

**LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO DO RIO GRANDE DO
NORTE
CURSO DE NUTRIÇÃO**

ISABELLE CRISTINA DO NASCIMENTO

**ESTUDO DA ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA
SEMENTE E FARINHA DE LINHAÇA DURANTE ESTOCAGEM PARA
COMERCIALIZAÇÃO**

**NATAL/RN
2011**

ISABELLE CRISTINA DO NASCIMENTO

**ESTUDO DA ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA
SEMENTE E FARINHA DE LINHAÇA DURANTE ESTOCAGEM PARA
COMERCIALIZAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Nutrição da
Faculdade Natalense para o
Desenvolvimento do Rio Grande do Norte
como requisito final para obtenção do
grau de nutricionista.

Orientadora:

Prof^a. Dr^a. Everlane Ferreira Moura

Co-orientadora:

Prof^a. MSc. Monique Silveira Rosa

Colaboradora:

Prof^a. MSc. Ana Maria da Silva Souza

NATAL/RN
2011

ISABELLE CRISTINA DO NASCIMENTO

**ESTUDO DA ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA
SEMENTE E FARINHA DE LINHAÇA DURANTE ESTOCAGEM PARA
COMERCIALIZAÇÃO**

Monografia apresenta ao Curso de Graduação de Nutrição da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte, aprovada em ___/___/___, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Orientada:

Prof^a. Dr^a. Everlane Ferreira Moura

2º Membro examinador

Prof^a. Érika Alessandra Melo Costa

3º Membro examinador

Prof^a. Valtêmia Porpino Gomes Costa

Dedico este trabalho a minha mãe Isabel do Nascimento pelo amor, dedicação, esforço e compreensão, em todos os momentos da minha vida. Tenho certeza que esta muito orgulhosa e feliz por ter concretizado o sonho de me formar.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por ter me dado força, confiança, paciência, perseverança e por está comigo principalmente nos momentos difíceis que faziam – me desacreditar que iria conseguir superá-los. Sem Deus, nada seria possível e não estaria aqui, desfrutando, de mais um sonho concretizado de grande importante na minha vida, que é a realização de tornar - me Nutricionista.

Ao Diretor Geral Daladier Pessoa da Cunha Lima, pela oportunidade concebida, a mim de fazer parte do quadro de funcionários da FARN e pelo brilhante trabalho realizado na instituição.

As Professoras Monique Silveira Rosa e Everlane Ferreira Moura (minhas orientadoras), pela confiança, orientação, paciência e ajuda sempre demonstrada, no qual divido por igual todos os méritos deste trabalho.

A Professora Ana Maria pela disposição e valiosa colaboração.

Aos professores que acreditaram na seriedade do projeto da minha monografia e confiaram na bolsa de pesquisa da FARN.

Aos demais professores membros da banca examinadora pela colaboração muito valiosa.

As bibliotecárias pela revisão das referências bibliográficas.

À Judite Teodósio Pereira, a responsável pelo Laboratório de Bromatologia de alimentos amiga muito querida, pela compreensão, atenção cordial, colaboração e ajuda incondicional desde o dia em que iniciei a pesquisa.

De uma maneira especial à minha mãe, pela força, pelo ânimo e carinho tão necessitado, quando muitas vezes o cansaço, desânimo levavam ao choro e todos aqueles que, direta e indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

*“Para cada esforço disciplinado há uma
retribuição múltipla”.*

Jim Rohn

RESUMO

Linhaça, *Linum usitatissimum* L., é a semente do linho, utilizada na culinária, em farmácia de manipulação e na indústria cosmética. Por ser rica em substâncias com propriedades funcionais, seu consumo aumentou em todo país, principalmente, depois que essa semente ganhou fama de superalimento. É importante contra doenças cardiovasculares, cânceres, diabetes. No entanto, a linhaça é encontrada exposta à venda, muitas vezes de forma inadequada, comprometendo a integridade físico-química e microbiológica do produto. Baseado neste contexto, o presente trabalho estudou a estabilidade físico-química e microbiológica de linhaça encontrada no mercado local, através de análise durante um período de estocagem, simulando seu tempo de vida em prateleira. Foi realizada uma pesquisa de campo para averiguar a exposição a venda de semente e de farinha de linhaça no mercado da cidade do Natal-RN, distribuídos por regiões Norte, Sul, Leste e Oeste. Três marcas de linhaça foram selecionadas para estudo, por serem as mais encontradas no mercado: 2 de sementes e 1 de farinha de linhaça. Durante a pesquisa foram observadas as condições de armazenamento, exposição e rótulo dos produtos à venda. As amostras foram analisadas nos laboratórios de microbiologia e bromatologia da FARN, quando a estabilidade físico-química, através do método de Wijs para análise do grau de insaturações dos ácidos graxos, nos tempos 0, 30, 60 e 90 dias de estocagem; e quanto à estabilidade microbiológica, através da análise da contaminação por bolores e leveduras das sementes e farinha de linhaça em diferentes temperaturas: 26°C e 100°C, aquecida por 8 minutos. Os dados foram analisados por métodos estatísticos de análise de variância e comparação das médias, com o teste *post hoc* de Bonferroni. Todos os produtos de linhaça, encontrados expostos à venda, apresentaram irregularidades nos rótulos, segundo a legislação de rotulagem geral de alimentos embalados RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002. As inadequações mais significativas destacam a presença de componentes intrínsecos ou próprio do alimento, mas que não foram especificadas na informação nutricional. Quanto às formas de exposição à venda, apenas no comércio da zona Leste do Natal, a linhaça estava exposta à venda nas últimas gôndolas, representando um risco de multiplicação microbiológica devido à umidade. Os resultados microbiológicos mostraram que todas as amostras apresentaram contaminação por fungos à temperatura ambiente, variando entre o mínimo $1,0 \times 10^2$ e máximo $1,0 \times 10^6$ de unidade formadora de colônia de bolores e leveduras. Após o aquecimento a 100°C por 8 minutos, a contaminação foi eliminada. Os Resultados físico-químicos revelaram, segundo ANOVA, que existe diferença significativa ($p < 0,05$) na perda de insaturações dos ácidos graxos, em cada amostra (a1, a4 e b6), ao longo do tempo de armazenamento. Tanto os resultados microbiológicos quanto os físico-químicos apontam para a uma inadequada forma de armazenamento e exposição à venda de produtos de linhaça no mercado de Natal-RN. A consequência disso é a perda da qualidade nutricional do produto, cuja principal característica é o teor de ácidos graxos essenciais, ômega-3. E poderiam ser evitados através de um rigoroso controle de qualidade pelos fabricantes e distribuidores do produto final ao consumidor.

Palavras - chaves: Linhaça; estabilidade lipídica do óleo de linhaça; oxidação lipídica; contaminação por bolores e leveduras em semente de linhaça.

ABSTRACT

Flax, *Linum usitatissimum* L., is the flax seed, used in cooking, in drugstores and cosmetic industry. It is rich in substances with functional properties, their use has increased throughout the country, especially after he gained fame for this seed superfood. It is important to cardiovascular diseases, cancers, diabetes. However, flaxseed is found exposed for sale, often inappropriately, compromising the integrity of physical-chemical and microbiological quality of the product. Based on this context, this paper studied the physical and chemical stability and microbiological flax found in the local market through analysis over a period of storage time simulating shelf-life. We conducted a field survey to ascertain the exposure and sale of seed oil meal in the market town of Natal, distributed in North, South, East and West. Three brands of flaxseed were selected for study because they are found more often in the market: a 2 seed and flaxseed meal. During the survey were subject to the conditions of storage, display and label the products for sale. The samples were analyzed in the laboratories of microbiology and bromatology FARN, when the physical and chemical stability, through the Wijs method for analyzing the degree of unsaturations of fatty acids at 0, 30, 60 and 90 days of storage, and the microbiological stability, through the analysis of yeast and mold contamination of seeds and flaxseed meal at different temperatures: 26 ° C and 100 ° C, heated for 8 minutes. Data were analyzed by statistical methods of analysis of variance and comparison of means with Bonferroni post hoc test. All flax products found exposed for sale, showed irregularities on the labels, according to the rules of general labeling of packaged foods RDC No. 259 of 20 September 2002. The most significant gaps highlight the presence of intrinsic components or proper food, but were not specified in the nutrition information. As regards the methods of sale display, only in business in Eastern Christmas, flax was exposed for sale in the last gondola, representing a risk of microbial proliferation due to moisture. The microbiological results showed that all samples were contaminated by fungus at room temperature, ranging from the minimum 1,0 and maximum $1,0 \times 10^2 \times 10^6$ colony forming units of yeasts and molds. After heating at 100 ° C for 8 minutes, the contamination was eliminated. The physico-chemical results revealed, second ANOVA, there is a significant difference ($p < 0.05$) in the loss of unsaturations of fatty acids in each sample (a1, a4 and b6), along the storage time. Both the microbiological results as there are physical-chemical point to an inappropriate form of storage and display for sale of products in the market for linseed Natal-RN. The result is the loss of nutritional quality of the product, whose main feature is the content of essential fatty acids, omegas. And they could be avoided through a strict quality control by manufacturers and distributors of finished product to the consumer.

Words - keys: Flaxseed; lipid stability of linseed oil; lipid oxidation; contamination by fungi and yeasts in flaxseed.

LISTRA DE FIGURAS

Figura 1 - Variação dos índices de iodo das amostras de linhaça com o tempo de armazenamento de zero a 90 dias.	34
Figura 2 - Gráfico do comportamento das médias e desvio padrão do índice de iodo em relação ao tempo de armazenamento da semente a1 comercializada em Natal/RN, 2011.	36
Figura 3 - Gráfico do comportamento das médias e desvio padrão do índice de iodo em relação ao tempo de armazenamento da semente a4 comercializada em Natal/RN, 2011.	37
Figura 4 - Gráfico do comportamento das médias e desvio padrão do índice de iodo em relação ao tempo de armazenamento da farinha de linhaça, b6, comercializada em Natal/RN, 2011.	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Mostra as diferentes marcas de sementes (a) e de farinha (b) e linhaça mais encontrada no comércio de Natal/RN, 2011.....	24
Tabela 2 - Condições de armazenamento e especificações nas embalagens das marcas de linhaça comercializadas em Natal/RN em 2011	28
Tabela 3 - Formas de exposição da linhaça vendida no comércio Natal/RN em 2011, distribuídas por Zona da cidade.....	29
Tabela 4 - Grau de contaminação por bolores e leveduras, expresso em Unidades Formadoras de Colônias (UFC) por grama das amostras de sementes de linhaça (a1 e a4) e de farinha de linhaça (b6) obtidas no comércio do Natal/RN em 2011.....	31
Tabela 5 - Valores de índice de iodo por tempo de armazenamento das amostras de sementes de linhaça (a1 e a4) e de farinha de linhaça (b6) obtidas no comércio do Natal/RN em 2011.	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 GERAL	14
2.2 ESPECÍFICOS	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 LINHAÇA (<i>Linum Usitatissimum</i> L)	15
3.2 PERDAS NUTRICIONAIS POR CONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA	17
3.3 DETERIORAÇÃO E ARMAZENAMENTO	19
3.4 CONTROLES DE QUALIDADE PELO MÉTODO FÍSICO-QUÍMICO DAS SEMENTES DE LINHAÇA	20
3.4.1 Índice de Iodo	21
3.5 CONSERVAÇÃO PELO EMPREGO DE EMBALAGEM	22
4 METODOLOGIA	24
4.1 TIPO DE PESQUISA	24
4.2 MATERIAL	24
4.3 MÉTODOS	24
4.3.1 Amostragem	24
4.3.2 Avaliação dos Rótulos	25
4.3.3 Preparação das amostras e análise microbiológica	25
4.3.4 Determinação do índice de iodo (método de Wijs)	26
4.3.5 Padrão microbiológico de comparação	25
4.3.6 Padrão físico-químico de comparação	27
4.3.7 Descrição da análise estatística	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DOS RÓTULOS	29
5.2 RESULTADOS DA ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	29
5.3 RESULTADOS DA ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA	32
6 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	41
APÊNDICE	46
ANEXO	47

1 INTRODUÇÃO

A procura por linhaça no mercado vem-se intensificando cada vez mais no país, principalmente depois que essa semente ganhou fama de “superalimento”, por conter inúmeras características benéficas à saúde. É considerado um alimento funcional no Brasil, pois contém, além de suas propriedades nutricionais, várias substâncias, como fibras, lipídio, vitaminas e minerais muito importantes contra doenças cardiovasculares, alguns tipos de cânceres, diabetes, obesidade, além de ajudar a reduzir os níveis elevados de colesterol (SOARES et al., 2009).

Linhaça (*Linum usitatissimum* L.) é a semente do linho, uma planta da família das *Lináceas*, muito utilizada em culinária, em farmácia de manipulação e na indústria cosmética por ser rica em nutrientes e substância com propriedades funcionais. É matéria-prima para produção do óleo de linhaça, rico em ácidos graxos insaturados, ômega 3 e 6, benéficos à saúde humana; a farinha de linhaça, que, além de ser rica em ácidos graxos essenciais contém fibras, vitaminas e minerais, sendo muito usada como complemento alimentar, adicionada a pães, bolos e biscoitos ou ainda misturada cruas aos alimentos (GALVÃO et al, 2008). No mercado, é comercializada nas formas de sementes, farinha e óleo de linhaça. Por se tratar de um alimento altamente perecível, a linhaça requer cuidados desde o plantio, colheita, manuseio e, principalmente, na conservação durante estocagem, pois pode sofrer alterações de qualidade por deterioração química, enzimática e microbiológica (CORDEIRO; FERNANDES; BARBOSA, 2009).

A adoção de boas práticas de métodos adequados de estocagem e comercialização é fundamental no controle de qualidade das sementes, óleo e farinhas de linhaça (MARCIEL; PONTES; RODRIGUES, 2008). Durante o armazenamento, os grãos de linhaça podem sofrer oscilações de umidade, temperatura e presença de luz, que poderão desencadear reações de degradação enzimáticas e não-enzimáticas, e reações de oxidação, reduzindo os teores de ácidos graxos insaturados presentes nos grãos e resultando em produto indesejável para o consumo humano (OETTERER; ARCE; SPOTO, 2006).

A farinha e o óleo de linhaça são resultados do processamento das sementes de linhaça e também são passíveis de contaminação e deterioração. A semente e farinha de linhaça são vendidos industrializados ou a granel. O óleo de linhaça,

extraído da semente através de métodos específicos, é vendido engarrafado ou em cápsulas gelatinosas. A farinha de linhaça é obtida por trituração das sementes, e pode ser previamente preparada ou estocada. O processamento potencializa os efeitos benéficos da linhaça, pois a casca da mesma é pouco digerida pelo trato gastrointestinal. O óleo, farinha e semente de linhaça devem ser mantidos bem acondicionados e ao abrigo de luz para evitar a deterioração dos ácidos graxos e diminuição de seu potencial nutricional. Além disso, todos são susceptíveis à contaminação microbiológica (MARCIEL; PONTES; RODRIGUES, 2008).

Baseado nesse contexto e na falta de uma padronização nas embalagens e estocagem dos produtos de linhaça no comércio do Natal/RN, o presente trabalho propõe avaliar a estabilidade físico-química e microbiológica de semente e farinha de linhaça, identificando seus níveis de contaminação por bolores e leveduras e grau de insaturação dos ácidos graxos da linhaça, através de análise físico-químicas e microbiológicas específicas, objetivando alertar aos consumidores quanto à segurança e a qualidade da linhaça comercializada no Natal/RN. Além, disso, o trabalho tem por meta desenvolver material técnico como suporte às ações de fiscalização, bem como para disciplinas práticas do curso de nutrição, visando à preservação e a promoção da saúde pública, e identificando perigos químicos e microbiológicos em alimentos.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar a estabilidade físico-química e microbiológica da semente da farinha de linhaça marrom.

2.2 ESPECÍFICOS

- Investigar as condições de estocagem, e venda de semente e farinha de linhaça marrom, em vários pontos de comercialização do Natal-RN.
- Verificar a presença de bolores e leveduras presente na semente e farinha de linhaça marrom através de análises microbiológicas específicas.
- Analisar as características físico-químicas do óleo da linhaça marrom através índice de iodo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 LINHAÇA (*Linum Usitatissimum* L)

A semente de linhaça é uma planta pertencente à família das (*Linaceas*), cujo nome botânico é *Linum Usitatissimum* L, é caracterizada por apresentar uma altura de 30 a 130 cm, talos eretos, folhas estreitas lineares de cor verde. É uma planta originária da Ásia, tendo o Canadá o produtor dominante entre os demais cultivadores China e Índia (GÓES; PEREIRA, 2010).

A produção mundial se encontra entre 2.300.00 e 2.500.000 toneladas anuais, sendo o Canadá o principal produtor. O Brasil apresenta uma baixa produção, cerca de 20 toneladas ano (ALMEIDA, BOAVENTURA, GUZMAN-SILVA, 2009).

A linhaça é uma das sementes oleaginosa tradicional, por causa da sua utilização em matéria-prima para produção de óleo e farelo. O óleo é usado pelas indústrias na fabricação de tintas, vernizes e resinas, pela capacidade secante devido o alto teor de ácido graxo poli - insaturado linolênico, já o farelo é vendido para fábricas de rações animais. As sementes também são utilizadas como complemento alimentar, sendo adicionadas a pães, bolos e biscoitos ou ainda misturadas cruas aos alimentos (TURATTI, 2001 apud ALMEIDA, 2007).

Como todos os vegetais, existem muitas variedades na mesma família. A semente de linhaça não poderia ser diferente, apresenta duas espécies distintas a semente de cor marrom escura brilhante e a dourada. Ambas as variedades são praticamente idênticas nas propriedades nutricionais e terapêuticas sendo mínimas as diferenças, as quais, de um modo geral, são resultantes das condições de cultivo, pois a linhaça dourada desenvolve-se em climas muito frios, como no Canadá e norte dos Estados Unidos, seu sabor geralmente é mais suave do que o da marrom. A linhaça marrom pode desenvolver-se em regiões de clima quente e úmido, como é o caso do Brasil, o que frequentemente exige o uso de agrotóxicos. A linhaça dourada apresenta índices de lignana superiores aos da linhaça marrom. (TRUCOM, 2006 apud FERNANDES et al., 2010).

A semente marrom é uma excelente fonte de ácidos graxos essenciais, com elevado teor de lipídeos os quais constituem entre 32 a 38%, sendo que destes 57% são do ácido graxo insaturado α – linolênico pertencente à família ômega-3, 16% de ômega-6, 18% de ácido graxo monoinsaturado e somente 9% de insaturado.

Contêm ainda, 28% de proteína, como albumina, globulina, aminoácidos de cadeia ramificada, como valina, leucina e isoleucina, 35% de carboidratos totais, dos quais apenas 1% a 2% estão na forma disponível, 20 a 28% de fibra dietética total, sendo as principais frações compostas de celulose, mucilagens e lignana, no qual a maior parte é de secoisolariresinol com 3753221,9 µg/100g do alimento. Outros precursores de lignanas mamíferos na linhaça estão em menor concentração: matairesinol (153,3 µg/100g), laricirisinol (2807,5 µg/100g) e pinoresinol (729 µg/100g) (LICHTENTHALER, 2009). Além de vitaminas A, B, D, E e minerais: potássio e fósforo, ferro, zinco, manganês e carotenoides como luteína e violaxantina (COSTA; ROSA, 2010).

A linhaça apresenta ainda fatores antinutricionais como ácido fítico, os glicosídeos cianogênico e a linatina (ligante da vitamina B6). Entretanto, as quantidades presentes não representam risco para consumo humano (COSTA; ROSA, 2010).

Em virtude da sua composição nutricional, a linhaça é considerada um alimento funcional por apresentar efeitos benéficos à saúde. É estudada como possível aliada na redução de risco de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). Trabalhos anteriores já reportaram vários benefícios associados ao consumo regular de linhaça, entre eles efeitos hipocolesterolemiantes, antioxidantes, hipoglicêmicos, redutores da inflamação e laxativos (COSTA; ROSA, 2010).

Os prováveis componentes responsáveis por essas fisiologias são especialmente as lignanas, o ácido alfa-linolênico (ALA) e as fibras, que atuam por meio de diversos mecanismos (BANDEIRA, 2008). Devido à linhaça ser ainda uma das maiores fontes de lignanas, compostos por secoisolaricirresinol diglicosídeos (SDG) que atua com atividade antioxidante inativando os radicais livres dos ácidos graxos e espécies reativas de oxigênio, como também tendo efeito indireto *in vivo* nos sistemas antioxidantes endógenos, como na enzima glutatona, por exemplo (SALES, 2009).

Em função da preocupação por parte da população em relação ao consumo de alimentos saudáveis, o uso da semente de linhaça para enriquecer alimentos constitui numa excelente alternativa para a suplementação de ácidos graxos essenciais na dieta, aumentando a qualidade nutricional do produto final (MORRIS, 2005 apud MENECHINI NETO, 2007). Entretanto, devido alto teor de insaturação de sua fração lipídica, essa matéria prima apresenta alta susceptibilidade à oxidação,

uma vez que os principais substratos da reação de oxidação são os ácidos graxos insaturados, dotados de ligações duplas que se comportam como centros ativos capazes de reagir com o oxigênio (ANJO, 2004 apud FASSINA, 2011). Principalmente durante o armazenamento, os ácidos graxos podem sofrer alterações oxidativa, modificando o flavor original, aparecimento de odores e gostos característicos de ranço e redução no valor nutritivo do alimento, como consequência da perda de ácidos graxos (ANJO, 2004 apud FASSINA 2011). Em condições de armazenamento a oxidação se dá principalmente por dois processos, a autooxidação e oxidação enzimática. O efeito nocivo das reações de oxidação pode ser minimizado com embalagem apropriada e armazenamento em condições adequadas (HAMILTON, 1994 apud MENECHINI NETO, 2007).

3.2 PERDAS NUTRICIONAIS POR CONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA

O alimento quando processado a partir de matéria-prima de boa qualidade, bem como, manipulado e armazenado sob boas práticas de higiene, é fonte de saúde imprescindível ao ser humano. Entretanto, quando tais medidas não são consideradas, pode-se tornar um veículo de diversos microrganismos patogênicos capazes de causar toxinfecções alimentares. Vale salientar que esses cuidados devem iniciar desde a colheita, esta é a etapa determinante para garantir o controle de qualidade das sementes (GRANADA et al., 2003).

As sementes de linhaça podem ser contaminadas por uma grande variedade de microrganismos, como bactérias e fungos. A contaminação por fungos, normalmente, iniciar-se ainda no campo, durante o desenvolvimento das sementes ou no período de colheita. Já a contaminação por bactérias ocorre, geralmente, quando o produto é manipulado e processado sob práticas inadequadas de higiene sanitária. Consequentemente, as condições de distribuição e estocagem proporcionarão à multiplicação desses microrganismos (FORSYTHE, 2005).

Os microrganismo que mais acometem os grãos são os fungos, esses organismos eucarióticos revelam notável capacidade de adaptação e crescimento sob condições de umidade e temperatura extremamente variáveis. São poucos

exigentes quanto aos nutrientes disponíveis, razão pela qual o crescimento pode ocorrer praticamente em qualquer tipo de alimento (BORGES et al., 2002).

Os fungos podem ser incluídos em dois grandes grupos, sendo os pluricelulares ou filamentosos (bolores) e os unicelulares (leveduras). Os bolores são extremamente versáteis, a maioria das espécies é capaz de assimilar qualquer fonte de carbono derivada de alimentos e proteínas. Já as leveduras são mais exigentes do que os bolores. Muitas são incapazes de assimilar nitrato e carboidratos complexos, algumas exigem vitaminas e requerem mais umidade que a maioria dos bolores (SILVA et al., 2007).

Os fatores responsáveis pelo crescimento fúngico são a temperatura, umidade relativa, umidade do grão e presença de roedores e insetos que promovem danos físicos às sementes. A presença de fungos nos alimentos provoca o aparecimento de sabores e odores indesejáveis que diminuem a palatabilidade, além de reduzirem o valor nutricional dos alimentos, uma vez que, como organismos vivos, utilizam-se dos nutrientes do alimento para seu próprio sustento (BUNZEN; HAESE, 2006).

Algumas espécies de bolores e leveduras produzem micotoxinas, esse termo é utilizado para definir um grupo de metabólitos secundários quimicamente diversos. Entre as quais, destacam-se: a aflatoxina, ocratoxina A, zearalenona, patulina, fumonisina, tricoteceno e citrinina (BORGES et al., 2002).

Os maiores problemas do desenvolvimento de fungos em grãos e sementes estão relacionados à produção de micotoxina, pois esta altera o valor nutricional da semente (VECCHIA; FONTES, 2007).

Segundo Silva et al. (2007, p.99).

Os bolores e leveduras são bastante resistentes às condições adversas, como pH ácido e atividade de água baixa. A maioria das leveduras apresenta atividade de água mínima de crescimento na faixa de 0,88. Já referente à temperatura ótima de crescimento da maioria dos fungos encontra-se na faixa de 25 a 28 °C, não crescendo bem nas temperaturas mesófilas (35- 37 °C). Seu crescimento não é incomum sob condições de refrigeração (5°C), porém, abaixo de 10°C negativos os alimentos podem ser considerados microbiologicamente estáveis.

Os fungos produzem enzimas pectinólícas, que amaciam os tecidos vegetais, causando putrefação. Os fungos também produzem grandes quantidades de

esporângios coloridos que são visíveis nos alimentos e provocam o aparecimento das seguintes cores: branco, creme, rosa, marrom verde, azulada, laranja, castanha, cinza ou preta. (FORSYTHE, 2005).

Quando tais microrganismos chegam aos alimentos, se as condições são favoráveis, iniciam sua multiplicação e crescimento passando por uma série de fases sucessivas, que incluem: *fase de latência*, fase em que a célula procura se adaptar ao novo meio, não havendo, portanto, crescimento de microrganismo; *fase logarítmica*, quando o ritmo de crescimento é máximo; *fase estacionária*, quando o número de células permanece constante; e *fase de destruição*, quando o número de células viáveis decresce (GAVA, 1984).

O ideal, para conservação do alimento, é que se prolongue ao máximo a fase de latência. Isto pode ser alcançado reduzindo-se as condições favoráveis ao desenvolvimento dos microrganismos, através de um armazenamento que ofereça um ambiente seco, uso de embalagens que proporcione proteção contra a incidência da luz, e oxigênio. No entanto, quanto menos microrganismos existirem, maior será a fase de latência (GAVA, 1984).

3.3 DETERIORAÇÃO E ARMAZENAMENTO

As condições de armazenamento refletem diretamente na qualidade do produto final, certas propriedades dos grãos devem ser consideradas, antes do armazenado, como o teor em gorduras e atividade água, a fim de evitar perdas nutricionais pela multiplicação de microrganismo e oxidação lipídica, gerando subprodutos sensorialmente inaceitáveis pela modificação do flavor original, que promove o aparecimento de odores e gostos característicos de ranço e redução no valor nutricional do alimento (MARTIN et al., 2006).

O processo que leva a deterioração oxidativa dos lipídios é catalisado por vários fatores, entre eles à fisiologia respiratória da semente que absorvem oxigênio e desprendem gás carbônico e água, num processo que libera calor. As reações químicas envolvidas nas atividades respiratórias das sementes são controladas pelas enzimas presentes na camada externa da mesma. Quando a semente é armazenada num local que acarreta o aumento do teor de umidade no grão esta umidade acelera a atividade biológica da enzima, que mobiliza os substratos do grão

com mais facilidade para oxidação, processo conhecido como rancidez hidrolítica. Além da ação enzimática catalisada pela umidade, temperatura é comum ocorrer durante o período de armazenamento hidrólise oxidativa proveniente do contato com o oxigênio atmosférico ou aquele que está dissolvido no óleo reage com ácidos graxos insaturados presentes, hidrolisando os triglicerídeos, liberando glicerol e ácido graxo no meio pela quebra das ligações insaturadas que promove modificação do perfil lipídico para o saturado (CORSINI; JORGE, 2006).

Devido à linhaça possuir um alto índice de ácidos graxos poli-insaturados estes apresentam quantidades elevadas de insaturações na sua fração lipídica, dessa forma a matéria prima apresenta alta susceptibilidade à oxidação, uma vez que os principais substratos da reação de oxidação são os ácidos graxos insaturados, dotados de ligações duplas que se comportam como centros ativos capazes de reagir com o oxigênio (LOPES, 2009).

Segundo Araújo, (2004) a velocidade da reação de oxidação depende do grau de insaturação na molécula do ácido graxo. Assim quanto maior o grau de insaturação do óleo, maior será a suscetibilidade à oxidação.

O efeito nocivo das reações de oxidação pode ser minimizado com armazenamento em condições adequadas, entretanto segundo ANVISA, (2002) os produtos vegetais devem ser obtidos, processados, embalados, armazenados, transportados e conservados em condições que não produzam, desenvolvam e ou agreguem substâncias físicas, químicas ou biológicas que coloquem em risco a saúde do consumidor. Para que sejam conservados os compostos nutricionais da linhaça é preciso que os fabricantes acondicionem o produto em embalagem criteriosamente selecionada, para a segurança do processo de armazenamento e transporte.

Segundo Ramalho e Jorge (2006) para evitar a autooxidação de óleos e gorduras há a necessidade de diminuir a incidência de todos os fatores que a favorecem, reduzindo os níveis de energia (temperatura e luz) a um mínimo, para evitar o processo de formação de radicais livres; e evitando ao máximo o contato com oxigênio, para bloquear a formação de radicais livres.

3.4 CONTROLES DE QUALIDADE PELO MÉTODO FÍSICO-QUÍMICO DAS SEMENTES DE LINHAÇA

A determinação da oxidação do óleo de linhaça fornece um dado importante na avaliação do estado de conservação da linhaça. O processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração nutricional do produto. Alguns métodos físico-químicos são usados para identificar a qualidade do óleo, tais como os índices oleoquímicos que são usados por indústrias de processamento de óleos, no sentido de identificar determinadas substâncias e/ou prever suas propriedades físicas (SILVA; QUEIROZ, 2005).

3.4.1 Índice de Iodo

O índice de iodo mede o grau de insaturação dos ácidos graxos presentes nos óleos através de sua reação com o iodo de forma estequiométrica. Os resultados são expressos em termos de iodo (gramas de iodo por 100 gramas da amostra). Um monocloreto de iodo, Cl-I (reativo de Wijs) reage com os ácidos graxos insaturados, quebrando as ligações insaturadas, inserindo-se na molécula do óleo. É uma reação de oxi-redução (CASTELLO, 2006).

O KI-iodeto de potássio atua como indicador, após o término da reação com o excesso de monocloreto de iodo, libera iodo para o meio, o qual forma uma coloração amarela que identifica o término da reação. O iodo liberado é então titulado com o tiossulfato de sódio, reduzindo o iodo a iodeto e oxidando o tiossulfato (CASTELLO, 2006).

Sob determinadas condições, o iodo pode ser quantitativamente introduzido nas duplas ligações dos ácidos graxos insaturados, razão por que, quanto maior a insaturação de um ácido graxo, maior será a sua capacidade de absorção de iodo e, conseqüentemente, maior também será o índice (MORETTO e FETT, 1998 apud Costa, 2006). Segundo Cecchi, (2003) esta determinação é importante para a classificação de óleos e gorduras e para o controle de alguns processamentos. As reações se procedem da seguinte forma:



3.5 CONSERVAÇÃO PELO EMPREGO DE EMBALAGEM

Embalagem é qualquer forma através da qual o alimento é acondicionado, guardado, empacotado ou envasado, além da principal finalidade a proteção do produto que abrigam tem outras funções, que vão muito além da simples proteção, transporte ou identificação de seu conteúdo, confere ao alimento segurança de acordo com os seguintes mecanismos: barreiras a contaminações (microbiológicas e químicas) e prevenção de migração de seus próprios componentes para o alimento, desta forma assegurar os processos de conservação e evita contatos inconvenientes (EVANGELISTA, 2005).

O setor de alimentos é um dos mais importantes para o segmento de embalagens, 70% de toda a produção brasileira de embalagens é absorvida pela indústria de alimentos, gerando uma infinidade de invólucros, como latas, caixas de papelão e de vidro, embalagens cartonadas, industriais etc. portanto, a indústria alimentícia tem um papel de destaque no consumo de embalagens no Brasil. É que por meio delas, o setor pode identificar as necessidades e os asseios do consumidor, que vêm passando por diversas transformações, criando assim novas oportunidades de mercado (PEREIRA JÚNIOR; MATTOS, 2008).

Geralmente as embalagens são executadas em bases de improvisação, e assim provocam danos aos produtos envasado. A escolha de uma embalagem deve seguir normas e estudos de adequação daquele alimento que será embalado. Portanto, é imprescindível que a sua escolha se faça por rígido planejamento, do qual conste o estudo da embalagem, em todos os seus aspectos e a viabilidade de sua utilização. Assim sendo a escolha da embalagem não deve ser por atitude formal e sim a base de uma resolução consciente, resultante de conclusões apoiadas em pesquisa (EVANGELISTA, 2005).

Em certos casos, os valores nutritivos e organoléticos dos produtos alimentícios podem ser modificados, principalmente sob a ação de agentes do meio ambiente, tais como os gases, a umidade, os raios ultravioletas. Nem todos os materiais utilizados em embalagens conseguem evitar o intercâmbio desses agentes ambientais com os produtos; alguns, porém, têm a particularidade de não permitir esse trânsito, mantendo, cada um deles, seletividade própria. Os componentes que fazem parte da estrutura de uma embalagem são geralmente: polietileno, papel, alumínio, polipropileno, nylon (EVANGELISTA, 2005).

Os produtos ricos em gorduras requerem embalagens específicas a fim de evitar modificações físicas e químicas da estrutura do produto. Dessa forma a embalagem que possivelmente confira maior proteção à semente de linhaça seria a embalagem que fosse revestida pelo papel alumínio. E o lacre não possibilitasse o contato do oxigênio atmosférico com a semente (GOMBOSSY; LANDGRAF, 2008).

4 METODOLOGIA

4.1 TIPO DE PESQUISA

Pesquisa descritiva, experimental analítica do tipo qualitativa e quantitativa.

4.2 MATERIAL

O material utilizado na pesquisa consta de semente e farinha de linhaça comercializada em supermercados, mercadinhos, além de meio de cultura, vidrarias, reagentes e equipamentos disponíveis no laboratório de Bromatologia e Microbiologia de alimentos da FARN.

4.3 MÉTODOS

4.3.1 Amostragem

As amostras de sementes e de farinhas de linhaça foram adquiridas no comércio do Natal/RN, através de um levantamento de pontos de coletas nas regiões Norte, Sul, Leste e Oeste da cidade apresentado na Tabela 1. Durante a amostragem, foi observado, as condições de armazenamento dos produtos, forma de exposição à venda, bem como as informações contidas nos rótulos das embalagens

A tabela 1 apresenta as onze marcas encontradas no comércio. A letra **a** representa as marcas comerciais para as sementes de linhaça (a1, a2, a3, a4, a5), enquanto a letra **b** representa as marcas de farinhas de linhaça (b1, b2, b3, b4, b5 e b6).

Tabela 1: Mostra as diferentes marcas de sementes (**a**) e de farinha (**b**) de linhaça mais encontrada no comércio de Natal/RN, 2011.

Sementes e farinhas de linhaça encontradas no comércio (Natal/RN)											
DADOS	SEMENTE					FARINHA					
Marcas	a1	a2	a3	a4	a5	b1	b2	b3	b4	b5	b6
Números	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2

Fonte: Elaboração Própria (2011).

De acordo com a investigação apresentada na Tabela 1, foram escolhidas duas marcas de sementes, **a1**, **a4** e uma marca de farinha de linhaça, **b6**. Tais marcas de linhaças foram as mais encontradas no comércio visitados do Natal/RN e todas apresentaram problemas de armazenamento e rotulagem.

As amostras foram adquiridas na qualidade de consumidor e armazenadas nas mesmas condições em que foram encontradas (em material plástico, totalmente transparente e expostas à luz, ar e umidade, e à temperatura ambiente). Foram submetidas, posteriormente, a análises físico-químicas e microbiológicas nos laboratórios de Bromatologia e Microbiologia de Alimentos da FARN.

4.3.2 Avaliação dos Rótulos

As avaliações dos rótulos foram executadas de acordo com as especificações da Legislação RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002 que trata da rotulagem de alimentos embalados.

4.3.3 Preparação das amostras e análise microbiológica

Para as análises microbiológicas e bromatológicas foram utilizadas 3 amostras, sendo 2 amostras de semente e 1 de farinha de linhaça. As análises microbiológicas foram realizadas seguindo os procedimentos descritos pelas normas do Food and Drug Administration - FDA (1992).

Cada amostra de linhaça foi preparada em duas temperaturas: temperatura ambiente (26°C) e a 100°C aquecida por 8 minutos. Segundo pesquisa de Silva Jr. (2005), bolores e leveduras possuem resistência ao aquecimento de até 5 minutos a temperatura de 65°C. No presente estudo foi observado que temperatura de 100°C, durante 5 minutos, foi incapaz de inativar o crescimento de fungos.

O aquecimento aconteceu em um recipiente (panela) de alumínio previamente higienizado e esterilizado. Em seguida foram trituradas 25g da semente de linhaça, tanto da preparação em temperatura ambiente como à 100°C, e adicionadas em 225mL de água peptonada 0,1%, formando a diluição 10^{-1} . Partindo-se desta diluição. Foram preparadas uma série de diluições decimais consecutivas de 10^{-2} a 10^{-3} e usando 9 mL de água peptonada 0,1% como diluente.

Posteriormente ao preparo da amostra foi realizada a análise de bolores e leveduras. De cada diluição preparada foi retirada 0,1mL e inoculado em placas contendo agár batata dextrose, em seguida o inóculo foi espalhado com auxílio de uma alça de Drigalski. As placas foram incubadas a 25°C por cinco dias em estufa ventilada da marca B.O.D., após a incubação foi realizada a contagem de colônias da placa com maior número de colônias.

O número de Unidades Formadoras de Colônias de Bolores e Leveduras por gramas de amostra (UFC/g de amostra) foi obtido a partir dos resultados das análises das placas selecionadas, observando-se o seguinte cálculo:

$$\text{UFC/g} = (\text{N}^\circ \text{ de colônias por placa} \times 10 \times \text{o inverso da diluição})$$

4.3.4 Determinação do índice de iodo (método de Wijs)

Inicialmente foram extraídos os óleos presentes nas respectivas amostras de sementes de linhaça (a1 e a4) e da farinha de linhaça (b6). As amostras foram preparadas de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz. A extração do óleo de linhaça foi realizada a quente, em um extrator Soxhlet que utiliza refluxo de solvente. O processo de extração é intermitente e tem a vantagem de evitar a temperatura alta de ebulição do solvente, pois a amostra não fica em contato com o solvente muito quente, evitando assim, a decomposição da gordura da amostra (CECCHI, 2003). Devido à extração a quente não afetar a composição em ácidos graxos extraídos, o método de extração não alterar quantitativa e qualitativamente a composição em ácidos graxos das amostras utilizadas (LIMA; GONÇALVES, 1997). As massas das amostras secas, 15-20 gramas foram imersas diretamente no éter etílico em ebulição até o mesmo se tornar volátil e, ao condensar, circula sobre a amostra de linhaça, arrastando toda a fração gordurosa e demais substância solúveis em éter. A extração completa leva 5 horas à temperatura de 60°C.

O óleo extraído foi analisado, quanto ao grau de insaturação, através da determinação físico-químicas pelo método de WIJS, descrito por Cecchi (2003), no qual 10 mL de clorofórmio e 25 mL de solução de WIJS são adicionados a 0,25 g do óleo extraído das respectivas amostras. Essa mistura é deixada em repouso por 60 minutos, a temperatura ambiente e ao abrigo da luz. Em seguida são adicionados 10 mL da solução de iodeto de potássio a 15% e 100 mL de água. Essa mistura final é

titulada, lentamente, com solução tiossulfato de sódio 0,1 M, sob agitação constante, até o aparecimento de uma coloração amarelada fraca. Neste instante, 1 a 2 mL de solução indicadora de amido 0,5% são adicionados à solução amostra, quando prossegue-se a titulação com o tiossulfato até o desaparecimento da coloração azul característica do amido que foi adicionado. Em paralelo foi preparada a determinação em branco. O índice de iodo foi calculado de acordo com a fórmula a seguir, a qual mostra a quantidade gasta de tiossulfato de sódio para reagir com o iodo livre, ou seja, aquele que não reagiu com as insaturações contidas no óleo analisado.

Onde V_B e V_A são os volumes gasto em ml na titulação do branco e da amostra respectivamente; M significa a molaridade da solução de tiossulfato de sódio e 12,69 é o peso molecular do iodo e a molaridade do tiossulfato de sódio 0,1M.

$$\text{Índice de iodo} = (V_B - V_A) \times M \times 12,69 / \text{Peso da amostra}$$

As análises foram realizadas em duplicata e as amostras de semente de linhaça (a1 e a4) e de farinha de linhaça (b6) foram analisadas quanto à perda do grau insaturação com o tempo de armazenamento de 0 dias, 30 dias, 60 dias e 90 dias subsequentes, afim de investigar a instabilidade do óleo da linhaça em condições semelhantes àquelas a que são submetidas quando expostas à venda no mercado local.

4.3.5 Padrão microbiológico de comparação

Não existe parâmetro para crescimento de bolores e leveduras em semente de linhaça, uma vez que o crescimento de fungo caracteriza o alimento como de má qualidade.

4.3.6 Padrão físico-químico de comparação

As análises físico-químicas foram comparadas com os valores de referência de índice de iodo 155 - 205 segundo Cecchi (2003).

4.3.7 Descrição da análise estatística

Para a análise de dados foi considerado um nível de confiança de 95%, ou seja, os valores de $p < 0,05$ considerados significantes. Inicialmente foi realizada uma análise descritiva através do gráfico que apresenta a média de cada grupo e seus respectivos intervalos de confiança, em seguida foram feitas Análises de Variância para um fator (ANOVA ONE WAY) e para as variáveis que apresentaram diferenças entre os grupos foi realizado o POST HOC de BONFERRONI e de TUKEY.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DOS RÓTULOS

A Tabela 2 mostra as condições de armazenamento de todas as marcas, encontradas expostas à venda, no qual todas as 11 marcas apresentaram irregularidades nas suas condições de armazenamento, bem como nos rótulos, segundo a Legislação de Rotulagem Geral de Alimentos Embalados (BRASIL, 2002).

Tabela 2: Condições de armazenamento e especificações nas embalagens das marcas de linhaça comercializadas em Natal/RN em 2011.

Marcas de linhaça	Embalagens		Forma de exposição à venda
	Especificações nos rótulos	Material	
a1, b2 e b4	Sem data de fabricação e/ou de validade.		
a2 e a5	Sem rótulo e/ou endereço do fabricante.		
a3 e a4	Indica que o alimento possui propriedades medicinais ou terapêuticas.	Todas as amostras em plástico transparente	Todas as amostras em contato com a luz.
b1, b6	Destaca a presença de componentes intrínsecos que não é específica a quantidade na informação nutricional.		
b3	Aconselha seu consumo como estimulante, para melhorar a saúde, para prevenir doenças.		
b4 e b5	Não identifica o lote.		

Fonte: Elaboração Própria (2011).

As inadequações mais significativas destacam a presença de componentes intrínsecos ou próprio e não informa a quantidade na informação nutricional. Além disso, as marcas aconselham o uso do produto com finalidade de beneficiar a saúde, não apresentaram data de fabricação, validade, lote e endereço no rótulo da embalagem. Essas informações na rotulagem são de suma importância, pois é através delas que os consumidores terão a clareza do produto que estão adquirindo.

Quanto ao tipo de embalagem (Tabela 2), todas as marcas analisadas foram reprovadas, pois foram envasadas em material plástico totalmente transparente, exposta à luz, ar e umidade, que, segundo Salinas (2002), esses são os fatores que contribuem significativamente para que ocorram transformações químicas e alterações organolépticas do produto, tais como surgimento de peróxidos e de sabores estranhos nas sementes.

5.2 RESULTADOS DA ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

A investigação qualitativa sobre a forma de armazenamento da linhaça vendida no comércio do Natal/RN mostra a vulnerabilidade dos produtos alimentícios vendidos no comércio local. A Tabela 3 apresenta os resultados dessa investigação sobre a forma de exposição da linhaça à venda nas prateleiras (ou gôndolas) do mercado local, distribuídos por zonas da cidade do Natal/RN: zonas Norte, Sul, Leste e Oeste.

Tabela 3: Formas de exposição da linhaça vendida no comércio Natal/RN em 2011, distribuídas por Zona da cidade.

Formas de armazenamento em prateleiras	Zonas de coletas das amostras de linhaça (Natal/RN)			
	Norte	Leste	Oeste	Sul
Gôndola Superior				a2, a5, a4 e b6
Gôndola Média	b3, b5, b6		a1, a4 e b1	
Gôndola inferior		a1, a3, a5 e b2		

Fonte: Elaboração própria (2011).

Os resultados da Tabela 3 mostram que apenas o comércio visitado da zona Leste apresentou produtos de linhaça expostos à venda na última gôndola, ou seja, próximas ao chão em contato mais próximo com a umidade. A exposição da linhaça

na última gôndola representa uns dos fatores para intensificar a deterioração do grão, favorecendo o crescimento de fungos e diminuindo o prazo de validade, pelo contato maior com a umidade. A umidade favorece a ação enzimática (a hidrólise) e permite a oxidação mais facilmente dos ácidos graxos livres, especialmente os poliinsaturados (SALINAS, 2002).

Estudo feito por Fantinatti, Honório e Razera (2002) nos diferentes períodos de armazenamento de semente de feijão mostrou a importância do conhecimento e monitoramento do grau de umidade inicial das sementes, pois a umidade exerceu grande influência na qualidade dos feijões, durante todo o período de armazenamento, no qual houve um aumento de 13% da umidade das sementes, que proporcionou uma redução no vigor das mesmas e contribuiu para sua deterioração.

Foi visto também por Rupollo et al., 2006, o aumento do período de armazenamento e de umidade dos grãos de aveia em valores superiores a 12% intensificou a redução dos conteúdos de ácidos graxos insaturados, com predominância de ação sobre o linoleico e linolênico.

Segundo Frisvad (1995 apud RUPOLLO, 2006) quando realizado o armazenamento em umidade elevada e temperatura ambiente ocorre um aumento no metabolismo dos grãos, favorecendo o crescimento microbiano.

A presença de gorduras em alimentos também influencia no armazenamento de alguns produtos, uma vez que a gordura constitui uma fração bastante instável no alimento, racificando-se facilmente. Em razão disto convém o emprego de algumas técnicas específicas, como destruição dos microrganismos e emprego de embalagens adequadas, além do armazenamento em locais livre de umidades (SILVA; QUEIROZ, 2005).

A Tabela 4 mostra os resultados das análises microbiológicas nas amostras de linhaça estudadas.

Tabela 4: Grau de contaminação por bolores e leveduras, expresso em Unidades Formadoras de Colônias (UFC) por grama das amostras de sementes de linhaça (a1 e a4) e de farinha de linhaça (b6) obtidas no comércio do Natal/RN em 2011.

Linhaça	Amostra	Contagem de Bolores e Leveduras em UFC/g	
		A 26°C	A 100°C
Sementes	a1	$1,0 \times 10^6$	Não houve crescimento
	a4	$2,0 \times 10^4$	Não houve crescimento
Farinha	b6	$1,0 \times 10^2$	Não houve crescimento

Fonte: Elaboração Própria (2011).

Os resultados das análises microbiológicas mostram que todas as marcas analisadas à temperatura ambiente apresentaram contaminação por bolores e leveduras. Embora não haja limites para contagem de bolores e leveduras em farinha e semente de linhaça. Silva Jr. (2005) considera valores acima de 10^5 UFC/g como uma alta contagem, como ocorreu para a amostra a1 (Tabela 4). No entanto, quando as mesmas amostras foram submetidas ao aquecimento, a 100°C, por 8 minutos, houve a eliminação fúngica.

Siqueira (1995 apud Almeida; Santos, 2008), destaca que a presença de bolores e leveduras viáveis e em índices elevados nos alimentos pode fornecer várias informações, tais como: condições higiênicas deficientes de equipamentos, multiplicação no produto em decorrência de falhas no processamento e/ ou estocagem.

A Fundação Ezequiel Dias (FUNED), 2009 realizou análise em 58 amostras de linhaça comercializadas em Belo Horizonte. Os resultados demonstraram que 64% delas apresentaram contaminação por fungos.

Borges e Bonnas (2011) evidenciou contaminação por bolores e leveduras em 21 amostras de semente de linhaça marrom na cidade de Uberlândia.

O aquecimento pode contribuir também para a possível eliminação de outros microrganismos presente na linhaça devido à contaminação cruzada durante a colheita, o processamento e manipulação. De acordo com estudo realizado por Bandeira (2008) a farinha de linhaça comercializada em Natal/RN, apresentou contaminação por coliformes a 45°C e *Bacillus Cereus*, nas marcas pesquisadas durante as análises, evidenciando, dessa forma, erros de manipulação durante a comercialização.

Lima et al. (2007 apud BANDEIRA, 2008) também observaram um número elevado de bactérias heterotróficas, coliformes, fungos (filamentosos e leveduriformes) e *staphylococcus* coagulase positivo e ausência de *salmonella sp.* em farinha e goma de mandioca.

Estudo feito por Vecchia e Forte (2007) evidenciou que o processo de invasão por fungos e a contaminação por micotoxinas em grãos podem ocorrer, no campo, pelo contato excessivo com o ambiente, durante os processos de colheita, em virtude da manipulação sem a devida higienização sanitária do manipulador, dos equipamentos e utensílios, bem como do transporte do produto e do armazenamento por tempo prolongado, onde seu crescimento é determinado por vários fatores, dentre os quais, destaca-se o teor de umidade. No entanto, a presença de fungos em alimento caracteriza que o alimento apresenta padrões microbiológicos insatisfatórios.

Tasca e Moura (2007) com o objetivo de avaliar as condições higiênicas sanitárias da farinha de trigo comercializadas nos principais mercados da cidade de Cascavel- PR mostraram uma elevada contaminação por coliformes a 45°C em todas as amostras, com exceção de uma, inclusive com isolamento de enterobactérias do gênero *E.coli* em *Citrobacter spp* em uma das marcas analisadas a contaminação por bolores e leveduras ocorreu em todas as amostras.

Souza et al., (2003 apud ALMEIDA; SANTOS, 2008) em análise de fungos filamentosos em 16 amostras de farinha de mandioca e 16 de fubá de milho, encontraram uma contagem oscilando entre um valor mínimo e máximo de 1,0 a 2,7 Log UFC/g; e 2,1 a 3,6 Log UFC/g, respectivamente.

Ferreira Neto et al., (2004 apud ALMEIDA; SANTOS, 2008), em pesquisa com cinco amostras de farinhas de mandioca, encontraram valores oscilando entre 2,0 a 3,9 Log UFC/g para bolores e leveduras durante o período de armazenamento de seis meses, simulando o ambiente do supermercado.

5.3 RESULTADOS DA ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA

O grau de estabilidade química da linhaça foi verificado por estudo físico-químico através da análise do índice de iodo. Uma diminuição no grau de insaturação de um ácido graxo, por exemplo, mostra seu grau de instabilidade, o que caracteriza uma reatividade de suas duplas ligações com o meio. O índice de

iodo mede esse grau de insaturação através de sua reatividade com as duplas ligações presentes na cadeia lipídica. Quando há uma oxidação nas duplas ligações dos ácidos graxos contidos nesse lipídeo, o resultado é uma modificação nas propriedades químicas e organolépticas desse óleo, alterando sabor, odor e teores de ácidos graxos ômega presentes no produto.

A Tabela 5 apresenta os resultados dos índices de iodo das amostras de linhaças (a1, a4 e b6), cuja medida representa o grau de insaturação do óleo de linhaça calculado como quantidade de iodo absorvido por 100 gramas de amostra, analisadas no período de abril a julho de 2011. Esse parâmetro é importante para determinação da qualidade de óleos, gorduras e produtos ricos em lipídios, uma vez que os índices de iodo são indicativos de quebra de ligações insaturadas.

Tabela 5: Valores de índice de iodo por tempo de armazenamento das amostras de sementes de linhaça (a1 e a4) e de farinha de linhaça (b6) obtidas no comércio do Natal/RN em 2011.

Tempo de armazenamento	Índice de Iodo			
	Valores de Referência (CECCHI, 2005)	Amostras de linhaça		
		a1	a4	b6
0 dias	155-205	156	155	156
30 dias	155-205	148	148	152
60 dias	155-205	119	116	122
90 dias	155-205	99	87	99

Fonte: Elaboração Própria (2011).

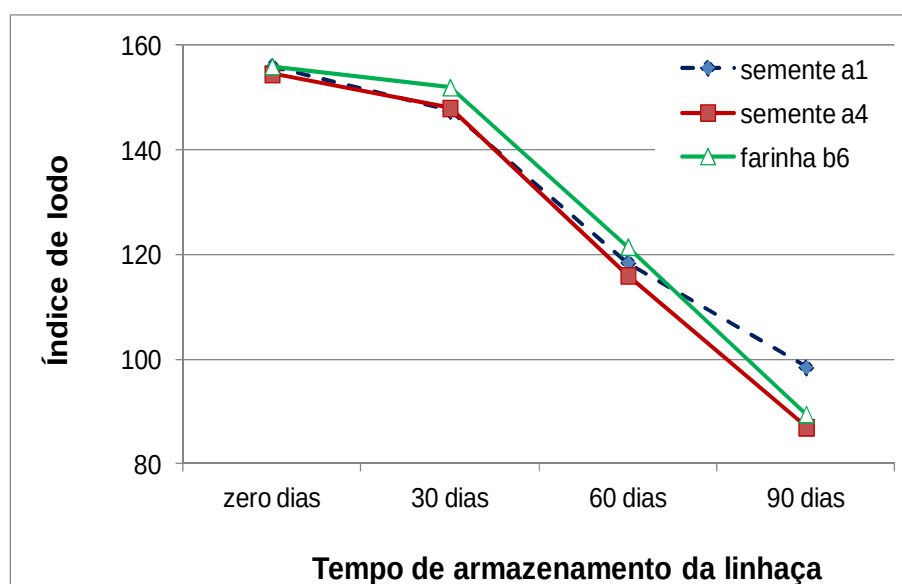
Os resultados da Tabela 5 mostram que tanto a semente quanto a farinha de linhaça apresentavam elevados teores de ácidos graxos insaturados, com os valores médios de índice de iodo, no início dos trabalhos, correspondente 156 para semente **a1**, 155 para a semente **a4** e 156 para a farinha **b6**. Esses valores foram semelhantes aos valores mínimos reportados pela autora Cecchi (2003) que estabelece o parâmetro de índice de iodo para semente de linhaça correspondente a (155-205). Esses valores também estão acima dos valores de referências encontrados para o óleo de soja (120-143 g I₂/100g de amostra) e o de algodão (99-119 g I₂/100g de amostra), conforme BRASIL (1999), significando que a linhaça possui um alto grau de insaturação, o que a torna suscetível à ação das espécies reativas do oxigênio e dos radicais livres (GÓMEZ, 2003).

Segundo a análise da Tabela 5, observa-se a perda de insaturação com o tempo de armazenamento desses óleos, chegando a um mínimo de 87 na amostra a4 após 90 dias de armazenamento.

De acordo com Oetterer; Arce e Spoto (2006), a velocidade de hidrólise de ácido graxo depende da presença de oxigênio, das condições de armazenagem, bem como, da temperatura e da luz e umidade, visto que há uma ação simultânea. Quanto maior for o grau de instauração do ácido graxo, componente do triglicerídeo, maior será a intensidade da oxidação na presença destes fatores.

A Figura 1 apresenta o gráfico de variação dos índices de iodo por tempo de armazenamento de zero a 90 dias, para cada amostra analisada.

Figura 1: Variação dos índices de iodo das amostras de linhaça com o tempo de armazenamento de zero a 90 dias.



Fonte: Elaboração Própria (2011).

Os resultados (Figura 1) mostram uma semelhança no comportamento de estabilidade dos ácidos graxos contidos nos óleos extraídos tanto das amostras de sementes (a1 e a4) quanto nas de farinha de linhaça (b6); embora a farinha tenha passado por processo de trituração, deixando seus constituintes intrínsecos mais expostos a oxidações do que a semente. A queda significativa nos valores de seus índices de iodo ocorre a partir de 30 dias de armazenamento.

Segundo Prasad (1997 apud MENECHINI NETO et al., 2007) possivelmente, esse comportamento na estabilidade da farinha de linhaça, em relação às sementes, se deve a presença de um antioxidante fitoquímico, conhecido por SDG (secoisolariciresinol diglicosídeo), uma lignana presente em concentração elevada (0,2-3,7mg/g) na linhaça, capaz de capturar os radicais livres, impedindo a ocorrência da oxidação dos ácidos graxos poliinsaturados. Outro fator que explica a semelhança na estabilidade entre sementes e farinha de linhaça é a presença do α – tocoferol presente em grande quantidade 552mg/100g da semente, e na farinha de linhaça, funcionando como um antioxidante biológico poderoso e efetivo contra a iniciação da oxidação (GOMÉZ, 2003).

Existem poucos estudos sobre a estabilidade da SDG nos alimentos. Góes; Pereira; (2010) citam que a estabilidade da SDG nos alimentos processados é de 1 semana de armazenamento à temperatura ambiente, ou 1 -2 meses a -25°C.

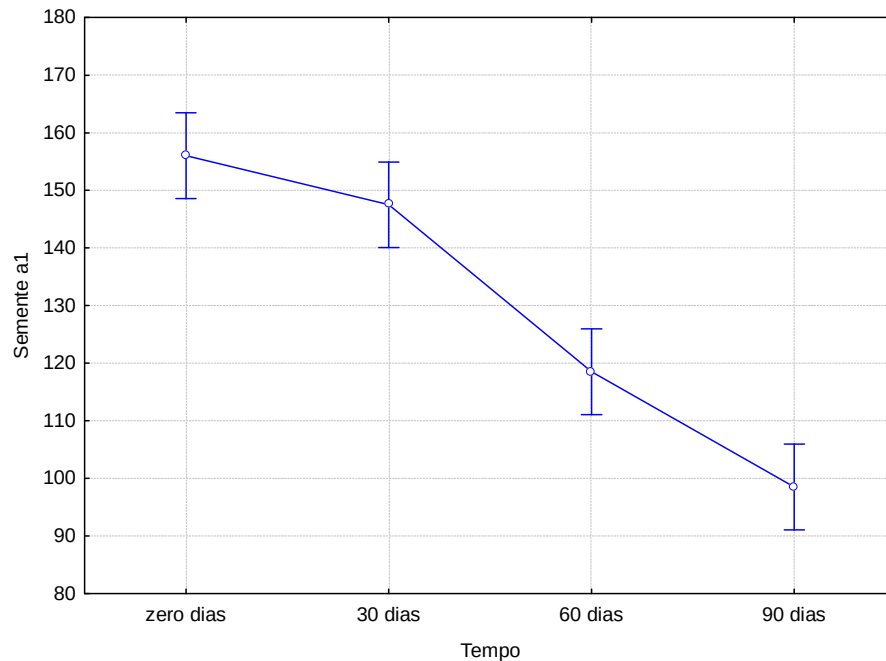
Os resultados mostram, no entanto, uma tendência a hidrólise, em todas as amostras de linhaça, a partir de 30 dias de armazenamento. Isto se deve ao alto grau de insaturações e devido à perda da estabilidade da lignana SDG que é deteriorada ao longo do período de armazenamento. Deixando o produto mais vulnerável a oxidações, por diversos fatores externos. Esses resultados refletem a falta de cuidados no tipo de armazenamento e exposição da linhaça a venda em diversos pontos comerciais na cidade do Natal-RN.

A análise estatística envolveu a ANOVA (análise de variância), na comparação das médias, com o teste post hoc de Bonferroni. Para avaliação da correlação das médias do índice de iodo em relação ao tempo de armazenamento das amostras, foi realizada a correlação de Pearson, com nível de significância de **p < 0,05**. A análise de variância é um teste estatístico que verifica se existe uma diferença significativa entre as médias e se os fatores exercem influência em alguma variável dependente, se a hipótese nula for rejeitada utiliza-se o teste de Bonferroni para saber quais as médias apresentam diferenças significativas.

O resultado da ANOVA revelou que existe diferença na perda de insaturações dos ácidos graxos, de cada amostra (a1, a4 e b6), ao longo do tempo de armazenamento. Para as amostras a1, a4 e b6 foram obtidos valores de **p < 0,05**. Dessa forma foi realizado o teste post-hoc de Bonferroni para avaliar as diferenças entre os pares de médias de índices de iodo da amostra a1 (Tabela 5) com intervalo de confiança de 95% para estes dados.

A Figura 2 apresenta o gráfico do comportamento das médias e desvio padrão do índice de iodo em relação ao tempo de armazenamento da semente a1 comercializada em Natal/RN, 2011.

Figura 2: Gráfico do comportamento das médias e desvio padrão do índice de iodo em relação ao tempo de armazenamento da semente a1 comercializada em Natal/RN, 2011.



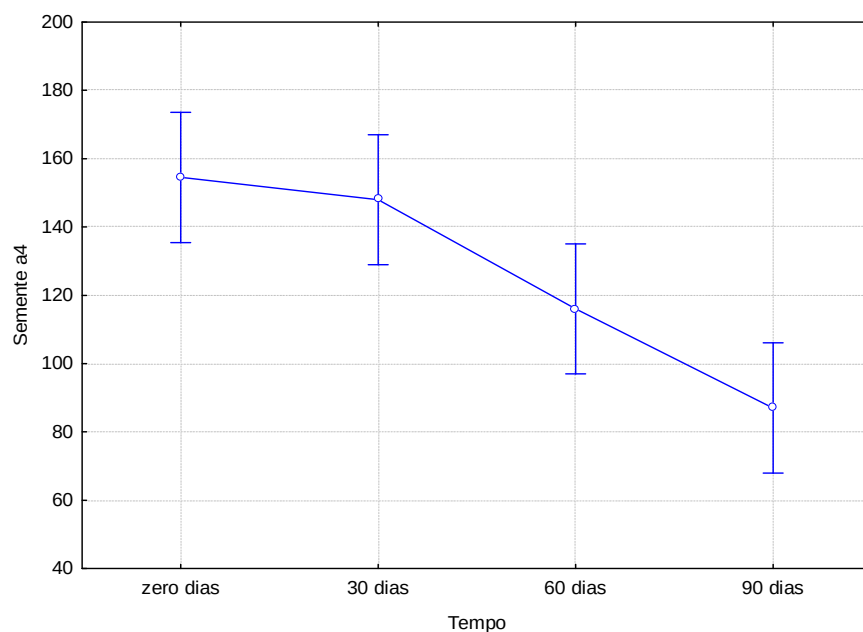
Fonte: Elaboração Própria (2011).

O resultado do teste de BONFERRONI mostra que as médias de zero dias são estatisticamente diferentes das médias de 60 dias, bem como das médias de 90 dias, segundo os dados calculados pelo referido teste apresentados no Anexo A. Isto mostra uma real tendência à oxidação das insaturações dos ácidos graxos contidos no óleo de linhaça da amostra a1 com o tempo de armazenamento. Através destes dados pode-se verificar a redução do teor de ácidos graxos insaturados (ômega) na amostra a1, a partir do segundo mês, caracterizando uma instabilidade oxidativa.

O mesmo estudo estatístico foi realizado para o comportamento das médias dos índices de iodo das amostras a4 e b6 da Tabela 5. Os gráficos da análise estatística e os dados do teste de BONFERRONI, para as médias de índice de iodo das amostras a4 e b6 (Figura 3) estão apresentados a seguir através dos gráficos

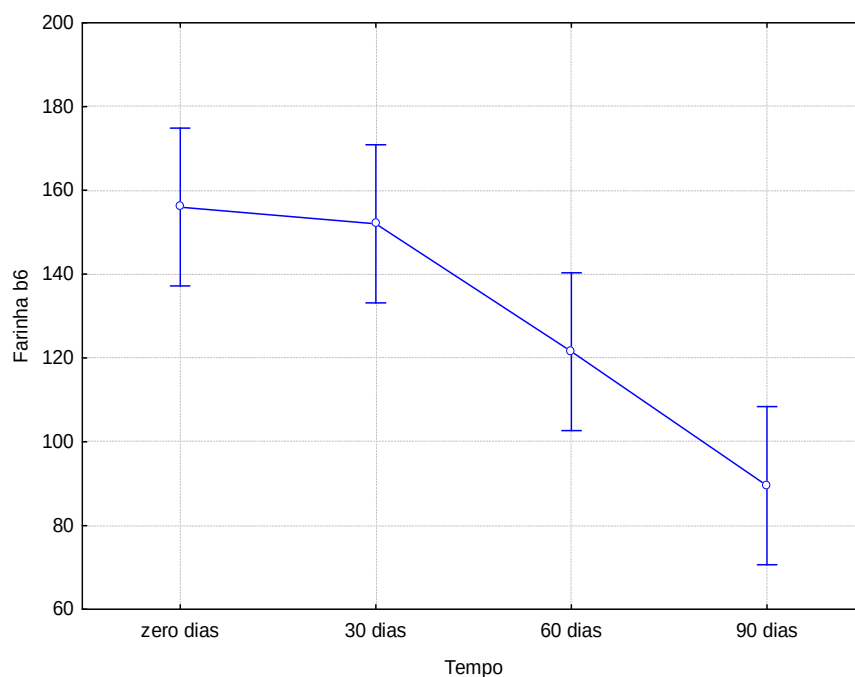
nas Figuras 3 e 4, cujos os respectivos dados dos teste de BONFERRONI estão apresentados nos anexos B e C.

Figura 3: Gráfico do comportamento das médias e desvio padrão do índice de iodo em relação ao tempo de armazenamento da semente a4 comercializada em Natal/RN, 2011.



Fonte: Elaboração Própria (2011).

Figura 4: Gráfico do comportamento das médias e desvio padrão do índice de iodo em relação ao tempo de armazenamento da farinha de linhaça, b6, comercializada em Natal/RN, 2011.



Fonte: Elaboração Própria (2011).

O resultado da ANOVA para as amostras a4 e b6 revelou que existe diferença entre as médias obtidas para os tempos de armazenamento. O comportamento das respectivas médias, gráficos das Figuras 3 e 4, comprovam a tendência ao decréscimo com o tempo de armazenamento. Utilizando o resultado do teste de BONFERRONI (Anexos B e C) pode-se verificar uma acentuada redução do grau de insaturado após 60 e 90 dias de estocagem para as amostras a4 e b6, quando comparadas há zero dia.

Esses resultados ressaltam a importância de um armazenamento em melhores condições, ou seja, na ausência de luz, umidade e oxigênio, pois a oxidação lipídica causa mudanças nos alimentos, alterando sua qualidade nutricional, segurança, cor, flavor e textura. Este aspecto é de grande importância, não somente sob o enfoque econômico, através de perdas devido à diminuição da vida-de-prateleira, mas, também, pela possibilidade dos radicais livres formados reagirem ou interagirem com outros constituintes dos alimentos provocando uma queda na qualidade nutricional dos mesmos.

6 CONCLUSÃO

- Através deste estudo foi possível verificar que todas as marcas de linhaça investigadas foram envasadas em embalagens inapropriadas, o que aumenta a susceptibilidade a perda da qualidade lipídica da semente, pelo processo de oxidação do óleo. Além disso, algumas amostras, somente da zona leste de Natal, são acondicionadas na última gôndola das prateleiras (contadas de cima para baixo), aumentando ainda mais o risco de contaminação, por contribuir para intensificar o crescimento de fungo.
- Inevitavelmente, o resultado foi à contaminação por fungos em todas as amostras analisadas. Fato que predispõe questionamentos quanto à sanidade deste produto exposto a venda, corroborados pela carência de pesquisa e fiscalização voltadas para segurança dos grãos comercializados.
- Das análises microbiológica, observou-se uma alta contagem por bolores e leveduras, em todas as amostras. Essa carga microbiana indica precárias condições higiênicas sanitárias ao longo do processamento. Desta forma, elevadas contagens destes microrganismos em alimento resultarão na redução da vida de prateleira da semente de linhaça pela deterioração, prejuízo econômico, e pode tornar-se um perigo à saúde pública devido à produção de micotoxinas. A Vigilância sanitária deve estabelecer um monitoramento mais abrangente com relação a esses microrganismos, visto que o Brasil, a legislação não define nenhum parâmetro para que se possa verificar o limite máximo de bolores e leveduras em alimentos.
- Quando as sementes e farinha foram aquecidas por 8 minutos à temperatura de 100 °C apresentam redução e/ou eliminação fúngica significativa, sendo o aquecimento uma forma adequada, simples e acessível para diminuir a carga microbiana.
- O monitoramento do perfil lipídico das sementes e farinha de linhaça mostrou que há uma diminuição das insaturações com o tempo de vida em prateleira e armazenamento, devido ao conjunto de inadequações, evidenciadas através desta pesquisa, sendo estes fatores responsáveis pela modificação na qualidade lipídica das sementes de linhaça.

- Pode-se observar estatisticamente que o comportamento da estabilidade lipídica é semelhante para semente e farinha de linhaça, fato esse que se explica pela presença de compostos fitoquímicos antioxidantes no óleo de linhaça.
- Tanto os resultados microbiológicos quanto os físico-químicos apontam para a uma inapropriada forma de armazenamento e exposição à venda de produtos de linhaça. A consequência disso é a perda da qualidade nutricional do produto, cuja principal característica é o teor de ácidos graxos essenciais, os ômega. Tais fatores que comprometem a qualidade do produto poderiam ser evitados através de um rigoroso controle de qualidade pelos fabricantes e distribuidores do produto final para o consumidor.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. M; SANTOS; G. J. Análise do Teor de Umidade e da Contagem de Bolores Leveduras em Sopas Desidratadas. **Revista Higiene Alimentar**. São Paulo v. 22 n. 165 2008.

ALMEIDA, K.C.L.A. **Incorporação de ácidos graxos ômega-3, oriundos da semente de linhaça (*linum usitatissimum*), influenciando o desenvolvimento cerebral de ratos filhotes**. 2007. 76f - Dissertação (mestrado de pós graduação em Patologia) Universidade Federal Fluminense. Disponível em: <<http://www.laszlo.ind.br/admin/artigos/arquivos/Dissert-Katia.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2011.

ALMEIDA, K.C.L.A.; BOAVENTURA, G.T.; GUZMAN-SILVA, M. A. A linhaça (*Linum Usitatissimum*) como fonte de ácido α - linolênico na formação da bainha de mielina. **Revista de Nutrição**. Campinas v.22 n. 5 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732009000500015>. Acesso em: 17 out. 2011.

ANVISA. Resolução n. 259, de 20 de setembro de 2002. Regulamento técnico para rotulagem de alimentos embalados. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2002. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2002/259_02rdc.htm> Acesso em: 28 de mar. 2010.

ANVISA. Resolução n. 482, de 23 de setembro de 1999. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de óleos e gorduras vegetais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, p. 82 - 87, 1999. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/legis/especifica/regutec.htm>> Acesso em: 24 jul. 2010.

ANVISA. Resolução n. 275, de 21 de outubro de 2002. Regulamento técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2002. Disponível em : http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2002/275_02rdc.htm. Acesso em: 23 ago. 2010.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2004.

BANDEIRA, Denise Livia de Queiroz. **Análise Microbiológica de Farinha de Linhaça (*Linum usitatissimum*) Comercializadas no Município de Natal-RN**. 2008. f. 58. Monografia - (Trabalho de conclusão de curso em Nutrição). Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

BORGES, Carla Beatriz Ferreira; Bonnas, Deborah Santesso. Qualidade microbiológica da linhaça (*linum usitatissimum* L.) in natura comercializada no município de Uberlândia – MG. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.7, n.12, 2011.

Disponível em:
<<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/biologicas/qualidade%20microbiologica.pdf>> Acesso em: 24 out. 2011.

BORGES, LARISSA ROLIM et al. **Contagem de fungos no controle de qualidade da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) e isolamento de gêneros potencialmente micotoxigênicos.** Curitiba v. 20 n. 1, 2002. Disponível em <ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/alimentos/article/download/.../940> Acesso em: 24 out. 2011.

BUNZEN, Silvano; HAESE, Douglas. Controle de micotoxinas na alimentação de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime.** v.3, n. 1, 2006.

CASTELLO, Édira Branco de Andrade. **Análise de alimentos: uma visão Química da Nutrição.** São Paulo: Livraria Varela, 2006.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos.** 2. ed. São Paulo: UNICAMP, 2003.

CODEIRO, Rosângela; FERNANDES, Pedro; BARBOSA, Leandro. Semente de linhaça e o efeito de seus compostos sobre as células mamárias. **Revista Brasileira Farmacognosia.** João Pessoa v.19 n.3, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-695X2009000500013&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 07 Maio 2010.

CORSINI, Mara da Silva; JORGE, Neuza. Estabilidade oxidativa de óleos vegetais utilizados em frituras de mandioca palito congelada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Campinas, v. 26, n. 1. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101> Acesso em: 30 Mar. 2010.

COSTA, N. M. B. ROSA, C. O. B. **Alimentos Funcionais: Componentes Bioativos e Efeitos Fisiológicos.** Rio de Janeiro: Rubio, 2010.

COSTA, Ticiane Leite. **Características Físicas e Físico:** Químicas do Óleo de duas Cultivares de Mamona. 2006. 67f. - Dissertação (Mestrado em engenharia agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006. Disponível em: <<http://www.deag.ufcg.edu.br/copeag/dissertacoes2006/DISSERTACAO%20COMPLETA%20-%20Ticiane%20Leite%20Costa.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2011.

EVANGELISTA, José. **Tecnologia de Alimentos.** São Paulo: Atheneu, 2005.

FANTINATTI, J. B.; HONÓRIO, S. L.; RAZERA, L. F. Qualidade de sementes de feijão de diversas densidades obtidas na mesa gravitacional. **Revista Brasileira Semente.** Londrina v.24, n.1, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo>. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222002000100005>>. Acesso em: 15 Set. 2011.

FASSINA, Patrícia. **Avaliação da degradação do óleo de linhaça e da ação do seu efeito antioxidante através da incidência de radiação UV/VIS.** 2011. 104f.

Dissertação (Mestrado em ambiente e Desenvolvimento) – Centro Universitário Univates. Rio Grande do Sul, 2011.

Food and Drug administration - FDA. **Bacteriological Manual**. 7 ed. U.S. A, 1992.

FERNANDES, Molena. Avaliação dos efeitos da suplementação com farinha de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) marrom e dourada sobre o perfil lipídico e a evolução ponderal em ratos Wistar. **Revista Brasileira Medicina**. Botucatu, v.12, n.2, p. 201 - 207, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722010000200012>. Acesso em: 12 Ago. 2011.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da Segurança Alimentar**. São Paulo: Artmed, 2005.

FUNED. **Monitoramento de Água e Alimentos**. Disponível em: <<http://funed.totlab.com.br/servicos-e-produtos/analises-laboratoriais/monitoramentode-agua-e-alimentos/>>. Acesso em: 25 out. 2010.

GALVÃO, E. L. Avaliação do potencial antioxidante e extração subcrítica do óleo de linhaça. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.28, n. 3. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612008000300008>. Acesso em: 21 fev. 2010.

GAVA, Altanir Jaime. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 1984.

GÓES, M.S; PEREIRA. C. A.M. Propriedades Funcionais da Linhaça. **Nutrição Brasil**, São Paulo, v. 9, n. 2, mar./abr., 2010.

GOMBOSSY, M; LANDGRAF. B. D. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008.

GÓMEZ, M. E. I. D. B. **Modulação da composição de ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta. I. Estabilidade oxidativa**. 2003. 39f. Teses (Doutorado em ciência dos Alimentos área de Bromatologia) Faculdade de ciências farmacêuticas, São Paulo, 2003. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9131/tde-02062003-150007/pt-br.php>>. Acesso em: 14 ago. 2011.

GRANADA, Grazielle et. al. Caracterização de Granolas Comerciais. **Revista Ciências e tecnologia de alimentos**, Campinas, v. 23, n. 1. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v23n1/18261.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2010.

LICHTENTHALER, Alice Gomes. **Efeito comparativo de dietas ricas em linhaça marrom e dourada no câncer de mama**. 2009. 29f. Dissertação (Mestrado em Nutrição em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

LIMA, J. R.; GONÇALVES, L. A. G. Quantificação de tocoferóis em óleos de milho, soja, castanha-do-pará e castanha de caju por cromatografia líquida de alta eficiência em fase reversa. **Alimentação Nutrição**. São Paulo, v. 8, 1997. Disponível em: <<http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/view/756/642>>. Acesso em: 10 maio 2011.

MACIEL, Leda Maria Braga; PONTES, Dorasílvio Ferreira; RODRIGUES, Maria do Carmo Passos. Efeito da adição de farinha de linhaça no processamento de biscoito tipo cracker. **Alimentação Nutrição**. Araraquara v.19, n.4., 2008. Disponível em: <<http://200.145.71.150/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/646/542>>. Acesso em: 01 Ago.2010.

MARTIN, Clayton Antunes et. al. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega – 6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**. Campinas, v. 19, n. 6. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-sci_abstract&lng=pt>. Acesso em: 02 mai. 2010.

MENECHINI NETO, R. **Efeito do tempo e temperatura de estocagem sobre a estabilidade lipídica e composição centesimal de linhaça moída**. Disponível em: <<http://www.eaic.uem.br/artigos/CD/169.pdf>>. Acesso em: 17 Fev. 2011.

MORETTO, Eliane; FETT, Roseane. **Óleos e Gorduras Vegetais: Processamento e Análise**. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 1989.

OETTERER, Marília; ARCE, Marisa Aparecida Bismara Regitano; SPOTO, Marta Helena Fillet. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Manole, 2006.

PEREIRA JÚNIOR. Clóvis Martins. MATTOS. Thais Tubbino. Estudo comparativo da vida de prateleira do pão de forma em embalagem convencional, e de pão de forma em embalagem ativa. **Higiene Alimentar**. São Paulo. V. 22 n. 161, 2008.

RAMALHO, Valéria Cristina; JORGE, Neuza. Antioxidantes Utilizados em Óleos, Gorduras e Alimentos Gordurosos. **Revista Química Nova**. São Paulo, v. 29, n. 4. 2006. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/qn/v29n4/30255.pdf> > Acesso em: 25 jun. 2010.

SALES, R.L. **Efeito do amendoim e da linhaça no perfil lipídico, composição corporal e processo inflamatório em indivíduos com excesso de peso**. 2009. 35f. - Tese (Doutorado em ciência e tecnologia de alimentos) Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 2009. Disponível em: <http://www.tede.ufv.br/tedesimplificado/tde_arquivos/38/TDE-2010-02-09T092901Z-2143/Publico/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2011.

SILVA Jr., Eneo Alves. **Manual de controle Higiênico: Sanitário em Serviço de Alimentação**. São Paulo: Varela, 2005.

SILVA, Dirceu Jorge; QUEIROZ, Augusto César. **Análise de Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.

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

SOARES et. al. Avaliação dos efeitos da semente de linhaça quando utilizada como fonte de proteína nas fases de crescimento e manutenção em ratos. **Revista de Nutrição**. Campinas v. 22, n. 4. Disponível em: < <http://bases.bireme.br/cgi>>. Acesso em: 05 Maio 2010.

TOSCA, A.C.O; MOURA, A.C. **Análise microbiológica da farinha de trigo (*triticum aestivum* L.) comercializada no município de cascavel-PR**. Disponível em:
<http://www.fag.edu.br/tcc/2007/Ciencias_Biologicas_Bacharelado/ANALISE%20MICROBIOLOGICA%20DA%20FARINHA%20DE%20TRIGO.pdf>. ACESSO em: 17 out. 2011.

VECCHIA, A.D; FORTES, R. C. Contaminação fúngica em granola comercial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas. v.27, n.2, 2007. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612007000200020>. Acesso em: 13 Mar. 2010.

ZENEBON, Odair; PASCUET, Neus Sadocco.(Coord). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2004.

APÊNDICE

FARN- FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO DO RIO GRANDE DO NORTE Formulário

DATA:_____/_____/_____

1 Marca da linhaça:_____

2 Apresenta algum erro no rótulo: sim () não ()

3.1 Se sim quais:

3.2 Apresenta registro do órgão fiscalizador: sim () não ()

4 Como está apresentado na prateleira

4.1 Exposto a luz.

Sim ()

Não ()

4.2 Qual o tipo de embalagem?

Papel ()

Plástico transparente ()

Parcialmente transparente ()

Plástico e papel laminado ()

4.3 A forma do lacre

A vácuo ()

Envasado ()

ANEXO

FARN- FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO DO RIO GRANDE DO NORTE

Anexo A: Teste de BONFERRONI para as médias dos índice de iodo por tempo de armazenamento da amostra de semente de linhaça a1 obtida no comércio do Natal/RN em 2011.

Post-Hoc Bonferroni				
	zero dias	30 dias	60 dias	90 dias
zero dias		0,530616	0,003519	0,000661
30 dias	0,530616		0,009419	0,001240
60 dias	0,003519	0,009419		0,037145
90 dias	0,000661	0,001240	0,037145	

*P<0,05

Anexo B: Teste de BONFERRONI para as médias dos índices de iodo por tempo de armazenamento da amostra de semente de linhaça a4 obtida no comércio do Natal/RN em 2011.

Post-Hoc Bonferroni				
	zero dias	30 dias	60 dias	90 dias
zero dias		1,000000	0,099370	0,013457
30 dias	1,000000		0,179878	0,019610
60 dias	0,099370	0,179878		0,242236
90 dias	0,013457	0,019610	0,242236	

*P<0,05

Anexo C: Teste de BONFERRONI para as médias dos índices de iodo por tempo de armazenamento da amostra de Farinha de linhaça b6 obtida no comércio do Natal/RN em 2011.

Post-Hoc Bonferroni				
	zero dias	30 dias	60 dias	90 dias
zero dias		1,000000	0,137526	0,013704
30 dias	1,000000		0,202073	0,017269
60 dias	0,137526	0,202073		0,174356
90 dias	0,013704	0,017269	0,174356	

*P<0,05