem gostei/ gostei/ Nem desgostei; 9 =Gostei muitíssimo.

²Média ± desvio padrão

³Letras iguais em uma mesma coluna não apresentam diferença significativa ao nível de 5%.

*CSL – *Cracker* sem farinha de linhaça; CL10 – *Cracker* com 10% farinha de linhaça, CL15 – *Cracker* com 15% farinha de linhaça, CL20 – *Cracker* com 20% farinha de linhaça.

As médias obtidas sugeriram que a percepção da farinha de linhaça interferiu na aceitação da cor e aparência das formulações, por parte dos provadores. Os valores hedônicos médios para os biscoitos com adição de semente de linhaça localizaram-se entre “gostei moderadamente” e “desgostei moderadamente”.

Esses resultados estão de acordo com estudos feitos por Shearer (2002) e Hussain (2006), que concluíram que à medida que houve um incremento na adição de farinha de linhaça em *cookies*, ocorreu uma diminuição nos atributos sensoriais de cor e aparência. Ramcharitar et al., (2006) observou maior preferência do biscoito sem adição de farinha de linhaça ao adicionado com farinha de linhaça em *muffins*, com relação aos atributos aparência e cor.

Todas as amostras apresentaram diferença significativa ao nível de 5%, tanto para a cor como para a aparência.

4.4.3 Avaliação da dureza pela frequência de notas da escala do ideal

Os dados da frequência de respostas para a intensidade de dureza na escala do ideal são mostrados na figura 17.

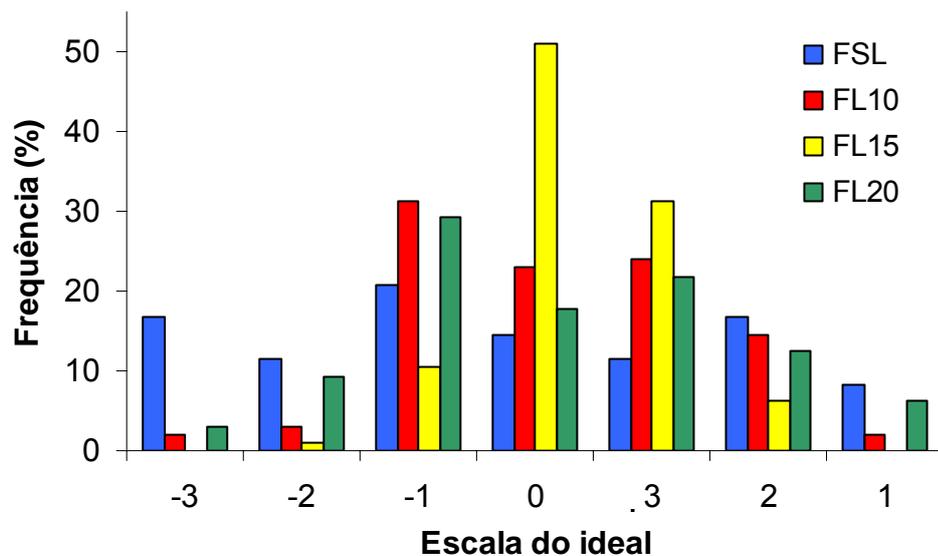


FIGURA 17 – Escala relativa ao ideal para a intensidade de dureza

Para o atributo dureza, os valores localizados na faixa positiva indicam produto mais duro que o ideal, e valores negativos produto menos duro que o ideal.

Na figura acima observa-se um maior percentual de notas, na faixa positiva mais dura que o ideal da escala para todas as formulações, quando comparada a faixa menos dura que o ideal. Porém, a amostra com adição de 15% de farinha de linhaça, obteve um percentual de respostas no nível do ideal acima das demais formulações (51,04%), enquanto que a FSL obteve percentual de respostas no nível do ideal abaixo das demais formulações (14,59%).

4.4.4 Avaliação da intenção de compra pela frequência de notas.

As respostas referentes à intenção de compra são apresentadas na figura 18.

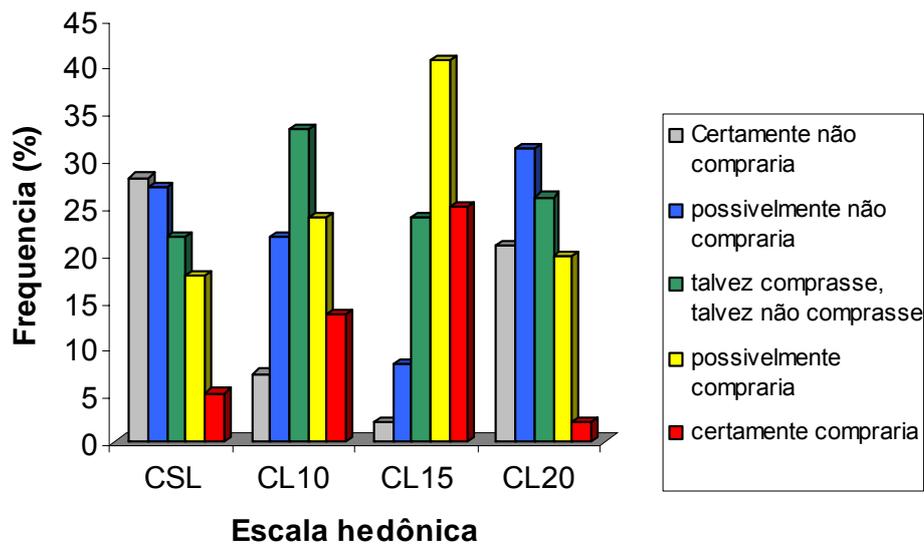


FIGURA 18 –Distribuição de frequência dos provadores para o atributo intenção de compra dos biscoitos

Conforme se observa na Figura 18, 40,62% dos provadores possivelmente compraria e 25% certamente compraria a amostra CL15. Esta amostra também apresentou menores percentuais na faixa de rejeição.

As amostras CLS e CL20, apresentaram os menores percentuais de intenção de compra positiva (possivelmente e certamente compraria).

5. CONCLUSÕES

Fundamentado nos resultados apresentados e discutidos neste estudo, podem ser citadas como principais, as seguintes conclusões.

- A avaliação tecnológica das farinhas mistas compostas por farinha de linhaça e farinha de trigo, revelou características favoráveis à produção de biscoitos tipo *cracker*.
- O processamento das formulações de biscoitos com adição de 10%, 15% e 20% de farinha de linhaça foi tecnicamente satisfatório.
- A adição de farinha de linhaça promoveu um incremento significativo nos teores de proteínas, sais minerais e fibra alimentar, tornando os biscoitos um produto com alto teor de fibra alimentar.
- A adição da farinha de linhaça modificou as características reológicas da massa contribuindo para um melhoramento nos parâmetros dimensionais e evitando o fenômeno de retração da massa.
- A análise instrumental de cor mostrou que à medida que se adicionou farinha de linhaça, as amostras ficaram mais escuras quando avaliada pelo parâmetro luminosidade, portanto a farinha de linhaça afetou a cor dos *crackers*.
- A formulação com 15% de semente de linhaça foi a mais aceita em relação aos atributos sabor, textura, aceitação geral e intenção de compra.
- O sabor e textura foram os atributos que mais contribuíram para a aceitabilidade geral das formulações.
- Os *crackers* processados com farinha de linhaça se enquadra no conceito de alimento funcional, devido conterem em sua formulação componentes benéficos que contribuem para manutenção da saúde.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas** – Terminologia – NBR 12806. Rio de Janeiro, 1993. 8p.

ABC DA SAÚDE. **Osteoporose**. Disponível em: [http:// www.abcdasaude.com.br/artigo](http://www.abcdasaude.com.br/artigo). Acesso em 25 de maio 1996.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS – A.A.C.C. **Approved Methods of American Association of cereal Chemists**, 9 ed. St. Paul: 1995.

ABBAS, A.K.; LICHTMAN, A.H; POBER, J.S. 1994. **Cytokines. In: Cellular and Molecular Immunology**. W.B. Saunders Company, Philadelphia, pp. 240-260.

ACEITES & GRASAS. Lino, uma oleaginosa com historia. *Aceite & Grasas*, 38, 59 – 72, 2000. Apud: TUTATTI, J.M. **Óleos vegetais como fonte de alimentos**. *Óleos e Grãos*, São Caetano do Sul, set/out., n.56, p.20-27,2000.

ALIMENTOS FUNCIONAIS - **Produtos que podem fazer sucesso junto aos consumidores**. Food ingredients. São Paulo, nov/dez. 2001.

ALIMENTOS FUNCIONAIS... **O maravilhoso mundo dos nutracêuticos. Aditivos & Ingredientes**, São Paulo, n. 17, p. 38-56, nov. /dez. 2001.

ALPERS, L.; SAWYER-MORSE, M. K. **Eating quality of banana nut muffins and oatmeal cookies made with ground flaxseed**. *Journal of the American Dietetic Association*. 1996. Vol 96, nº 8.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS –A.A.C.C. **Approved methods of American Association of Cereal Chemists**, 9 ed. St. Paul: 1995

ANONYMOUS. **Nutritional profile of no. 1 Canada Western flaxseed and of yellow flaxseed samples**. Canadian Grain Commission, Winnipeg, MB.2001.

ARJMANDI, B.H.; KHAN, D.A.; JUMA, S.; DRUM, M.L., VENKATESH, S., SOHN, E., WEI, L., DERMAN, R. **Whole flaxseed consumption lowers serum LDL-cholesterol and lipoprotein concentrations in postmenopausal women**. *Nutr. Res.*, New York, v.18, n.7, p.1203-1214, 1998.

ARJMANDI, B.H. 2001. **The role of phytoestrogens in the prevention and treatment of osteoporosis in ovarian hormone deficiency.** J. Am. Coll. Nutr. 20: 398S-402S.

AUBRECHT E, HORACSEK M, GELENCSEK E, DWORSCHAK E. 1998. **Investigation of prolamin content of cereals and different plant seeds.** Acta Alimentaria 27: 119-125.

BASMAN, A., KOKSEL, H. **Properties and composition of Turkish flan bread (Bazlana) supplemented with barley flour and wheat bran.** Cereal Chem. 76: 506-511.1999

BEHRENS, J. H.; ROIG, S. M.; DA SILVA, M.A.P. **Aspectos de funcionalidade de Rotulagem e de Aceitação de Extrato Hidrossolúvel de Soja Fermentado e Culturas Lácteas Probióticas.** Boletim da sociedade Brasileira e Tecnologia de Alimentos, Campinas, Jul/dez. 2000.

BENNETT, M. **The flaxseed revolution: nature's source of omega-3, ligninas e fibra.** Califórnia: Optimal Healthspan Publications, 1998. 88p.

BHATHENA, S.J.; VELASQUEZ, M.T. 2002. **Beneficial role of dietary phytoestrogens in obesity and diabetes.** Am. J. Clin. Nutr. 76: 1191-1201.

BLOENDON, L. T., SZAPARY, P.O. **Flaxseed and Cardiovascular Risk.** Nutrition Reviews, jan.2004.

BORGES, J.T.S.; PIROSI, M.R.; DELLA LUCIA, S.M. et al. **Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos.** B.CEPPA, Curitiba, v.24, n1. p.145 – 162. Jan/jun, 2006.

BRAZ. J. **Cookies com Substituição Parcial de Gordura: Composição Centesimal, Valor Calórico, Características Físicas e Sensoriais.** Food Technol., 5:43-52, 2002

BRANDÃO, A.P. **Tratando a hipertensão arterial, reduzindo o risco de doenças cardiovasculares-Adalat INSIGHT Study.** Rev. Bras. Cardiol., v.2, n.5, p. 181-183, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Programas Especiais de Saúde/Divisão Nacional de Doenças Crônico-Degenerativas/Programa Nacional de Educação e Controle da Hipertensão Arterial. **Normas técnicas para o Programa Nacional de Educação e Controle da Hipertensão Arterial.** Brasília, 1988. 88p.

BRASIL. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27 de 13/01/1998 – **Regulamento Técnico Referente à Informação Nutricional Complementar**. Disponível em: <<http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=97>>. Acesso em 04 dez 2005.

BRASIL. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 398 de 30/04/1999 – **Diretrizes Básicas para Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde Alegadas em Rotulagem de Alimentos**. Disponível em: <<http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=97>>. Acesso em 05 mar 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8, de 02 de junho de 2005 – **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis->. Acesso em 10 mar de 2006.

CAMPBELL, A.D.; BELL, L. N. 2001. **Acceptability of low –fat, sugar-free cakes: effect of providing compositional information during taste-testing**. J. Ame. Diet soc. 101(3):354-6.

CARAGAY, A.B. **Cancer-preventive foods and ingredients**. Food Technol., Chicago, v.46, n.4, p.65-68, 1992.

CAUGHEY, G.E.; MANTZIORIS, E.; GIBSON RA, ET AL. 1996. **The effect on human tumor necrosis factor and interleukin 1 production of diets enriched in n-3 fatty acids from vegetable oil or fish oil**. Am. J. Clin. Nutr. 63: 116-122.

CARTER, J.F. **Sensory evaluation of flaxseed of different varieties**. Proc. Flax Inst. 56: 201-203.1996

CARVALHO JÚNIOR, D. **Tecnologia de biscoitos, qualidade de farinhas e função dos ingredientes**. Curitiba, Núcleo de Desenvolvimento e Tecnologia, GRANOTEC DO BRASIL, 1999,64p.

CEOTTO, B.; ZACHÉ, J. **O que é que a linhaça tem. Saúde! É vital!** São Paulo, n. 196, p.36-41, jan. 2000.

CHIARA, L.V.; SICHIER, R.; TATIANA; CARVALHO, T.S.F. **Teores de ácidos graxos trans de alguns alimentos consumidos no Rio de Janeiro**. Rev. nutr. vol.16 no.2 Campinas. April/June 2003

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

CLARK, W.F; PARBTANI, A.; HUFF, M.W. et al. 1995. **Flaxseed: A potential treatment for lupus nephritis**. *Kidney Int.* 48: 475-480.

CRAVEIRO, A.C.; CRAVEIRO, A.A. **Alimentos funcionais. A nova revolução**. Fortaleza, 2003.

COŞKUNER, Y.; KARABABA, E. **Some physical properties of flaxseed**. *Journal of Food Engineering*. Dez. 2005

CONNOR, W.E. 2000. **Importance of n-3 fatty acids in health and disease**. *Am. J. Clin. Nutr.* 71: 171S-175S.

COMISSÃO NACIONAL DE NORMAS E PADRÕES. **Compêndio de Resoluções da CNNPA**, Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação - ABIA, São Paulo, 1999.

CUNNANE, S.C; GANGULI, S.; MENARD, C.; LIEDE, A.C; HAMADEH, M.; CHEN Z-Y, WOLEVER, T.M.S; JENKINS, D.J.A. **High alpha-linolenic acid flaxseed (*Linum usitatissimum*): some nutritional properties in humans**. *Br J Nutr.* 1993; 69:443–453

CUNNANE, S.C.; HAMADEH, M.J., LIEDE, A.C, THOMPSON ,L.U.; WOLEVER, T.M, AND JENKINS, D.J. **“Nutritional attributes of traditional flaxseed in healthy young adults.”** *American Journal of Clinical Nutrition* 61 (1995): 62-68

DELAHAYE, P.E. Y. TESTA, G. **Evaluacion nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde**. INCI v.30 n.5 Caracas mayo 2005.

DEMARK-WAHNEFRIED, W.; PRICE, D.T.; POLASCIK, T.J.; et al. 2001. **Pilot study of dietary fat restriction and flaxseed supplementation in men with prostate cancer before surgery: Exploring the effects on hormonal levels, prostate-specific antigen, and histopathologic features**. *Urology* 58: 47-52

DODIN, S.; LEMAY, A.; JACQUES. H.; LÉGARÉ F., FOREST, J.C and MÂSSE B. **The Effects of Flaxseed Dietary Supplement on Lipid Profile, Bone Mineral Density, and Symptoms in Menopausal Women: A Randomized, Double-Blind, Wheat Germ Placebo-Controlled Clinical Trial**. *The journal of Clinical Endocrinology 7 metabolism.* 2005; 90(3):1390 – 1397

DUSTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat,1996.123p.

EL-DASH, A.A. et al. **Fundamentos da Tecnologia da Panificação**. São Paulo Secretaria da Indústria, Comércio Ciências e Tecnologia. 1982. Cap.14, p.307-318 (Série Tecnologia Agro Industrial, 6).

EL-DASH, A.A.; GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinhas mistas na produção de biscoitos**. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos (EMBRAPA – SPI), 1994. v. 6.

ESTELLER, M.S. **Fabricação de pães com reduzido teor calórico e modificações reológicas ocorridas durante o armazenamento**. Universidade de São Paulo faculdade de ciências farmacêuticas. Dissertação mestrado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica. Área de Tecnologia de Alimentos São Paulo 2004

FERREIRA, V. L. et al. **Análise Sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Campinas: SBCTA, 2000. 127 p.

FERREIRA, L.G. **Barras de cereais com Propriedades Funcionais Direcionadas a Mulheres no Período do Climatério**. Universidade Federal do Ceará. Dissertação mestrado em Tecnologia de Alimentos. Fortaleza, 2004.

FIBRAS: uma falta de definição! **Aditivos & Ingredientes**, São Paulo, n. 4, p. 24- 35, set./out. 1999.

FRIEDMAN, M.; LEVIN, C.E. 1989. **Composition of jimson weeds (*Datura stramonium*) seeds**. J. Agric. Food Chem. 37: 998-1005.

GAZZONI, D. L. 2004 **Alimentos funcionais**. Disponível em: <http://www.agropolis.hpg.ig.com.br/alimentos_funcionais.htm>. Acesso em: 08 jan 2006

GAINES, C.S.; FINNEY, P.L. **Measurement of the water uptake rate of crackers**. Cereal Chemistry, St. Paul, v.65, n.6, p.471-473,1988.

GONÇALVES, R.C.F. **Utilização da farinha de soja e fibra alimentar na elaboração de biscoitos tipo *cookie*; otimização de formulações por testes sensoriais afetivos**. 2003. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Ceará.

GÓMEZ, M.E.D.B **Modulação da composição de ácidos graxos polinsaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta. I. Estabilidade oxidativa**. Universidade de São Paulo faculdade de ciências farmacêuticas Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos Área de Bromatologia. São Paulo 2003

GRIZARD, D.; DALLE, M. & BARTHOMEUF C. 2001. **Change in insulin and corticosterone levels may partly mediate the hypolipidemic effect of guar gum and low-molecular weight pectin in rats.** Nutrition Research 21,1185-1190

GUTKOSKII, L.C.;NODARI, L.M.; NETO, R.J.; **Avaliação de farinhas de trigos cultivados no Rio Grande do Sul na produção de biscoitos.** Ciênc. Tecnol. Aliment. vol.23 suppl. Campinas, Dez. 2003.

HASLER, C.M. **Functional foods- Their role in disease prevention ad health promotion.** Food Technology, Chicago,v.52,n.11,p-63-68, Nov.1998

HARRIS, R. K.; HAGGERTY, W. J. 1993. **Assays for potentially anticarcinogenic phytochemicals in flaxseed.** Cereal Foods World 38: 147-151.

HELLER, A.; KOCH, T.; SCHMECK, J.; VAN, A.K. 1998. **Lipid mediators in inflammatory disorders.** Drugs 55: 487-496.

HERNANDEZ, E. **“Interesterification and Hydrogenation of Soybean Oil as the Basis for Producing Edible Margarines and Shortenings”** Texas A&M University, 2003

HOSENEY, R.C. **Principles of cereal science and technology.** American Association of Cereal Chemists (AACC), Saint Paul, p.76-80, 1990.

HUTCHINS, A.M; MARTINI, M.C; OLSON, B.A, et al. 2000. **Flaxseed influences urinary lignan excretion in a dose-dependent manner in postmenopausal women.** Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev. 9: 1113-1118

HUSSAIN, S.; ANJUM, F. M.; BUTT, M.S.; KHAN, M.I.; ASGHAR, A. **Physical and Sensory Attributes of Flaxseed Flour Supplemented Cookies.** Turk J. Biol 30(2006) 87-92.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER- INCA. **Estimativa 2006-Incidência de câncer no Brasil.** Disponível: Site.[http:// www.inca.gov.br/estimativa/2006/](http://www.inca.gov.br/estimativa/2006/) . Consultado em 19 de dez de 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER- INCA . **Tipos de Câncer.** Disponível : Site [http:// www.inca.gov.br/](http://www.inca.gov.br/). Consultado em 15 de dez de 2005.

INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). **How Should the Recommended Dietary Allowances Be Revised?** Food and Nutrition Board. Washington, DC: National Academy Press, 1994.

INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). 2002. **Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids**. National Academies Press, Washington, DC, pp. 7-1— 7-69 (dietary fiber), 8-1— 8-97 (fat and fatty acids).

IZZO, M. & NINESS, K. 2001. **Formulating nutrition bars with inulin and oligofructose**. *Cereal foods World*. 46(3), 101-06.

JOHNSSON, P.; PEERLKAMPA, N.; KAMAL-ELDINA, A. E.; ANDERSSON .R., LUNDGREN, L.; AMANA, P. **Polymeric fractions containing phenol glucosides in flaxseed**. *Food Chemistry* 76 (2002) 207–212

JUDD, A. **Flax-some historical perspective**. In: Cunnane S.C, Thompson L.U., eds. **Flaxseed in Human Nutrition**. Toronto, CA: AOCS Press; 1995:1-10.

KISS, J. **Linho flores da tradição**. *Revista Globo Rural* 171-Editora Globo S.A.

KLAHORST, S.J. **Specialty Ingredients from Grains**. Jul/2000. Disponível em : www.foodproductdesign.com/archive/2000. Acesso em 23 de junho de 2006.

KURZER, M.S; XU, X. 1997. **Dietary phytoestrogens**. *Annu. Rev. Nutr.* 17: 353-381.

KYMÄLÄINEN, H. –R.; KOIVULA, M.; KUISMA, R.; SJÖBERG, A. –M.; PEHKONEN, A. **Technologically indicative properties of straw fractions of flax, linseed (*Linum usitatissimum* L.) and fibre hemp (*Cannabis sativa* L.)**. *Bioresource Technology*, v. 94, p. 57-63, 2004.

LAMPE J. W. **Isoflavonoid and Lignan Phytoestrogens as Dietary Biomarkers**. *J. Nutr.* 133:956S-964S, 2003.

LAWLESS, H.T. **Getting resultads you can trust from sensory evaluation**. *Cereal Foods Words*, v.39, 809-814 1994.

LABUSCHAGNE, M.T.; CLAASSEN, A.; DEVENTER, C.S. **Biscuit-making quality of backcross derivatives of wheat differing in kernel hardness**. *Euphytica*,v.96, p.263-266, 1997.

LAJOIE, M.S.; THOMAZ, M.C. **Sodium bicarbonate particle size and neutralization in sponge-dough systems**. *Cereal foods World*. V.42, n.10, p.797-799, 1994.

- LEMAY, A.; DODIN, S.; KADRI, N. et al. 2002. **Flaxseed dietary supplement versus hormone replacement therapy in hypercholesterolemic menopausal women.** *Obstet. Gynecol.* 100: 495-504
- LEE, H. P.; GOURLEY, L.; DUFY, S. W.; ESTEVE, J.; LEE, F. AND DUY, N. E. (1991) **Dietary effects on breast cancer risk in Singapore.** *Lancet* 2, 1197±1200.
- LEITÃO, R.F. F. et al. **Tecnologia de massas e Biscoitos.** Campinas ITAL, 1987.
- LI-CHAN, E. C. Y.; MA, C. -Y. **Thermal analysis of flaxseed (*Linum usitatissimum*) proteins by differential scanning calorimetry.** *Food Chemistry*, v. 77, p. 495-502, 2002.
- LIN, X.; JEFFREY, R.; BAO, W.; LI, J.; ZISSHAN, A.H. and WAHNERFRIED, W.D. **Effect of flaxseed supplementation on prostatic carcinoma in transgenic mice.** *Urology* 60: 919-924, 2002.
- LIMA, D.P. **Estudo comparativo do efeito da adição de proteases fúngicas e bacteriana nas características reológicas da massa e na qualidade do biscoito tipo *cracker*.** Campinas, 1998, 135p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).
- LÖLIGER, J. **The use of antioxidants in food.** In ARUOMA, O. I.; HALLIWELL, B. *Free radicals and food additives.* Taylor and Francis: London, 1991, p.121-150.
- LUCY, P.; MEAGHER, AND GARY, R. B. **Assessment of Data on the Lignan Content of Foods.** *Journal of Food Composition and Analysis* (2000) 13, 935-947
- KYMÄLÄINEN, H. R.; KOIVULA, M.; KUISMA, R.; SJÖBERG, A. -M.; PEHKONEN, A. **Technologically indicative properties of straw fractions of flax, linseed (*Linum usitatissimum* L.) and fibre hemp (*Cannabis sativa* L.).** *Bioresource Technology*, v. 94, p. 57-63, 2004.
- KLAHORST, S.J. 2000. **Specialty Ingredients from Grains.** Disponível em: http://www.foodproductdesign.com/articles/465/465_0700de.html. Acesso em 22 de fev de 2006.
- MAILHOT & PATTON. **Criteria of flour quality,** In: POMERANZ, Y. **Wheat chemistry and technology.** 3. Ed. St. Paul: American Association of Cereal Chemistry, Cap 2, p.69 – 88., 1988.

MARTONI, L. **Produtos integrais – os farelos e sementes, além de serem ricos em fibras trazem diversos benefícios à saúde.** Disponível em: <http://www.nacademia.com.br/nutricao04_03.asp>. Acesso em: 31 ago. 2004.

MARTINS, C. **Fibras e fatos: como as fibras podem ajudar na sua saúde.** Curitiba: Nutroclínica, 1997. p. 2-4.

MANTHEY, F.A.; LEE, R.E.; HALL III, C.A. 2002. **Processing and cooking effects on lipid content and stability of α -linolenic acid in spaghetti containing ground flaxseed.** J. Agric. Food Chem. 50: 1668-1671.

MANTHEY, F.; LEE, R. AND KEGODE, R. **“Quality of Spaghetti Containing Ground Flaxseed”** Proceedings of the 59 th Flax Institute of the U.S. (2000): 92-99.

MANTHEY, F.; LEE, R. AND HALL, C. **“Stability of Alpha-Linolenic Acid in Macaroni containing Ground Flaxseed”** Proceedings of the 59 th Flax Institute of the U.S. (2002): 14-20

MELO, M. P.; LIMA D.P.; PINHEIRO, P.R. **Modelos em programação matemática para o processamento do biscoito tipo cracker.** Ciências e Tecnologia de Alimentos. Vol.24 no.3 Campinas July/Sept. 2004.

MEYER, A. The 1998 top 100 ® R&D survey. **Food Processing.** 1998.

MEAGHER, L.P.; BEECHER, G.R.; FLANAGAN, V.P., LI, B.W. **Isolation and characterization of the lignans, isolariciresinol and pinoresinol, in flaxseed meal.** J Agric Food Chem. 1999;47:3173-3180

MEILGAARD, M. *et al* . **Sensory evaluation techniques.** 2 ed. Flórida: CRC Press, 1988.

MENDOZA, M. R; GARCÍA-BAÑOS, J.L; VILLAMIEL, M; OLANO, A. **Study on nonenzymatic browning in cookies, crackers and breakfast cereals by maltulose and furosine determination.** Journal of Cereal Science 39 (2004) 167–173

MORRIS, D.H. 2001. **Essential nutrients and other functional compounds in flaxseed.** **Nutrition Today** 36 (3): 159-162

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

MUIR, A. D.; WESTCOTT, N.D. 2000. **Quantitation of the lignan secoisolariciresinol diglucoside in baked goods containing flax seed or flax meal.** J. Agric. Food Chem. 48: 4048-4052.

MUIR, A.D.; WESTCOTT, N.D. 1996. **Quantitation of the lignan secoisolariciresinol diglucoside in baked goods containing flax seed or flax meal.** Proc. Flax Inst. 56: 81-85.

MURKIES, A.L.; WILCOX, G. AND DAVIS, S.R. 1998. **Phytoestrogens.** The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. Vol. 83, Nº 2- 297-303

MURPHY, P.A; HENDRICH, S. 2002. **Phytoestrogens in foods.** Adv. Food Nutr. Res. 44: 195-246.

MORETTO, E.; FETT, R. **Processamento e análise de biscoitos.** São Paulo: Livraria Varela, 1999. 97 p.

MOSKOWITZ, H.R., & KRIEGER, B. 1995. **The contribution of sensory liking to overall liking: An analysis of six food categories.** Food Quality and Preference, 6, 83-90.

MORVAN, C.; ANDÈME-ONZIGHI, C.; GIRAULT, R.; HIMMELSBACH, D. S.; DRIOUICH, A.; AKIN, D. E. **Building flax fibres: more than one brick in the walls.** Plant Physiology and Biochemistry, v. 41, p. 935-944, 2003.

NAIR, S.S.D; LEITCH, J.W; FALCONER, J.; GARG, M.L. 1997. **Prevention of cardiac arrhythmia by dietary (n-3) polyunsaturated fatty acids and their mechanism of action.** J. Nutr. 127: 383-393.

NEUMANN, A.I.C.P; ABREU, E.S; TORRES, E.A.F.S. **Alimentos saudáveis, Alimentos funcionais, Fármaco-alimentos, Nutraceuticos... Você ouviu falar neles?** Hig. Aliment. São Paulo, 2000.

NESTEL, P.J.; POMEROY, S.N.; SASAHARA,T.; LIANG,L.L., DART,M.A.; JENNINGS G.L.; ABBEY, M.; CAMERON, J.D. **Arteriosclerosis, Trombosis and Vascular Biology.** 1997; 17:1163-1170

NESBITT, P.D.; THOMPSON, L.U. **“Lignans in Homemade and Commercial Products Containing Flaxseed.”** Nutrition and Cancer 29 (1997):222-227.

NESBITT, P.D.; LAM, Y. AND THOMPSON, L.U. **“Human metabolism of mammalian lignan precursors in raw and processed flaxseed.”** American Journal of Clinical Nutrition 69 (1999): 549-555

OOMAH, B.D.; MAZZA, G. 1993. **Flaxseed proteins — A review**. Food Chem. 48:109-114.

OOMAH, B.D.; KENASCHUK, E.O.; MAZZA, G. **Phenolic acids in flaxseed**. J. Agric. Food Chem. 43: 2016-2019. 1995.

OOMAH, B.D, MAZZA, G. **Flaxseed products for disease prevention**. In: Functional Foods: Biochemical & Processing Aspects, Ed Mazza G, Technomic Publishing, Lancaster, PA, 1998 pp. 91-138.

OOMAH, B.D. **Flaxseed as a functional food source**. Journal of the Science of Food and Agricultura.2001 81:889-894

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

OOMAH, B.D. **Processing of flaxseed fiber, oil, protein, and lignan**. In: **Flaxseed in Human Nutrition**, eds Thompson LU and Cunnane SC, 2nd ed, AOCS Press, Champaign,2003 IL, pp. 363-386

OLIVER, J.R; ALLEN, H.M. **The mixing requirement of the Australian hard wheat cultivar, doll bird**. Cereal Chemistry, v.7,n.1,p.51-54,1994.

O'DONNELL, M. (2000). **The effect of maternal exposure to flaxseed on spermatogenesis in F1 generation male rats**. Food and Chemical Toxicology 38, 325±334.

OPLINGER, E.S ; OELKE E.A.; BONECA J.D.; BUNDY, L.G.; SCHULER, R.T. **Alternative Field Crops Manual**. University of Wisconsin-Extension, University of Minnesota-Center for Alternative Plant & Animal Products and Minnesota Extension Service. St. Paul, manganês 55108. Nov., 1989.

ORTEGA, A. **1º Curso Planejado sobre Tecnologia de Biscoito**. Campinas: Ital, 189, 1991.

PHIPPS, W.R.; MARTINI, M.C.; LAMPE, J.W. et al. 1993. **Effect of flax seed ingestion on the menstrual cycle**. J. Clin. Endocrinol. Metab. 77: 1215-1219.

PIZZINATTO, A. **Qualidade da farinha de trigo: conceito, fatores determinantes e parâmetros de avaliação e controle.** Centro de tecnologia de cereais e chocolate. ITAL, Campinas-SP. Março, 1999.

PIZZINATTO, A. **Aspectos sobre a produção de biscoitos tipo *cracker*. Considerações sobre a matéria-prima e o processamento.** Boletim ITAL. Campinas, v.16,n.2,p.165-189,1979.

POSSAMAI, T.N. **Elaboração do pão de mel com fibra alimentar proveniente de diferentes grãos, sua caracterização físico-química, microbilógica e sensorial.** Curitiba, 2005. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná.

PRASAD, K. **Dietary flaxseed in prevention of hypercholesterolemic atherosclerosis.** *Atherosclerosis* 132 (1997), 69-76.

PRASAD K, MANTHA SV, MUIR AD, WESTCOTT ND. **Reduction of hypercholesterolemic atherosclerosis by CDC-flaxseed with very low alpha-linolenic acid.** *Atherosclerosis*. 1998, 136:367-375.

PRASAD, K. **Hypocholesterolemic and antiatherosclerotic effect of flax lignan complex isolated from flaxseed.** *Atherosclerosis* 179 (2005) 269-275.

PORTAL VERDE. 2004. **Linhaça.** Disponível em: <http://www.portalverde.com.br/alimentada.htm>>. Acesso em: 08 fev 2006.

PYLER, E.J. **Baking science & technology.** 2 ed. Chicago: Siebel Publishing Company, V.1. 121-163,144-161,p.246-247,1982.

RAMCHARITAR, A.; BADRIE, N.; BEMAN, M. MATSUO, H.; AND RIDLE, C. **Consumer Acceptability of Muffins with Flaxseed (*linum usitatissimum*).** *Journal of Food Science* - vol. 70, nr. 7, 2005.

RATNAYAKE, W.M.N, BEHRENS W.A, FISCHER P.W.F, et al. 1992. **Chemical and nutritional studies of flaxseed (variety Linott) in rats.** *J. Nutr. Biochem.* 3: 232-240.

RATNAYAKE, W.M.N.; BEHRENS, W.A.; FISCHER, P.W.F; L'ABBE, M.R.; MONGEAU, R., AND BEAREROGERS, J.L. **“Flaxseed: Chemical Stability and Nutritional Properties.”** *Journal of Nutritional Biochemistry* 3 (1992): 232-240

RICKARD, S.; ORCHESON, .L; SEIDL, M . (1996) **Dose-dependent production of mammalian lignans in rats and in vitro from the purified precursor secoisolariciresinol diglycoside in flaxseed**. Journal of Nutrition 126: 2012-2019.

RICKARD, S.E.; THOMPSON, L.U. 1997. **Phytoestrogens and lignans: Effects on reproduction and chronic disease**. In: Antinutrients and Phytochemicals in Foods, ed Shahidi F, Oxford University Press, New York, pp. 273-293.

SIMOPOULOS, A.P. 1999. **Evolutionary aspects of omega-3 fatty acids in the food supply**. Prostaglandins Leuko. Essent. Fatty Acids 60: 421-429

SINCLAIR, AJ; ATTAR-BASHI, N.M; LI, D. 2002. **What is the role of α -linolenic acid for mammals?** Lipids 37: 1113-1123

SCHNEIDER, E. 2004. **Os cereais integrais, base fundamental da alimentação**.

Disponível em: <<http://www.geocities.com/projetoperiferia4/cspa5.htm>>. Acesso em 08 jan 2006.

SIDEL, J. L.; STONE, H. **The role of sensory evaluation in the food industry**. Food Qual. Prefer., v 4 , n 1 , p. 65 –73, 1993.

SHEARER, A.E.H. **Physicochemical properties of muffins prepared whit various levels of flaxseed flour**. Animal and food Sciences Univ Delaware College of Agric. Newark.2002.

SMITH, W.H. **Biscuits, crackers and cookies: technology, production and management**. London. Applied Science Publishers, 19+72. cap.20:wire-cut-cookies.

STONE, H.; SIDEL, J. B. **Sensory evaluation practices**. 2^ª ed. Redwood City. Ca: Tragon Corporation, 1993.

SILVA, M. R.; SILVA, M. S.; MARTINS, K. A.; BORGES, S. **Utilização tecnológica dos frutos de jatobá-do-cerrado e de jatobá-da-mata na elaboração de biscoitos fontes de fibra alimentar e isentos de açúcares**. São Paulo, 2001.Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

SILVA, M.R. **Caracterização química e nutricional da farinha de jatobá (Hymenaea stigonocarpa Mart.): desenvolvimento e otimização de produtos através de testes sensoriais afetivos**. Campinas, 1997. 154 f. Tese (Doutorado em Ciência da Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

SMITH, W.H. **Biscuits, crackers, cookies: technology, production and management.** London: Applied Science Publishers, 1972. v.1, 737 p.

TANILLI, V.H. **Characteristics of wheat for cookie and cracker production.** Cereal Food World. V.21, n.12, p.642-644, 1976.

THOMPSON, L.U AND CUNNANE, S.C. **Processing of flaxseed fiber, oil, protein, and lignan.** In: Flaxseed in Human Nutrition

THOMPSON, L.U.; RICKARD, S.E; ORCHESON, .J; SEIDL, M.M. 1996. **Flaxseed and its lignan and oil components reduce mammary tumor growth at a late stage of carcinogenesis.** Carcinogenesis 17: 1373-1376

THOMPSON, L. U.; ROBB, P.; SERRAINO, M. AND CHEUNG, F., 1991. **Mammalian lignan production from various foods.** Nutrition and Cancer 16, 43±52.

THOMPSON LU; CHEN J,M.; LI. T.; STRASSER-WEIPPI K. AND GOSS P.E., **Dietary Flaxseed Alters Tumor Biological Markers in postmenopausal Breast Cancer.** Clinical Cancer Research. 2005. Vol 11, 3828-3835.

TARPILA, S.; AR, A.; SALMINEN, I. et al. 2002. **The effect of flaxseed supplementation in processed foods on serum fatty acids and enterolactone.** Eur. J. Clin. Nutr. 56: 157-165.

THEBAUDIN, J. Y.; LEFEBVRE, A. C.; HARRINGTON, M.; BOURGEOIS, C. M. **Dietary fibres: nutritional and technological interest.** Trends in Foods Science & Technology, v. 8, p. 41-48, 1997.

TOU, J.C.L.; CHEN; J.; THOMPSON, L.U. 1999. Dose, timing, and duration of flaxseed exposure affect reproductive indices and sex hormone levels in rats. J. Toxicol. Environ. Health 56 (Part A): 555-570.

TURATTI, J.M. **Óleos vegetais como fonte de alimentos funcionais.** Óleos e Grãos, São Caetano do Sul, set. /out., n.56, p.20-27, 2000.

VICKERS, Z. **Sensory specific satiety in lemonade using a just right scale for sweetness.** Journal of Sensory Studies. v3, p.1-8. 1988.

VIEIRA, S.M. **Biscoito tipo cookie com adição de quitosana**. Fortaleza, 2001. Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará –UFC.

VITTI, P.; GARCIA, E.E.C.; OLIVEIRA, L.M. Tecnologia de biscoito. **Manual Técnico nº1**, Campinas: ITAL, 1988, 86p.

WADE, P. **Biscuits, cookies and crackers, the principles of the craft**. Elsevier, London. 1988.

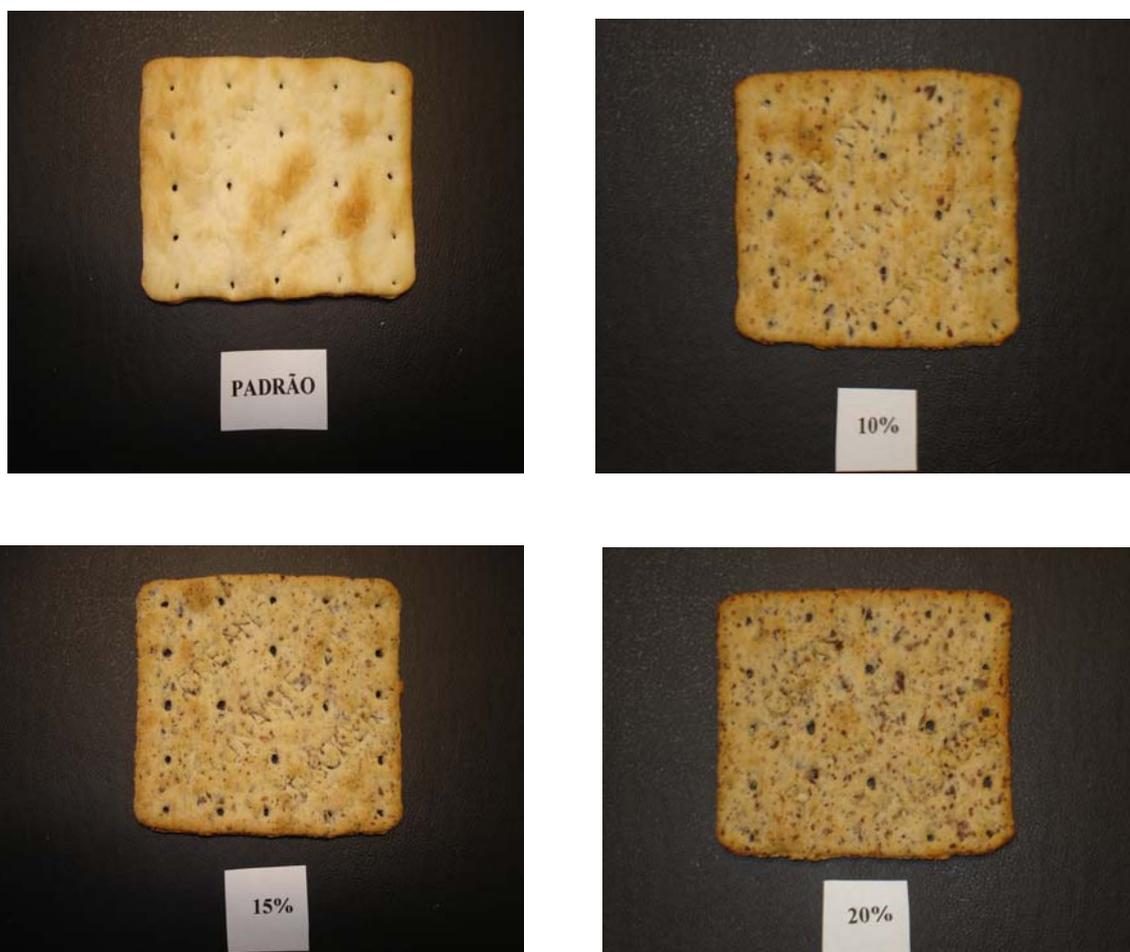
WILDMAN, R.E.C. **Nutraceuticals: a brief review of historical and teleological aspects**. In: WILDMAN, R.E.C. Handbook of nutraceuticals and functional foods. Boca Raton: CRC Press, 2001. p.1-12. (CRC series in modern nutrition).

YAN, L.; YEE, J. A.; LI, D. ; MCGUIRE, M.D; THOMPSON, L.U. **Dietary flaxseed supplementation and experimental metastasis of melanoma cells in mice**. **Cancer Letters**. Vol. 124(2), pp 181-6, 1998.

YU, G.; DUCHÉN, K.; BJÖRKSTÉN, B. 1998. **Fatty acid composition in colostrum and mature milk from non-atopic and atopic mothers during the first 6 months of lactation**. *Acta Paediatr.* 87: 729-736.

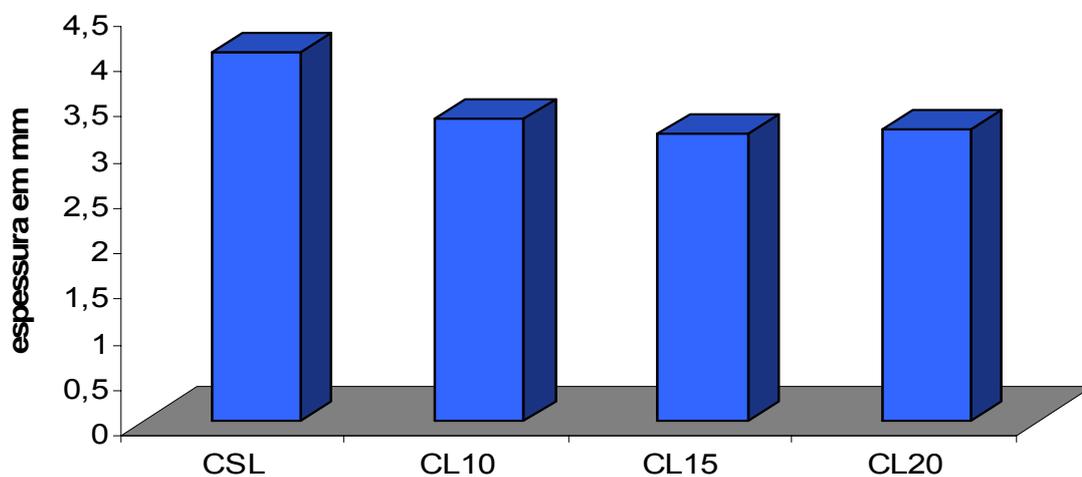
YUAN, Y.V.; RICKARD, S.E.; THOMPSON, L.U. **Short term feeding of flaxseed or its lignan has minor influence on *in vivo* hepatic antioxidant status in young rats**. *Nutr Res* 1999;19:1233–43

APÊNDICE – 1



Apêndice 1– Fotografias dos *crackers* processados sem adição de farinha de linhaça e com 10%, 15% e 20% de farinha de linhaça.

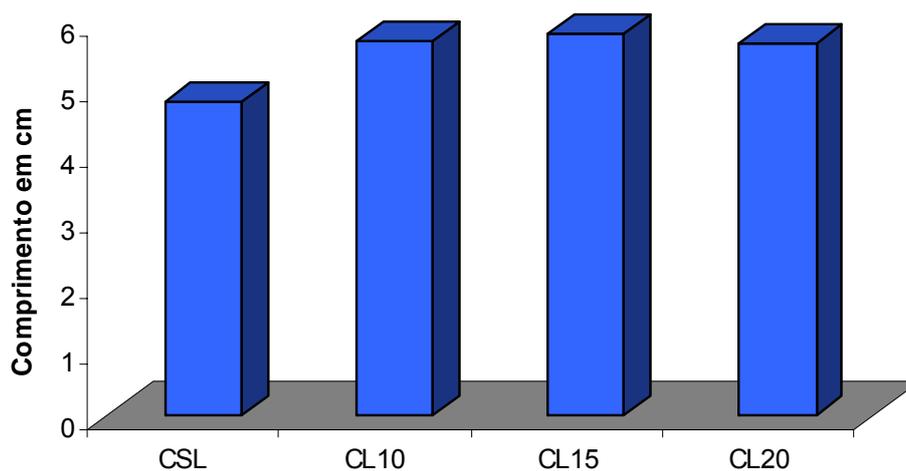
Apêndice – 2



CSL= *Cracker* sem adição de farinha linhaça, CL10= *Cracker* com 10% de farinha de linhaça, CL15= *Cracker* com 15% de farinha linhaça e CL20= *Cracker* com 30% de farinha de linhaça.

Apêndice 2 – Distribuição da espessura dos biscoitos tipo *crackers*

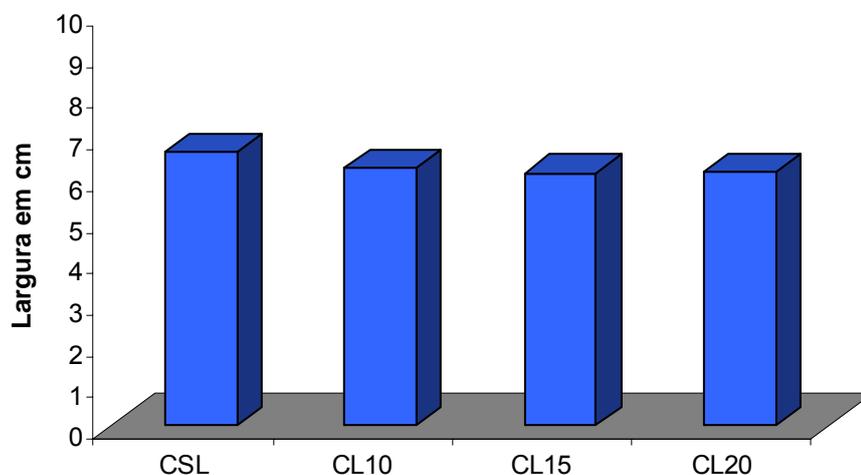
Apêndice – 3



CSL= *Cracker* sem adição de farinha linhaça, CL10= *Cracker* com 10% de farinha de linhaça, CL15= *Cracker* com 15% de farinha linhaça e CL20= *Cracker* com 20% de farinha de linhaça.

Apêndice 3 – Distribuição do comprimento dos biscoitos tipo *crackers*

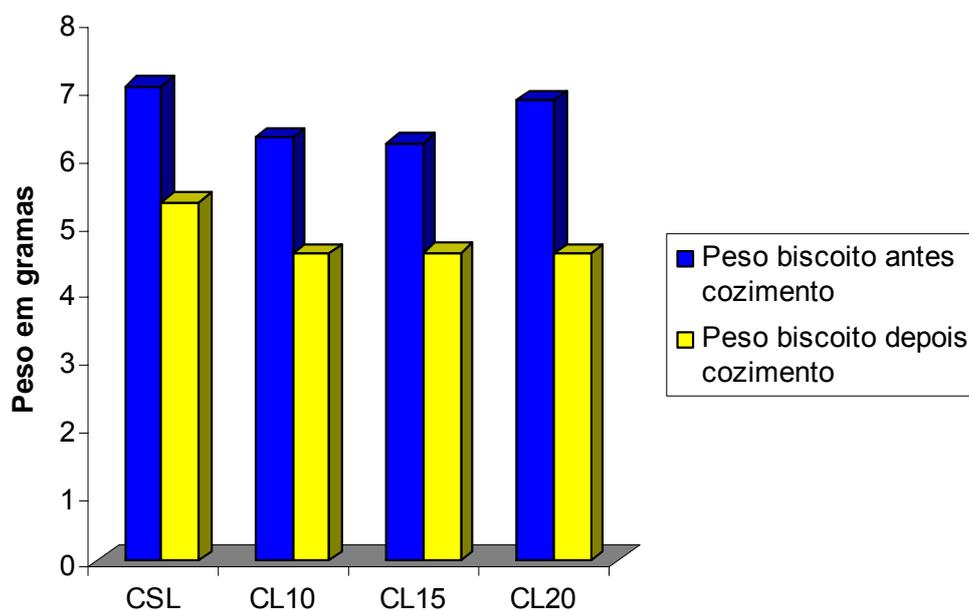
Apêndice – 4



CSL= *Cracker* sem adição de farinha linhaça, CL10= *Cracker* com 10% de farinha de linhaça, CL15= *Cracker* com 15% de farinha linhaça e CL20= *Cracker* com 20% de farinha de linhaça.

Apêndice 4 – Distribuição da largura dos biscoitos tipo *crackers*

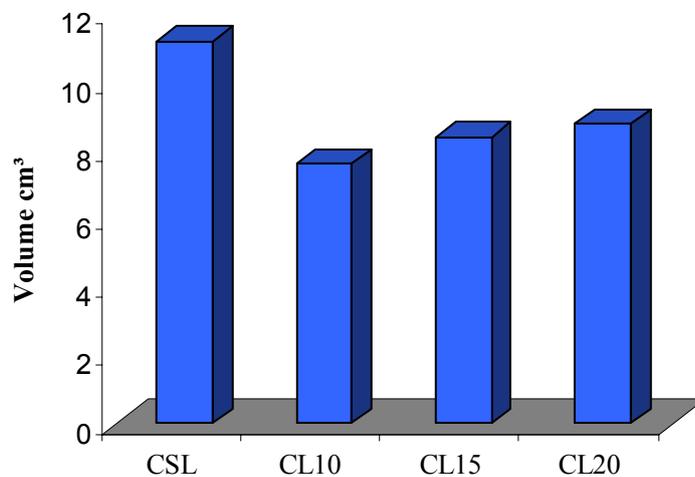
Apêndice – 5



CSL= *Cracker* sem adição de farinha de linhaça, CL10= *Cracker* com 10% de farinha de linhaça, CL15= *Cracker* com 15% de farinha linhaça e CL20= *Cracker* com 20% de farinha de linhaça.

Apêndice 5 – Distribuição do peso dos *crackers* crus e cozidos

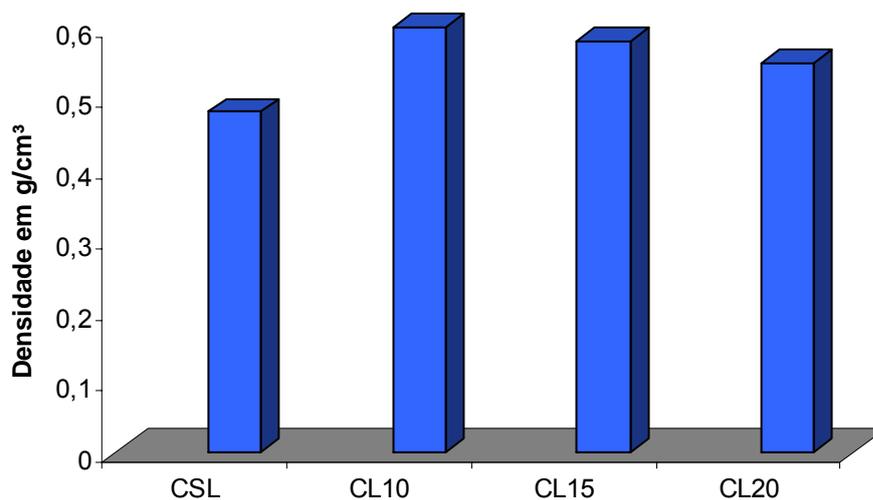
Apêndice – 6



CSL= *Cracker* sem adição de farinha de linhaça, CL10= *Cracker* com 10% de farinha de linhaça, CL15= *Cracker* com 15% de farinha linhaça e CL20= *Cracker* com 20% de farinha de linhaça.

Apêndice 6 – Distribuição do volume dos *crackers*

Apêndice – 7



CSL= *Cracker* sem adição de farinha de linhaça, CL10= *Cracker* com 10% de farinha de linhaça, CL15= *Cracker* com 15% de farinha linhaça e CL20= *Cracker* com 20% de farinha de linhaça.

Apêndice 7 – Distribuição da densidade dos *crackers*