Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Caracterização nutricional e funcional da farinha de chia (*Salvia hispanica*) e sua aplicação no desenvolvimento de pães

Tânia Rachel Baroni Ferreira

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestra em Ciências. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos

Piracicaba
2013

Tânia Rachel Baroni Ferreira
Bacharel em Ciências dos Alimentos

Caracterização nutricional e funcional da farinha de chia (*Salvia hispanica*) e sua aplicação no desenvolvimento de pães

Orientadora:
Profa. Dra. **JOCELEM MASTRODI SALGADO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestra em Ciências. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos

Piracicaba
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP

Ferreira, Tânia Rachel Baroni
Caracterização nutricional e funcional da farinha de chia (*Salvia hispanica*) e sua aplicação no desenvolvimento de pães / Tânia Rachel Baroni Ferreira.- - Piracicaba, 2013.
112 p: il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.

1. Alimentos funcionais 2. Semente de chia 3. Fibras alimentares 4. Ômega 3 5. Cálcio 6. Pão Funcional I. Título

CDD 664.752
F383c

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte -O autor"

Dedico este trabalho a todos que me incentivaram, apoiaram e acreditaram que o mesmo seria possível. Em especial, dedico à Profa Jocelem Mastrodi Salgado e Andrea Frias, minhas tutoras e grandes amigas, e também à Silvana, Natal, Valter, Leonardo e João Henrique, meus pilares e motivos das minhas lutas diárias.

Muito obrigada!

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original.”
Albert Einstein

SUMÁRIO

RESUMO 9
ABSTRACT..... 11
1 INTRODUÇÃO 13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 15
2.1 Alimentos funcionais 15
2.1.1 Fibras alimentares 18
2.1.1.1 Benefícios à saúde..... 20
2.1.2 Ácidos graxos Ômega 3..... 22
2.1.2.1 Benefícios à saúde..... 26
2.2 Semente de chia..... 29
2.2.1 Semente de chia e legislação brasileira 33
2.3 Pães 35
3 MATERIAL E MÉTODOS 39
3.1 Caracterização da matéria prima..... 39
3.1.1 Composição centesimal..... 40
3.1.2 Aminoácidos..... 41
3.1.3 Ácidos graxos..... 42
3.1.4 Minerais..... 42
3.1.5 Compostos bioativos..... 43
3.1.6 Micotoxinas..... 44
3.2 Desenvolvimento do produto..... 44
3.2.1 Farinha de semente de chia no desenvolvimento de pães funcionais..... 44
3.2.2 Produção dos pães funcionais..... 44
3.2.3 Análises dos pães 46
3.2.3.1 Análises microbiológicas 46
3.2.3.2 Cálculo do valor calórico 47
3.2.3.3 Digestibilidade *in vitro* 47
3.2.3.4 Avaliação Sensorial de aceitação 48
3.3 Precificação dos produtos desenvolvidos 50
3.4 Análise estatística..... 50
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 51
4.1 Matéria prima..... 51

4.1.1 Composição centesimal..... 51
4.1.2 Aminoácidos..... 53
4.1.3 Ácidos graxos..... 57
4.1.4 Minerais..... 59
4.1.5 Compostos bioativos..... 60
4.1.6 Micotoxinas..... 63
4.2 Pães Funcionais..... 64
4.2.1 Análises microbiológicas 67
4.2.2 Composição centesimal 67
4.2.3 Aminoácidos..... 72
4.2.4 Ácidos graxos..... 74
4.2.5 Minerais..... 77
4.2.6 Compostos bioativos..... 79
4.2.7 Valor calórico e digestibilidade..... 80
4.2.8 Análise sensorial de aceitação 82
4.2.8.1 Caracterização dos provadores..... 82
4.2.8.2 Análise sensorial de cor, odor, sabor, textura..... 84
4.2.8.3 Intenção de compra..... 86
4.2.8.4 Precificação dos produtos desenvolvidos..... 87
5 CONCLUSÕES 89
REFERÊNCIAS 91

RESUMO

Caracterização nutricional e funcional da farinha de chia (*Salvia hispanica*) e sua aplicação no desenvolvimento de pães

Os alimentos funcionais vêm despertando o interesse de governos, indústrias e principalmente dos consumidores, devido à importância que os mesmos representam para a saúde da população. A semente de chia, um alimento pouco conhecido pela população brasileira, apresenta uma composição nutricional rica em macro e micronutrientes essenciais à saúde humana, podendo auxiliar na prevenção de diversas enfermidades relacionadas ao elevado consumo de gordura saturada e baixa ingestão de fibras. Com base nisso, o presente trabalho teve como objetivos caracterizar a semente de chia e desenvolver pães funcionais elaborados com adição da farinha dessa semente (FSC) em detrimento à farinha de trigo em diferentes concentrações (0%, 3%, 6% e 9%). Tanto a semente de chia quanto os pães foram analisados quanto à composição centesimal e funcional. Os pães também foram avaliados microbiologicamente e através de análise sensorial. A semente de chia apresentou elevado teor de fibras, proteína e ácidos graxos poliinsaturados, sendo aproximadamente 70% desta fração composta por ácido linolênico (ômega-3). Apresentou também ótimo perfil de aminoácidos, sendo comparável ao da soja. Os resultados mostraram também elevados teores de fósforo, potássio, magnésio e principalmente cálcio, além de baixo teor de sódio. De acordo com os dados obtidos, a semente de chia apresenta atividade antioxidante mensurada pelo EC_{50} do DPPH de 15,3, enquanto que o óleo apresenta um teor de 54,9. Os compostos fenólicos também apresentaram maior teor no óleo em relação à semente. Quanto aos taninos e ácido fítico, ambos apresentaram maior concentração na farinha do que no óleo. Os pães funcionais apresentaram composições centesimais semelhantes entre si e o padrão (sem FSC), exceto pelo aumento gradativo no teor de fibras alimentares em detrimento ao teor de carboidrato, e maior teor proteico conforme maior adição de FSC. Os pães com 3% e 6% de FSC, segundo a legislação brasileira, podem ser considerados como “fonte de fibras” e os pães com 9% como “rico/alto teor de fibras alimentares”. O gradativo aumento de adição de FSC apresentou maiores teores de atividade antioxidante, compostos fenólicos, taninos e ácido fítico, além de proporcionar diminuição no valor calórico dos pães em relação ao padrão e melhor digestibilidade protéica *in vitro*. Os pães apresentaram elevados teores de ácidos graxos n-9 e n-6 principalmente, e n-3, o qual apresentou maiores níveis conforme maior adição de FSC. Quanto aos minerais, todos os pães desenvolvidos apresentaram excelentes teores dos minerais avaliados quando comparados a outras fontes vegetais, sendo que o sódio diminuiu conforme se aumentou a adição de FSC e o cálcio aumentou conforme maior concentração de FSC nas formulações. Todos os pães encontram-se de acordo com a legislação vigente em relação à salmonela e coliformes totais. Para o teste de aceitabilidade, constatou-se que 70% consomem pães diariamente, sendo que 31% consomem pães integrais. Os pães não se diferiram significativamente ente si quanto aos parâmetros sensoriais, ou seja, apesar da maioria (40,4%) indicar o pão com 6% de FSC como mais saboroso, os resultados mostraram que todos os pães seriam adquiridos e consumidos por 100% dos provadores.

Palavras-chave: Alimentos funcionais; Semente de chia; Fibras alimentares; Ômega 3; Cálcio; Pão Funcional

ABSTRACT

Nutritional and functional characterization of the chia flour (*Salvia hispanica*) and application on bread development.

Functional foods are attracting the interest of governments, industries and consumers, mainly due to the importance that they represent in population`s health. The chia seed, a food almost unknown by Brazilians, has a distinctive nutritional composition rich in macro and micronutrients essential to human health, and may help in the prevention of several diseases related to high consumption of saturated fat and low fiber intake. Based on that, the present study aimed to characterize the chia seed and develop functional breads produced with the addition of chia seed flour (FSC) substituting the flour wheat in different concentrations (0 %, 3 %, 6% and 9 %). Both the chia seed and the bread were analyzed for nutritional and functional composition. The bread was also evaluated microbiologically and through sensorial analysis. The chia seeds presented high fiber, protein and polyunsaturated fatty acids concentration, with approximately 70% of this fraction composed of linoleic acid (omega-3). It also presented great amino acid profile, comparable to the levels found in soybeans. The results also showed high levels of phosphorus, potassium, magnesium and particularly calcium, beyond low levels of sodium. According to the data obtained, chia seeds present antioxidant activity measured by EC50 of DPPH of 15.3, while the oil presents a level of 54.9. The phenolic compounds also presented a higher concentration in oil compared to the levels found in the seeds. Whereas tannins and phytic acid were in higher concentration in flour compared to oil. The functional breads presented similar percentage compositions between themselves and the standard bread (without FSC), except for a gradual increase of dietary fibers levels compared to the carbohydrate, and higher protein content as a result of FSC addition. Breads with 3% and 6% of FSC, according to Brazilian legislation, can be considered a "source of fiber" and the breads with 9% as a "rich/high content of dietary fiber". The gradual increase of FSC resulted in higher antioxidant activities, phenolic compounds, tannins and phytic acid levels, reducing bread caloric values and better protein digestibility *in vitro* compared to standard bread. The functional breads presented high levels of fatty acids, mainly n-9 and n-6, while the levels of n-3 were increased with the addition of FSC. All formulations showed good mineral contents, the levels of sodium decreased with more addition of FSC and the calcium present in the developed breads increased with higher concentration of FSC. All breads are in accordance with the legislation in referring to micro-organisms. For the acceptability test data showed that 70% eat bread daily, and 31% eating whole-wheat bread. The functional breads did not differ significantly among themselves regarding the sensory parameters, i.e. , even though the majority (40.4 %) indicated bread with 6% of FSC as the most tasty, the results showed that all breads would be purchased and consumed by 100% of participants.

Keywords: Functional Foods; Chia Seed; Dietary Fiber; Omega 3; Calcium; Functional Bread

1 INTRODUÇÃO

O aumento do consumo de alimentos mais saudáveis e com propriedades funcionais no Brasil é uma prerrogativa para que efetivamente seja possível consolidar uma alimentação saudável e segura em várias regiões do país. A semente de chia foi selecionada para o presente estudo por apresentar amplo crescimento de consumo, apesar dos poucos trabalhos científicos disponíveis que apresentam sua caracterização nutricional e aplicação da mesma em produtos alimentícios. Maiores estudos/comprovações científicas são necessários para que essa rica semente seja aprovada como alimento seguro para consumo pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Já o pão foi selecionado por ser um alimento amplamente consumido no mundo todo, por ser fonte de energia, carboidrato, proteínas e apresentar elevada aceitação por todas as faixas etárias. A utilização de farinhas mistas em produtos de panificação objetiva substituir parcialmente a farinha de trigo para oferecer aos consumidores alimentos diversificados com melhor qualidade nutricional. Por este motivo, a inclusão da farinha de semente de chia em detrimento à farinha de trigo foi utilizada na formulação do presente trabalho, visando a oferta de um novo produto aos consumidores com melhor perfil nutricional, rico em Ômega 3, fibras e cálcio.

A chia (*Salvia hispânica L.*), também conhecida como "*salvia espanhola*", "*artemisa espanhola*", "*chia mexicana*" ou "*chia negra*", é uma planta herbácea, da família das lamiáceas, originaria das áreas montanhosas do oeste e centro de México. Apesar de ser consumida desde a antiguidade pelos Astecas, nos últimos anos essa semente ganhou elevada notabilidade por suas características nutricionais, sendo rica em fibras, proteínas, minerais e ácidos graxos, os quais podem ser responsáveis pela diminuição do risco de doenças cardiovasculares. Além disso, seu consumo passou a ser relacionado amplamente com a perda de peso, o que aumentou ainda mais o interesse por essa matéria prima. Apesar da elevada procura pela chia, poucos estudos apresentam sua caracterização nutricional, ou aplicação da mesma em produtos viáveis para consumo. Por este motivo, a presente pesquisa teve como objetivos caracterizar a semente de chia quanto aos seus parâmetros nutricionais, micotoxicológicos e de compostos bioativos; desenvolver pães funcionais com adição de diferentes percentuais de farinha de semente de chia em detrimento à farinha de trigo; caracterizar os produtos desenvolvidos quanto aos teores nutricionais, microbiológicos e compostos bioativos; comparar os teores nutricionais de cada produto com o pão padrão desenvolvido e calcular seu preço teórico; submeter os pães à análise sensorial de aceitabilidades pelos consumidores, visando determinar a concentração aceitável de

substituição de farinha de trigo pela farinha de semente de chia e fornecer à literatura científica apoio para comprovação dos benefícios nutricionais da semente de chia, auxiliando sua aprovação perante a Agência Nacional de Vigilância Sanitária como alimento seguro para consumo por toda população brasileira.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Alimentos Funcionais

A globalização e industrialização proporcionaram à população mundial facilidades alimentares que, apesar de toda praticidade, acarretaram alguns malefícios à saúde do consumidor. Produtos industrializados, ricos em conservantes, gorduras, sódio, entre outros, são facilmente encontrados e consumidos, visando um estilo de vida cada vez mais "prático" (LAMOUNIER et al, 2007). Isso acarreta em quadros nutricionais inadequados e antagônicos por toda população mundial, pois atualmente mais de 2 bilhões de pessoas apresentam deficiências de micronutrientes, 870 milhões têm ingestão energética inadequada e 783 milhões de pessoas não têm acesso a água potável (NORDIN et al, 2013). Enquanto isso, é progressivamente crescente ocorrência de obesidade mundial, a qual atinge atualmente cerca de 10% dos homens e 14% das mulheres, perfazendo um total de aproximadamente meio bilhão de pessoas obesas no mundo (WHO, 2012). No Brasil, a obesidade atinge cerca 15,8% da população, de acordo com MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012.

A obesidade é uma das principais responsáveis pela ocorrência de diversas enfermidades, como dislipidemias, diabetes, doenças respiratórias, distúrbios dermatológicos, distúrbios alimentares e, principalmente, as relacionadas com complicações cardiovasculares (FABBRO E FOSS, 2008; MELO et al, 2009; SANKHLA et al, 2013). Esses agravos ilustram a importância e o impacto das doenças no âmbito individual e coletivo, tendo em vista que dados publicados recentemente apontam que se gasta cerca de R$3,8 bilhões em ambulatórios e R$3,7 bilhões com internação relacionada a doenças crônicas não transmissíveis. Isso totaliza aproximadamente R$7,5 bilhões/ano em gastos do setor público com essas doenças, proveniente do governo via Sistema Único de Saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005; ABIA, 2005; MALTA et al, 2006), sendo, portanto, de extrema importância a busca por alternativas que possam prevenir os quadros de enfermidades citados acima. Uma das principais tendências é a prevenção pela adoção de hábito de vida mais saudável, incluindo atividades físicas e alimentação adequada, onde os principais e mais efetivos grupos de alimentos são os chamados alimentos funcionais.

O termo "alimentos funcionais" recebe diversas denominações, mas no Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) o define como "*todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções metabólicas normais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produza efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à*

saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão medica" (BRASIL, 1999(a)). Esse termo surgiu no Japão na década de 80, sendo definido como alimentos similares em aparência aos convencionais, utilizados como parte de uma dieta comum, e que apresentam benefícios fisiológicos e/ou reduzem o risco de doenças crônicas, além de suas funções básicas nutricionais (ROSS, 2000). Já é amplamente disseminado pela literatura científica que a ingestão regular desses alimentos pode reduzir riscos de enfermidades como câncer, doenças cardiovasculares, osteoporose, problemas intestinais, entre outros (ALISSA E FERNS, 2012; HALFORD E HARROLD, 2012; KANG et al, 2013).

Diversos são os compostos bioativos presentes nesses alimentos que lhes fornecem características benéficas de auxílio na manutenção da saúde e prevenção de doenças (SALGADO, 2000). A Tabela 1 exemplifica alguns compostos, suas fontes alimentares e os benefícios ocasionados pelos mesmos no metabolismo humano. Esses alimentos, conforme já citado anteriormente, devem ter, como componentes ativos, substâncias naturais que apresentem seus efeitos básicos nutritivos e outros efeitos benéficos que promovem e potencializam o bem estar e a saúde de quem os consume (SALGADO, 2000). Essas substâncias podem ser naturalmente encontradas nos alimentos ou ingredientes adicionados ao produto final para potencializar uma característica funcional desejada. Além disso, esses alimentos devem ser consumidos como parte de uma dieta usual e constante (ROBERFROID, 2002). Com o aumento da expectativa de vida conjuntamente à prevalência de doenças crônicas (obesidade, hipertensão, osteoporose, diabetes e câncer), é crescente a preocupação e busca por uma alimentação funcional, devido ao conceito de que este tipo alimento pode reduzir riscos de doenças e aumentar a qualidade de vida de quem os consome, de acordo com a Associação Brasileira da Indústria da Alimentação (ABIA, 2005).

Tabela 1 - Alimentos funcionais, suas fontes e benefícios ao organismo humano

Composto Ativo	**Fontes Alimentares**	**Benefícios à saúde**
Ácidos Graxos/ Ômega 3	Peixes de aguas frias com alto teor de gordura; óleos vegetais (linhaça, etc)	Prevenção doenças cardiovasculares, doenças autoimunes inflamatórias.
Esteróis/estanóis vegetais	Milho, soja, trigo e óleos vegetais	Redução do risco de doenças cardiovasculares, diminuição da absorção de colesterol.
Flavonoides	Uva, amora, framboesa, frutas cítricas, brócolis, repolho, chá verde	Efeito antioxidante, ação sobre formação de radicais livres e diminuição dos niveis de LDL
Antocianinas	Frutas vermelhas escuras e roxas	Prevenção doenças cardiovasculares e câncer
Catequinas	Uva, morango, chá verde, chá preto	Atividade antioxidante e inibição da formação de ateromas; prevenção de certos tipos de câncer
Limonóides	Frutas cítricas	Estímulo à produção de enzimas protetoras contra o câncer, redução do colesterol.
Luteína e zeaxantina	Folhas verdes (luteína), pequi e milho (zeaxantina).	Proteção contra degeneração macular
Sulfetos alílicos	Alhos e cebolas	Redução do risco de doenças cardiovasculares, estímulo à produção de enzimas protetoras contra câncer gástrico.
Resveratrol e quercitina	Casca de uva, vinho tinto, maçã.	Redução do risco de doenças cardiovasculares, inibição da formação de carcinógenos, coágulos e inflamações.
Isoflavonas	Soja, leguminosas, amendoim, ervilha.	Alívio dos sintomas de menopausa; Redução do risco de doenças cardiovasculares e osteoporose, redução do risco de câncer de mama e próstata.
Betaglucana	Aveia, cevada, legumes.	Controle da glicemia e do colesterol sérico
Isocianatos e indol	Brócolis, repolho, couve-flor, rabanete, folha de mostarda.	Aumento da atividade de enzimas tipo 2 protetoras contra carcinogênese
Licopeno	Tomate, goiaba, melancia.	Atividade antioxidante, Redução do risco de doenças cardiovasculares, proteção contra o câncer, principalmente próstata.
Lignana	Linhaça	Inibição de tumores hormônio dependente
Fibras/ Prebiótico	Grãos integrais, frutas e vegetais em geral.	Melhora da saúde intestinal, redução do risco de câncer do cólon, controle do colesterol.
Probióticos	Leites fermentados, iogurtes.	Melhora da saúde intestinal; Redução do risco de câncer de cólon e melhora da intolerância à lactose.

Fontes: SALGADO, 2000; OZEN et al, 2012; PHILLIPS E RIMMER, 2013.

A importância deste mercado é evidenciada em levantamento realizado pela ABIA, que mostra que o setor de alimentos funcionais cresceu por volta de 14% ao ano no mundo, enquanto as vendas de alimentos convencionais registram índices de 4% e, no Brasil, o setor registrou um crescimento de 81% entre 2004 e 2009, passando de R$ 15 bilhões para R$ 27,2 bilhões faturados (ABIA 2011). Deste modo, é visível a importância deste segmento perante a população, o que justifica investimentos de pesquisa e desenvolvimento de novos produtos que acompanham essa tendência, os quais devem conter em sua composição quantidades adequadas de componentes benéficos, como fibras, proteínas, ácidos graxos poli-insaturados, entre outros.

2.1.1 Fibras Alimentares

No Brasil, as fibras alimentares são definidas como "*qualquer material comestível que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo de humanos"*, de acordo com a ANVISA (BRASIL, 2001). Esta Agência reconhece algumas fibras alimentares (glucanas, dextrina resistente, frutooligossacarídeos, goma guar parcialmente hidrolisada, inulina, lactulose, polidextrose, psillium e quitosana) como fibras funcionais, ou seja, empresas que seguem as exigências dessa classe de alimentos podem apresentar em seu rótulo o seguinte *claim* (alegação) de alimento funcional no rótulo: "*As fibras alimentares auxiliam o funcionamento do intestino. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis*" (BRASIL, 2008). Para isso, o produto pronto para consumo (porção) deve apresentar 3 g.100 g-1 (base integral) para alimentos sólidos e 1,5 g.100 mL-1 (base integral) para líquidos. Essa Agência também permite o uso como informação nutricional complementar, a qual abrange todas as fibras alimentares e não precisa de registro como alimento funcional. Para essa categoria, o "*claim"* descrito acima não é permitido no rótulo, e sim apenas a alegação "fonte de fibras" quando o mesmo fornece as mesmas 3 g.100 g^{-1} para alimentos sólidos e 1,5 g.100 mL^{-1} para líquidos. Caso apresente o dobro deste conteúdo é considerado um alimento com elevado teor de fibra alimentar, e pode apresentar no rótulo a denominação "rico em fibras alimentares" (BRASIL, 2012a)

Fisiologicamente as fibras são consideradas substâncias de origem vegetal que auxiliam no aumento do volume do bolo fecal e diminuem o tempo do mesmo do transito intestinal (SCHROEDER, 2013). Elas pertencem a uma ampla categoria dos carboidratos, podendo ser fermentáveis ou não fermentáveis, ainda divididas quanto às suas características estruturais, em polissacarídeos estruturais e não estruturais (SAAD, 2006). Os primeiros são constituídos de componentes da parede celular das plantas, como celulose, hemiceluloses, pectinas, dentre

outras. Os não-estruturais incluem as gomas, derivados das algas e mucilagens e os compostos não polissacarídeos incluem a lignina como principal representante (SALINAS, 2002). Porém, a forma mais utilizada em pesquisas para classificar as fibras alimentares está relacionada com a solubilidade das mesmas: as fibras solúveis e insolúveis (BELITZ E GROSCH, 2000). Ambas não são absorvidas pelo intestino delgado, chegam ao intestino grosso sem se degradar e apresentam diversos benefícios à saúde, como prevenção do câncer de intestino, diabetes, hipertenção e doenças cardiovasculares, auxílio na eliminação gorduras prejudiciais e toxinas do organismo, contribuição para a redução da obesidade por induzirem a saciedade e, consequentemente menor ingestão calórica (PIMENTEL et al 2005; POSSAMAI, 2005). Estudos apontam que as fibras solúveis aumentam o tempo de trânsito intestinal, controlam a absorção de glicose e reduzem a velocidade de absorção, enquanto fibras insolúveis reduzem o tempo de trânsito e aumentam a capacidade de retenção de água (MONTAGNE et al, 2003; BAZZANO, 2008).

As fibras solúveis são compostas principalmente pela pectina, amido resistente, gomas e mucilagem e são encontradas na aveia, grãos, nozes, sementes, frutas e leguminosas. Essas fibras apresentam maior solubilidade em meio aquoso, capacidade significativa de absorção de água e aumento da massa microbiana, sofrem fermentação pelas bactérias intestinais e posteriormente são degradadas no cólon (POSSAMAI, 2005). Essas substâncias, quando aliadas a uma dieta pobre em gorduras, são capazes de diminuir o colesterol sanguíneo, além de regular o nível de açúcar sanguíneo (glicemia), sendo essencial a ingestão das mesmas em quantidades adequadas por pessoas com diabetes ou taxas de colesterol inadequadas (FARIAS, 2004).

Já as fibras insolúveis apresentam em seu grupo as celuloses, ligninas, e algumas hemiceluloses, encontradas em vegetais crus, grãos de cereais como o milho, soja e grão-de-bico, além de frutas consumidas com casca, como maçã, pêra e ameixa (DE ANGELIS, 2001). Essas fibras auxiliam no tratamento/prevenção de hemorroidas, constipação, doença diverticular, câncer e outras enfermidades intestinais, pois apresentam efeito mais pronunciado no aumento do bolo fecal, por manterem sua estrutura no cólon (POSSAMAI, 2005). A Tabela 2 apresenta a classificação das principais fibras para cada alimento e seus efeitos à saúde.

Tabela 2 - Fontes de fibras alimentares e seus benefícios à saúde

FIBRA ALIMENTAR	FONTES	BENEFÍCIOS À SAUDE
Celulose	Trigo integral, centeio integral, maçãs, peras, feijões, ervilhas, verduras de raiz, tomates frescos, soja.	Reduz nível de glicemia e as exigências de insulina no diabetes. Estimula peristaltismo, aumenta volume do bolo fecal, proporciona saciedade, atua na prevenção e tratamento da obesidade e constipação, etc.
Pectinas	Maçãs, frutas cítricas, frutas silvestres, feijões de vagem, cenouras, cascas de frutas.	Liga-se ao colesterol e ácidos biliares, previne doenças cardiovasculares, reduzindo níveis de triglicerídeos e colesterol.
Gomas	Farinha de aveia, feijões secos, gomas vegetais.	Retarda tempo de esvaziamento gástrico, fornece material fermentável para as bactérias colônicas com a produção de ácidos graxos voláteis e gás, previne obesidade, diabetes e doenças cardiovasculares.
Lignina	Trigo integral, centeio integral, morangos, pêssegos, peras, ameixas, verduras.	Antioxidante, liga-se aos ácidos biliares e aos metais. Previne obesidade, diabetes, doenças cardiovasculares, alguns tipos de câncer e outras doenças gastrointestinais.
Polissacarídeos (quitosana)	Carapaças de crustáceos	Diminui nível de LDL no sangue, auxilia no tratamento da obesidade e tratamento de algumas doenças crônicas degenerativas como câncer e cardiovasculares.

Fonte: WILLIAMS, 1997.

2.1.1.1 Benefícios à saúde humana

Os efeitos metabólicos benéficos das fibras alimentares no organismo humano incluem ainda a diminuição da efetividade e teores de absorção de nutrientes como a glicose (MÜLLER et al, 2013), lipídeos e colesterol (MUMFORD et al, 2011), além de atuar na moderação da resposta dos níveis de insulina pós-prandial (HOSSEINPOUR-NIAZI et al, 2011; GEMEN et al, 2011), regulação do apetite (MATTES, 2007; IBRÜGGER et al, 2012), redução dos riscos de surgimento de doenças cardiovasculares (BAZZANO, 2008; SATIJA E HU, 2012; KACZMARCZYK et al, 2012) e redução da absorção de metais pesados e compostos tóxicos (ABDEL-SALAM et al, 2008).

Os principais benefícios atribuídos a ingestão de fibras relacionam-se com as funções do trato gastrointestinal, o qual apresenta de 300 a 500 diferentes espécies de bactérias e que pode sofrer alterações endógenas e exógenas (uso de antibacterianos, mudanças alimentares e estresse, entre outros), reduzindo significativamente suas funções fisiológicas e protetoras (PENNA et al, 2000; BRANDT et al, 2006; SAAD, 2006). As fibras atingem o cólon intactas

(não sofrem digestão) e são então fermentadas total ou parcialmente. Essa fermentação resulta em metabólitos como o lactato, piruvato, etanol, metano, hidrogênio, ácidos orgânicos (fumárico, lático e acetato) e os ácidos graxos de cadeia curta, os AGCC (propionato e butirato) (TEITELBAUM, 2011). Esses últimos são responsáveis pela diminuição do pH do lúmen intestinal, aumento da absorção de vitaminas e minerais e estímulo ao peristaltismo intestinal, ocasionando efeitos benéficos sob o colesterol sérico, maior proteção contra incidência de câncer e diminuindo o estabelecimento de bactérias patogênicas (SAAD, 2006). Esses efeitos são relacionados aos efeitos bifidogênicos e osmóticos ocasionados pela fermentação no intestino, a qual estimula as bactérias a metabolizar substratos, aumentar energia e crescimento dos microrganismos benéficos. Os ACGC apresentam também o efeito de retardar o crescimento de células cancerígenas e aumentar a apoptose das mesmas, por meio da capacidade de modulação da atividade de acetilação de histonas e, consequentemente, da transcrição dos genes que ocasionam as modificações celulares tumorosas (KIEFER et al, 2006; THIRABUNYANON E HONGWITTAYAKORN, 2013)

Outro benefício atribuído as fibras é a diminuição da absorção de glicose no intestino delgado, ocasionando a redução desta no plasma, a qual ocorre devido ao tempo decorrido até o esvaziamento estomacal, que é maior quando há ingestão de fibras (MAKI et al, 2007). Esse maior tempo prejudica o contato do alimento com as enzimas digestivas no estômago e no intestino delgado, retardando assim o transporte da glicose para a superfície de absorção intestinal, reabsorção dos ácidos biliares no intestino delgado. Além disso auxilia na formação de uma camada na superfície intestinal, a qual dificulta a difusão da glicose e também do colesterol na corrente sanguínea (NSOR-ATINDANA et al, 2012; GATO et al, 2013). Isso acarreta em menores picos e áreas das curvas de glicose no sangue , as quais estão associadas à diminuição da resposta de insulina pós-prandial (BROCKMAN et al, 2012; ROBERTSON et al, 2012). A ingestão de quantidades adequadas de fibras alimentares também dificulta a emulsificação e a hidrólise dos lipídeos, resultando no aumento de gordura eliminada pelas fezes, sendo que as fibras alimentares também apresentam efeito sobre a saciedade, pois ocasionam distensão no estômago aumentando a secreção do hormônio intestinal colecistoquinina, o qual diminui a velocidade do esvaziamento gástrico (HOWARTH, 2001; PAREJA, 2003).

A Organização Mundial de Saúde (OMS), citado por PACHECO E SGARBIERI, 2001, preconiza que o consumo de fibras seja entre 27 a 40 g/dia. A “Food and Agriculture Organization” (FAO, 2002) estabeleceu, por meio da *Dietary Reference Intake* (DRI), que a ingestão adequada (AI) para as fibras é de 38 g para homens adultos e 25 g para mulheres

adultas, valores esses baseados nos riscos de incidência de doenças cardiovasculares. O consumo excessivo de fibras pode ocasionar desconfortos fisiológicos, como flatulências, diarreia e estufamento, os quais também podem ocorrer quando o consumo de fibras não é acompanhado por uma ingestão adequada de água e líquidos, como chás e sucos de frutas naturais (GWEE, 2010). No Brasil, a ANVISA preconiza a ingestão de 25g/dia de fibras alimentares diariamente (BRASIL, 2003).

2.1.2 Ácidos graxos ômega 3

Os ácidos graxos (AG) são compostos de cadeias lineares de hidrocarbonetos que apresentam um grupo carboxila em uma extremidade e um grupo metila na outra. São compostos por carbonos, os quais podem variar de 4 a 22 em sua estrutura, e são classificados de acordo com seu grau de insaturação (saturados, monoinsaturados ou poli-insaturados) (OETTERER et al, 2006). A diferença entre tamanho, grau e posição da insaturação nessas moléculas fornecem propriedades distintas quanto às características físicas, químicas e nutricionais das mesmas (BELITZ E GROSCH, 2000). Os ácidos graxos podem ser classificados como de cadeia curta (SCFA, do inglês *Short-Chain Fatty Acids,* com cauda alifática de menos de 6 átomos de carbono); cadeia média (MCFA, *Medium-Chain Fatty Acids,* com cauda alifática de 6 a 12 carbonos); cadeia longa (LCFA, *Long-Chain Fatty Acids)* com cauda alifática de mais de 12 carbonos e de cadeia muito longa (VLCFA, *Very-Long-Chain Fatty Acids)* com cauda alifática contendo mais de 22 átomos de carbono (OETTERER et al, 2006).

Esses compostos podem ser classificados também quanto à essencialidade para o organismo humano, sendo que ácidos graxos essenciais são aqueles que o organismo humano não consegue sintetizar, ou seja, devem ser adquiridos exclusivamente da dieta (PUPE et al, 2003; LANDS, 2012). Essa essencialidade ocorre pela incapacidade do metabolismo humano em produzir as enzimas Δ12 e Δ15 dessaturase, responsáveis pela síntese dos respectivos ácidos graxos essenciais (ácido linoleico e ácido α–linolênico, respectivamente) (NAKAMURA E NARA, 2004). As alongases são responsáveis por adicionar dois átomos de carbono à parte inicial da cadeia e as dessaturases atuam na oxigenação de dois carbonos da cadeia, originando uma dupla ligação com a conFiguração *cis* (MARTIN et al, 2006). Os ácidos graxos essenciais estão divididos em dois grandes grupos, que são os ácidos graxos da família Ômega 3 (n-3) e Ômega 6 (n-6). Os primeiros podem ser encontrados abundantemente em determinadas plantas e em óleo de peixe, enquanto que os Ômega 6 são encontrados principalmente em óleos vegetais (GIBSON E MAKRIDES, 2000; DE ANGELIS, 2001). Os

precursores desses lipídeos (ácido linoleico e alfa-linolênico) encontram-se exemplificados na Figura 1.

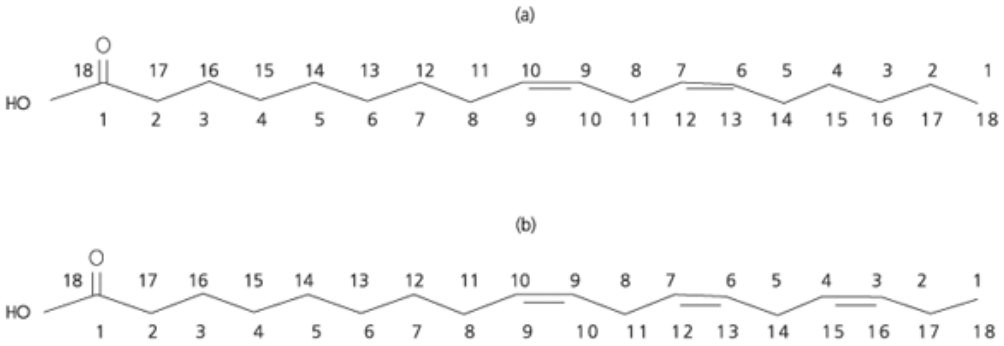

Figura 1 - Estruturas dos Ômega 6 (a) e Ômega 3 (b); Fonte: NAKAMURA E NARA, 2004; MARTIN et al, 2006.

Um ácido graxo pode ser denominado Ômega 3, que tem como precursor o ácido α-linolênico (18:3) ou Ômega 6, cujo precursor é o ácido linoleico (18:2). Essa denominação depende da localização da primeira insaturação: quando está localizada no terceiro carbono a partir do radical metil (CH_3), é denominado Ômega 3 e quando está localizada no sexto carbono a partir do mesmo radical, é denominado Ômega 6 (OETTERER et al, 2006). Os AG n-3 e n-6 apresentam afinidade pelas mesmas enzimas (alongase e dessaturase), e por esta razão competem pelas mesmas para sintetizar seus derivados, que incluem os ácidos eicosapentaenóico (EPA, 20:5 n-3), docosapentaenóico (DPA, 22:5 n-3) e docosahexaenóico (DHA, 22:6 n-3) e ácido araquidônico (AA, 20:4 n-6) (BISTRIAN, 2003). A Figura 2 demonstra o metabolismo dos ácidos graxos da família Ômega 3 e Ômega 6.

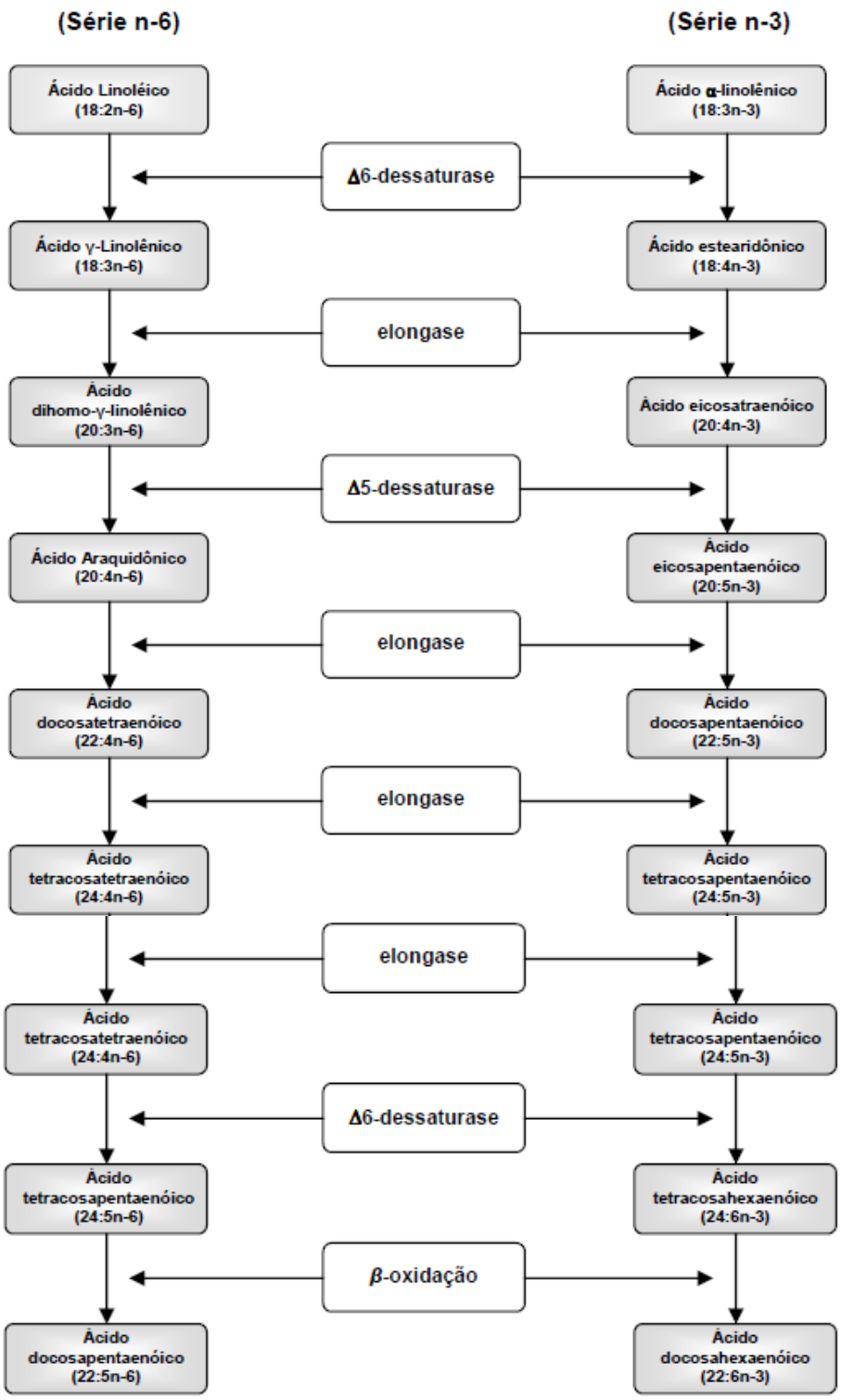

Figura 2 - Representação do metabolismo dos ácidos graxos das famílias ômega 3 e ômega -6; Fonte: SALEM, 1999; INNIS, 2003

Conforme já mencionado anteriormente, a enzima dessaturase apresenta afinidade por ambos ácidos graxos AG n-3 e n-6, porem, tem maior especificidade pelos ácidos graxos n-3.

Por este motivo, necessita-se de uma menor quantidade de n-3 em relação aos AG n-6 para sintetizar a mesma quantidade de AG derivados (MADSEM et al, 1999).

Devido a essa competição pelas mesmas enzimas, é essencial que haja um equilíbrio entre os AG dessas famílias para a manutenção adequada do metabolismo, pois um elevado consumo de ácido linoleico favorece o aumento do conteúdo de ácido araquidônico (AA) nos fosfolipídios das membranas celulares (BISTRIAN, 2003). Esse elevado teor de AA eleva a presença de eicosanoides no metabolismo, cuja família é composta por prostaglandinas (PGs), tromboxanos (TXs) e prostaciclinas (PCI), os quais são denominados de prostanóides, bem como dos leucotrienos (LTs), lipoxinas (LXs), ácidos hidroperoxieicosatetraenóico (HPETEs), e ácidos hidroxieicosatetraenóico (HETEs) (SIMOPOULOS, 2002; SIMOPOULOS, 2003). Os eicosanoides também podem ser derivados do ácido eicosapentaenoico, conforme observado na Figura 3 (MOREIRA et al,2002; SIMOPOULOS, 2006).

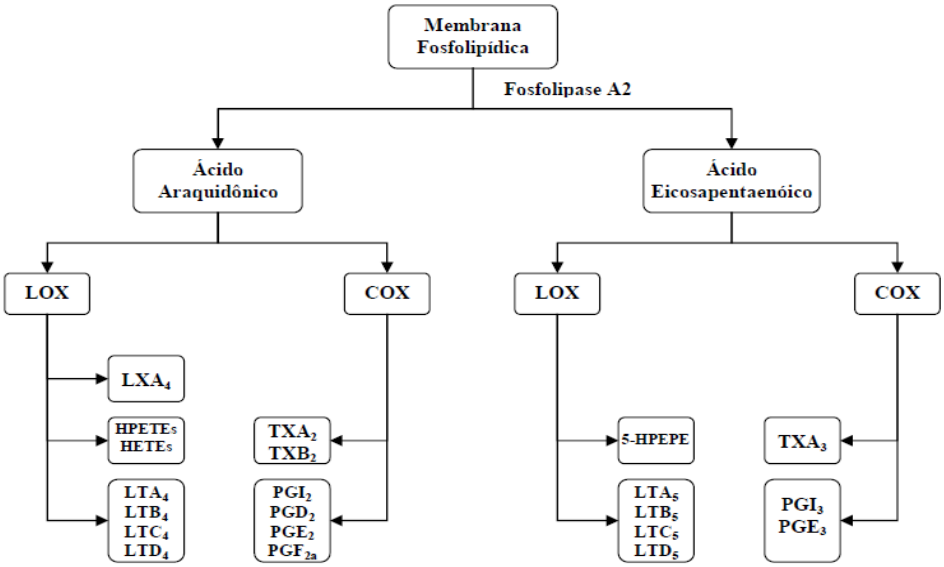

Figura 3 - Biossíntese dos eicosanóides derivados do AA e do EPA; Fonte: MOREIRA et al., (2002); SIMOPOULOS (2006)

Sendo que: LOX = lipooxigenases; COX = ciclooxigenases; PGs = prostaglandinas; TXs = tromboxanos; LTs = leucotrienos; LXs = lipoxinas; HETESs = ácidos hidroxieicosatetraenóico

Os eicosanóides derivados do AA (série par, sendo os principais a PGE2, LTB4, TX, etc.) apresentam-se biologicamente ativos quando presentes em pequenas quantidades no organismo, sendo que a PEG2, por exemplo, apresenta potencial imunossupressor e inibe a

produção do fator de necrose tumoral e interleucinas 1, apresentando, portanto, características anti-inflamatórias (FERRERI et al, 2012). Porém, o elevado teor desses mesmos compostos no metabolismo humano, ocasionados pela elevada ingestão de AG n-6, apresenta características pró-trombóticas e pró-inflamatórias, ocasionando trombose, ateromas, transtornos alérgicos e inflamatórios (KELLEY, 2001; CALDER 2002; CALDER E GRIMBLE, 2002), além de agregação plaquetária, adesão leucocitária e contração da musculatura lisa (SIMOPOULOS, 2006).

Por outro lado, o elevado teor de AG n-3 potencializa a síntese de eicosanóides da série ímpar (PGE3, TXA3 e LTB5, etc), os quais possuem características anti-inflamatórias independente da quantidade que se encontram no metabolismo humano. Torna-se, portanto, visivelmente essencial o equilíbrio entre a ingestão de AG n-3 e n-6 para que haja menor formação de mediadores pró-inflamatórios e efeitos imunossupressores (MOREIRA et al, 2002; CALDER, 2003; ANDRADE E CARMO, 2006; KIECOLT-GLASER JK et al, 2012).

2.1.2.1 Benefícios à saúde humana

Durante a ocorrência de doenças inflamatórias ocorre aumento do metabolismo do ácido araquidônico, o que resulta na produção de leucotrienos B_4 (LTB_4). Esses, por sua vez, potencializam significativamente os processos de inflamação crônica e aumento da permeabilidade vascular (FAN et al, 2013). O consumo de ácido graxo Ômega 3 pode atenuar esses processos inflamatórios por competir pelas mesmas vias enzimáticas (COX e LOX), promover a formação de PGE3, em vez de PGE2, e LTB5, em vez de LTB4, que são mediadores anti-inflamatórios (JAMES et al, 2000; KELLEY 2001; KIECOLT-GLASER et al, 2012) e também apresentar benéfico aos pacientes infectados pelo vírus HIV por diminuir a produção de citocinas e eicosanóides pró-inflamatórios. (PIMENTEL et al, 2005; PETERS et al, 2012).

Além disso, o Ômega 3 atua diretamente evitando a formação de trombos, tendo em vista que esse AG compete com o ácido araquidônico como substrato para a enzima ciclooxigenase, inibindo a formação de tromboxano A2, que é um importante agente vasoconstritor e agregante plaquetário. Com a diminuição de tromboxano A2 formados, ocorre diminuição da agregação plaquetária, evitando assim a formação de coágulo, importante causa de infartos do miocárdio e aterosclerose (DE CATERINA E ZAMPOLLI, 2007; VEDTOFTE et al, 2012).

Diversos estudos apontam também que os hábitos alimentares estão diretamente relacionados com transtornos de humor, inclusive depressão, devido ao um balanço

desequilibrado entre os ácidos graxos n-6 e n-3 no interior da estrutura fosfolipídica (ZEMAN et al, 2013). O elevado consumo de Ômega 3 auxilia na prevenção desses transtornos, por alterar as estruturas e funcionalidade da membrana fosfolipídica, ocasionando uma maior fluidez da membrana celular (KIECOLT-GLASER et al, 2007). Isso acarreta em uma maior mobilidade das proteínas favorecendo maior troca de sinais de transdução, interação hormônio-receptor e transporte de substratos entre os meios intra e extracelular (FREEMAN E RAPAPORT 2011; LESPERANCE et al, 2011; BLOCH E HANNESTAD, 2012).

O consumo de Ômega 3 pode também ocasionar a diminuição da pressão arterial, sendo que a intensidade dessa redução varia proporcionalmente ao nível de ingestão de sódio e da dose de ácidos graxos Ômega 3 administrados, particularmente o ácido docosahexanóico (CICERO ET AL, 2009). Esse mecanismo de redução deve-se, provavelmente ao desvio da produção de eicosanoides da série 2, derivados do ácido araquidônico, para a série 3, derivado do ácido eicosapentanóico, que competem pelas mesmas enzimas, conforme já citado anteriormente. Consequentemente ocorre uma atividade mais vasodilatora e anti-agregante,as quais acarretam em menores índices de doenças cardiovasculares (ZIBOH et al, 2000; LIU et al, 2011).

Esse AG da família n-3 pode também atuar beneficamente na redução dos níveis de triglicérides plasmáticos, devido a sua capacidade de inibir a secreção hepática de VLDL e por diminuir a atividade de várias enzimas hepáticas responsáveis pela síntese de triglicérides. Por esse motivo, desde que a ingestão calórica seja adequadamente controlada, os ácidos graxos Ômega 3 podem exercer efeitos benéficos no perfil de risco cardiovascular em pacientes com *diabetes* (DJOUSSÉ et al, 2011; ZHUKOVS'KA et al, 2012; MALEKSHAHI MOGHADAM et al, 2013; JEPPENSEN et al, 2013; SU et al, 2013). Outro beneficio atribuído a ingestão de AG n-3 é a deformação dos eritrócitos e diminuição da viscosidade do sangue, por facilitar a microcirculação e possibilitar maior oxigenação dos tecidos, mesmo com baixas doses de consumo. Esse AG também impede a ativação da proteína C quinase, diminuindo, assim, a produção de fatores responsáveis pela lesão cutânea da psoríase, melhorando o eritema, infiltração e descamação (PIMENTEL et al 2005; BALBAS et al, 2011).

A relação de consumo de AG n-6:n-3 em populações ocidentais é de aproximadamente 15:1 a 17:1, sendo que a proporção adequada para se obter os benefícios da ingestão de AG é por volta de 2-5:1 (SIMOPOULOS, 2008; STRANDVIK, 2011), sendo que a Organizaçõ Mundial da Saúde (WHO) preconiza uma relação de até 5-10:1 (WHO1995). Em uma dieta Norte Americana típica, por exemplo, consome-se cerca de 89% do total de ácidos graxos

poli-insaturados como ácido linoleico e apenas 9% como ácido linolênico (AGENCY..., 2005). Isso se deve ao elevado consumo de fontes de AG n-6, como óleos de milho, girassol e soja e baixo consumo de fontes de ácidos graxos n-3, como peixe, linhaça, chia, canola, entre outros (AYERZA et al, 2002; SOCCOL E OETTERER 2003). Quanto maior a proporção de ácidos graxos Ômega-6/Ômega-3, maior a taxa de morte por doenças cardiovasculares, câncer, doenças inflamatórias e autoimunes, ao passo que níveis elevados de ômega-3 (menor relação n-6/n-3), exercem efeitos inibidores dessas enfermidades (SIMOPOULOS, 2008; SIMOPOULOS, 2011). Considerando ainda que essas duas famílias de ácidos graxos competem pelas mesmas enzimas, conforme já citado anteriormente, o equilíbrio entre n-6:n-3 na dieta é de extrema importância, tendo em vista que, na era paleolítica, essa relação era de aproximadamente 1:1 a 1:2, enquanto que o padrão atual (dieta ocidental*)* apresenta uma relação de 17:1 (FÜRST, 2002, WHO/FAO, 2003).

No Brasil, é preconizado pela Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) que produtos com alegação de propriedade funcional para Ômega três devem fornecer, no mínimo, 0,1 de EPA e/ou DHA na porção em 100g ou 100mL do produto pronto para consumo, caso a porção seja superior a 100g ou 100mL (BRASIL, 2008). Países como Canadá, Suécia, Reino Unido, Austrália, Japão e as organizações das Nações Unidas recomendam de 0,3 a 0,5 g/dia de EPA + DHA e 0,8 de 1,1 g/dia de alfa-linolênico, sendo que indivíduos com incidência de doenças cardiovasculares devem elevar o consumo de EPA e DHA para 1 g/dia (KRIS-ETHERTON et al, 2002). A Tabela 3 demonstra a quantidade de n-3 recomendado para homens e mulheres, em diferentes faixas etárias.

Tabela 3 - Teores de n-3 recomendado para homens e mulheres

Idade (anos)	Ômega 3 (gramas/dias)
Homens	
9 a 13	1,2
14 a 18	1,6
19 a 30	1,6
31 a 50	1,6
50 a 70	1,6
>70	1,6
Mulheres	
9 a 13	1,0
14 a 18	1,1
19 a 30	1,1
31 a 50	1,1
50 a 70	1,1
>70	1,1

Fonte: FOOD AND NUTRITION INFORMATION CENTER, 2005; THE NATIONL ACADEMY PRESS, 2006.

2.2 Semente de chia

A semente de chia *(Salvia hispanica L.)* é uma oleaginosa nativa do sul do México e norte da Guatemala. Seu nome deriva do nahuatl *chian (*que significa "oleoso") e sua cultura foi expandida até a América do Sul, sendo comprovadamente consumida há séculos pelas civilizações Maias e Astecas. Mas apenas há pouco tempo ressurgiu o interesse por esta semente, por ser considerado um alimento com significativo valor nutricional. (AYERZA, 2005; JIN et al, 2012). Ela é rica em diversos micros e macronutrientes essenciais à saúde humana, como cálcio (456mg/100g), proteína (24g/100g), fibra (30g/100g) e ácidos graxos poli-insaturados (23g/100g) (CAHILL, 2003; AYERZA E COATES, 2007; AYERZA, 2009; JIN et al, 2012; VÁZQUES-OVANO et al, 2013). Esses teores apresentam-se satisfatórios quando comparados a outras fontes de nutrientes já conhecidas, conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Valores aproximados de nutrientes na semente de chia e em outros alimentos

Composto	Benefícios	Teor na Chia	Teor em outros alimentos
Cálcio	Formação de ossos e dentes, participação no crescimento, cofator/ regulador de reações bioquímicas, auxílio na coagulação sanguínea, etc.	500mg/ 100g	200mg/100g (linhaça) 150mg/100g(amaranto) 90mg/100g (quinoa)
Fibras	Ação hipoglicemiante, hipocolesterolêmica, hipotri-gliceridemica, aumenta bolo fecal, previne contra constipação, diverticulite, etc.	30%	14%(linhaça) 9% (amaranto) 5% (Quinoa)
Proteínas	Um dos maiores constituintes no organismo. Atua beneficamente na coagulação sanguínea, catalisação de reações químicas, formação de tecidos, etc.	24%	26% (linhaça) 16% (amaranto) 18% (quinoa)
Ômega 3	Ação antiinflamatória, inibição da formação de trombos, diminuição da pressão arterial, atuação benéfica em neurotransmissores, etc.	23%	20% (linhaça) 9% (amaranto) 6% (quinoa)

Fontes: MARQUES, 2008; LI et al, 2010; MALPELI et al, 2012; ESCUDERO et al, 2012; VILCHE et al, 2013; COSTA, BORGES, 2005; BORGES et al, 2010;

O principal interesse nessa semente refere-se ao teor de ácidos graxos poli-insaturados ácido alfa-linolênico (18:3 n-3, LNA), e ácido linoleico (18:2 n-6, LA) (AYERZA, 2009; MOHD et al, 2012), tendo em vista que esses compostos auxiliam as funções imunológicas, inibem a proliferação de linfócitos e citocinas pró-inflamatórias, atuam na prevenção de incidência de doenças cardiovasculares e mantém a integridade das membranas celulares e dos neurotransmissores (YAO et al, 2012; LUDWIG et al, 2013).

Estudos com a semente de chia ainda são raros, sendo poucas as pesquisas disponíveis que avaliaram essa matéria prima. Alguns autores, entretanto, realizaram estudos visando comprovar os diversos efeitos benéficos que essa semente pode oferecer à saúde humana. JIN ET AL, 2012 observaram em seu estudo que a ingestão de 25g/dia da semente de chia durante sete semanas elevou os níveis plasmáticos de ácido α-linolênico (ALA) e ácido eicosapentaenoico (EPA) em mulheres pós-menopausa, em 138 e 30%, respectivamente. Outra pesquisa concluiu que a ingestão dessa mesma quantidade de semente de chia durante

10 semanas por 62 mulheres com sobrepeso também elevou os níveis de ALA, quando comparado com o grupo de mulheres que não consumiram a respectiva semente (NIEMAN et al, 2012).

Um estudo randomizado, duplo-cego com11 indivíduos saudáveis, mostrou que após 120 minutos da ingestão de 50g de pão branco contendo diferentes concentrações de semente de chia reduziu a glicemia pós-prandial (VUKSAN et al, 2010). VUKSAN et al, 2007 também avaliaram, em 20 pacientes, o consumo de 37g/dia de semente de chia ou farelo de trigo durante 12 semanas, em um estudo *cross-over* duplo-cego em indivíduos com diabetes tipo 2 controlado. Os resultados mostraram que o consumo de chia elevou os níveis plasmáticos de ácidos graxos poli-insaturados ALA e EPA, além de reduzir a pressão arterial em cerca de 6,3 mmHg, elevar a sensibilidade à proteína c-reativa (PCR - biomarcador relacionado à inflamações) em cerca de 40% e ao fator de vonWillebrand (vWF - doença hemorrágica) em cerca de 21%, em comparação com grupo que consumiu farelo de trigo, ou seja, a suplementação com semente de chia pode ser um importante fator contra o risco de doenças cardiovasculares e fatores emergentes (hs-CRP e vWF), mantendo controle satisfatório no índice glicêmico e no perfil lipídico em pessoas com diabetes tipo 2. Esse resultado também foi encontrado por POUDYAL et al, 2012, os quais concluíram que a suplementação com 5% de sementes de chia durante 8 semanas atenuaram os sinais metabólicos de ratos, havendo melhora nos parâmetros de sensibilidade à insulina e tolerância à glicose, redução da adiposidade visceral, diminuição da esteatose hepática e redução da inflamação cardíaca e hepática.

HERNÁNDEZ-VIVEROS et al, 2012 também avaliaram a associação de fontes vegetais (proteína de soja, semente de chia e aveia) com a síndrome metabólica, que é um problema de saúde em todo o mundo e está associado a doenças cardiovasculares e diabetes. Os autores observaram que todos os participantes apresentaram redução de peso, IMC e circunferência da cintura nos 2 meses de tratamento, mas apenas no grupo controle houve redução nos níveis de triglicerídeos plasmáticos, proteína C-reativa (PCR) e intolerância à glicose esse estudo. Segundo os autores, apresentou também importantes resultados para facilitar o desenvolvimento de estratégias personalizadas dietéticas para indivíduos com síndrome metabólica, os quais apresentam elevados risco de desenvolver diabetes e doenças cardiovasculares.

Estudos com duração de oito semanas também apontam o efeito benéfico do uso tópico de óleo de chia 4%, onde cinco pacientes saudáveis com prurido e cinco pacientes com insuficiência renal terminal ou com diabetes, também com prurido, relataram melhora dos

sintomas, incluindo maior hidratação da pele e permeabilidade da mesma pelos pacientes que utilizaram o óleo de chia, sendo que nenhum participante relatou efeitos adversos a esse tratamento com óleo de chia (JEONG et al, 2010).

Além desses benefícios, iniciou-se uma propagação por todas as mídias de que a semente de chia poderia auxiliar em dietas de emagrecimento, devido ao poder saciante relacionado ao elevado teor de fibras e também pelo gel que se forma ao hidratar essa semente (AYERZA et al, 2002), conforme observado na Figura 4. Apesar do aumento do consumo da chia visando esse benefício, poucos estudos discorrem sobre o efeito da mesma relacionada à perda de peso, sendo que a maioria das pesquisas disponíveis aponta para a ineficiência de c comprovação cientifica suficiente para esse beneficio (NIEMAN et al, 2009; ULBRICHT et al, 2009 ; EGRAS et al, 2011).

Figura 4 - Semente de chia hidratada

2.2.1 Semente de chia e legislação brasileira

Apesar de todos os benefícios dos compostos presentes na semente de chia demonstrados pela literatura internacional, ela ainda não é reconhecida como um alimento seguro para comercialização pela legislação brasileira, devido à escassez de pesquisas relacionando a caracterização desta semente e seus benefícios à saúde humana. Para que a ANVISA reconheça a mesma como segura, deve-se enviar uma solicitação de registro como "Novo Alimento", pois esta Agência compreende que, alimentos sem tradição de consumo no país devem ser avaliados pela mesma antes de serem comercializados (BRASIL, 1999 (b); BRASIL, 1999 (c)). Alguns alimentos já aprovados pela ANVISA, e que não necessitam de registro de novo alimento para comercialização estão descritos na Tabela 5.

Tabela 5 - Alimentos já aprovados pela ANVISA e seus requisitos na rotulagem

Ingrediente	Requisitos
Amido resistente com alto teor de amilose	Declarar na Tabela de informação nutricional como fibra alimentar. Não é permitido especificá-la abaixo do valor de fibra alimentar.
Beta-glucana de levedo de cerveja - Saccahromyces cerevisiae	Rotulagem:Especificar a fonte da beta-glucana (*Saccahromyces cerevisiae*) junto à declaração da mesma na lista de ingredientes do rótulo
Colágeno Hidrolisado/gelatina hidrolisada	Sem requisito adicional.
Frutooligossacarídeo - FOS	- declarar na Tabela de informação nutricional como fibra alimentar. Não é permitido especificá-la abaixo do valor de fibra.
Goma acácia (Goma Arábica)	- declarar na Tabela de informação nutricional como fibra alimentar. Não é permitido especificá-la abaixo do valor de fibra alimentar
Goma guar parcialmente hidrolisada	- declarar na Tabela de informação nutricional como fibra alimentar. Não é permitido especificá-la abaixo do valor de fibra alimentar.
Inulina	- declarar na Tabela de informação nutricional como fibra alimentar. Não é permitido especificá-la abaixo do valor de fibra alimentar.
Inulo-oligossacarídeos	- declarar na Tabela de informação nutricional como fibra alimentar. Não é permitido especificá-la abaixo do valor de fibra alimentar.
Polidextrose	- declarar na Tabela de informação nutricional como fibra alimentar. Não é permitido especificá-la abaixo do valor de fibra. A recomendação diária de consumo do produto não deve resultar na ingestão de polidextrose acima de 90g ou cuja porção única de consumo resulte em ingestão de polidextrose superior a 50g.
Trealose	Rotulagem: incluir a seguinte informação: "Este produto pode ter efeito laxativo", para os alimentos cuja porção única de consumo resulte em ingestão de trealose superior a 50 g.

Fonte: (BRASIL, 1999b).

O processo de registro para novo alimento, no entanto, é extremamente burocrático e demanda elevado custo, pois a empresa/instituição a qual deseja obtê-lo para comercialização como novo alimento deve apresentaras seguinte documentação (BRASIL 2008):

• denominação do produto;

• origem ou fonte de obtenção;

• finalidade de uso;

• recomendação de consumo;

• histórico de uso, bem como sua forma de consumo em outros países;

• especificação da origem do produto e ou do novo ingrediente, ou seja, a espécie botânica ou a espécie animal ou a fonte mineral, quando for o caso;

• composição química do novo ingrediente, quando se tratar de uma substância desconhecida ou uma modificação da estrutura química de um ingrediente conhecido;

• processo de fabricação do produto;

• laudo de análise que comprove a quantidade do ingrediente ou substância no produto;

• laudo de análise de contaminantes no produto, como por exemplo, metais pesados, micotoxinas, resíduos de agrotóxicos ou de drogas veterinárias, dependendo da origem do produto;

• descrição da metodologia analítica para avaliação do novo ingrediente ou substância no alimento;

• evidências científicas aplicáveis à comprovação de segurança de uso:

- ensaios nutricionais e ou fisiológicos e ou toxicológicos em animais;

- ensaios bioquímicos;

- estudos epidemiológicos;

- ensaios clínicos;

- comprovação de uso tradicional, observado na população, sem danos à saúde;

- evidências abrangentes da literatura científica, organismos internacionais de saúde e legislação internacionalmente reconhecida sobre as características do alimento ou ingrediente.

Há ainda de se realizar o pagamento de uma taxa que varia de acordo com o porte da empresa e aguardar o aval da Agência, que pode ser negado caso a mesma conclua que não há evidencias suficientes para liberação do produto para consumo (BRASIL, 1999(d)). Para a maioria das indústrias, esse tramite torna-se inviável, pois, mesmo que haja aprovação da ANVISA para comercialização do alimento requerido, a empresa detentora do registro não

pode fazer nenhuma alegação de benefício à saúde/prevenção de doenças no rótulo do produto.

Por este motivo, é essencial que mais estudos sejam realizados com a semente de chia para fornecer suporte à ANVISA, a fim de viabilizar a comercialização deste alimento sem restrição no Brasil, assim como diversas outras sementes/grãos/cereais já o são (exemplo: aveia, linhaça, etc).

2.3 Pães

Historiadores relatam que os primeiros pães foram produzidos por volta de 10.000 anos a.C, com uma formulação mais rudimentar que a conhecida atualmente, composta por cereais selvagens e água, os quais eram cozidos ao sol (PHILIPPI, 2003). Por volta de 2600 a.C., os egípcios descobriram o processo fermentativo ao misturar água e farinha, deixando-as ao sol até que se formassem bolhas, que eram então assadas entre pedras aquecidas (JACOB, 2003). Atualmente cada região possui seu tipo característico, sendo poucas as culturas que não o consomem. Esse é um alimento rico em carboidratos e proteínas, mas pobre em fibras e com elevado índice glicêmico (BURTON et al, 2011).

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define pão como todo *produto obtido pela cocção, em condições técnicas adequadas, de massa preparada com farinha de trigo, fermento biológico, água e sal, podendo conter outras substâncias alimentícias aprovadas* (BRASIL, 2000), sendo que a farinha de trigo o principal ingrediente da formulação. Essa matéria prima é responsável pelo fornecimento de proteínas que atuam na formação da rede de glúten que, juntamente com água, conferem estrutura elástica característica desses produtos. As quantidades de todas as outras matérias primas são calculadas em relação à farinha de trigo, a qual corresponde a uma base de 100% (MATUDA, 2004).

A produção de pães consiste basicamente em homogeneizar, solubilizar e hidratar adequadamente os ingredientes da massa em uma masseira destinada a essa finalidade e posterior assamento, o qual tem seu tempo determinado pelo tipo de forno utilizado e pelo tipo de pão a ser produzido (CARR E TADINI, 2003). A qualidade de uma massa pode ser mensurada por sua habilidade de reter o gás e por suas propriedades visco elásticas, as quais definem o volume final, auxiliam na expansão adequada durante a fermentação e atuam nas etapas que antecedem o assamento (PATIENT E AINSWORTH, 1994). Para a homogeneização da massa, é empregado um trabalho mecânico que normalmente é realizado em duas etapas, sendo a primeira em uma velocidade mais reduzida, para garantir a

incorporação da água pela farinha de trigo, e a segunda em velocidade mais acelerada, na qual se formam as estrutura das redes de glúten, que acontecem em estágios distintos: na fase inicial, as moléculas de proteína são hidratadas e as suas fibrilas se aderem umas às outras formando uma rede desorganizada de fios espessos (Figura 5a) (STAUFER, 1998). No estágio seguinte, a ação mecânica contínua torna os fios mais finos e organizados, facilitando a interação entre eles (Figura 5b) e, na fase final, o pico de consistência é formado. Nessa etapa, o diâmetro das fibrilas de proteínas é reduzido significativamente, resultando em uma massa que pode ser estendida em forma de filme contínuo, conforme observado na Figura 5c (PATIENT E AINSWORTH, 1994; STAUFER, 1998). Essa ultima etapa é fundamental no processo produtivo dos pães, pois, caso a mistura continue sendo homogeneizada após a formação do pico de resistência, a massa pode se tornar mole, menos resistente e ter sua capacidade de reter gás durante a fermentação comprometida (STAUFER, 1998).

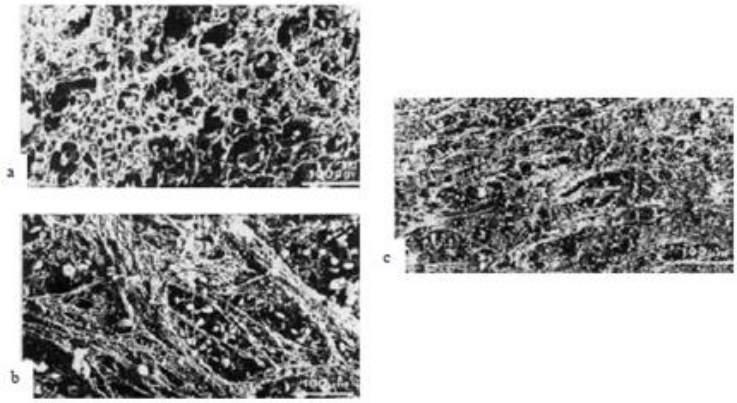

Figura 5 - Rede de glúten em diferentes estágios de mistura; (a) início do processo de mistura, hidratação parcial; (b) massa parcialmente misturada; (c) massa no estágio de desenvolvimento máximo. Fonte: STAUFER, 1998

Além da farinha de trigo, outros ingredientes básicos são utilizados na produção de pães, entre eles o açúcar (substrato para fermentação, confere maior maciez e participa das reações de Maillard, acarretando na coloração característica no produto final), água (auxilia na homogeneização dos ingredientes e na formação da rede de glúten), fermento (metaboliza açúcares sob condições anaeróbias, resultando na produção de gás carbônico (CO_2), o qual é essencial para o crescimento da massa e obtenção dos compostos aromáticos característicos deste alimento) (LAAKSONEN, 2001; CAUVAIN E YOUNG, 2009), etc. O sal também é um componente essencial na fabricação de pães por atuar diretamente na formação da rede de glúten, controlar a fermentação (que depende também dos ingredientes e aditivos utilizados, quantidade de levedura, da temperatura e umidade local) e, principalmente, fornecer sabor ao

produto (pouco sal torna o alimento insípido, enquanto que o excesso de fermentação tende a fornecer um sabor ácido) e garantir melhor palatabilidade ao mesmo (CARR E TADINI, 2003). No entanto, a ANVISA divulgou em 2012 um documento estabelecendo metas da redução deste composto no pão francês: segundo essa Agência, foi determinado que a adição de sal ao produto seja progressivamente reduzida de 2% para 1,8% até o final de 2014, o que representará uma redução de 10% na quantidade de sódio no produto final. Por exemplo: uma unidade de pão francês (50g) que em 2011 apresentava em média 320 mg de sódio, terá aproximadamente 289 mg em 2014 (BRASIL, 2012; DAUGIRDAS 2013).

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (ABIP), esse setor alcançou um faturamento de aproximadamente 63 bilhões de reais em 2011, um crescimento de cerca de 12% em relação ao ano de 2010, quando o faturamento foi de 56 bilhões (ABIP, 2012). Os empregos gerados também apresentaram aumento no ano de 2011 (2,8% em relação a 2010), o que representa 21 mil novos funcionários atuando no setor de panificação, que emprega diretamente 780 mil pessoas, e mais 1,8 milhões de forma indireta (ABIP, 2012). Apesar disso, o consumo per capita brasileiro (30kg/habitante/ano) é bem abaixo do estipulado pela ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS), que é de 60kg/habitante/ano e de outros países da América Latina, conforme Tabela 6 (ABIP, 2011).

Tabela 6 - Consumo de pão (kg/habitante/ano) em países da América Latina

PAÍS	QUILOS/HABITANTE
Chile	98
Argentina	82,5
Uruguai	55
Costa Rica	52
Brasil	33,5
México	32,5
Colômbia	24
Honduras	18,1

Fonte: ABIP, 2011.

A produção de pães que incorporam à sua formulação ingredientes diferenciados, como fibras, grãos, multigrãos, etc, tem aumentado progressivamente, vide as várias opções disponíveis comercialmente. Esse aumento deve-se principalmente ao crescente interesse da população em adquirir alimentos que tragam benefícios à saúde, aliando a redução do consumo de carboidratos simples, gorduras e sódio à diminuição do risco de doenças como

obesidade e diabetes mellitus (SIVAM et al, 2010; SALGADO et al, 2011; MERAL E DOĞAN, 2012; MONTONEN et al, 2012). As modificações na fórmula dos pães, acrescentando outros ingredientes em detrimento à farinha de trigo, açúcar ou gordura pode levar a diluição das proteínas formadoras de glúten, afetando a característica da massa (absorção de água e tempo de fermentação), uma vez que o produto final pode ter seu volume específico diminuído além de outras modificações, como aumento da firmeza do miolo, aparência mais escura e textura modificada (WANG et al, 2002; GOMEZ et al, 2003, BARTKIENE et al, 2012).

3 MATERIAL E MÉTODOS

As análises foram realizadas na semente de chia em forma de farinha (FSC) e nos produtos desenvolvidos (pão tradicional e pães enriquecidos com FSC em diferentes concentrações). A caracterização centesimal e de compostos bioativos foram efetuadas em triplicata no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Experimental, pertencente ao Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ) /USP, em Piracicaba/SP. As análises de micotoxinas foram realizadas no Laboratório de Micotoxinas, e as análises microbiológicas dos pães destinados à análise sensorial foram feitas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos, pertencentes ao mesmo departamento e Instituição. As análises de minerais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Ciências dos Solos e os ácidos graxos foram determinados no laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia, ambos pertencentes à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ)/USP. As análises de aminograma foram realizadas no Laboratório de Fontes Proteicas, pertencente ao Departamento de Alimentos e Nutrição da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

3.1 Caracterização da matéria prima

A semente de chia foi adquirida no mercado municipal da cidade de Piracicaba/SP, sendo transportada do estabelecimento comercial até o laboratório em caixa climatizada, a fim de se evitar danos/degradação de qualquer componente desses insumos. Ao chegar ao Laboratório de Bromatologia e Nutrição Experimental, a semente foi moída e transformada em farinha, conforme indicado na Figura 6.

Figura 6 - Semente de chia íntegra (a) e moída, na forma de farinha (b)

A farinha foi então armazenada em plásticos de polietileno, sendo seladas e armazenada sob refrigeração (4ºC) até o momento das respectivas análises. A semente de chia foi quantificada quanto a sua composição centesimal, teor de ácidos graxos, aminograma, micotoxinas e compostos ativos, cujos métodos estão detalhados a seguir:

3.1.1 Composição Centesimal

Matéria seca - A matéria seca foi determinada por diferença de peso das amostras previamente pesada em cadinhos, as quais foram submetidas a aquecimento em estufa por 105ºC durante 24h, segundo metodologia sugerida pela AOAC, 2005.

Matéria mineral - Os teores de matéria mineral foram obtidos por diferença de peso obtida pela incineração da matéria orgânica das amostras, submetidas a aquecimento (550ºC) em mufla por 4h (AOAC, 2005).

Proteína bruta - A extração e quantificação de proteínas foram realizadas de acordo com método Kkjeldahl (metodologia 920.152, AOAC, 2005), que consiste na digestão da amostra em bloco aquecido a 350ºC, destilação (destilador modelo TE-636/1 – Tecnal) com NaOH 11N em ácido bórico e solução indicadora de verde de bromocrezol e vermelho de metila e titulação com ácido sulfúrico 0,02N, utilizando o fator 6,25 para conversão do nitrogênio, sendo possível quantificar o teor proteico de cada amostra. Foi realizada também análise de proteína do resíduo resultante da análise de fibras (solúvel e insolúvel). Essa etapa é necessária para que sejam posteriormente realizados os cálculos de fibras solúveis, insolúveis e totais, conforme metodologia descrita abaixo.

Extrato etéreo - A extração e quantificação de extrato etéreo foram realizadas pelo método da AOAC, 2005, sendo o teor de gordura total de cada amostra determinado através de extração com éter etílico no Extrator Soxlet Micro e calculado por diferença de peso.

Carboidratos - O conteúdo de carboidratos foi realizado por exclusão do valor obtido pela somatória dos valores das análises do extrato etéreo, resíduo mineral (cinzas), fibras totais, umidade e proteína (PREGNOLATTO E PREGNOLATTO, 1985; BRASIL, 2003), conforme fórmula abaixo:

% carboidratos = 100 – (% umidade + % cinzas + %extrato etéreo + % fibras totais + % proteína)

Fibras - A extração e quantificação do teor de fibras foram realizadas segundo metodologia que envolve digestão enzimática das amostras com α-amilase para promover a hidrólise do amido e pepsina, seguidas de pancreatina para a degradação da proteína e posterior filtragem em cadinhos porosos com celite, além de precipitação com álcool etílico 95%, obtendo-se desta maneira, as frações insolúveis e solúveis (ASP et al, 1983). Foi utilizado o seguinte cálculo para a determinação da porcentagem de fibras das amostras:

$$\% \text{ fibra insolúvel (FI)} = \frac{D_1 - I_1 - B_1 \times 100}{W} - \text{proteína da FI}$$

$$\% \text{ fibra solúvel (FS)} = \frac{D_2 - I_2 - B_2 \times 100}{W} - \text{proteína da FS}$$

$$\% \text{ fibra total (FT)} = FI + FS$$

Sendo que:

W = peso amostra (g);

D = peso após secar (g);

I = peso após incinerar (g);

B = branco

3.1.2 Aminoácidos

O perfil de aminoácidos foi determinado de acordo com método cromatográfico descrito por White Et al, 1986, o qual consiste na hidrólise por 24 horas a 110ºC em ácido clorídrico (HCl) 6N, com fenol, seguida de filtração, secagem e derivatização. Posteriormente as amostras foram transferidas para frasco de injeção com uma pipeta descartável e foram quantificadas, de acordo com respectivos padrões, quanto ao perfil de aminoácidos em cromatógrafo líquido previamente condicionado equipado com coluna Luna C18 100 Å 5u, 250 x 4.6mm 00G-4252-EQ (PHENOMENEX - USA Torrance, CA.), válvula de injeção Rheodyne Forno Thermasphere TS-130 HPLC (PHENOMENEX - USA Torrance, CA), modulo de detecção UV SPECTRA SYSTEM UV 2000 (Thermo Separation Products), pela absortividade UV em 254nm.

3.1.3 Ácidos graxos

Para a determinação de ácidos graxos, os lipídios da semente de chia foram extraídos e esterificados de acordo com a metodologia descrita por HARTMAN E LAGO, 1983, sendo pesados de 1g de amostra e adicionados 5 mL de solução de NaOH 0,5 mol/L em metanol e a mistura foi levada para aquecimento por 5 minutos. Posteriormente, foram adicionados 15 mL do reagente de esterificação (preparado a partir da mistura de 2 g de cloreto de amônio, 60 mL de metanol e 3 mL de ácido sulfúrico concentrado, aquecida por aproximadamente 15 minutos) e a mistura foi aquecida por mais 3 minutos e, em seguida, foi transferida para um funil de separação juntamente com 25 mL de éter de petróleo e 50 mL de água deionizada. Após agitação e separação das fases, descartou-se a fase aquosa. Adicionou-se 25 mL de água deionizada à fase orgânica, agitou-se e após a separação das fases, a aquosa foi descartada e o procedimento repetido. A fase orgânica foi coletada, o solvente evaporado em evaporador rotativo e o resíduo foi removido sob fluxo de nitrogênio. Os ésteres metílicos foram solubilizados em n-heptano para posterior injeção no cromatógrafo gasoso (marca Shimadzu modelo GC-14 B, equipado com detector por ionização em chama, injetor do tipo split, coluna capilar de sílica fundida -50 m de comprimento x 0,22 mm de diâmetro interno, Shimadzu-Hicap, Austrália). As condições cromatográficas foram: temperatura da coluna em 180ºC (isotérmica); gás de arraste, hidrogênio numa vazão de 1,05 mL/minuto; temperatura do detector e do injetor de 250ºC.

3.1.4 Minerais

Para determinação dos teores dos minerais presentes nos pães desenvolvidos, foi pesado 0,5g de amostra em tubos de digestão, e adicionados 10mL de ácido nítrico, sendo esses armazenados em capela por 12h. Após esse período, as amostras foram digeridas em bloco digestor com variação de temperatura crescente até 150ºC. Após o resfriamento das amostras, foi adicionado 1mL de ácido perclórico e as mesmas foram novamente levadas ao bloco digestor a 150ºC, elevando-se a temperatura até 250ºC. Após o resfriamento da segunda etapa de digestão, as amostras foram transferidas para frascos apropriados e completado volume até 25mL com água destilada. Por fim, cada amostra foi transferida para frascos de absorbância em espectrofotômetro de absorção atômica (Perkim Elmer, 3110), e lidas a 248,3nm, obtendo-se assim a determinação de cálcio, cobre, ferro, fósforo, magnésio, manganês, potássio, zinco, enxofre e sódio (SARRUGE E HAAG, 1974).

3.1.5 Compostos bioativos

Atividade antioxidante (DPPH)

O teor de atividade antioxidante foi realizado na semente de chia na forma de farinha desengordurada e no oleo da semente de chia (os lipideos foram separados pelo método Soxlet, previamente citado), a fim de estabelecer a comparaçao entre o potencial antioxidante de cada forma dessas materias primas. Foi utlizada a metodologia que avalia a atividade antioxidante de componentes através do sequestro do radical DPPH (1,1- diphenyl- 2- picryl-hydrazy), ou seja, o método DPPH tem como base a redução da absorbância por antioxidantes na região visível de comprimento de onda de 517 nm do radical $DPPH^{\cdot}$. Para isso, as amostras foram homogeneizadas e, após extração com metanol 80% (acetato de etila para análise do óleo), foram mantidas por 40 minutos em local escuro, à temperatura ambiente. Posteriormente foi realizada leitura da absorbância em espectrofotômetro a 517 nm (BRAND-WILLIAMS et al, 1995).

Compostos fenólicos

A determinação dos conteúdos de compostos fenólicos totais foi realizada de acordo com o método que consiste na extração desses compostos com metanol (SWAIN E HILLIS, 1959) e acetato de etila e/ou tolueno para análise do óleo. Essa metodologia utiliza o reagente de Folin-Ciocalteau como agente redutor, e a catequina para construção da curva- padrão. As amostras e a catequina foram diluídas em solução hidroalcoólica a 80% e posteriormente determinadas por leitura em espectrofotômetro a 660 nm.

Taninos

A determinação do teor de taninos foi realizada por metodologia de extração em metanol (acetato de etila para análise do óleo), reação colorimétrica com solução de vanilina a 1% em metanol 8% de HCl em metanol, na proporção 1:1, e subsequente repouso a 30°C por 20 minutos. Posteriormente foi realizada leitura em espectrofotômetro a 500 nm. A concentração de taninos foi obtida a partir de uma curva padrão de catequina, sendo os resultados expressos em mEq de catequina/g de amostra (PRICE et al, 1980).

Ácido fítico

O teor de ácido fítico foi determinado por metodologia sugerida por GRYNSPAN E CHERYAN, 1989. 0,5g de amostra foram digeridos em 10mL de solução de HCl 0,65N, com posterior agitação e centrifugação a 300 rpm durante 10 minutos. Após isso, foram pipetados

2mL do sobrenadante em balão volumétrico de 25 mL, sendo esse volume completado com água destilada. Pipetou-se 10mL dessa solução para bureta contendo resina, controlando o fluxo de gotejamento a um a velocidade de 1 gota/segundo. Em seguida, foram pipetados 15 mL de solução NaCl 0,1M na bureta e logo após, mais 15 mL de solução NaCl 0,7M, sendo o eluído recolhido em béquer. Alíquotas de 5mL foram pipetadas em tubos de ensaio, adicionando 1mL de reagente Wade, sob agitação. A leitura da absorbância foi realizada após 15 minutos, em espectrofotômetro (DU 640, Beckman) a 500 nm. Para análise no óleo, foi utilizado acetato de etila como substituto dos reagentes não lipofílicos.

3.1.6 Micotoxinas

As análises de micotoxinas foram realizadas visando avaliar a presença de componentes toxicológicos nas sementes de chia utilizadas nessa pesquisa. A avaliação de micotoxinas consistiu na detecção de aflatoxinas (B1, B2, G1 e G2), zearalenona e ocratoxina A, as quais foram realizadas por cromatografia em camada delgada (CCD) utilizando extração com MeOH:KCl (9:1) e posterior quantificação em CCD de sílica por comparação da fluorescência da amostra com padrões conhecidos de micotoxinas, segundo procedimentos preconizados por SOARES E RODRIGUEZ-AMAYA (1989).

3.2 Desenvolvimento do produto

3.2.1 Farinha de semente de chia no desenvolvimento de pães funcionais

A FSC utilizada para a produção dos pães funcionais foi obtida a partir da trituração da semente em moinho, sendo selada logo após a trituração e armazenada em saco de polietileno laminado sob refrigeração 4ºC até o momento de sua utilização.

3.2.2 Produção dos pães funcionais

A FSC foi utilizada na composição do desenvolvimento do pão funcional em detrimento à farinha de trigo, na proporção de 3%, 6% e 9%. Foi desenvolvida também uma amostra controle apenas com adição de farinha de trigo, conforme demonstrado na Tabela 7.

Tabela 7 - Composição percentual de ingredientes dos pães desenvolvidos

Ingredientes	**Adição de Semente de Chia**			
	0%	**3%**	**6%**	**9%**
Farinha de trigo (g)	1000	970	940	910
Semente de chia(g)	0	30	60	90
Açúcar refinado (g)	100	100	100	100
Sal refinado (g)	15	15	15	15
Ovos (g)	5	5	5	5
Margarina (g)	82	82	82	82
Fermento biológico (g)	50	50	50	50
Melhorador (g)	20	20	20	20
Água (mL)	200	200	200	200

Para o preparo das quatro formulações, todos os ingredientes foram inicialmente pesados e separados. Primeiramente, homogeneizou-se apenas a farinha de semente de chia e a farinha de trigo, quando aplicável. Em seguida, todos os demais ingredientes foram adicionados e homogeneizados em amassadeira espiral (marca Superfecta, modelo AE 15E) até se desenvolver a rede de glúten (“ponto de véu”), por aproximadamente 15-20 minutos. A massa foi dividida e cortada em pedaços de 80g, boleadas, modeladas, untadas com óleo de soja e farinha de trigo, e disposta em assadeiras retangulares, as quais foram inseridas em câmaras de fermentação com temperatura e umidade controladas (37ºC e 90%, respectivamente), durante 90 minutos.

Após esse período, os pães foram assados em forno turbo (Tedesco, Flex FTF 08G) a 145ºC por 15 minutos e quando retirados, foram resfriados em temperatura ambiente, amostrados e adequadamente embalados e lacrados em sacos de polietileno. Essas amostras foram destinadas a análise físico-química, microbiológica e sensorial, visando avaliar a percepção dos consumidores pelo teste de aceitabilidade por escala hedônica. A Figura 7 representa o fluxograma da produção dos respectivos pães.

Figura 7 - Fluxograma simplificado da produção dos pães funcionais; Fonte: BRASIL, 2000

3.2.3 Análises dos pães

No total, foram fabricados cerca de 30 pães de cada formulação (0, 3, 6 e 9% de FSC) na primeira fornada, os quais foram destinados às análises de caracterização físico-químicas e funcionais. Após a finalização dessas análises, foi produzida uma nova fornada (30 pães) a qual foi destinada à análise sensorial, sendo que todos os pães desenvolvidos foram submetidos à análise microbiológica para garantia da inocuidade dos produtos.

As análises de composição centesimal, aminograma, ácidos graxos minerais e compostos bioativos foram realizadas de acordo com metodologia já descrita nos itens 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4 e 3.1.5, respectivamente. Além disso, foram realizadas as seguintes análises nos pães:

3.2.3.1 Análises microbiológicas

Foram realizadas análises microbiológicas de coliformes totais e salmonela, de acordo com o Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, estabelecido pela ANVISA (BRASIL, 2001(b)). Não foram realizadas análises microbiológicas de bolores e leveduras, uma vez que o objetivo principal dessas análises foi assegurar a segurança alimentar dos provadores e não o tempo de vida útil dos produtos.

A determinação de *Salmonella* foi realizada pela pesagem de 50g de amostra de cada pão desenvolvido, as quais foram homogeneizadas em 450mL de caldo lactosado e encubados

a 37ºC por 24h. Posteriormente, 1mL desse homogeneizado foi transferido para 9mL de caldo tetrationato/iodo iodeto e levado a banho maria a 45ºC por 6h. Em seguida, 1,5mL desta cultura foram transferidos para o kit 1-2 Test *Salmonella* da Biocontrol System INC (cod. 10107), sendo posteriormente incubado a 35ºC por 24h. A leitura foi realizada apontando presença ou ausência da bactéria em 50g de produto (AOAC, 2005).

Para determinação de coliformes a 45ºC e coliformes totais, 25g de amostra de cada pão foi homogeneizada em 225mL de água peptonada 0,1% estéril, em Stomacher, obtendo-se assim a diluição 10-1. Realizaram-se então, outras quatro diluições decimais a partir da primeira, partindo de 1mL da mesma e diluindo-a em 9mL de água peptonada estéril. Para determinação de coliformes a 45ºC, inocularam-se 3 tubos de amostras em LSTMUG, onde as alíquotas de 1mL das diluições 10-1 e 10-5 foram transferidas para tubos com o respectivo meio de cultura e incubados a 37ºC por 48h. A turvação do meio, formação de gás e fluorescência na luz UV indicam presença desses microrganismos nas amostras analisadas. Para a determinação de coliformes totais, as amostras com positividade dos tubos citados anteriormente tiveram alíquotas transferidas para caldo verde brilhante através de uma alça microbiológica. Essas amostras foram incubadas a 37ºC por 24h e tiveram a positividade mensurada pela formação de gás nos tubos de Durhan, sendo os resultados expressos em NMP (Número Mais Provável)/g (DOWNES E ITO, 2001).

3.2.3.2 Cálculo de valor calórico

O valor energético/calórico (VC) de cada amostra de pão desenvolvido foi determinado de acordo com cálculo que utiliza fator de conversação de 4 Kcal/g para proteína e carboidratos e 9 Kcal/d de lipídeos, conforme formula abaixo (OSBORNE E VOOGT, 1978; BRASIL, 2003):

$$VC = (\%\ \text{proteína} \times 4{,}0) + (\%\ \text{carboidratos} \times 4{,}0) + (\%\ \text{extrato etéreo} \times 9{,}0)$$

3.2.3.3 Digestibilidade *in vitro*

A digestibilidade de proteína *in vitro* das amostras de pães desenvolvidos foi determinada por metodologia sugerida por AKESON E STAHMANN, 1964, que consiste na adição de 1,5g de amostra em 10mL de solução ácida de pepsina. Essas amostras foram levadas para banho maria (37ºC, sob agitação por 3 horas) e logo após, foram neutralizadas com 10mL de NaOH 0,1N, sendo adicionado 10mL de solução pancreatina. As amostras

foram então levadas novamente a banho maria sob mesma temperatura, e agitação por 24 horas. Após esse período, pipetou-se 2mL da mistura para tubo de centrifuga, o qual adicionou-se 10mL de ácido pícrico 1% e seguiu-se com centrifugação a 4000rpm durante 30 minutos. Por ultimo, 0,5mL do sobrenadando foi utilizado para digestão proteica e o resultado final foi obtido pelo seguinte cálculo:

$$\% \text{ Digestibilidade } in\ vitro = [A - (\frac{B - C}{A})]x100$$

Sendo que:

A = Quantidade de proteína medida por Kjeldahl (5);

B = Média obtida a partir da digestibilidade (%);

C = Branco (%).

3.2.3.4 Avaliação sensorial de aceitação

Este estudo seguiu os padrões éticos estabelecidos, sendo aprovado pelo Comitê de Ética Ambiental na Pesquisa – ESALQ/USP sob protocolo nº 121, e pela Comissão de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - ESALQ/USP, sob protocolo nº 116.

Os pães desenvolvidos foram submetidos à análise sensorial de aceitabilidade. Para isso, o delineamento utilizado foi o de blocos casualizados composto por 50 provadores voluntários não treinados, com idade entre 18 – 50 anos consumidores de pães. Foram considerados, portanto, três tratamentos (3, 6 e 9% de FSC) com 50 repetições, sendo esses tratamentos comparados ao pão padrão (0% de FSC). Para realização dessa análise, todos os participantes receberam água e amostras cúbicas de cada tratamento, de aproximadamente 10g cada para avaliação sensorial e percepções gerais.

A aceitabilidade foi avaliada utilizando o pão padrão como parâmetro de comparação, variando entre “extremamente inferior ao padrão” (nota 1) e “extremamente superior ao padrão” (nota 9) (ABNT, 1998, com modificações). Os provadores avaliaram os parâmetros de cor, aroma, sabor, textura e aceitabilidade, sendo este último item mensurado pela intençao de compra/consumo de cada participante. Todos os provadores responderam um questionário para análise do perfil dos participantes da pesquisa e preencheram a ficha correspondente à avaliação dos parâmetros de interesse, conforme Figura 8.

Nome:_____ Data:_____

ANÁLISE SENSORIAL PÃES ENRIQUECIDOS COM FARINHA DE SEMENTE DE CHIA

(OBS – Esse Produto contém GLÚTEN. Se for alérgico, não participar da pesquisa)

Por favor, responda as questões de 1 – 3 antes de provar os pães.

1) Você costuma consumir pães? Se sim, com que frequência?

( ) Não consumo pães ( ) Diariamente ( ) Semanalmente

( ) 3 vezes por semana ( ) Quinzenalmente ( ) Mensalmente

2) Qual tipo de pão você mais consome?

( ) Branco (francês) ( ) Branco (pão de forma)

( ) Integral (francês ou forma) ( ) Outro: _____

3) Qual o principal fator decisivo na compra de um pão?

( ) Preço ( ) Benefícios (presença de algum ingrediente diferenciado)

( ) Sabor ( ) Praticidade

( ) Outro: _____

Você está recebendo 03 (três) amostras codificadas de pães enriquecidos com farinha de semente de chia em diferentes concentrações. Por favor, avalie cada amostra segundo sua preferência e atribua notas a cada uma delas, de acordo com a legenda abaixo:

1 Extremamente inferior ao padrão
2 Muito inferior ao padrão
3 Regularmente inferior ao padrão
4 Ligeiramente inferior ao padrão
5 Igual ao padrão
6 Ligeiramente melhor ao padrão
7 Regularmente melhor que o padrão
8 Muito melhor que o padrão
9 Extremamente melhor que o padrão

AMOSTRA	COR	AROMA	SABOR	TEXTURA
542	_____	_____	_____	_____
639	_____	_____	_____	_____
814	_____	_____	_____	_____

Você compraria/consumiria algum desses produtos? Qual?_____

Comentários: _____

_____

_____

Figura 8 – Ficha preenchida pelos participantes da análise sensorial

3.3 Precificação dos produtos desenvolvidos

Os pães foram precificados quanto à relação de seus ingredientes e o custo dos mesmos em relação à proporção utilizada em cada formulação. Os custos das matérias primas foram fornecidos pela panificadora parceira deste desenvolvimento.

3.4 Análise estatística

Todas as análises centesimais foram realizadas em triplicata, sendo os resultados expressos em média ± desvio-padrão. Os resultados da caracterização centesimal, físico-químicos, compostos ativos, micotoxicológica, microbiológica e sensorial foram submetidos à análise de variância através do teste de F pelo *software Statistical Analysis System* (SAS v.9.2- Institute Inc., Cary, NC, USA), com realização do teste de Tukey com $p<0,05$ como nível de significância para comparação das médias.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Matéria prima

4.1.1 Composição centesimal

Para realização das análises físico químicas, a semente de chia foi triturada em moinho e mantida armazenada sob refrigeração (4ºC) na forma de farinha até sua utilização. A caracterização centesimal da semente de chia é apresentada na Figura 9.

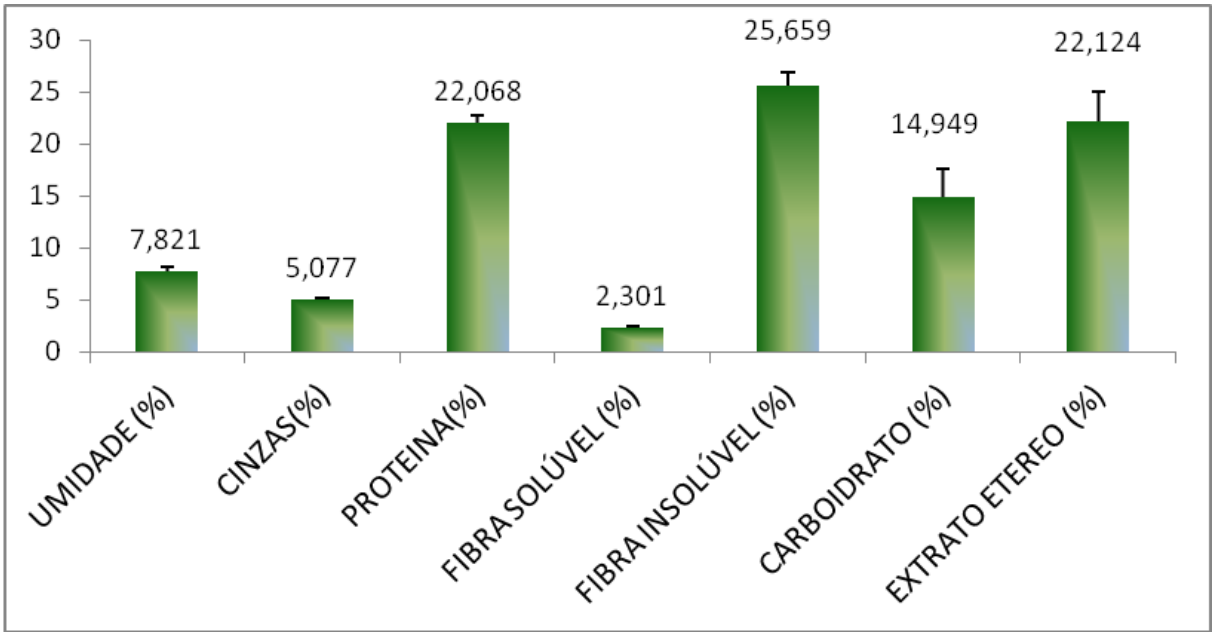

Figura 9 - Caracterização centesimal da semente de chia (base fresca)

De acordo com a Figura 9, nota-se que a maior parte da semente de chia é composta por fibras alimentares (cerca de 28% de sua composição total, resultado da somatória de fibras insolúveis e solúveis), sendo a porção insolúvel de maior representatividade (aproximadamente 26%). Esses dados estão de acordo com os de outros trabalhos, os quais concluíram que essa semente é composta por aproximadamente de 30% desse composto (CAHILL 2003; MONROY-TORRES et al, 2008), Pequenas variações nutricionais podem ser atribuídas às diferenças entre as amostras quanto às linhagens e condições de cultivo, como temperatura, luz, tipo de solo e condições de nutrição, as quais exercem demasiada influência sobre a qualidade nutricional da semente (AYERZA, 2009). Os valores de fibras totais encontrados na presente pesquisa são extremamente favoráveis para seu uso em enriquecer alimentos, ou até mesmo para consumo da semente isolada, uma vez que a mesma apresenta quantidades de fibras mais elevadas que demais sementes/cereais amplamente reconhecidos como benéficos à saúde, como a linhaça (14-16%), quinoa (5-8%), amaranto (3-

9%), aveia (13-15%), entre outros (FUJITA E FIGUEROA, 2003; COSTA E BORGES, 2005; MOURA, 2008; GEWEHR et al, 2012;) Além disso, deve-se enfatizar que uma porção de 25g por dia de semente de chia, por exemplo, fornece aproximadamente 7g de fibra alimentar, ou seja, aproximadamente 23% do total das necessidades de ingestão diárias preconizada pelo INSTITUTE OF MEDICINE (INSTITUTE OF MEDICINE, 2002). Pelo seu elevado teor de fibra alimentar, pode-se afirmar que a semente de chia é essencial para obtenção de efeitos benéficos relacionados ao trato gastrointestinal, como aumento do bolo fecal e evacuação adequada das fezes, auxiliando também na prevenção da obesidade, câncer de cólon, elevados níveis de colesterol e glicose sanguínea, além de possível aumento da saciedade por reduzir o trânsito gastrointestinal (MONTAGNE et al, 2003; PIMENTEL et al, 2005; VUSKAN, 2007).

Com relação ao teor de umidade e cinzas (matéria mineral), a semente de chia apresentar cerca de 7,8% e 5,1%, respectivamente, valores semelhantes aos da linhaça, que são de 9% e 4-5%, respectivamente (GÓMEZ 2003; MOURA, 2008).

De acordo com a Figura 9, os carboidratos totalizam cerca de 15% desta semente. Podemos considerar também o valor de 42,9% de Nifext (somatória de carboidratos e fibra alimentar). Nesse caso, esse parâmetro encontra-se próximo aos descritos por autores que avaliaram outras fontes vegetais, como linhaça, as quais variaram entre 34,8% e 40,2% (HANDS, 1996; MOURA, 2008), mas discrepante da quinoa, que é de aproximadamente 65% (GEWEHR et al, 2013).

A porção lipídica da semente de chia foi, em média, de 22,1% da composição total dessa semente. A maioria das pesquisas realizadas com essa semente encontraram valores superiores, entre 24 e 33% (SALGADO-CRUZ, 2005; AYERZA, 2009; ALONSO-CALDERÓN et al, 2013). Essa discrepância dos resultados pode ser atribuída às diferenças de cultivo já mencionadas acima, sendo que, quanto maior a altitude dos cultivares, maior é o teor de lipídeos contido na semente de chia (AYERZA, 2009). A quantificação de ácidos graxos dessa porção lipídica encontra-se descrita na Figura 11.

As proteínas presentes na semente de chia também apresentam um valor significativo na semente, pois perfazem cerca de 22% de sua composição. Um estudo avaliou cultivares de semente de chia produzidas em diferentes altitudes, e concluíram que o teor de proteína tende a diminuir à medida que se eleva a altitude do ecossistema do respectivo cultivo (AYERZA, 2009). Neste estudo, cinco cultivares variaram seus teores de proteína entre 16 e 24%, valores próximos aos encontrados nesta pesquisa. Um estudo quantificou as porções proteicas contidas na semente de chia e verificou que a proporção é de 52% de globulina, 17,3% de

albumina, 12,7% de prolaminas, 14,5% de glutelinas e 3,4% de proteínas insolúveis (SANDOVAL-OLIVEROS E PAREDES-LOPEZ, 2013). Essa proporção indica que grande parte das proteínas da semente de chia é de reserva, pois a globulina vegetal apresenta essa como uma de suas principais funções, sendo que no metabolismo humano as globulinas situam-se principalmente no plasma sanguíneo, que por migração eletroforética se separam nas frações alfa (α), beta (β) e gama (γ) (β-globulinas transportam íons metálicos no plasma e as γ-globulinas constituem a maioria dos anticorpos – as imunoglobulinas) (SHEWRY E HALFORD, 2002). Atualmente, uma das principais globulinas vegetais estudada é a 7S da soja, a qual apresenta grande capacidade de ligação com a insulina, inibição da aterosclerose e melhora na absorção de cálcio (KUMAGAI et al, 2004; SHUTOV et al, 2010). Os aminoácidos quantificados nesta porção proteica encontram-se na Figura 10 abaixo.

4.1.2 Aminoácidos

O perfil de aminoácidos foi realizado na semente de chia moída, na forma de farinha e seus resultados estão apresentados na Figura 10.

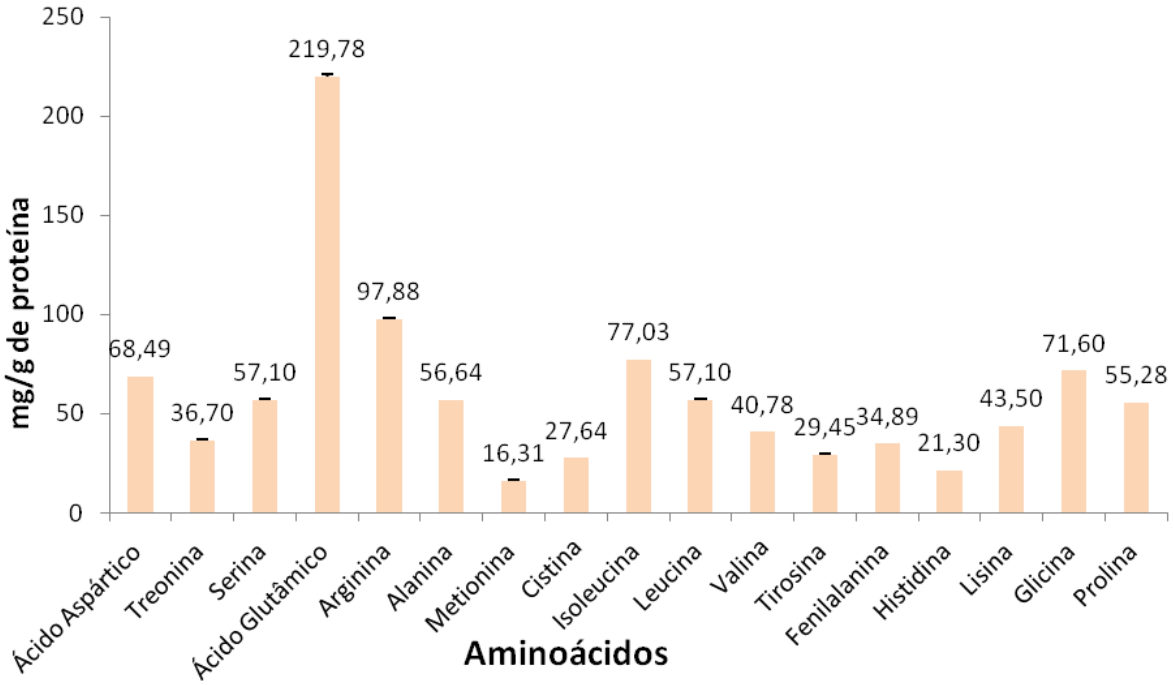

Figura 10 - Perfil de aminoácidos da semente de chia (base fresca)

Conforme observado na Figura 10, a semente de chia apresenta elevado teor de arginina (a qual atua ativamente na divisão celular, auxilia na cicatrização, no sistema imunológico e na produção de hormônios, alem de participar da formação do DNA nos núcleos celulares) e ácido glutâmico (responsável pela síntese de metabólitos como o piruvato e oxaloacetato, os quais estão envolvidos em na gliconeogênese, por exemplo. O glutamato ingerido é 95% absorvido rapidamente no intestino, sendo o principal responsável pela produção energética utilizada pelo intestino) (REEDS et al, 2000; AUCLAIR E RICHARD, 2013; GRIGORJEVA et al, 2013). Os valores da Figura 10 condizem com os de outros autores que também avaliaram o perfil de aminoácidos da semente de chia, os quais identificaram elevado teor de ácido glutâmico (123 mg/g), arginina (80,6 mg/g) e ácido aspártico (61,3 mg/g), e mesma deficiência do aminoácido essencial lisina, geralmente o aminoácido limitante nos cereais (OLIVOS-LUGO et al, 2010). Entretanto, outro estudo apresentou valores menores dos aminoácidos avaliados, sendo o teor de arginina e ácido glutâmico de 42,3 mg/g e 70,8mg/g, respectivamente, num total de 22,7% de proteínas na semente de chia (SANDOVAL-OLIVEROS E OCTAVIO PAREDES-LOPEZ, 2013).

Ainda analisando o perfil de aminoácidos, observa-se que a semente de chia apresenta um valor favorável da somatória dos aminoácidos sulfurosos metionina + cistina (43,95mg/g proteína), valores esses acima dos encontrados em outras fontes vegetais, como quinoa (29,5 mg/g proteína), arroz (36 mg/g proteína), trigo (37 mg/g proteína) e linhaça (23 mg/g proteína) (WRIGHT et al, 2002; LEÓN E ROSELL, 2007; LIMA, 2007). Esses aminoácidos são importantes pelo fato de que a metionina é doadora de radicais metil, necessários à biossíntese de creatina, carnitina, poliaminas, epinefrina, colina e melatonina. Estes, por sua vez, são componentes corporais fundamentais ao crescimento e, além disso, a metionina pode ser catabolisada à cistina, mas a cistina pode ser parcialmente convertida em metionina. Esse catabolismo tem como função principal remover o excesso de metionina e suprir a deficiência de cistina (IWAO et al, 2012). A cistina, por sua vez, participa da estrutura de muitas proteínas, como insulina, imunoglobulinas e queratina, interligando cadeias polipeptídicas por ponte dissulfeto (LIANG et al, 2013). Alguns autores demonstraram que os aminoácidos sulfurados são limitantes nas leguminosas, leite e carnes, enquanto que nos cereais, são os aminoácidos treonina e lisina (SGARBIERI, 1996).

Os aminoácidos essenciais, ou seja, aqueles que não são sintetizados pelo metabolismo humano são: histidina, treonina, valina, metionina, cistina, isoleucina, leucina, lisina, tirosina, triptofano e fenilalanina, sendo que ocasionalmente a arginina também é considerada essencial. Uma quantidade inadequada de ingestão desses aminoácidos no metabolismo

humano pode ocasionar alterações nos processos bioquímicos e fisiológicos (inclusive na síntese proteica), acarretando em um balanço nitrogenado negativo, sendo que, em crianças, pode provocar retardo no crescimento e perda de peso entre outras alterações bioquímicas (LAJOLO E TIRAPEGUI, 1998; ANGELIS, 1999).

De acordo com a FAO, 2002, é necessário avaliar o perfil de aminoácidos para se determinar a qualidade de uma proteína, seja ela vegetal ou animal. A Tabela 8 apresenta os teores de aminoácidos essenciais e suas quantidades necessárias para cada faixa etária.

Tabela 8 - Recomendações da FAO, para crianças de 2 a 5 anos e adultos (mg/g de proteína)

AMINOÁCIDOS	**FAO/WHO – 2 a 5 anos**	**FAO/WHO – 2 a 5 anos**
Histidina	19	16
Treonina	34	9
Valina	35	13
Lisina	58	16
Isoleucina	28	13
Leucina	66	19
Triptofano	11	5
Fenilalanina + tirosina	63	19
Metionina + cistina	25	17

Fonte: FAO, 2002.

Comparando-se os dados da Figura 10 e da Tabela 8, pode-se notar que, para adultos, o perfil de aminoácidos da farinha de semente de chia é satisfatório, estando acima do recomendado em todos os aminoácidos quantificados, com exceção do triptofano, o qual não foi avaliado na presente pesquisa. Alguns autores determinaram que a semente de chia contém aproximadamente 8mg triptofano/g de proteína (VÁZQUEZ-OVANDO et al, 2013). Se levarmos essa quantificação como parâmetro, essa semente atinge as quantidades necessárias de aminoácidos para adultos como única fonte proteica, segundo os dados da FAO,2002, podendo ser considerada de elevado valor biológico. Já para crianças de 2 a 5 anos, a chia apresentou-se deficitária nos aminoácidos lisina e leucina, ou seja, a semente de chia não pode ser utilizada como fonte única de suplementação proteica para crianças nessa faixa etária, devendo ser combinada com outros alimentos que apresentem quantidades adequadas para suprir essas deficiências, como feijão (para suprir lisina) e arroz (rico em leucina) (POERSCH E MALLMANN, 2005, LEA et al, 2006; SILVA et al, 2006, SILVA et al, 2007; RIBEIRO et al, 2007).

A Tabela 9 compara o perfil de aminoácidos da semente de chia determinados na presente pesquisa com o de soja, a qual é considerada melhor fonte proteica vegetal (BERNARDI, 2000; SILVA et al, 2006):

Tabela 9 - Comparação de aminoácidos entre a semente de chia e soja

Aminoácidos	**Semente de chia (mg/g)**	**Soja** (mg/g)**
Ácido Aspártico	68,49	147,70
Treonina *	36,70	41,60
Serina	57,10	57,20
Ácido Glutâmico	219,78	237,70
Arginina	97,88	75,50
Alanina	56,64	42,50
Metionina+cistina *	43,95	28,7
Isoleucina *	77,03	71,20
Leucina *	57,10	83,10
Valina*	40,78	43,70
Fenilalanina+ tirosina *	64,34	109,30
Histidina *	21,30	29,00
Lisina	43,50	63,60
Glicina	71,0	50,80
Prolina	55,28	54,40

*Aminoácidos essenciais

**Fonte: BERNARDI, 2000; SILVA et al, 2006.

Nota-se que os únicos valores extremamente discrepantes são em relação ao ácido aspártico, leucina e fenilalanina + tirosina, onde a soja apresenta melhores concentrações médias. Porém, a semente de chia apresenta maiores teores consideráveis dos aminoácidos arginina, metionina + cistina e glicina. Apesar de apresentar menor concentração de determinados aminoácidos em relação à soja, a semente de chia está de acordo com o teor de aminoácidos estabelecido pela FAO (2002), podendo, portanto, ser considerada uma fonte de proteínas tão importante quanto à soja.

4.1.3 Ácidos graxos

Para determinar o perfil de ácidos graxos, a semente de chia foi triturada e, na forma de farinha, foi submetida à extração com éter etílico em Extrator Soxlet Micro. Após a separação entre as fases, a porção lipídica foi esterificada e quantificada em cromatógrafo gasoso. Os resultados das leituras encontram-se descritos na Figura 11.

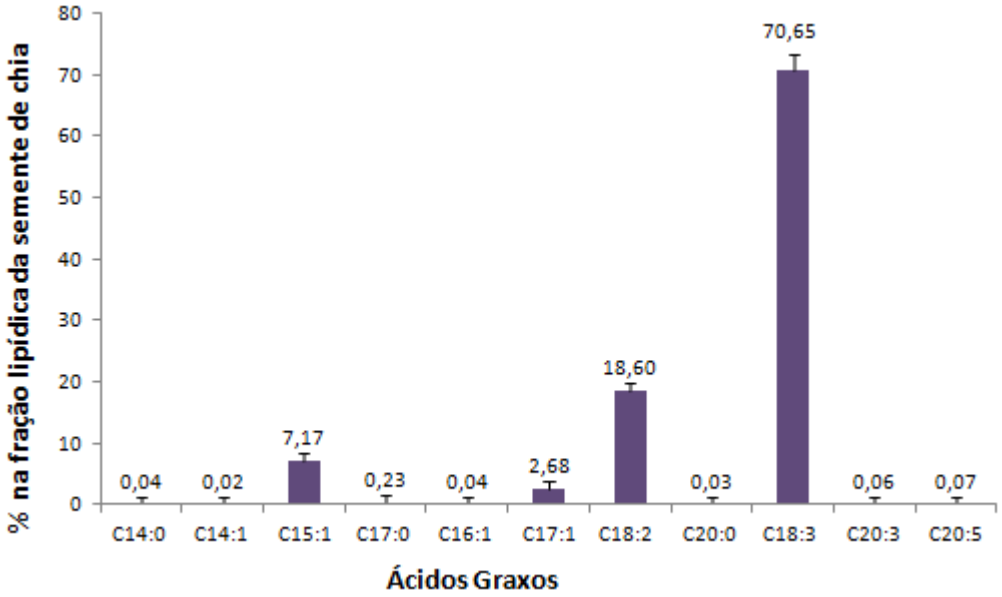

Figura 11 - Perfil de ácidos graxos da semente de chia (base fresca)

De acordo com a Figura 11, observa-se que a maior parte da fração lipídica da semente de chia é composta por ácidos graxos (AG) poli-insaturados, sendo o ácido linolênico (C18:3, da família Ômega 3-n3) o principal deles, com aproximadamente 70% deste total, seguido pelo ácido linoleico (C18:2) (cerca de 19%), pertencente à família dos AG ômega 6-n6. Esses dois AG são essenciais ao metabolismo humano, uma vez que são necessários para manutenção do mesmo, atuando ativamente nas membranas celulares, como anti-inflamatórios, nas funções neurológicas, transmissão de impulsos nervosos, além de atuarem na transferência do oxigênio atmosférico para o plasma sanguíneo, na síntese da hemoglobina e divisão celular, sendo denominados essenciais por não serem sintetizados pelo organismo (YEHUDA et al, 2002; MARTIN et al, 2006; VISENTAINER et al, 2013).

Ao fazer os respectivos cálculos, conclui-se que a semente de chia apresenta aproximadamente 15,5% do seu peso total composto por ácido linolênico (n-3), ou seja, 20g de semente de chia pode fornecer 3,1g desse composto. Um estudo com pacientes com síndrome metabólica concluiu que a ingestão de 3,5g/dia de acido linolênico resultou em

menores concentrações do colesterol total, triglicerídeos plasmáticos e LDL-colesterol, níveis de insulina e de pressão sanguínea diastólica (BAXHEINRICH et al, 2012). Isso aponta em uma melhora no perfil de risco cardiovascular global, o qual, teoricamente, também seria alcançado com a ingestão de 20g de semente de chia por dia. Comparada a outras fontes vegetais, pode-se afirmar que a semente de chia apresenta um teor excelente de ácido linolênico quando comparada a outras fontes vegetais. GOMEZ, 2003 e MOURA, 2008 determinaram em suas pesquisas que a linhaça dourada apresenta aproximadamente 45% e 55% de ácido linolênico em relação à porção lipídica, respectivamente e GEWEHR, 2012 determinou que a quinoa em flocos apresenta aproximadamente 1% de ácido linolênico no total de lipídeos da mesma.

Um equilíbrio inadequado da quantidade ingerida desses ácidos graxos n-6 e n-3 pode acarretar ainda em problemas cardiovasculares, tromboses, obesidade, desordens psíquicas, proliferação cancerígena, entre outros (LANDS, 2008; LANDS, 2012; ALVHEIM et al 2012; COCKBAIN et al, 2012). Pela Figura 11, observa-se que a proporção de Ômega 3:Ômega 6 da semente de chia é de 3,8:1. Essa maior relação entre n3:n6 torna a semente de chia um alimento importante para ser inserido na dieta como fonte de Ômega 3, uma vez que diversas instituições recomendam uma ingestão de n6:n3 entre 2:1 a 10:1, conforme observado na Tabela 10 abaixo.

Tabela 10 - Valores recomendados para a razão entre os ácidos graxos n-6 e n-3 na dieta

País ou Instituição	**n6/n3**	**Referência**
EUA	2:1 – 4:1	Simpoulos; Schaefer
França	5:1	Chardigne et al
Japão	2:1	Kris-Etherton et al
WHO/FAO	5:1 – 10:1	WHO

Fonte: SCHAEFER, 2002; SIMOPOULOS et al, 1999; KRIS-ETHERTON et al, 2000; CHARDIGNY et al, 2001; WHO,1995.

Entretanto, atualmente as populações ocidentais ingerem cerca de 15-17:1 desses AG (SIMOPOULOS, 2008; STRANDVIK, 2011). Um aumento frequente do consumo de semente de chia acarretaria, consequentemente, em uma relação menor entre essas razões de ingestão de n6:n3, tendo em vista o elevado teor de ácido linolênico presente na semente de chia, potencializando inclusive seu uso no desenvolvimento de produtos para enriquecimento dos respectivos teores de interesse. Com isso, diversas enfermidades relacionadas ao baixo consumo de ácido linolênico (n3) poderiam ser evitadas, como aterosclerose, trombose,

doenças cardiovasculares e relacionadas ao elevado nível de colesterol plasmático, etc (CICERO et al, 2009; VEDTOFTE et al, 2012; MALEKSHAHI MOGHADAM et al, 2013), devendo-se, portanto, ser realizados mais estudos com essa semente para que essa eficácia seja comprovada.

4.1.4 Minerais

A caracterização de minerais da semente de chia é apresentada na Figura 12.

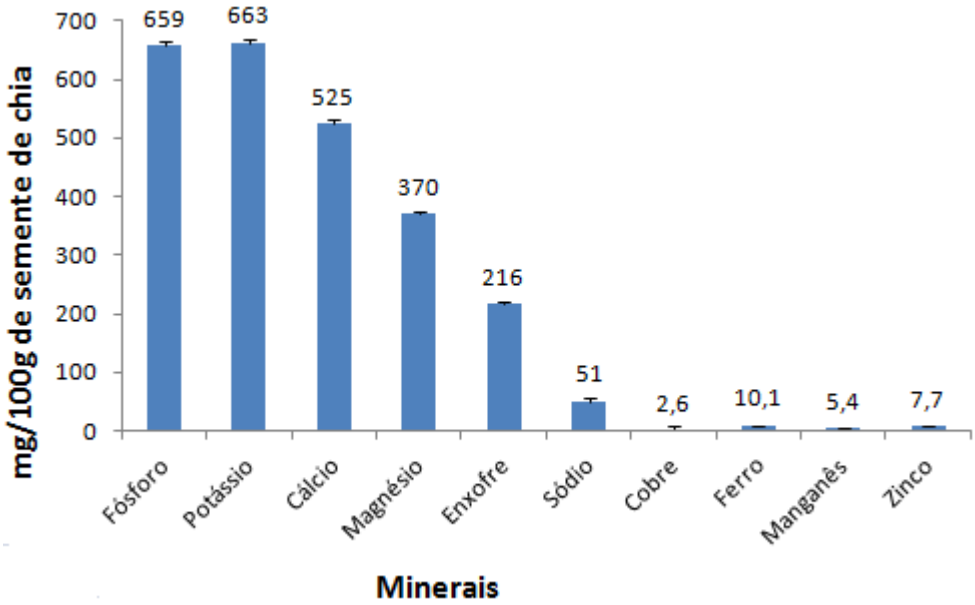

Figura 12 - Teores de minerais da semente de chia (base seca)

Pela Figura 12, observa-se que a semente de chia apresenta excelentes valores de todos os minerais avaliados. O amaranto possui, a cada 100g, aproximadamente 159mg de cálcio, 7,6mg de ferro, 248mg de magnésio, 557mg de fósforo, 508mg de potássio, 4mg de sódio e 3mg de zinco, de acordo com análises realizadas pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA database, Release 25). A mesma Instituição estabelece valores de 47mg, 4,5mg, 197mg, 457mg, 563mg, 5mg e 3,1mg dos respectivos minerais na quinoa em flocos. Pelos valores obtidos acima, observa-se que a semente de chia apresenta maior teor de todos os minerais citados.

Com relação ao cálcio, a semente de chia apresentou teor de 525mg/100g. De acordo com a Tabela de Composição de Alimentos (UNICAMP, 2006), 100mL de leite de vaca integral contém 130mg de cálcio em sua composição, enquanto que 4 unidades de sardinha (100g) contém 438mg desse mineral e 100g de mussarela contém 467mg do mesmo. MOURA, 2008 concluiu que a farinha de linhaça possui 211mg de cálcio a cada 100g. Todos

esses valores encontram-se abaixo do obtido na presente pesquisa, ou seja, a semente de chia pode ser considerada uma excelente fonte de cálcio, sendo que cerca de 50g dessa semente contém os mesmos valores de um copo de leite de 200mL (considerado referência e melhor fonte desse mineral) e representa cerca de 26% da dose de ingestão diária recomendada pelo INSTITUTE OF MEDICE (INSTITUTE OF MEDICE, 2011). Alguns componentes da alimentação (fitatos, oxalatos e taninos) podem formar complexos insolúveis com o cálcio, reduzindo sua absorção (GUÉGUEN, 2000).

De acordo com a TACO (UNICAMP, 2006), a linhaça apresenta em sua composição 347 mg de magnésio, 2,81mg de manganês, 615 mg de fósforo, 4,7 mg de ferro, 9 mg de sódio, 869 mg de potássio, 1,09 mg de cobre e 4,4 mg de zinco. Com exceção do potássio, a semente de chia apresenta valores superiores desses minerais. Além disso, a banana nanica possui 376 mg potássio/100g e a sardinha crua 294 mg de fósforo/100g, ou seja, a semente de chia apresenta cerca de 2 vezes mais potássio e fósforo em comparação à esses alimentos (UNICAMP, 2006).

4.1.5 Compostos bioativos

A caracterização de compostos bioativos da semente de chia encontra-se descrito na Tabela 11.

Tabela 11 - Caracterização de compostos ativos da semente de chia (base fresca) e de seu óleo[1,2]

Parâmetro	**Semente de chia**	**Óleo de chia**
Atividade Antioxidante (DPPH) (EC_{50})	15,298±8,21[b]	54,911±1,49[a]
Compostos Fenólicos (mg/g)	8,896±1,07[b]	28,102±5,27[a]
Taninos (mg/g)	5,109 ± 3,39	NS
Ácido Fítico (mg/g)	7,327 ± 1,09[a]	0,396± 0,41[b]

NS – não significativo (<0,01mg/g)
[1] Médias ± desvio padrão
[2] Letras diferentes na horizontal indicam diferença significativa entre as amostras ao nível de 5%

Para determinação dos compostos bioativos no óleo extraído da semente de chia, modificações nas metodologias foram realizadas, tendo em vista que a maioria dos métodos foi desenvolvida para a análise de compostos hidrofílicos em amostras aquosas ou hidrofílicas e os óleos vegetais são hidrofóbicos e não se misturam ao meio aquoso, peculiar aos ensaios de capacidade antioxidante, ocasionando, consequentemente, uma turbidez nas amostras que

prejudicavam a determinação e geravam resultados não reprodutíveis e fiéis. Para as análises do óleo foi utilizado, portanto, outros solventes, como o acetato de etila e tolueno, amplamente utilizados para as mesmas determinações avaliadas na presente pesquisa (ESPÍN et al, 2000; VALAVANIDIS et al, 2004; TUBEROSO et al, 2007; PÉREZ-JIMÉNEZ et al, 2008; CASTELO-BRANCO E TORRES, 2011).

Os ensaios para a determinação da capacidade antioxidante são baseados em dois mecanismos de reação, conhecidos como *Transferência de Átomo de Hidrogênio* (HAT - *Hydrogen Atom Transfer*) e *Transferência de um Elétron* (SET - *Single Electron Transfer*). Ambos os mecanismos tem como objetivo determinar o efeito protetor da amostra contra os radicais livres, diferenciando-se quanto ao radical iniciador, à cinética da reação e às reações laterais (PRIOR et al, 2005), conforme exemplificado na Figura 13.

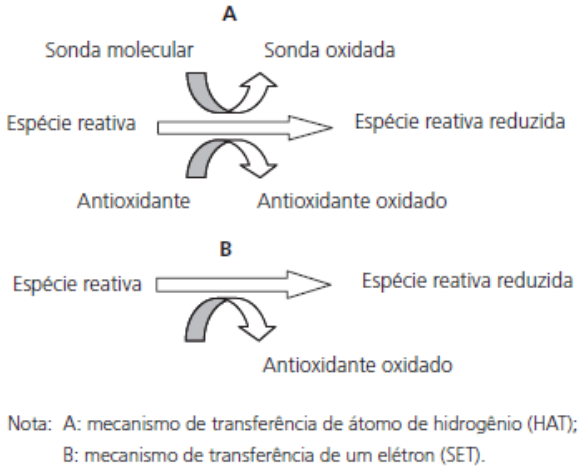

Figura 13 - Principais mecanismos de reação para determinação de atividade antioxidante em óleos vegetais; Fonte: PRIOR ET AL, 2005

A atividade antioxidante foi mensurada neste estudo por meio de avaliação de DPPH$^{\bullet}$ nas referidas amostras. Essa análise é a mais utilizada para a determinação da capacidade antioxidante em óleos vegetais e matérias amostras (CASTELO-BRANCO E TORRES, 2011), sendo que esse método tem como base a redução da absorbância por antioxidantes na região visível de comprimento de 517nm (BRAND-WILLIAMS et al, 1995). Os resultados expressos na Tabela 11 são referentes à capacidade de redução da semente de chia na forma de farinha e do óleo de semente de chia como EC_{50}, ou seja, demonstra a concentração de teor antioxidante da amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do DPPH$^{\bullet}$. Já os compostos fenólicos encontram-se expressos em mg/g de semente de chia na forma de

farinha desengordurada. Esses compostos agem como antioxidantes no vegetal, tanto por sua habilidade em doar hidrogênio ou elétrons, quanto por seus radicais intermediários estáveis, os quais impedem a oxidação de vários ingredientes do alimento, particularmente de lipídios (BRAND-WILLIAMS et al, 1995).

De acordo com a Tabela 11, o óleo apresenta maior capacidade antioxidante em comparação à semente desengordurada, conforme os dados de redução de DPPH e de compostos fenólicos, apresentando diferença estatística significativa no intervalo de 5% de confiabilidade. Essas diferenças podem ser ocasionadas pelo fato de que esses antioxidantes naturais protegem os óleos vegetais contra a ação de radicais livres que iniciam e perpetuam a peroxidação lipídica, a qual consiste na principal forma de degradação dos mesmos. Por conter um elevado teor lipídico, o fato dessa porção conter maiores teores de compostos antioxidantes que as demais condiz com o afirmado pela literatura (RAMADAN E MOERSEL, 2006; CHAIYASIT et al, 2007; CASTELO-BRANCO E TORRES, 2011). VELIOGLUS et al. 1998 encontraram um teor de 5,09mg/g de fenólicos totais em sementes de linhaça, e MASTRODI-SALGADO et al, 2012 encontraram valores muito superiores de compostos fenólicos na casca de romã (243mg/g), e valores de redução de DPPH (% em 100ppm) de 68%, e SALLEH et al, 2012 obteve valores de DPPH de IC50 = 777,4 para um tipo de pimenta. Embora seja um método amplamente utilizado, o DPPH é de difícil comparação com outros estudos da literatura, uma vez que podem ser utilizados diferentes adaptações de metodologias, solventes e matérias primas, tornando os resultados incomparáveis quando não são realizados da mesma maneira (PÉREZ-JIMÉNEZ et al, 2008). Como não foi encontrada na literatura nenhuma metodologia semelhante à utilizada na presente pesquisa, dificultou-se a comparação com os resultados de outros autores.

Os taninos e o ácido fítico são considerados elementos “antinutricionais”, ou seja, podem reagir reversíveis ou irreversivelmente a outros componentes dos alimentos, prejudicando sua absorção e diminuindo assim seu valor nutricional. OS taninos geralmente estão presentes em vegetais nas formas hidrolisadas e condensadas, sendo amplamente encontrados em leguminosas como o feijão e a soja (GUZMÁN-MALDONADO et al, 2000; ESCARPA E GONZALEZ, 2001). Esse polifenóis do tipo tanino se ligam às proteínas e formam complexos proteína-tanino mediante pontes de hidrogênio, prejudicando assim a digestibilidade das mesmas. Eles também formam complexos com o amido, minerais e enzimas digestivas, reduzindo o valor nutricional dos alimentos. São atribuídos aos taninos outros efeitos prejudiciais à dieta, como cor indesejável aos alimentos e reações de diminuição da palatabilidade, devido à sua adstringência característica (SANTOS et al, 2001).

O ácido fítico é um ácido orgânico que possui características quelantes, ou seja, ligam aos minerais como o cálcio, magnésio, ferro e zinco e interferem na disponibilidade biológica dos mesmos (MOSHA et al, 1995). É encontrado principalmente na casca de castanhas, sementes e grãos (HURRELL, 2003). Não foi detectado presença de tanino no óleo da semente de chia, e na forma de semente desengordurada, foi observado um valor médio de 5mg/g, valores abaixo dos encontrados por MOURA E CANNIATTI-BRAZACA, 2006 em feijão, que foi de aproximadamente 8mg/g, mas acima do observado por Moura, 2008, de 1mg/g em farinha de linhaça e por FANTINI et al, 2008, que observou níveis de 0,15mg/g de taninos em misturas de alimentos (arroz, feijão, tomate). Com relação ao ácido fítico, foi determinado que os cereais e oleaginosas contém entre 1,9 a 9,7 mg/g desses compostos (PAIK et al, 2004). Os valores observados na Tabela XX estão dentro deixa faixa de intervalo, sendo que o óleo de chia apresentou valores significativamente menores que o da semente (cerca de 0,4 e 7 mg/g, respectivamente), valores esses abaixo do determinado por MOURA, 2008 na farinha de linhaça, de 13,4mg/g e por GUZMÁN-MALDONADO et al, 2000, que observaram uma variação entre 7,3 a 10,8 mg/g de ácido fítico para os feijões comuns cozidos. Não foram encontrados dados da semente ou do óleo de chia na literatura para comparação desses parâmetros avaliados.

4.1.6 Micotoxinas

As micotoxinas são divididas em diferentes grupos, sendo os principais compostos pelas aflatoxinas (ocasionadas pelo fungo *Aspergillus*, mais frequente em milho, amendoim), ocratoxina (fungos *Aspergillus* e *Penicillum*, em cereais, arroz, milho), zearalenona (*Fusarium*, em milho, grãos, gramíneas), fumonisina (*Fusarium*, em milhos e grãos), entre outros (CANO-SANCHO et al, 2013; BRÄSE et al, 2013). De acordo com os testes realizados, não foi determinada presença de nenhuma das micotoxinas avaliadas nesse estudo (aflatoxinas, ocratoxinas e zearalenona), resultados positivos em relação à possível toxicologia que essa semente poderia conter. No Brasil, não há um limite máximo desses compostos determinados para a semente em questão. A ANVISA preconiza alguns limites para grãos, leite e derivados, frutas secas, entre outros (BRASIL, 2011). Apenas como base de conhecimento, o limite maximo tolerável de Aflatoxinas B1, B2, G1, G2 em milho, por exemplo, é de 20 µg/kg.

As micotoxinas são consideradas compostos metabólitos secundários de fungos, as quais podem ocasionar efeitos tóxicos em animais e humanos, quando ingeridos em doses inadequadas (COUNCIL FOR AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHONOLOGY,

2003). O crescimento fúngico e a contaminação por micotoxinas são consequência da interação entre fungos, hospedeiro e ambiente, sendo que os fungos toxigênicos podem contaminar os alimentos (principalmente grãos) nas diferentes fases de produção e beneficiamento, desde o cultivo até o transporte e armazenagem. A combinação destes fatores determina a colonização do substrato, tipo e quantidade das micotoxinas produzidas (COUNCIL FOR AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHONOLOGY, 2003, ROMERO et al, 2010). Os efeitos relacionados a essa ingestão são denominados “micotoxicose”, a qual é ocasionada estritamente por via alimentar (causada pelas toxinas produzidas por fungos), não sendo, portanto, contagiosa e infecciosa (HUSSEIN E BRASEL, 2001). A intensidade dos efeitos toxicológicos está relacionada a diversos fatores, como a toxidez da micotoxina, extensão da exposição, fatores individuais como idade, estado nutricional e possíveis efeitos sinérgicos com outros agentes químicos aos quais o metabolismo tenha sido exposto (PERAICA et al, 1999; ROMERO et al, 2010).

4.2 Pães funcionais

As imagens das massas cruas de pães com diferentes concentrações de semente de chia estão apresentadas nas Figuras 13 a 20. Por estas imagens, é possível observar o gradual aumento da adição de semente de chia em detrimento à farinha de trigo. As Figuras 13 a 16 referem-se aos pães crus, antes do assamento, enquanto as Figuras 17 a 20 referem-se aos pães após saírem do forno.

Figura 14 - Massa crua do pão padrão (sem adição de farinha de semente de chia)

Figura 15 - Massa crua com 3% de farinha de semente de chia

Figura 16 - Massa crua com 6% de farinha de semente de chia

Figura 17 - Massa crua com 9% de farinha de semente de chia

Figura 18 - Massa assada do pão padrão (sem adição de farinha de semente de chia)

Figura 19 - Massa assada com 3% de farinha de semente de chia

Figura 20 - Massa assada com 6% de farinha de semente de chia

Figura 21 - Massa assada com 9% de farinha de semente de chia

4.2.1 Análises microbiológicas

Os testes microbiológicos dos pães foram realizados visando garantir a segurança alimentar dos provadores. Os pães desenvolvidos foram produzidos e propriamente manipulados de acordo com as boas praticas de fabricação, o que resultou na adequação dos mesmos quanto aos parâmetros exigidos de avaliação pela legislação vigente (BRASIL, 2001): todos os pães apresentaram ausência de coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Salmonella*. O tratamento térmico aplicado (165 °C/15 minutos) é capaz, de acordo com a literatura, de eliminar esporos de fungos e possíveis toxinas produzidas por *Bacillus cereus*, presentes na massa do pão (ADAMS E MOSS, 1997; HOBBS E ROBERTS, 1999).

4.2.2 Composição centesimal

Os pães funcionais apresentaram peso médio de 65g/unidade. As características centesimais determinadas em todos os pães com diferentes concentrações de farinha de semente de chia encontram-se descritas na Tabela 12.

Tabela 12 - Caracterização centesimal dos pães funcionais desenvolvidos (base fresca)

Parâmetro	**Pães com adição de semente de chia**				**Pão de Forma[3]**	**Pão Sovado[3]**
	0%	**3%**	**6%**	**9%**		
Umidade (%)	26,201 ± 0,13[b]	27,790±0,69[ab]	29,118±0,41[a]	26,587 ±1,40[b]	34,7	25,8
Cinzas (%)	1,646±0,20[ab]	1,570±0,06[b]	1,807±0,03[ab]	1,877±0,03[a]	2,3	1,5
Extrato Etéreo (%)	5,0366±0,11[b]	5,6496±0,05[ab]	5,5386±0,41[ab]	5,9476±0,24[a]	3,7	2,8
Proteína (%)	8,187±1,60[b]	8,764± 0,85[ab]	9,341±0,14[a]	10,051± 0,50[a]	9,4	8,4
Fibra Solúvel (%)	1,420± 0,29[a]	2,087±0,25[a]	2,307±0,47[a]	2,434±0,72[a]	-	-
Fibra insolúvel (%)	2,911±0,62[c]	4,461±0,43[b]	5,372±0,14[b]	7,962±0,47[a]	6,9	2,4
Fibra Total (%)	4,331±0,33[c]	6,548±0,18[b]	7,679±0,49[b]	10,396±0,66[a]	-	-
Carboidrato (%)	54,599±1,71[a]	49,680±0,21b	46,515±0,86[bc]	45,142±1,69[c]	49,9	61,5

[1] Médias ± desvio padrão
[2] Letras diferentes na horizontal indicam diferença significativa entre as amostras ao nível de 5%
3 Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (UNICAMP, 2006)

De acordo com a Tabela 12, pode-se notar que as concentrações de farinha de semente de chia adicionadas ocasionaram em diferenças significativas dos parâmetros centesimais avaliados.

Com relação à umidade, observa-se que o pão com 6% de farinha de semente de chia apresentou maior teor, diferindo-se estatisticamente dos pães com 0% e 9%. O pão com 3% de adição não se diferiu de nenhuma das amostras analisadas. Essas diferenças podem ser atribuídas ao teor de fibras presentes na farinha de semente de chia, a qual pode ter contribuído para a retenção de umidade dos pães durante o assamento, aumentando assim o teor de água presente dos mesmos (FERNANDES, 2006; SALGADO et al, 2011). A ANVISA preconiza que o teor máximo de umidade para pães produzidos com farinha de trigo deve ser de 38%, o que indica que todos os pães desenvolvidos na presente pesquisa estão de acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2012(b)).

Com relação ao teor de cinzas (matéria mineral) presente nos pães, apenas as amostras com 3% e 9% de farinha de semente de chia se diferiram estatisticamente. Alguns autores concluíram que, ao se aumentar a adição de fontes vegetais na formulação de pães, o teor de cinzas aumenta proporcionalmente a essas adições (MOURA, 2008; SALGADO et al, 2011). Na presente pesquisa, isso não foi comprovado, ou seja, as amostras apresentaram relação de regressão cúbica ao invés da linear de outros estudos citados, conforme pode ser observado na Figura 22.

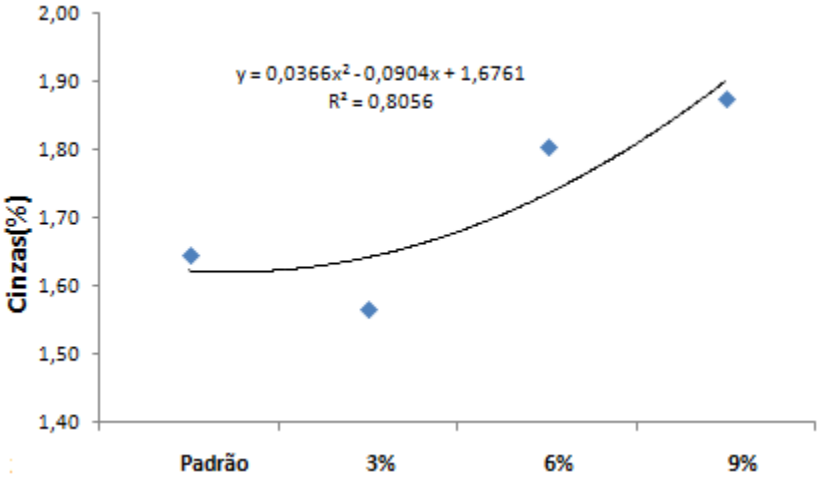

Figura 22 - Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das cinzas média dos pães em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo pela FSC

Apesar dos teores de extrato etéreo tender a aumentar conforme maior concentração de farinha de semente de chia adicionada nos pães, apenas os pães padrão e 9% se diferiram estatisticamente entre si. Isso pode ser explicado pelo elevado teor de lipídeos totais presentes na semente de chia quando comparado à farinha de trigo, que é de 1,4% (UNICAMP, 2006), elevando, portanto, o teor de extrato etéreo no pão com maior concentração de farinha de semente de chia adicionada. Todas as quantificações de extrato etéreo realizadas estão acima do estipulado pela tabela da TACO (UNICAMP, 2006), a qual verificou teores de 3,7% e 2,8% de lipídeos totais em pão de forma e pão sovado, respectivamente. Esse quadro acarretou em um fator de regressão linear, conforme observado na Figura 23 abaixo.

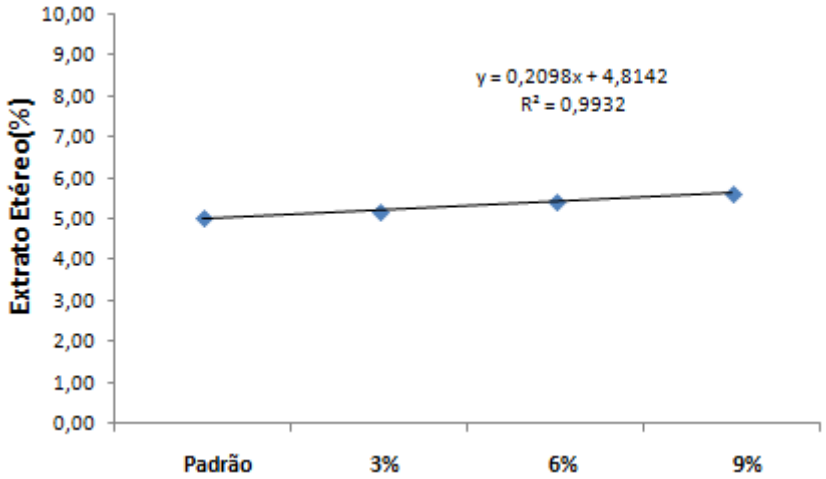

Figura 23 - Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação de extrato etéreo médio dos pães em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo pela FSC

Os pães desenvolvidos com 6% e 9% de farinha de semente de chia diferiram estatisticamente do pão padrão quanto ao conteúdo proteico, sendo que o pão com 3% de adição desta farinha não diferiu de nenhum outro pão desenvolvido. As amostras apresentaram valores médios proteicos entre 8,2% e 10%. Esses estão de acordo com os relacionados por MOURA, 2008 e SALGADO et al, 2011, para pães enriquecidos com farinha de casca de cupuaçu e farinha de linhaça, respectivamente, nos quais os teores médios desses nutrientes para pães desenvolvidos com 3, 6 e 9% destas fontes vegetais foi de 10%. Esse parâmetro apresentou uma correlação linear, conforme observado na Figura 23 abaixo, ou seja, conforme se aumenta a concentração de semente de farinha de chia na formulação, o teor proteico total do pão desenvolvido também tende a aumentar.

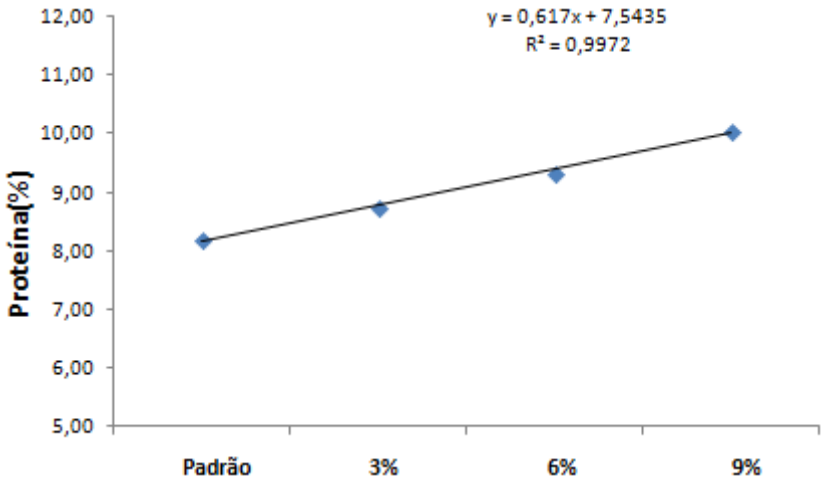

Figura 24 - Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das proteínas média dos pães em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo pela FSC

De acordo com a Tabela 12, as formulações com 3, 6 e 9% de FSC apresentaram valores proteicos médios acima dos estabelecidos para pão sovado pela UNICAMP, 2006, que é de 8,4%, e pão de forma pela mesma Instituição, que é de 9,4%. De acordo com a ANVISA, os pães desenvolvidos não poderiam utilizar *claim* (alegação) de *fonte* ou *rico em proteínas*, uma vez que esta Agência preconiza que, para que o produto em questão possa fazer alegações nutricionais complementares, o mesmo deve apresentar, no mínimo, 6g de proteína por porção de 50g (BRASIL, 2012), e o maior conteúdo obtido na presente pesquisa foi de 10% de proteínas (pão com 9% de adição de farinha de semente de chia), ou seja, 5g de proteína por porção. Para que esse *claim* pudesse ser utilizado no pão com 9% de farinha de semente de chia (maior valor proteico observado), por exemplo, teríamos que adequar a porção de consumo para 60g. Se considerarmos esse valor, o respectivo desenvolvimento pode ser considerado como fonte de proteínas, desde que também apresente os valores mínimos estabelecidos pela ANVISA para determinados aminoácidos (BRASIL, 2012), descritos na Tabela 13 abaixo.

Quanto às fibras, observa-se que todos os pães apresentaram conteúdo de fibras solúveis menor que de insolúveis. As fibras solúveis não apresentaram diferença significativa entre as amostras de pães, tanto padrão quanto com farinha de semente de chia. Já as fibras insolúveis e fibras totais (porção solúvel + porção insolúvel) apresentaram algumas diferenças estatísticas significantes, sendo que o pão padrão diferiu dos pães com 3 e 6%, que por sua vez também diferiram do pão com 9% de adição de farinha de semente de chia. O pão com 9% de farinha de semente de chia apresentou maior teor de fibras totais (10,4%) e o pão padrão, o menor (4,3%). MOURA, 2008 e SALGADO et al, 2011 encontraram resultados

menores de fibras totais em pães enriquecidos com farinha de casca de cupuaçu e farinha de linhaça, respectivamente, sendo que os valores de fibras totais para as maiores concentrações adicionadas (9%) foram de 7,15%, 3%, respectivamente. Geweher, 2010 enriqueceu pães de forma e observou que o teor de fibras foi de 11,25%, para adição de 20% de flocos de quinoa nos pães. Estes resultados apontam que a semente de chia é uma excelente opção para elevar o conteúdo de fibras em alimentos a serem enriquecidos, uma vez que as mesmas concentrações podem fornecer um teor mais elevado de fibras alimentares na porção final. Se considerarmos uma porção de 50g estabelecida para pães pela ANVISA (BRASIL, 2000), os pães com 3% e 6% de semente de chia desenvolvidos na presente pesquisa poderiam ser classificados como "*fonte de fibras*", por conter no mínimo 2,5g de fibras /porção, enquanto o pão com 9% de farinha de semente de chia poderia ser classificado como "*rico/alto conteúdo de fibras*", por conter no mínimo 5g de fibras por porção (BRASIL, 2012). A Figura 25 abaixo apresenta o modelo linear desse nutriente, que foi o que mais se adequou aos resultados obtidos para o mesmo.

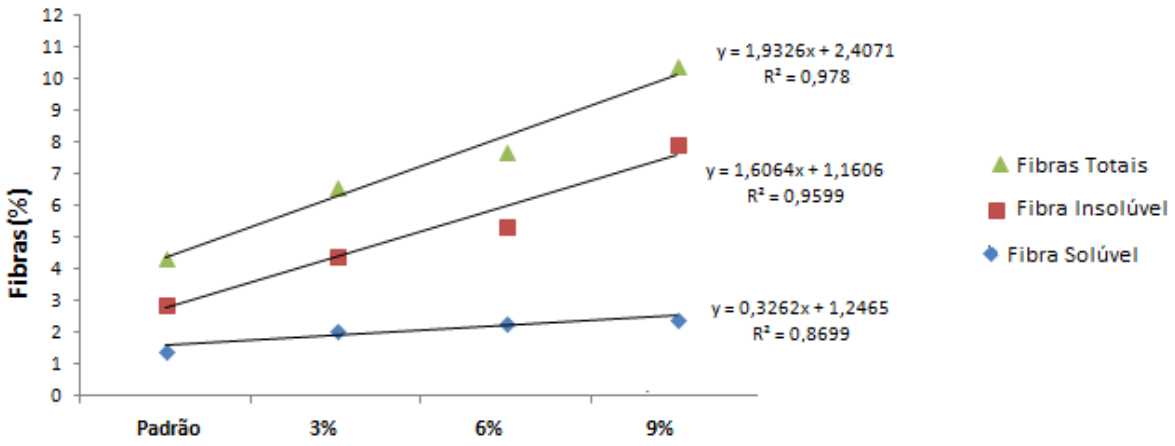

Figura 25 - Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação de fibras solúveis, insolúveis e totais dos pães em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo pela FSC

4.2.3 Aminoácidos

Os teores de aminoácidos determinados nos pães desenvolvidos encontram-se descritos na Tabela 13.

Tabela 13 - Perfil de aminoácidos dos pães funcionais desenvolvidos (base fresca)

Aminoácidos	**Pães com adição de farinha de semente de chia**			
(mg/g de proteína)	**0%**	**3%**	**6%**	**9%**
Ácido Aspártico	31,621±0,01[b]	45,363±0,01[a]	43,988±0,01[a]	47,959±0,01[a]
Treonina *	27,668±0,01[b]	30,242±0,01[a]	30,303±0,01[a]	30,766±0,01[a]
Serina	47,431±0,01[a]	42,339±0,01[b]	43,988±0,01[b]	48,864±0,01[a]
Ácido Glutâmico	323,123±0,01[a]	266,129±0,01[s]	267,840±0,01[b]	295,901±0,01[ab]
Arginina	40,514±0,01[b]	55,444±0,01[a]	52,786±0,01[a]	54,294±0,01[a]
Alanina	35,573±0,01[b]	40,323±0,01[ab]	41,056±0,01[a]	39,815±0,01[b]
Metionina *	12,846±0,01[c]	15,121±0,01[a]	13,685±0,01[bc]	15,383±0,01[b]
Cistina*	11,858±0,01[c]	16,129±0,01[b]	14,663±0,01[b]	20,813±0,01[a]
Isoleucina *	35,573±0,01[a]	33,266±0,01[a]	33,236±0,01[a]	36,196±0,01[a]
Leucina *	65,217±0,01[a]	61,492±0,01[b]	62,561±0,01[b]	67,867±0,01[a]
Valina*	41,502±0,01[a]	41,331±0,01[a]	40,078±0,01[a]	38,006±0,01[a]
Tirosina *	27,688±0,01[a]	27,218±0,01[a]	26,393±0,01[a]	28,957±0,01[a]
Fenilalanina *	31,621±0,01[a]	33,266±0,01[a]	34,213±0,01[a]	34,386±0,01[a]
Histidina *	18,775±0,01[b]	19,153±0,01[ab]	21,505±0,01[a]	20,813±0,01[ab]
Lisina *	21,739±0,01[b]	22,622±0,01[b]	28,348±0,01[a]	30,242±0,01[a]
Glicina	37,549±0,01[a]	36,290±0,01[a]	37,146±0,01[a]	39,815±0,01[a]
Prolina	121,542±0,01[a]	87,702±0,01[c]	93,842±0,01[bc]	101,348±0,01[b]

*Aminoácidos essenciais
[1] Médias ± desvio padrão
[2] Letras diferentes na horizontal indicam diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5%

Os pães desenvolvidos apresentaram elevados teores de ácido glutâmico, leucina e prolina, sendo que os mesmos se diferiram em quase todos os aminoácidos avaliados, com exceção da glicina, fenilalanina, tirosina, valina e isoleucina, os quais não se diferiram significativamente ao nível de 5% entre as amostras desenvolvidas. Em relação aos aminoácidos essenciais, os pães apresentaram ótimo perfil em relação aos teores indicados

pela FAO de ingestão para adultos (FAO, 2002), com exceção do triptofano, o qual não foi avaliado na presente pesquisa. Os teores determinados nos pães mostra que a maior deficiência destes produtos são os aminoácidos sulfurosos (metionina e cistina), os quais, mesmo atendendo às recomendações citadas acima, se encontram em menor quantidade que os demais. O milho e soja também apresentam deficiência desses aminoácidos (PIRES et al, 2006).

O elevado teor de prolina nesses produtos é interessante, tendo em vista que o colágeno hidrolisado, excelente fonte desse aminoácido, apresenta cerca de 160mg/g do mesmo (SEIFERT, 2004). Esse elevado teor é devido também a grande percentagem de ácido glutâmico nas amostras em questão, o qual é responsável pela síntese de prolina antes de sua incorporação em pró-colágeno, durante a tradução do RNA-mensageiro. Após sintetizada, a mesma é convertida em hidroxiprolina (aminoácido quase que exclusivo do colágeno) por uma modificação pós-tradução (SEIFERTL, 2004). Já a lisina, treonina, metionina e isoleucina são sintetizados em uma mesma via metabólica a partir de um precursor comum, o ácido aspártico (AZEVEDO et al, 1997) e, pela Tabela XXX, observa-se que quase todos os teores desses aminoácidos aumentaram conforme foi elevada a adição de farinha de semente de chia na composição.

O teor de leucina nos pães desenvolvidos (entre 61,5 e 67,8mg/g), essencial por perfazer estruturalmente as proteínas e enzimas metabólicas, apresenta-se abaixo dos encontrados em outros alimentos, como macarrão padrão (133mg/g) e macarrão enriquecido com farinha de soja 13% e de arroz 19% (178 mg/g) (NICOLETTI, 2007). Essas discrepâncias podem ser atribuídas às condições de cultivo das diferentes matérias primas utilizadas nas formulações e pelo fato de que o trigo, soja e arroz apresentam maior teor desse aminoácido em relação à semente de chia, variando entre 80 e 100 mg/g (PIRES, 2006).

Um estudo realizado com adição de 13% de farinha de amaranto em detrimento a farinha de trigo branca em pães obteve valores inferiores a todos os aminoácidos avaliados, com exceção da metionina, a qual se apresentou mais elevada no pão desenvolvido pelos mesmos (19,8mg/g proteína) (BOTELHO, 2006). Esse resultado já era previsto, uma vez que o amaranto possui quantidade mais elevada de aminoácidos sulfurosos quando comparado à semente de chia (FERREIRA et al, 2007).

Se a porção indicada dos pães fosse de 60g, conforme já abordado anteriormente, o teor proteico do pão com 9% de FSC seria satisfatório para obter o *claim* de “fonte de proteínas”. Porém, de acordo com essa Agência, além do teor proteico, o produto deve atender também às

quantidades mínimas de aminoácidos essenciais na porção indicada, as quais estão descritas na Tabela 14 (BRASIL, 2012).

Tabela 14 - Teores mínimos de aminoácidos essenciais para obtenção do *"claim"* "fonte de proteína"

Aminoácidos	**Composição de referência (mg de aminoácido/g de proteína)**
Histidina	15
Isoleucina	30
Leucina	59
Lisina	45
Metionina + cisteína	22
Fenilalanina + tirosina	38
Treonina	23
Triptofano	6
Valina	39

Fonte: BRASIL, 2012

Fazendo os cálculos de equivalência dos aminoácidos em 60g dos pães e comparando os resultados com o mínimo estabelecido na Tabela 14, os valores estipulados acima não seriam alcançados, ou seja, esse produto não pode utilizar o *claim* de "fonte de proteína". Se houvesse interesse em utilizar essa alegação em um suposto rótulo a ser desenvolvido, os teores de FSC deveriam ser elevados para que se alcancem as quantidades mínimas necessárias de aminoácidos essenciais, além da realização de quantificação do aminoácido triptofano.

4.2.4 Ácidos graxos

Para realização do perfil de ácidos graxos dos pães desenvolvidos, os pães foram devidamente triturados e homogeneizados, sendo também submetidos à extração com éter etílico em Extrator Soxlet Micro. Após a separação entre as fases, a porção lipídica foi esterificada e quantificada em cromatógrafo gasoso, conforme mencionado na metodologia descrita no item 3.1.2. Os resultados dos principais ácidos graxos mensurados encontram-se descritos na Tabela 15.

Tabela 15 - Perfil de ácidos graxos dos pães desenvolvidos referente à fração lipídica da semente de chia (base fresca)

Ácido Graxo	Pães com adição de farinha de semente de chia[1,2]			
	0%	3%	6%	9%
C11:0 (%)	0,130±0,02[b]	1,078±0,02[a]	1,0925±0,02[a]	1,107±0,02[a]
C15:1(%)	21,835±0,02[a]	21,648±0,02[a]	21,789±0,02[a]	21,930±0,02[a]
C17:1(%)	1,989±0,02[c]	8,244±0,02[a]	7,8445±0,02[ab]	7,445±0,02[b]
C18:0(%)	NS	0,288±0,02[b]	0,650±0,02[ab]	1,012±0,02[a]
C18:1 (%)	15,543±0,02[b]	37,165±0,02[a]	40,029±0,02[a]	45,256±0,02[a]
C18:2 (%)	54,461±0,02[a]	22,047±0,02[b]	22,074±0,02[b]	15,300±0,02[c]
C18:3 (%)	3,270±0,02[c]	3,205±0,02[c]	5,276±0,02[b]	7,347±0,02[a]

[1] Médias ± desvio padrão
[2] Letras diferentes na horizontal indicam diferença significativa entre as amostras ao nível de 5%
NS – não significativo (<0,01%)

De acordo com os resultados acima, observa-se que houve uma melhor relação com o modelo cúbico referente ao teor de AG Ômega 3 (18:3), a qual encontra-se descrita abaixo.

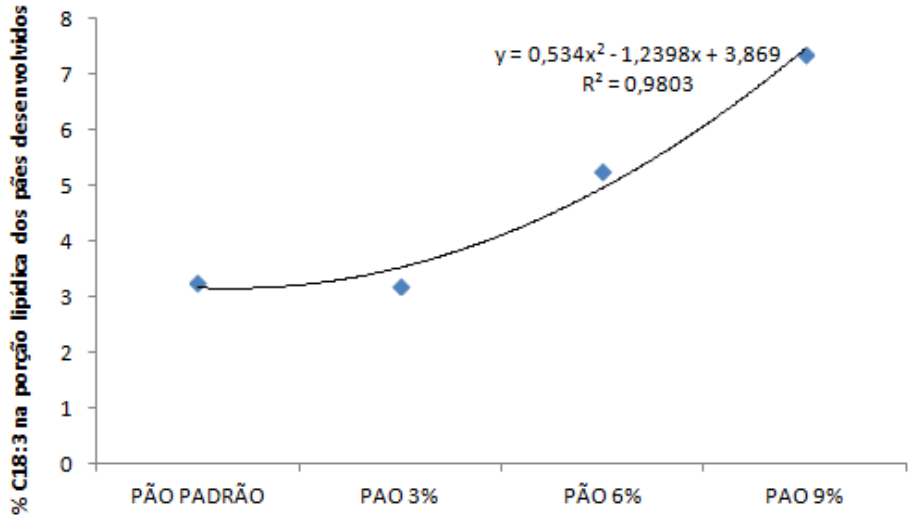

Figura 26 - Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação do ácido graxo n3 C18:3 da porção lipídica dos pães desenvolvidos em função das diferentes concentrações de FSC adicionadas

Todos os pães desenvolvidos apresentaram diferença significativa entre os teores de AG n3 (C18:3), sendo que os pães com 9% tiveram os maiores valores (aproximadamente 7,4%), e o pão padrão, os menores (cerca de 3,3%). Apesar do teor interessante desses AG, nenhum pão poderia ser considerado fonte de Ômega 3, uma vez que a ANVISA preconiza que, para poder ser utilizado esse *claim* de informação nutricional complementar, o produto deve conter

no mínimo 300mg de ácido linolênico por porção (BRASIL, 2012). Ao realizarmos os referidos cálculos, observamos que o pão com 9% de farinha de semente de chia (com maior teor de C18:3) apresenta aproximadamente 109mg deste composto por porção de 50g. Com relação ao teor de AG n6 (C18:2), observa-se que também houve diferença estatística entre os tratamentos, sendo que o pão padrão apresentou maiores teores desse AG (54,5%), diferindo-se de todos os outros tratamentos, enquanto que o pão com 9% de farinha de semente de chia apresentou os menores valores (15,3%), também diferindo-se significativamente dos demais. Os tratamentos 3% e 6% não apresentaram diferença entre si. Os resultados de AG n3 dos pães desenvolvidos estão abaixo dos encontrados por MOURA, 2008, que observou teores de aproximadamente 16% de ácido linolênico para pães enriquecidos com 9% de farinha de linhaça. Esses resultados podem ser ocasionados por diversos fatores, como matéria prima utilizada, diferenças na produção dos pães, extração de ácidos graxos, etc.

A relação n6:n3 entre os pães foi de 4:1 (tratamentos 3% e 6%), 3:1 (tratamento 9%) e 16:1 (pão padrão). Essas relações apresentam-se muito favoráveis para consumo, tendo em vista que a recomendação de ingestão é de 5-10:1, mas atualmente é de aproximadamente 17:1 nos países ocidentais (WHO/FAO, 2003). Por este motivo, a ingestão dos pães 3%, 6% e 9% poderia auxiliar na diminuição desta relação, uma vez que o pão padrão apresenta relação de 16:1, de acordo com a presente pesquisa. Um estudo comprovou que o aumento de 1% na ingestão de acido linolênico resulta em risco 40% inferior de doença arterial coronariana não fatal. Ao fazermos os cálculos de equivalência, observamos que o pão com 9% de FSC (que apresentou maior teor de n-3 18:3) apresenta aproximadamente 0,45% de seu peso composto por ácido linolênico. Levando em consideração que cada pão pesa em média 65g, e que cada unidade com esse peso contém aproximadamente 0,29% de ácido linolênico, o consumo de 3,5 unidades por dia poderia aumentar em 1% o consumo desse AG na dieta, acarretando em uma ingestão calórica de 640Kcal/dia e, teoricamente, em uma redução do risco de desenvolvimento de doença arterial coronariana . Esse consumo poderia ser dividido ao longo do dia para fracionar o consumo energético.

Outro composto que apresentou significatividade nas amostras avaliadas foi o ácido oleico, pertencente à família dos Ômega 9 (n9), ou C18:1. Os tratamentos 3, 6 e 9% não apresentaram diferença entre si, mas esses se diferiram do pão padrão, o qual apresentou menores valores desse AG. O ácido oleico é considerado hipocolesterolêmico quando ingerido nas quantidades adequadas, além de participar da composição de membranas fosfolipídicas (MARTIN et al, 2006). De acordo com o INSTITUTE OF MEDICINE, o consumo diário de ácidos graxos deve ser de 17g e 12g/dia de ácido linoleico e 1,6g e 1,1g/dia

de ácido linolênico para homens e mulheres, respectivamente (INSTITUTE OF MEDICINE, 2002). Por falta de dados suficientes, o INSTITUTE OF MEDICINE não estabeleceu as DRI´s (“*Dietary Reference Intakes”*) para o ácido oleico.

Mesmo que os pães da presente pesquisa tenham apresentado baixo teor de lipídeos (cerca de 5-6%), deve-se levar em consideração que altas concentrações de gorduras contendo ácidos graxos poli-insaturados são extremamente propensas a ação de radicais livres e à deterioração oxidativa, a qual pode induzir demais modificações em alimentos ou mesmo nas matérias primas, afetando sua qualidade nutricional, segurança, cor, flavor e textura. Este aspecto é de extrema importância, tanto pela viabilidade econômica, através da diminuição do *shelf life* de determinado produto desenvolvido, quanto pela possibilidade dos radicais livres formados reagirem ou interagirem com outros constituintes dos alimentos diminuindo a qualidade nutricional dos mesmos (NAWAR, 1996, MOURA, 2008). Por este motivo, foi avaliado também o potencial antioxidante dos compostos antioxidantes presentes nos pães desenvolvidos, os quais se encontram descritos no item 4.2.5.

4.2.5 Minerais

A caracterização de minerais dos pães encontra-se descritos na Tabela 16.

Tabela 16 - Teores de minerais dos pães desenvolvidos (base fresca)

Minerais (mg/100g)	**Pães com adição de farinha de semente de chia[1,2]**			
	0%	**3%**	**6%**	**9%**
Fósforo	145,00±0,02[c]	195,00±0,02[b]	205,00±0,02[b]	248,00±0,02[a]
Potássio	231,00±0,02[a]	128,00±0,34[c]	156,00±0,02[bc]	179,00±0,01[b]
Cálcio	40,00±0,02[c]	45,00±0,02[bc]	51,00±0,51[b]	60,00±0,02[a]
Magnésio	20,00±0,02[c]	21,00±0,02[c]	32,00±0,22[b]	40,00±0,01[a]
Enxofre	78,00±0,02[ab]	75,00±0,02[b]	76,00±0,02[ab]	85,00±0,02[a]
Sódio	638,00±0,02[a]	536,00±0,36[c]	506,00±0,02[bc]	485,00±0,01[b]
Cobre	0,90±0,01[a]	0,30±0,02[b]	0,30±0,02[b]	0,40±0,02[ab]
Ferro	0,90±0,01[b]	4,70±0,05[a]	4,70±0,02[a]	4,70±0,02[a]
Manganês	0,90±0,01[a]	0,40±0,02[a]	0,40±0,04[a]	0,40±0,03[a]
Zinco	0,90±0,01[b]	1,65±0,02[a]	1,68±0,02[a]	2,05±0,02[a]

[1] Médias ± desvio padrão
[2] Letras diferentes na horizontal indicam diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5%

De acordo com a Tabela 16, os teores de manganês não se diferiram entre os tratamentos. Já o zinco e o ferro apresentaram diferença significativa apenas do pão padrão em relação às demais formulações e os teores de fósforo, magnésio e cálcio aumentaram conforme maior adição de FSC.

Em relação ao sódio, principal componente a ser monitorado pela ANIVSA, a formulação padrão se diferiu estatisticamente das demais, sendo que a com 6% de FSC não se diferiu da formulação com 3% nem com 9% de FSC. Os produtos desenvolvidos neste estudo apresentam um teor de sal menor do que a preconizada pela ANVISA como meta de redução para 2014: de acordo com essa Agência, até 2014 o pão francês deve apresentar no máximo 1,8% de sal em sua formulação, sendo que os pães desenvolvidos apresentam, no máximo, 1,64% deste ingrediente em sua formulação (BRASIL, 2012(b)). Isso é comprovado pelo teor de sódio, que se apresenta menor conforme maior adição de FSC. De acordo com a Tabela de Composição de Alimentos (UNICAMP, 2006), o pão francês tem 648mg/100g de sódio, enquanto que o pão de forma apresenta 506mg/100g e o pão sovado, 431mg/100g, valores próximos aos encontrados na presente pesquisa.

Um estudo avaliou se a redução de sal em pães diminuiria o consumo dos mesmos, e concluiu que a redução em 52% deste ingrediente não afeta a quantidade ingerida deste alimento, apesar de ter apresentado diferença sensorial significativa em relação ao pão padrão (BOLHUIS et al, 2011). Outro estudo, concluiu que a substituição do cloreto de sódio (NaCl) por cloreto de potássio (KCl) em até 30% (1,4% na formulação total) não apresentou diferença significativa sensorial em relação ao padrão, o que indica que é possível reduzir o teor de sódio nos pães para atender aos limites estabelecidos (234 mg/50g), pela ANVISA para 2014 (IGNACIO et al, 2013).

Com relação ao cálcio, apesar dos pães apresentarem menor concentração desse composto, observa-se um aumento gradativo conforme maior adição de FSC nas formulações, sendo que os pães padrão e com 9% de FSC se diferiram entre si. Se levarmos em consideração a ingestão sugerida no item 4.2.3 do tratamento com 9% de FSC (3,5 unidades - 227,5g- diárias elevam em 1% a ingestão de ácido linolênico), 3,5 unidades desse mesmo pão desenvolvido fornecem 136,5mg de cálcio/dia, ou seja, 13,6% da ingestão diária recomendada pelo INSITUTE OF MEDICINE (INSITUTE OF MEDICINE, 2011). Esse valor é equivalente ao consumo diário de aproximadamente 100mL de leite integral (UNICAMP, 2006).

4.2.6 Compostos bioativos

Os compostos bioativos dos pães desenvolvidos com diferentes concentrações de FSC estão descritos na Tabela abaixo.

Tabela 17 - Caracterização de compostos ativos dos pães funcionais desenvolvidos (base fresca)

Parâmetro	**Pães com adição de farinha de semente de chia**			
	0%	**3%**	**6%**	**9%**
Atividade Antioxidante – DPPH (EC_{50})	7,487±1,59[c]	16,041±1,33[b]	17,123±5,83[b]	39,762±5,39[a]
Compostos Fenólicos	2,998± 2,11[b]	3,737 ±0,14[a]	4,229± 3,78[a]	4,336 ±3,07[a]
Taninos (mg/g)	0,893 ± 0,07[c]	1,016 ± 0,04[bc]	1,180 ± 0,07[ab]	1,330 ± 0,12[a]
Ácido Fítico (mg/g)	0,963 ± 0,04[c]	2,338 ± 0,20[b]	2,821 ± 0,16[ab]	3,331 ±0,40[a]

[1] Médias ± desvio padrão
[2] Letras diferentes na horizontal indicam diferença significativa entre as amostras ao nível de 5%
[3] NS – não significativo

Pelos valores observados na Tabela 17, nota-se que houve uma relação linear entre o aumento da concentração de farinha de semente de chia adicionada e teores de atividade antioxidante, compostos fenólicos, taninos e ácido fítico.

Com relação à atividade antioxidante mensurada pelo DPPH, todas as amostras diferiram significativamente (com exceção das amostras 3 e 6% que não diferiram entre si), sendo que as com 9% de adição de farinha de semente de chia apresentaram maior teor, e o pão padrão, o menor. Os compostos fenólicos apresentaram diferença significativa entre o pão padrão e as demais formulações. Esses teores de compostos ativos demonstram que os pães desenvolvidos apresentam elevado potencial antioxidante, sendo capazes de preservar a fração lipídica do mesmo por determinado período de tempo. Os resultados de compostos fenólicos encontram-se abaixo dos observados por MOURA, 2008, ao adicionar farinha de linhaça em pães (18 a 27mg/g), mas condiz com SALGADO et al, 2011, que encontrou resultados semelhantes ao adicionar farinha de casca de cupuaçu em diferentes concentrações na produção de pães funcionais, sendo que esses valores variaram de 3,32 a 3,98 mg/g de fenólicos totais. Diversos estudos relatam as propriedades benéficas desses compostos, atribuídas principalmente à sua capacidade em provocar mudanças metabólicas e/ou fisiológicas no metabolismo humano, atuando na prevenção de doenças como câncer e diabetes (BELOBRAJDIC E BIRD, 2013; STEWART et al, 2013); envelhecimento precoce (CIMINO et al, 2007); doenças de origem inflamatória (LIU E LIN, 2013), dentre outras.

Para os resultados de taninos, observa-se na tabela 17 que o pão padrão apresentou menores teores (cerca de 0,9mg/g), diferindo-se dos pães com 6% e 9% de farinha de semente de chia. Os pães 3% e 6% não diferiram entre si, e o tratamento com 9% apresentou maiores teores (1,33mg/g), diferindo-se significativamente a 5% do pão padrão e com 3% de farinha de semente de chia.

O teor de ácido fítico nas amostras avaliadas variou entre 0,9 e 3,3mg/g (pão padrão e pão 9%, respectivamente), sendo que a amostra padrão apresentou menores níveis desse composto e se diferiu estatisticamente de todas as demais amostras. O tratamento com 9% de farinha de semente de chia apresentou os maiores teores e se diferiu do pão padrão e da amostra com 3% de adição, os quais também condizem com os resultados observados por MOURA, 2008 e SALGADO et al, 2011, que determinaram teores desses compostos para os pães enriquecidos já citados variando entre 1,2 e 3,8mg/g. Uma forma para reduzir o teor de ácido fítico em alimentos seria o tratamento térmico, o qual foi empregado na presente pesquisa(AGTE E JOSHI, 1997). Apesar de ser considerado um antinutricional, algumas pesquisas revelam que o ácido fítico pode ser considerado um antioxidante, atuando beneficamente na inibição de oxidação lipídica e diabetes (KUNYANGA et al, 2011), nos processos crônicos como doenças cardiovasculares e câncer (NAWROCKA-MUSIAŁ E LATOCHA, 2013).

4.2.7 Valor calórico e digestibilidade

A Tabela 18 abaixo apresenta os valores obtidos para digestibilidade e valor calórico dos pães desenvolvidos.

Tabela 18 - Resultados de digestibilidade e valor calórico dos pães desenvolvidos (base fresca)

Parâmetro	**Pães com adição de semente de chia[1, 2]**				**Pão de Forma[3]**	**Pão Sovado[3]**
	0%	**3%**	**6%**	**9%**		
Digestibilidade (%)	69,469±1,12[b]	76,039±4,31[ab]	78,207±0,05[a]	79,344±2,64[a]	-	-
Valor Calórico (Kcal/100g)	296,468±0,71[a]	284,613±3,33[ab]	273,273±4,92[b]	274,295±6,19[b]	270	305

[1] Médias ± desvio padrão
[2] Letras diferentes na horizontal indicam diferença significativa entre as amostras ao nível de 5%
[3] Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (UNICAMP, 2006)

Digestibilidade é o termo empregado para avaliar a qualidade proteica da dieta, sendo que, quando determinadas ligações peptídicas não são hidrolisadas no processo digestivo, parte da proteína é excretada nas fezes ou transformada em subprodutos do metabolismo pelos microrganismos do intestino grosso (SGARBIERI, 1996). Esse parâmetro pode ser influenciado por vários fatores, como inibidores de enzimas digestivas, interações com antinutricionais, polifenóis, entre outros, e suas porcentagens variam de acordo com a fonte avaliada: proteínas de origem animal apresentam digestibilidade superior a 95% porém, as de origem vegetal inferior a 80% (SGARBIERI, 1996). No caso dos pães, o tratamento térmico (tempo e temperatura) deve ser muito bem controlado, pois o mesmo pode fornecer melhoria da digestibilidade das proteínas ao ocasionar a desnaturação das mesmas, mas também pode prejudica-la o ao ocasionar formação de compostos ligados às proteínas (SGARBIERI, 1996).

Neste estudo, foram observados valores de digestibilidade variando entre 69,469 e 79,344% para as amostras padrão e 9%, respectivamente, ou seja, encontram-se dentro do valor esperado para produtos de origem vegetal (SGARBIERI, 1996). A amostra do pão funcional adicionada de 9% de farinha de semente de chia apresentou maior valor de digestibilidade (79,344%), e o pão controle, o menor (69,469%), resultado este que afirma a relação positiva entre maior adição de FSC nos pães enriquecidos e melhor digestibilidade. Isso pode ser atribuído ao fato de que, quanto maior é o valor de digestibilidade obtido, maior é a porcentagem das proteínas que são hidrolisadas pelas enzimas digestivas e absorvidas pelo organismo na forma de aminoácidos ou outro composto nitrogenado (SGARBIERI, 1996), fato que condiz com os resultados de proteínas e aminoácidos observados nas Tabelas 12 e 13, respectivamente, que apresentam valores crescentes conforme maior adicao de FSC nas formulações.

Este resultado está de acordo com a literatura consultada, onde pães enriquecidos na proporção de 9% com outras fontes vegetais também apresentaram digestibilidade próximo a 80%, sendo melhores que os demais pães com proporções de 3% e 6% de enriquecimento (MOURA, 2008; SALGADO et al, 2011), mas apresenta-se abaixo do encontrado por BERNO et al, 2008, onde pães enriquecidos com 5% a 20% de proteína concentrada de soro de leite (*whey protein*) apresentaram digestibilidade variando entre 93-94%. Isso já era esperado, uma vez que o *whey protein* é uma proteína de origem animal, ou seja, apresenta maior digestibilidade que as proteínas vegetais.

MONROY-TORRES et al, 2008 avaliaram diversos tratamentos da semente de chia (semente crua, tostada, hidratada, farinha da semente crua e tostada) e as variações de sua digestibilidade e foi constatado que a melhor digestibilidade da semente de chia é quando a

mesma se encontra na forma de farinha (80%), sendo que a semente íntegra apresentou digestibilidade de 29%. Isso pode ser devido ao fato de que a moagem expõe todos os componentes da semente, facilitando as ações enzimáticas envolvidas na digestão. A presente pesquisa encontrou valores de digestibilidade de 73,889±2,15 e 32,074±5,11 (médias ± desvio padrão) para a farinha crua e a semente íntegra, respectivamente. Esses valores encontram-se dentro do estipulado pelos autores citados acima.

Em relação ao valor calórico (Tabela 18), observou-se uma relação inversamente proporcional quanto à quantidade de calorias e adição de farinha de semente de chia aos pães, sendo que as amostras padrão e 9% de FSC apresentaram diferença estatística significante entre si. O decréscimo do valor calórico deve-se, principalmente, à diferença do teor de fibras entre a amostra padrão e às demais formulações desenvolvidas, uma vez que estas não são digeridas e absorvidas pelo sistema gastrointestinal, não sendo, portanto, fonte energética para o organismo (STAUFFER, 1990). Os valores calóricos dos pães dessa pesquisa são semelhantes aos encontrados por SALGADO et al, 2011, que desenvolveram pães integrais com farinha de casca de cupuaçu que apresentaram variações de 306 kcal a 272 Kcal/100g, também com relação inversamente proporcional em relação ao teor de fibras X valor calórico. Os resultados desta pesquisa referente ao valor calórico do pão com maior concentração de farinha de semente de chia (9%) também está semelhando aos de pães integrais determinados pela UNICAMP, 2006, cujo valor calórico aproximado é de 253 kcal/100g.

4.2.8 Análise sensorial de aceitação

4.2.8.1 Caracterização dos provadores

Os participantes da avaliação sensorial responderam um questionário visando traçar o perfil dos mesmos, cujas respostas estão demonstradas na Figura 27.

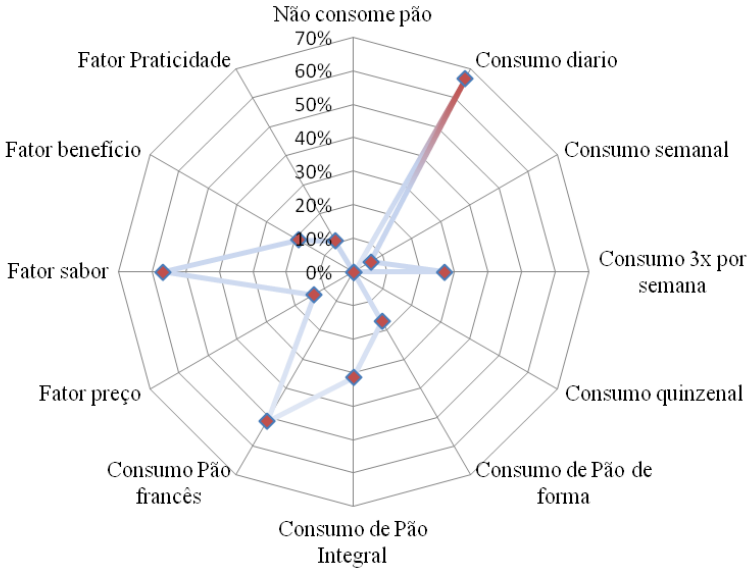

Figura 27 - Gráfico do perfil dos consumidores participantes da análise sensorial

Verificou-se quanto à frequência de consumo que sendo que 67% dos provadores consomem pães diariamente, 27% consomem três vezes por semana e 6% consomem semanalmente. Observou-se ainda que o pão mais consumido é o francês (51%), seguido do pão de forma integral (31%) e pão de forma branco (17%). O questionário ainda avaliou qual o principal fator de decisão na compra de pães, e o sabor foi o principal parâmetro citado, sendo considerado prioridade por 57% dos participantes. Os benefícios presentes nos pães (exemplo: rico em fibras, presença de ômega 3) foi o segundo item considerado como prioridade no momento da compra (19%), seguido por preço (14%) e praticidade (11%). Ou seja, os consumidores prezam principalmente por um alimento saboroso que também ofereça algum beneficio voltado à sua saúde. Essa constatação aponta o aumento da percepção do consumidor quanto à importância do consumo de alimentos funcionais, visando cada vez mais manutenção da saúde. Esses resultados estão de acordo com MOURA, 2008 e SALGADO ET AL, 2011, que apontaram os benefícios agregados nos pães como importante fator no momento de compra.

4.2.8.2 Análise sensorial de cor, odor, sabor, textura

Em relação à nota global, não houve diferença significativa na comparação dos pães funcionais desenvolvidos em relação ao pão padrão. Observou-se na Figura 28 que todos os pães desenvolvidos receberam, em sua maioria, avaliação "muito superior ao padrão", ou seja, todas as concentrações de semente de chia utilizadas na formulação foram aprovadas pelos consumidores.

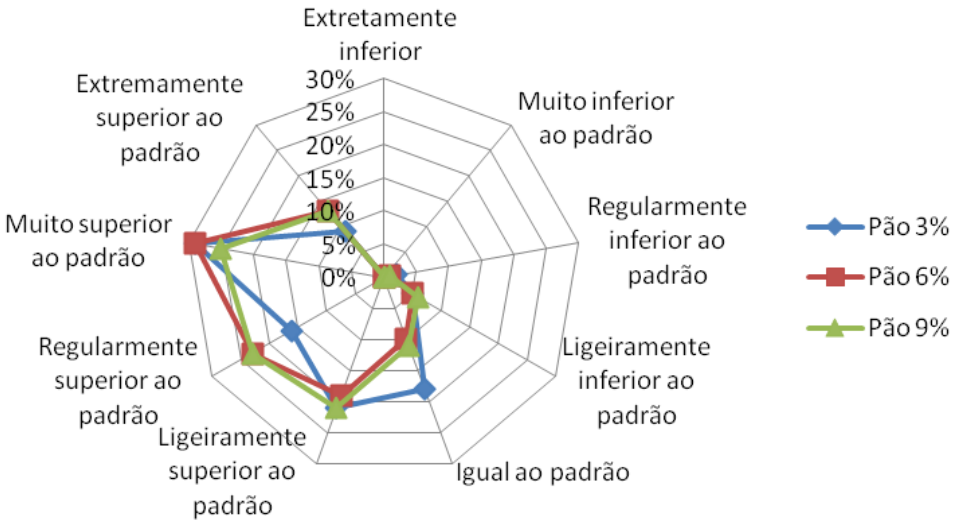

Figura 28 - Avaliação de aceitabilidades dos pães funcionais em relação ao pão padrão

Ao ser realizada a análise de variância dos dados, detectou-se diferencas significativas para cada parametro analisado, referente às diferentes concentrações de substituição da farinha de trigo pela FSC, conforme observado na Tabela 19.

Tabela 19 - Resultado da avaliaçao sensorial de cada parametro para diferentes concentrações de FSC

Parâmetro	**Pães com adição de farinha de semente de chia**		
	3%	**6%**	**9%**
Cor	5,909 ± 1,55[a]	6,212 ± 1,63[a]	6,152 ± 1,58[a]
Sabor	6,727 ± 1,42[a]	7,273 ± 1,35[a]	6,909 ± 1,53[a]
Odor	6,273 ± 1,46[a]	6,758 ± 1,2[a]	6,576 ± 1,44[a]
Textura	6,424 ± 1,64[a]	6,394 ± 1,68[a]	6,030 ±1,79[a]

[1] Médias ± desvio padrão
[2] Letras diferentes na horizontal indicam diferença significativa entre as amostras ao nível de 1%

Nenhum dos parâmetros avaliados apresentou diferença estatística significativa em nível de 1%. Com relação à cor, os participantes da análise sensorial não apresentaram diferenças significativas quanto à aceitação dos pães desenvolvidos quando comparados ao pão padrão. Apesar de apresentarem coloração levemente mais escura que o padrão (observado apenas pela avaliação visual), as cores dos pães funcionais foram consideradas mais atrativas que a do padrão. Isso pode ser observado pelas notas atribuídas aos pães desenvolvidos quanto a esse parâmetro, onde todos apresentaram médias correspondente a "ligeiramente melhor que o padrão", mesmo não havendo diferença significativa entre os tratamentos.

O aroma dos pães em geral deve ser intenso e típico desses produtos, estando isento de odores estranhos como ranço, mofo entre outros, e apresentando gosto levemente doce e ácido, sem residual remanescente. Por ser um dos principais determinantes do *flavor* de um pão, o aroma desempenha uma função fundamental para definir a preferência dos consumidores por determinados produtos (PYLER, 1988). De acordo com a Tabela 19, a farinha de semente de chia não apresentou interferência nesse atributo, pois todos os pães desenvolvidos não diferiram entre si significativamente.

A textura também não apresentou diferença significativa entre as formulações, sendo que, pela legenda das notas atribuídas, todas foram consideradas superiores ao pão padrão. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por autores que desenvolveram pães com outras fontes vegetais: MOURA et al, 2008 identificou que provadores apontaram pães com 9% de adição de farinha de linhaça como os de melhor textura, enquanto SALGADO et al, 2011 observaram em seu estudo que provadores identificaram pães com 9% de adição de casca de cupuaçu como menos macios e, portanto, atribuíram menor nota a esse parâmetro.

Para o atributo sabor também não houve diferença significativa entre os pães, mas pode-se notar, pela Tabela 19, que o pão com 6% de semente de farinha de chia teve maior média das notas atribuídas a esse parâmetro. Porém, como não houve diferença estatística em relação as diferentes concentrações, sugerimos que seja utilizado o pão com maior concentração de farinha de semente de chia (9%), uma vez que, de acordo com as Tabelas 12, 15 e 16, este foi considerado o pão com melhor perfil nutricional, apresentando teores mais elevados de fibras, proteínas, cálcio e ácidos graxos Ômega 3 em comparação com demais tratamentos.

De acordo com as médias das notas fornecidas pelos participantes para cada parâmetro, nota-se que não houve diferença estatística significante entre eles e que todos os aspectos dos pães desenvolvidos foram considerados superiores ao padrão, ou seja, foram aceitos sensorialmente pelo consumidor, independente da concentração de semente de chia utilizada

em detrimento à farinha de trigo. Esse resultado é extremamente positivo para o desenvolvimento em questão, pois revela que, independente da concentração da farinha de semente de chia utilizada como substituição parcial da farinha de trigo, os consumidores estão receptivos a esse produto.

4.2.8.3 Intenção de compra

Observou-se uma preferência dos provadores em relação ao desenvolvimento contendo 6% de FSC (Figura 29), apesar de não ter havido diferença estatística entre os parâmetros avaliados. Esse resultado foi obtido pelas respostas atribuídas ao questionamento da ficha de avaliação sensorial *"Você compraria/consumiria algum desses produtos? Qual?"*.

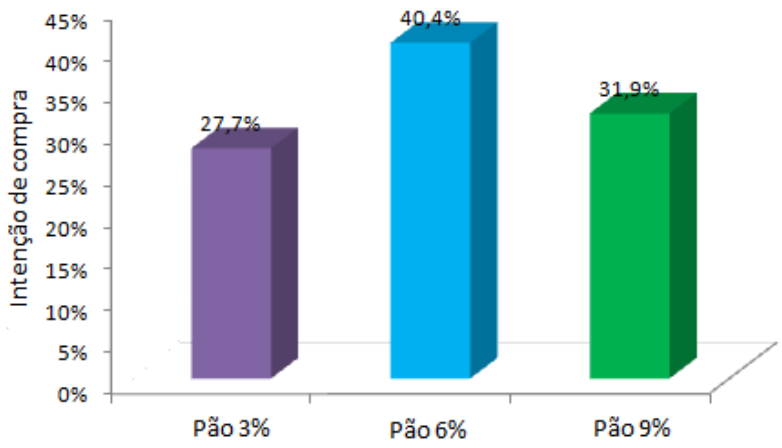

Figura 29 - Intenção de compra dos provadores para cada pão desenvolvido

De acordo com a Figura 29, 27,7% dos participantes disseram que consumiriam/comprariam o pão com 3% de FSC, enquanto que 40,4% Esses resultados estão de acordo com os de SALGADO et al, 2011, em que os provadores também preferiram, de modo geral, pães enriquecidos com 6% de farinha de cupuaçu, mas difere-se de outros estudos que também substituíram parcialmente a farinha de trigo por uma opção mais saudável, como MOURA, 2008 (onde a intenção de compra dos participantes da analise sensorial foi maior para amostras com 9% de farinha de linhaça), BORGES et al, 2011 (participantes apontaram que a intenção de compra era maior para amostras com 10% de farinha de linhaça) e IVANOVSKI et al, 2012 (provadores apontaram o pão desenvolvido com 20% de farinha de soja como mais aceitável para compra). Essas diferenças podem ser atribuídas às fontes vegetais distintas utilizadas em cada desenvolvimento, o que certamente conferiu variações sensoriais entre as concentrações utilizadas por cada autor. Outro estudo

com substituição de 26% de farinha de trigo por farinha integral de amaranto resultou em uma aprovação sensorial dos participantes do pão desenvolvido em relação ao padrão (CAPRILES et al, 2006). Não foi encontrado na literatura nenhum trabalho que utilizou a farinha de semente de chia no desenvolvimento de um pão funcional.

4.3.8.4 Precificação dos produtos desenvolvidos.

Baseado nos valores comerciais médios das matérias primas utilizadas nas formulações dos pães funcionais, disponibilizados pela padaria parceira, foi determinado o custo estimado do quilograma dos pães desenvolvidos sem considerar o custo da mão de obra, os quais se encontram na Tabela 20.

Tabela 20 - Precificação média das formulações de pães desenvolvidos

Ingredientes	**Custo/kg (R$)**	**Custo na Formulação pão padrão**	**Custo na Formulação 3%**	**Custo na Formulação 6%**	**Custo na Formulação 9%**
Farinha de trigo	1,70	1,70	1,65	1,60	1,55
Semente de chia	59,00	0,00	1,77	3,54	5,31
Açúcar refinado	0,80	0,08	0,08	0,08	0,08
Sal refinado	0,80	0,01	0,01	0,01	0,01
Ovos	5,00	0,03	0,03	0,03	0,03
Margarina	5,50	0,45	0,45	0,45	0,45
Fermento biológico	11,00	0,55	0,55	0,55	0,55
Melhorador	70,00	1,40	1,40	1,40	1,40
Água (L)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Preço total R$/kg	-	5,02	6,74	8,46	10,18

De acordo com a Tabela 20, nota-se que o pão com 9% de adição de semente de chia na forma de farinha apresenta o dobro do custo/kg da formulação padrão adotada nesta pesquisa. Comparando esses valores com os preços de mercado, observa-se que o único pão com chia disponível comercialmente é da marca *Wickbold sabor chia e macadâmia* e custa, em média, R$8,00 o pacote com 400g, ou seja, o kg deste produto é de aproximadamente R$20,00 para o consumidor final. Porém, ao observarmos a lista de ingredientes, a qual deve sempre informar a ordem decrescente dos ingredientes (BRASIL, 2012), nota-se que a chia aparece como 11º ingrediente, ou seja, o elevado teor de proteínas (aproximadamente 13%) provavelmente é provindo dos demais insumos utilizados nessa formulação, que são: Farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, farinha de trigo integral, fermento biológico,

macadâmia, glúten, castanha de caju, grão de trigo, açúcar cristal, fibra de trigo, gordura vegetal, chia, sal, cloreto de potássio, soro de leite, dextrose e conservador propionato de cálcio (WICKBOLD, 2013).

Apesar de ter o dobro do custo do pão padrão, o valor agregado do produto desenvolvido com 9% de FSC na presente pesquisa produto justifica seu maior preço. A amostra em questão apresenta aproximadamente 18,5% mais proteínas, 58% mais fibras, 56% mais ácido linolênico, 33,3% mais cálcio e 31mg/g mais compostos fenólicos quando comparado ao pão padrão. Se levarmos em consideração a preferência apontada pelas notas gerais atribuídas na avaliação sensorial, a formulação com 6% de FSC seria a mais indicada para comercialização, mesmo não apresentando diferença significativa das demais.

5 CONCLUSÕES:

Nas condições experimentais da presente pesquisa, os resultados obtidos permitiram concluir que:

- ✓ A semente de chia apresenta elevados níveis de proteína, fibras alimentares, cálcio e ácidos graxos (linolênico - ômega 3), podendo ser considerada uma importante fonte nutricional;
- ✓ O teor de aminoácidos da semente de chia se assemelha muito ao da soja, considerada referência de fonte proteica vegetal;
- ✓ Pães desenvolvidos com 3% e 6% de FSC podem ser comercializados com a alegação de "fonte de fibras" em seu rótulo, enquanto que o pão com 9% de FSC pode ser considerado "rico/alto teor de fibras";
- ✓ A semente de chia não apresentou toxicidade em relação à micotoxinas, sendo necessários mais estudos toxicológicos para confirmar sua inocuidade alimentar;
- ✓ Pães com maior adição de FSC apresentaram, no geral, maiores teores dos compostos de interesse avaliados (como fibras, proteínas, cálcio, ácidos graxos ômega 3, cálcio, atividade antioxidante e alguns aminoácidos), menor valor calórico e melhor digestibilidade;
- ✓ A substituição parcial de farinha de trigo pela farinha de semente de chia ocasionou a produção de pães mais saudáveis e sensorialmente bem aceitos pela população participante do estudo;
- ✓ Os pães com 6% de FSD apresentaram melhor aceitabilidade e intenção de compras, mas como não houve diferença estatística significativa, sugerimos a comercialização do pão com 9% FSC, por apresentar melhor qualidade nutricional;
- ✓ Pães com 9% de FSC apresentam o dobro do custo por kg quando comparado ao pão padrão desenvolvido, o que é considerado aceitável devido ao elevado valor agregado do mesmo;
- ✓ Esta pesquisa pode ser utilizada como apoio às empresas/Instituições que desejam obter aprovação de "Novo Alimento" da semente de chia perante a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, uma vez que seus valores nutricionais foram extremamente favoráveis. No entanto, mais estudos são necessários, incluindo toxicológicos e clínicos, para mensurar os benefícios metabólicos efetivos da mesma.

REFERENCIAS

ABDEL-SALAM, A.M.; AL-DEKHEIL, A.; BABKR, A.; FARAHNA, M.; MOUSA, H.M. High fiber probiotic fermented mare's milk reduces the toxic effects of mercury in rats**. North American Journal of Medical Sciences**, Buraidah, v.2, n.12, p. 569-575, 2010.

ABIA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO. **Ritmo de crescimento de alimentos funcionais acelera no Brasil**. Agosto de 2011. Acesso em: 25 jan. 2013. Disponível em: http://empreendedor.com.br/pt-br/categorias/agronegocio/artigos/ritmo-de-crescimento-de-alimentos-funcionais-acelera-no-brasil

ADAMS, M.R.; MOSS, M.O. **Microbiologia de los alimentos.** Zaragoza: Acribia, 1997. 464p.

AGENCY FOR HEALTHCARE RESEARCH AND QUALITY. **Effects of ômega-3 fatty acids on organ transplantation.** Rockville: Department of Health and Human Services, 2005. 115p.

AGTE, V.V.; JOSHI, S.R. Effect of traditional food processing on phytate degradation in wheat and millets. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Pune, v.45, n.5, p.1659-1661, 1997.

ALBERT, C.M.; OH, K.; WHANG W, Dietary alpha-linolenic acid intake and risk of sudden cardiac death and coronary heart disease. **Circulation**, Boston, v. 112, n.21, p. 3232-328, 2005.

ALONSO-CALDERÓN, A.; CHÁVEZ-BRAVO, E.; RIVERA, A.; MONTALVO-PAQUINI, C.; ARROYO-TAPIA R, MONTERROSAS-SANTAMARIA M, JIMÉNEZ-SALGADO T, TAPIA-HERNÁNDEZ A. Characterization of Black Chia Seed (*Salvia hispanica L*) and Oil and Quantification of β-sitosterol. **International Research Journal of Biological Sciences**, Puebla, v. 2, n. 1, p. 70-72, 2013.

ALVHEIM, A.R.; MALDE, M.K.; OSEI-HYIAMAN, D.; LIN, Y.H.; PAWLOSKY, R.J,; MADSEN, L.; KRISTIANSEN, K.; FRØYLAND, L.; HIBBELN, J.R. Dietary linoleic acid elevates endogenous 2-AG and anandamide and induces obesity. **Obesity**, Bergen, v. 20, n.10, p.1984-1994, 2012

AKESON, W.R.; STAHMANN, M.A. A pepsin pancreatin digest index of protein quality evaluation. **Journal of Nutrition**, Madson, v. 83, n. 64, p. 257-261, 1964.

ANDRADE de M.M.; CARMO, M. das G.T. Ácidos graxos n-3: um link entre eicosanóides, inflamação e imunidade**. Revista Mn-metabólica**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p.135-143, 2006.

ASCHERIO, A.; RIMM, E.B.; GIOVANNUCCI, E.L. Dietary fat and risk of coronary heart disease in men: Cohort follow up study in the United States. **BMJ**, Boston, v. 313, n. 7049, p. 84–90, 1996.

ASP, N.G.; CLAES, G.; HALLMER,H.; SILJESTRON, M. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Lund, v. 31, n. 3, p.476-482, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO (ABIA) – **Mercado Brasileiro dos alimentos industrializados**, 2005. Acesso em: 29 dez. 2012. Disponível em: http://www.anuarioabia.com.br/editorial_05.htm.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA (ABIP) – **Brasileiros consomem menos pão que o recomendado pela OMS.** 2011. Acesso em: 9 jan.2013. Disponível em: http://www.abip.org.br/noticias_internas.aspx?cod=164.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA (ABIP) – **Performance do setor de panificação e confeitaria brasileiro em 2011**. 2012. Acesso em: 9 jan.2013. Disponível em: http://www.abip.org.br/perfil_internas.aspx?cod=199.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14141: **Escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas.** Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis.** 18 th ed. Gaithersburg, 2005. p. 1-97.

AUCLAIR, Y.; RICHARD, S. The role of arginine methylation in the DNA damage response. **DNA Repair (Amst)**, Montréal, v. 12, n. 7, p. 459-465, 2013.

AYERZA, R.; COATES, W.; LAURIA, M. Chia seed (*Salvia hispanica L.*) as an ω-3 fatty acid source for broilers: influence on fatty acid composition, cholesterol and fat content of white and dark meats, growth performance, and sensory characteristics. **Poultry Science**, Tucson , v. 81, n. 6, p. 826–837, 2002.

AYERZA, R.; COATES, W. **Chia:** Rediscoveryng a forgotten crop of the Aztecs. Tucson, Arizona: The University of Arizona Press, 2005. 215p.

AYERZA, R.; COATES, W. Effect of dietary alpha-linolenic fatty acid derived from chia when fed as ground seed, whole seed and oil on lipid content and fatty acid composition of rat plasma. **Annals of Nutrition and Metabolism**, Tucson , v. 51, n. 1, p. 27–34, 2007.

AYERZA, R. The seed's protein and oil content, fatty acid composition and growing cycle length of a single genotype of Chia (*Salvia hispanica L.*) as affected by environmental factors. **Journal of Oleo Science,** Tucson **,** v. 58, n. 7, p. 347 – 354, 2009.

AZEVEDO, R.A.; ARRUDA, P.; TURNER, W.L.; LEA, P.J. The biosynthesis and metabolism of the aspartate derived amino acids in higher plants. **Phytochemistry**, Piracicaba, v. 46, n. 3, p. 395-419, 1997.

BALBÁS, G.M.; REGAÑA, M.S.; MILLET, P.U. Study on the use of ômega-3 fatty acids as a therapeutic supplement in treatment of psoriasis. **Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology,** Barcelona**,** v. 2011, n**.** 4, p. 73-77, 2011.

BARTKIENE, E.; JUODEIKIENE, G.; VIDMANTIENE, D. Nutritional quality of fermented defatted soya and flaxseed flours and their effect on texture and sensory characteristics of wheat sourdough bread. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, Kaunas, v. 63, n. 6, p. 722-729, 2012.

BAXHEINRICH, A.; STRATMANN, B.; LEE-BARKEY, Y.H.; TSCHOEPE, D.; WAHRBURG, U. Effects of a rapeseed oil-enriched hypoenergetic diet with a high content of α-linolenic acid on body weight and cardiovascular risk profile in patients with the metabolic syndrome. **British Journal of Nutrition,** Cambridge, v. 108, n. 4, p. 682-691, 2012.

BAZZANO, L.A. Effects of soluble dietary fiber on low-density lipoprotein cholesterol and coronary heart disease risk. **Current Atherosclerosis Report,** New Orleans**,** v.10, n. 6, p. 473-477, 2008.

BELITZ, H,D.; GROSCH, W. **Quimica de los Alimentos.** 2.ed. Espanha: Acribia. 2000. 1258p.

BELOBRAJDIC, D.P.; BIRD, A.R. The potential role of phytochemicals in wholegrain cereals for the prevention of type-2 diabetes. **Nutrition Journal**, Adelaide, v.12, n. 62, p.1-12, 2013.

BERNARDI, C. **Preparo de hidrolisados protéicos e análise de aminoácidos por duas metodologias.** 2000. 156p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina-SC, 2000.

BERNO, L.; SPOTO, M.; CANNIATTI-BRAZACA, S. Avaliação química e aceitabilidade de pão enriquecido com proteína concentrada do soro de leite bovino (whey protein). **Alimentos e Nutrição,** Araraquara, v. 18, n. 1, p.41-49, 2007.

BOLHUIS, D.P.; TEMME, E.H.; KOEMAN, F.T.; NOORT, M.W.; KREMER, S.; JANSSEN, A.M. A salt reduction of 50% in bread does not decrease bread consumption or increase sodium intake by the choice of sandwich fillings. **Journal of Nutrition,** Wageningen, v. 141, n. 12, p. 2249-2255, 2011.

BORGES, J.T.S.; PIROZI. M.R.; PAULA, C.D.; RAMOS, D.L.; CHAVES, J.B.P. Caracterização físico-química e sensorial de pão de sal enriquecido com farinha integral de linhaça. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos,** Viçosa, v. 29, n. 1, p. 83-96, 2011.

BLOCH, M.H.; HANNESTAD, J. Ômega-3 fatty acids for the treatment of depression: systematic review and meta-analysis. **Molecular Psychiatry**, New Haven, v. 17, n. 12, p.1272-1282, 2012.

BORGES, J.T.; BONOMO, R.C.;PAULA, C.D. Características físico-químicas, nutricionais e formas de consumo da quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*.) - **Temas Agrarios**, Córdoba, v. 15, v. 1, p. 9-23, 2010.

BRAND-WILLIAMS, W; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, Massy, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

BRÄSE, S.; GLÄSER, F.; KRAMER, C.S.; LINDNER, S.; LINSENMEIER, A.M.; MASTERS, K.S.; MEISTER, A.C.; RUFF. B.M.;, ZHONG, S. Progress in the chemistry of organic natural products. The chemistry of mycotoxins. **Progress in the Chemistry of Organic Natural Products,** Karlsruhe**,** v**.** 97, n. 5-15 p. 1-300, 2013.

BOTELHO F. **Caracterização de amaranto cultivado em Santa Catarina e sua utilização na produção de pães.** 2006. 60p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

BRANDT, K.G.; SAMPAIO, M.M.S.C.; MIUKI, C.J. Importância da microflora intestinal. **Pediatria**, São Paulo, n. 28, v. 2, p. 117-127, 2006.

BRASIL.Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Portaria 398 de 30 de abril de 1999 (a).** Regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. Acesso em 15 dez 2012. Disponível em: http://www8.ufrgs.br/alimentus/ita02014/arquivos/resolucao181999_alegacoesfuncionais.htm

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **RDC n.º 16, de 30 de abril de 1999 (b)** – Regulamento Técnico de Procedimentos para Registro de Alimentos e ou Novos Ingredientes. 1999. Acesso em: 27 dez.2012. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/53e082804745973a9f81df3fbc4c6735/rdc_16.pdf?MOD=AJPERES

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **RDC nº 18, de 30 de abril de 1999(c)** - Diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. 1999. Acesso em: 27 dez. 2012. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/815ada0047458a7293e3d73fbc4c6735/RESOLUCAO_18_1999.pdf?MOD=AJPERES

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Portaria nº 90, de 18 de outubro de 2000.** Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Pão. Acesso em: 10 jan.2013 Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2000/90_00rdc.htm.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Guia de Rotulagem Nutricional Obrigatória Manual de Orientação aos Consumidores Educação para o Consumo Saudável.** Brasília, 2001 (a). Acesso em: 25 maio 2013. Disponivel em: http://www.anvisa.gov.br/alimentos/rotulos/manual_consumidor.pdf

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **RDC Nº 12, DE 02 DE JANEIRO DE 2001 (B).** Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Acesso em: 07 maio 2013. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **RDC Nº 360, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2003**. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Acesso em: 06 fev. 2013. http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1c2998004bc50d62a671ffbc0f9d5b29/RDC_N_360_23_dez._2003.pdf?MOD=AJPERES

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde, Novos Alimentos/Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos.** Atualizado em julho/2008. Acesso em: 23 jan. 2013. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **RDC N° 7, DE 18 DE FEVEREIRO DE 2011.** Limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. Acesso em: 26 abril 2012. Disponível em: http://www.brasilsus.com.br/legislacoes/anvisa/107378-7.html

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **RDC Nº 54, DE 12 DE NOVEMBRO DE 2012 (a).** Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Acesso em: 06 fev. 2013. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/630a98804d7065b981f1e1c116238c3b/Resolucao+RDC+n.+54_2012.pdf?MOD=AJPERES

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Guia de Boas Práticas Nutricionais - Pão Francês. Outubro/2012(b).** Acesso em: 15 jan. 2013. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/78ffca004d1fe285a4a7f64031a95fac/Pao+frances.pdf?MOD=AJPERES.

BISTRIAN, B.R. Clinical aspects of essential fatty acid metabolism: Jonathan Rhoads lecture. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, Massachusetts, v. 27, n. 3, p. 168-175, 2003.

BROCKMAN, D.A.; CHEN, X.; GALLAHER, D.D. Hydroxypropyl methylcellulose, a viscous soluble fiber, reduces insulin resistance and decreases fatty liver in Zucker Diabetic Fatty rats. **Nutrition E Metabolism**, Saint Paul, v. 9, n. 100, p. 1-12, 2012.

BURTON, P.M.; MONRO, J.Á.; ALVAREZ, L.; GALLAGHER, E. Glycemic Impact and Health: New Horizons in White Bread Formulations. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Dublin, v. 51, n. 10, p. 965-982, 2011.

CAHILL, J.P. Ethnobotany of Chia, *Salvia hispanica L. (Lamiaceae).* **Economic Botany**, New York, v.57, p. 604-618, 2003.

CALDER, P.C.; GRIMBLE, R.F. Polyunsaturated fatty acids, inflammation and immunity. Eur. **European Journal of Clinical Nutrition**, Southampton, v. 56, n. 3, p. S14-S19, 2002.

CALDER, P.C. Dietary modification of inflammation with lipidis. **Proceedings of the Nutrition Society,** Cambridge, v. 61, n. 3, p. 345-358, 2002.

CANO-SANCHO, G.; SANCHIS, V.; RAMOS, A.J,; MARÍN,S. Effect of food processing on exposure assessment studies with mycotoxins. **Food additives E contaminants. Part A, Chemistry, analysis, control, exposure E risk assessment**, Lleida , v. 30, n. 5, p. 867-875, 2013.

CAPRILES, V.D.; COELHO, K.D.; MATIAS, A.C.G.; ARÊAS, J.A.G. Efeito da adição de amaranto na composição e na aceitabilidade do biscoito tipo cookie e do pão de forma. **Alimentos e Nutrição,** Araraquara, v. 17, n. 3, p. 269-274, 2006.

CASTELO-BRANCO, V.N.; TORRES, A.G. Total antioxidant capacity of edible vegetable oils: chemical determinants and associations with oil quality. **Revista de Nutrição**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p. 173-187, 2011.

CARR, L.G.; TADINI, C.C. Influence of yeast and vegetable shortening on physical and textural parameters of frozen part baked French bread. **Food Science and Technology**, São Paulo, v. 36, n. 6, p. 609-614, 2003.

CAUVAIN, S.P.; YOUNG L,S. **Tecnologia da panificação**. 2.ed. Ed Manole, 2009. 440p.

CHAIYASIT, W.; ELIAS, R.J.; MCCLEMENTS, D.J.; DECKER, E.A. Role of physical structures in bulk oils on lipid oxidation. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition,** Amherst**,** v. 47, n, 3, p. 299-317, 2007.

CHARDIGNY, J.M.; BRETILLON, L.; SÉBÉDIO, J.L. New insights in health effects of trans alpha-linolenic acid isomers in humans. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Dijon, v. 103, n. 7, p. 478-482, 2001.

CICERO, A.F; ERTEK, S.; BORGHI, C. Ômega-3 polyunsaturated fatty acids: their potential role in blood pressureprevention and management. **Current Vascular Pharmacology,** Bologna**, v.** 7, n, 3, p. 330-337, 2009.

CIMINO, F.; CRISTANI, M.; SAIJA, A.; BONINA, F,P.; VIRGILI F. Protective effects of a red orange extract on UVB-induced damage in human keratinocytes**. Biofactors**, Messina, v. 30, n. 2, p. 129-138, 2007.

COCKBAIN, A.J.; TOOGOOD, G.J.; HULL,M.A. Ômega-3 polyunsaturated fatty acids for the treatment and prevention of colorectal cancer. **Gut**, Leeds, v. 61, n. 1, p. 135–149, 2012.

COSTA, D.M.A.; BORGES, A.S. Avaliação da produção agrícola do amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*). **Holos**, Natal, v. 21, p. 97-111, 2005.

COUNCIL FOR AGRICULTURAL SCIENCE AND TECNOLOGY. **Mycotoxins:** risk´s in plant, animal and human systems. Washington, 2003. 199p.

DAUGIRDAS, J.T. Potential importance of low-sodium bread and breakfast cereal to A reduced sodium diet. **Journal of Renal Nutrition**, Illinois, v. 23, n. 1, p. 1-3, 2013.

DE ANGELIS, R.C. Conceitos de Nutrientes não tradicionais. **A importância dos alimentos vegetais na proteção da saúde.** Belo Horizonte:Atheneu, 2001. p 75-79.

DE CATERINA, R.; ZAMPOLLI, A. Ômega-3 fatty acids, atherogenesis, and endothelial activation. **Journal of Cardiovascular Medicine**, Chieti, v. 8, n. 1, p. S11-S14, 2007.

DJOUSSÉ, L.; GAZIANO, J.M.; BURING, J.E.; LEE, I.M. Dietary ômega-3 fatty acids and fish consumption and risk of type 2 diabetes. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Boston, v. 93, n. 1, p. 143-150, 2011.

DOWNES, F.P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods.** 4th ed. Washington, D.C: American Public Health Association, 2001. 676p.

EGRAS, A.M.; HAMILTON, W.R.; LENZ, T.L.; MONAGHAN, M.S. An Evidence-Based Review of Fat Modifying Supplemental Weight Loss Products. **Journal of Obesity,** Elizabeth, v. 2011, p. 1-8, 2011.

ESCARPA, A.; GONZALEZ, M.C. An overview of analytical chemistry of phenolic compounds in foods. **Critical Reviews in Analytical Chemistry,** Alcalá, v. 31, n. 2, p. 57-139, 2001.

ESCUDERO, N.L.; DE ARELLANO, M.L.; LUCO, J.M.; GIMÉNEZ, M.S.; MUCCIARELLI, S.I. Comparison of the chemical composition and nutritional value of *Amaranthus cruentus* flour and its protein concentrate. **Plants Foods for Human Nutrition,** San Luis v. 59, n. 1, p.15-21,2004.

ESPÍN, J.C.; SOLER-RIVAS, C.; WICHERS, H.J. Characterization of the total free radical scavenger capacity of vegetable oils and oil fractions using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Murcia, v. 48, n. 3, p. 648-656, 2000.

FABBRO; A.L.; FOSS, M.C. Obesity and its relationship with cardiovascular risk factors in a Japanese-Brazilian population. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, Belo Horizonte, v. 52, n. 9, p. 1474-1481, 2008.

FAN, C.; ZIRPOLI, H.; QI, K. n-3 fatty acids modulate adipose tissue inflammation and oxidative stress. **Current Opinion in Clinical Nutrition E Metabolic Care**, Beijing, v. 16, n. 2, p. 124-132, 2013.

FANTINI, A.P.; CANNIATTI-BRAZACA, S.B.; SOUZA, M.C.; MANSI, D.N. Disponibilidade de ferro em misturas de alimentos com adição de alimentos com alto teor de vitamina C e de cisteína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Piracicaba v. 28, n. 2, p. 435-439, 2008.

FAO/OMS. Dietary **Reference Intakes for Energy, Carbohydrate. Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids.** Washington, DC: **N**ational Academies Press, 2002. 1357p. Acesso em: 25 fev.2013. Disponível em: http://www.nal.usda.gov/fnic/DRI/DRI_Energy/energy_full_report.pdf

FAO/OMS. **Human Vitamin and Mineral Requirements**. In: Report 7ª Joint FAO/OMS. Expert Consultation. Bangkok, Thailand, 2001. 286p. Acesso em: 13 jan. 2013. Disponível em: http://www.fao.org/docrep/004/y2809e/y2809e00.HTM

FERRERI, N.R.; HAO, S.; PEDRAZA, P.L.; ESCALANTE, B.; VIO, C.P. Eicosanoids and tumor necrosis factor-alpha in the kidney. **Prostaglandins E Other Lipid Mediators**, New York, v. 98, n. 3/4, p. 101-106, 2012.

FERREIRA, T.A.P.C.F.; MATIAS, A.C.G.; ARÊAS, J.Á.G. Nutritional and functional characteristics of Amaranth (*Amaranthus spp*). **Nutrire - Sociedade brasileira de Alimentação e Nutrição**, Goiânia, v. 32, n. 2, p. 91-116, 2007.

FOOD AND NUTRITION INFORMATION CENTER. **Dietary Reference Intakes:** Macronutrients. Acesso em: 28 nov 2012. 5p. Disponível em: http://www.iom.edu/Global/News%20Announcements/~/media/C5CD2DD7840544979A549EC47E56A02B.ashx

FREEMAN, M.P.; RAPAPORT, M.H. Ômega-3 fatty acids and depression: from cellular mechanisms to clinical care. **Journal of Clinical Psychiatry**, Boston, v. 72, n. 2, p. 258-259, 2011.

FUJITA, A.H.; FIGUEROA, M.O.R. Composição centesimal e teor de b-glucanas em cereais e derivados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 116-120,2003.

FÜRST, P. The striking diet of the island of Crete: lipid nutrition from the palaeolithic to the affluent modern society. **Clinical Nutrition**, Bonn, v. 21, n. S2, p. 9-14, 2002.

GATO, N.; KADOWAKI, A.; HASHIMOTO, N.; YOKOYAMA, S.; MATSUMOTO, K. Persimmon fruit tannin-rich fiber reduces cholesterol levels in humans. **Annals of Nutrition and Metabolism,** Kainan, v. 62, n. 1, p. 1-6, 2013.

GIBSON, R.A.; MAKRIDES, M. n-3 polyunsaturated fatty acid requirements of term infants. **American Journal of Clinical Nutrition**, North Adelaide, v. 71, n. 1, p. 251-255, 2000.

GEMEN, R.; de VRIES, J.F.; SLAVIN, J.L. Relationship between molecular structure of cereal dietary fiber and health effects: focus on glucose/insulin response and gut health. **Nutrition Reviews,** Diemen, v. 69, n. 1, p. 22-33, 2011.

GEWEHR, M.F.; DANELLI, D.; MELO, L.M.; FLÔRES, S.H.; JONG, E.V. Análises químicas em flocos de quinoa: caracterização para a utilização em produtos alimentícios. **Brazilian Journal of Food Technology,** Campo Bom, v**.** 15, n. 4, p.280-287, 2012.

GRIGORJEVA, M.E.; KAZANCHEVA, M.K.H.; LYAPINA, L.A. Anticoagulant Effects of Arginine-Containing Peptide Arg-Pro-Gly-Pro under Conditions of Immobilization Stress. **Bulletin of Experimental Biology and Medicine**, Moscow, v. 154, n. 6, p. 723-727, 2013.

GOMEZ, M.; RONDA, F.; BLANCO, C.; CABALLERO, P.; APESTEGUIA, A. Effect of dietary fiber on dough rheology and bread quality. **European Food Research and Technology**, Palencia, v. 216, n. 1, p. 51–56, 2003.

GRYNSPAN, F.; CHERYAN, M. Phytate-calcium interactionns with soy protein. **Journal of the American Oil Chemist's Society,** Urbana, v. 66, n. 1, p. 93-97, 1989.

GUÉGUEN, L.; POINTILLART, A. The Bioavailability of Dietary Calcium. **Journal of the American College of Nutrition,** Jouy-en-Josas, v. 19, n. 2, p.119S-136S, 2000.

GUZMÁN-MALDONADO, S.H.; ACOSTA-GALLEGOS, J.; PAREDES-LÓPEZ, O. Protein and mineral content of a novel collection of wild and weedy common bean (*Phaseolus vulgaris L.*). **Journal of the Science of Food and Agriculture,** Celaya, v. 80, n. 13, p. 1874-1881, 2000.

GWEE, K.A.Fiber, FODMAPs, flora, flatulence, and the functional bowel disorders. **Journal of Gastroenterology and Hepatology,** Singapura, v. 25, n. 8, p.1335-1336, 2010.

HALFORD, J.C.; HARROLD, J.A. Satiety-enhancing products for appetite control: science and regulation of functional foods for weight management. **Proceedings of the Nutrition Society,** Cambridge, **v.** 71, n. 2, p. 350-362, 2012.

HANDS, E.S. Lipid composition of selected foods. In: HUI, Y.H**. Bailey's industrial oil E fat products.** 5th ed. New York: Wiley, 1996. v.1 p. 441-505.

HARTMAN, L.; LAGO, B.C. A rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, Cambridge, v.22, n. 6, p.475-477, 1973.

HERNÁNDEZ-VIVEROS, M.; GUEVARA-CRUZ, M.; TOVAR, A.R.; AGUILAR-SALINAS, C.A.; MEDINA-VERA, I.; GIL-ZENTENO, L.; HERNÁNDEZ-VIVEROS, I.; LÓPEZ-ROMERO, P.; ORDAZ-NAVA, G.; CANIZALES-QUINTEROS, S.; GUILLEN PINEDA, LE.; TORRES, N. A dietary pattern including nopal, chia seed, soy protein, and oat reduces serum triglycerides and glucose intolerance in patients with metabolic syndrome. **Journal of Nutrition**, Cidade do Mexico, v. 142, n. 1, p. 64-69, 2012.

HOBBS, B.C.; ROBERTS, D. **Toxinfecções e controle higiênico-sanitário de alimentos**. 6 ed. São Paulo: Varela, 1999. 376p.

HOSSEINPOUR-NIAZI, S.; MIRMIRAN, P.; SOHRAB, G.; HOSSEINI-ESFAHANI, F.; AZIZI, F. Inverse association between fruit, legume, and cereal fiber and the risk of metabolic syndrome: Tehran Lipid and Glucose Study. **Diabetes Research and Clinical Practice**, Tehran, v. 94, n. 2, p. 276-283, 2011.

HOWARTH, N.C.; SALTZMAN, E.; ROBERTS, S.B. Dietary fiber and weight regulation. **Nutrition Reviews**, Boston, v. 59, n. 5, p. 129-139, 2001.

HUSSEIN, H.S.; BRASEL, J.M. Review: toxicity, metabolism and impact of mycotoxins on humanos and animals. **Toxicology**, Reno, v. 167, n. 2, p. 101-134, 2001.

HURRELL, R.F. Influence of vegetable protein sources on trace element and mineral bioavailability. **Journal of Nutrition,** Washington, v. 133, n. 9, p. 2973S-2977S, 2003.

IBRÜGGER, S.; KRISTENSEN, M.; MIKKELSEN, M.S.; ASTRUP, A. Flaxseed dietary fiber supplements for suppression of appetite and food intake. **Appetite**. Frederiksberg, v. 58, n. 2, p. 490-495, 2012.

IGNACIO, A.K.F.; RODRIGUES, J.T.D.; NIIZU, P.Y.; CHANG, Y.K.; STEEL, C.J. Effect of the substitution of sodium chloride by potassium chloride in French rolls. **Brazilian Journal of Food Technology,** Campinas, v. 16, n. 1, p. 1-11, 2013.

INNIS, S.H. Perinatal biochemistry and physiology of long-chain polyunsaturated fatty acids. **Journal of Pediatrics**,Vancouver, v. 143, n.4, p. S1-S8, 2003.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary Reference Intakes (DRIs) for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids.** Washington; National Academy Press, 2002. pt 1 1332p.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary Reference Intakes (DRIs) for Calcium and Vitamin D.** Institute Of Medicine. Washington: National Academy Press, 2011. 1116p.

IVANOVSKI, B.; SEETHARAMAN, K.; DUIZER, L.M. Development of soy-based bread with acceptable sensory properties. **Journal of Food Science**; Guelph, v. 77, n. 1, p. S71-S76, 2012.

IWAO, Y.; ISHIMA, Y.; YAMADA, J.; NOGUCHI, T.; KRAGH-HANSEN, U.; MERA, K.; HONDA, D.; SUENAGA, A.; MARUYAMA, T.; OTAGIRI, M. Quantitative evaluation of the role of cysteine and methionine residues in the antioxidant activity of human serum albumin using recombinant mutants. **International Union of Biochemistry and Molecular Biology Life,** Kumamoto, v. 64, n. 5, p. 450-454, 2012.

JACOB, H.E. **Seis Mil Anos de Pão - A Civilização Humana através de seu Principal Alimento.** São Paulo: Ed. Nova Alexandria, 2003. 584p.

JAMES, M.J.; GIBSON, R.A.; CLELAND, L.G. Dietary polyunsaturated fatty acids and inflammatory mediator production. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bedford Park, v. 71, n. 1, p. 343-348. 2000.

JEONG, S.K.; PARK, H.J.; PARK, B.D.; KIM, I.H. Effectiveness of Topical Chia Seed Oil on Pruritus of End-stage Renal Disease (ESRD) Patients and Healthy Volunteers. **Annals of Dermatology,** Daejeon, v. 22, n. 2, p.143-148, 2010.

JEPPESEN, C.; SCHILLER, K.; SCHULZE, M.B. Ômega-3 and Ômega-6 Fatty Acids and Type 2 Diabetes. **Current Diabetes Reports**, Nuthetal, v.13, n. 2, p. 279-288, 2013.

JIN, F.; NIEMAN, D.C.; SHA, W.; XIE, G.; QIU, Y.; JIA, W. Supplementation of Milled Chia Seeds Increases Plasma ALA and EPA in Postmenopausal Women. **Plants Foods for Human Nutrition,** Kannapolis, **v.** 67, n. 2, p. 105–110, 2012.

KACZMARCZYK, M.M.; MILLER, M.J.; FREUND, G.G. The health benefits of dietary fiber: beyond the usual suspects of type 2 *diabetes mellitus*,cardiovascular disease and colon cancer. **Metabolism**, Urbana, v.61, n. 8, p. 1058-1066, 2012.

KANG, H.P.; LEE, H.; OH, T.G.; LEE, K.J.; PARK, S.J.; CHUNG, M.J.; KIM, S.U.; LEE, H.; PARK, J.C.; HONG, S.P.; PARK, J.Y.; BANG, S.; KIM, D.O. Y; CHEON, J.H.; AHN, S.H.; KIM, T.I.; PARK, S.W.; SONG, S.Y. The use of health functional foods in gastrointestinal cancer patients. **Clinical Nutrition Research**, Seoul, v. 2, n. 1, p. 19-25. 2013.

KELLEY, D.S. Modulation of human immune and inflammatory responses by dietary fatty acids. **Nutrition**, Davis, v.17, n. 7/8, p. 669-673, 2001.

KIEFER, J.; BEYER-SEHLMEYER, G.; POOL-ZOBEL, B.L. Mixtures of SCFA, composed according to physiologically available concentrations in the gut lumen, modulate histone acetylation in human HT29 colon cancer cells. **British Journal of Nutrition,** Jena, v. 96, n. 5, p. 803-810, 2006.

KIECOLT-GLASER, J.K.; BELURY, M.A.; ANDRIDGE, R.; MALARKEY, W.B.; HWANG, B.S.; GLASER, R. Ômega-3 supplementation lowers inflammation in healthy middle-aged and older adults: a randomized controlled trial. **Brain, Behavior, and Immunity**, Detroit, v. 26, n. 6, p. 988-995, 2012.

KRIS-ETHERTON, P.M.; HARRIS, W.S.; APPEL, L.J. American Heart Association. Nutrition Committee. Fish consumption, fish oil, ômega-3 fatty acids and cardiovascular disease. **Circulation**, Dallas, v. 106, n. 21, p. 2747-2757, 2002.

KRIS-ETHERTON, P.M.; TAYLOR, D.S.; YU-POTH, S.; HUTH, P.; MORIARTY, K.; FISHELL, V. Polyunsaturated fatty acids in the food chain in the United States. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Glenview, v. 71, n. 1 Suppl, p. 179S-188S, 2000.

KUMAGAI, H.; KOIZUMI, A.; SUDA, A.; SATO, N.; SAKURAI, H.; KUMAGAI, H. Enhanced calcium absorption in the small intestine by a phytate-removed deamidated soybeanglobulin preparation. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, Kanagawa , v. 68, n. 7, p. 1598-1600, 2004.

KUNYANGA, C.N.; IMUNGI, J.K.; OKOTH, M.W.; BIESALSKI, H.K.; VADIVEL, V. Antioxidant and type 2 diabetes related functional properties of phytic acid extract from Kenyan local food ingredients: effects of traditional processing methods. **Ecology of Food and Nutrition,** Nairobi, v. 50, n. 5, p. 452-471, 2011.

LAAKSONEN, T.J**. Effects of ingredients on phase and state transitions of frozen wheat doughs.** Academic Dissertation. Helsink, 2001. 69p.

LAJOLO, F.M.; TIRAPEGUI, J. Proteínas e aminoácidos. In: OLIVEIRA, J.E.D. de. **Ciências Nutricionais.** cap. 3. São Paulo: Sarvier, 1998. p.41-65.

LAMOUNIER, J.A.; PARIZZI, M.R. Obesidade e saúde pública. **Caderno de Saúde Pública**, Belo Horizonte, v. 23, n. 6, p. 1497-1499, 2007.

LANDS, B. A critique of paradoxes in current advice on dietary lipids. **Progress in Lipid Research,** Westchester , v. 47, n. 2, p. 77-106, 2008.

LANDS, B. Consequences of essential fatty acids. **Nutrients**, Westchester , v. 4, n. 9, p. 1338-1357, 2012.

LEA, E.J.; CRAWFORD, D.; WORSLEY, A. Public views of the benefits and barriers to the consumption of a plant-based diet. **European Journal of Clinical Nutrition**, Victoria, v. 60, n. 7, p. 828-837, 2006.

LEÓN, A.E.; ROSELL, C.M. **De Tales Harinas, Tales Panes**: Granos, Harinas y Productos de Panificación en Iberoamérica. Córdoba :Hugo Báez Editor .. 2007. 480p.

LESPÉRANCE, F.; FRASURE-SMITH, N.; ST-ANDRÉ, E.; TURECKI, G.; LESPÉRANCE, P.; WISNIEWSKI, S.R. The efficacy of ômega-3 supplementation for major depression: a randomized controlled trial. **Journal of Clinical Psychiatry.** Montreal, v.72, n. 8, p. 1054-1062, 2011.

LI, Z.L.; CHEN, X.M.; YANG, L.C.; DENG, X.L.; FU, S.H.; CAI, L.L.; ZHOU, Y.; CHEN, J.; BAI, J.; CONG, Y.L. Effects of extracellular calcium concentration on platelets aggregation, coagulation indices and thromboelastography. **Zhonghua Yi Xue Za Zhi.** Beijing, v. 90, n. 22, p. 1547-1550, 2010.

LIANG, X.; KAYA, A.; ZHANG, Y.; LE, D.T.; HUA, D.; GLADYSHEV, V.N. Characterization of methionine oxidation and methionine sulfoxide reduction using methionine-rich cysteine-free proteins. **BMC Biochemistry,** Nebraska, v.13, n. 21, p. 1-10, 2012.

LIMA, C.C. **Aplicação das Farinhas de Linhaça (*Linum usitatissimum L.)* e Maracujá (Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.) no Processamento de Pães com Propriedades Funcionais.** 2007. 148p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, 2007.

LIU, C.J.; LIN, J.Y.Anti-inflammatory effects of phenolic extracts from strawberry and mulberry fruits on cytokine secretion profiles using mouse primary splenocytes and peritoneal macrophages. **International Immunopharmacology**, Taichung v. 16, n. 2, p. 165-170, 2013.

LIU, J.C.; CONKLIN, S.M.; MANUCK, S.B.; YAO, J.K.; MULDOON, M.F. Long-chain ômega-3 fatty acids and blood pressure. **American Journal of Hypertension,** Pittsburgh, v.24, n. 10, p. 1121-1126, 2011.

LUDWIG, T.; WORSCH, S.; HEIKENWALDER, M.; DANIEL, H.; HAUNER, H.; BADER, B.L. Metabolic and immunomodulatory effects of n-3 fatty acids are different in mesenteric and epididymal adipose tissue of diet-induced obese mice. **American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism**, Freising-Weihenstephan, v. 304, n. 11, p. E1140-E156, 2013.

MADSEN, L.; RUSTAN, A.C.; VAAGENES, H.; BERGE, K.; DYRØY, E.; BERGE, R.K. Eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids affect mitochondrial and peroxisomal fatty acid oxidation in relation to substrate preference. **Lipids**, Bergen, v.34, n. 9, p. 951-963, 1999.

MAKI, K.C.; DAVIDSON, M.H.; WITCHGER, M.S.; DICKLIN, M.R.; SUBBAIAH, P.V. Effects of high-fiber oat and wheat cereals on postprandial glucose and lipid responses in healthy men. **International Journal for Vitamin and Nutrition Research**, Chicago, v. 77, n. 5, p. 347-356, 2007.

MALEKSHAHI MOGHADAM, A.; SAEDISOMEOLIA, A.; DJALALI, M.; DJAZAYERY, A.; POOYA, S.; SOJOUDI, F. Efficacy of ômega-3 fatty acid supplementation on serum levels of tumour necrosis factor-alpha, C-reactive protein and interleukin-2 in type 2 diabetes mellitus patients. **Singapore Medical Journal**,Tehran, v.53, n. 9, p. 615-619, 2013.

MALPELI, A.; APEZTEGUIA, M.; MANSUR, J.L.; ARMANINI, A.; MACÍAS COURET, M.; VILLA LOBOS, R.; KUZMINCZUK, M.; GONZALEZ, H.F. Calcium supplementations, bone mineral density and bone mineral content. Predictors of bonemass changes in adolescent mothers during the 6-month postpartum period. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición,** La Plata, v. 62, n. 1, p. 30-36, 2012.

MALTA, D.C.; CEZÁRIO, A.C.; MOURA, L.; NETO, O.L.M; JUNIOR, J.B.S. Building Surveillance and Prevention for Chronic Non Communicable Diseases in the National Unified Health System. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 47 – 65, 2006.

MARTIN, C.A.; ALMEIDA, V.V.; RUIZ, M.R.; VISENTAINER, J.E.L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N.E.; VISENTAINER, J,V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, Maringá, v. 19, n. 6, p. 761-770, 2006.

MARQUES, A.C. **Propriedades funcionais da linhaça (*Linun usitatissimun L.)* em diferentes condiçoes de preparo e de uso em alimentos**. 114p. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria/RS, 2008.

MASTRODI SALGADO, J.; BARONI FERREIRA, T.R.; DE OLIVEIRA BIAZOTTO, F.; DOS SANTOS DIAS, C.T. Increased antioxidant content in juice enriched with dried extract of pomegranate (*Punica granatum*) Peel. **Plant Foods for Human Nutrition,** Piracicaba, v. 67, n. 1, p. 39-44, 2012.

MATTES, R.D. Effects of a combination fiber system on appetite and energy intake in overweight humans. **Physiology E Behavior**, Lafayette, v. 90, n. 5, p. 705-711, 2007.

MATUDA, T.G. **Análise térmica da massa de pão francês durante os processos de congelamento e descongelamento:** Otimização de uso de aditivos. 2004. 142p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo/SP, 2004.

MELO, M.E.; MANCINI, M.C. Obesidade. **Revista Brasileira de Medicina**, São Paulo, v. 66, n. 12, p.100-108, 2009.

MERAL, R.; DOĞAN, I.S. Grape seed as a functional food ingredient in bread-making. **International Journal of Food Science E Nutrition**, Van, v. 64, n. 3, p. 372-379, 2012.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **A vigilância, o controle e a prevenção das doenças crônicas não transmissíveis – DCNT – no contexto do Sistema Único de Saúde brasileiro.** 80p. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2005. Acesso em: 25 maio 2013. Disponível em: http://www.saude.es.gov.br/download/GERA_DCNT_NO_SUS.pdf

MINISTÉRIO DA SAÚDE. VIGITEL BRASIL. **Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico em 2011.** 134p. Brasília-DF, 2012. Acesso em :14 jun 2013. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigitel_brasil_2011_fatores_risco_doencas_cronicas.pdf

MOSHA, T.C.; GAGA, H.E.; PACE, R.D.; LASWAI, H.S.; MTEBE, K. Effect of blanching on the content of antinutritional factors in selected vegetables. **Plant Foods for Human Nutrition,** Morogoro, v. 47, n. 4, p. 361-367, 1995.

MOHD, ALI N, YEAP SK, HO WY, BEH BK, TAN SW, TAN SG. The promising future of chia, *Salvia hispanica L*. **Journal of Biomedicine and Biotechnology,** Selangor, v. 2012, p. 1-9, 2012.

MONROY-TORRES, R.; MANCILLA-ESCOBAR, M.L.; GALLAGA-SOLÓRZANO, J.C.; MEDINA-GODOY, S.; SANTIAGO-GARCÍA, E.J. Protein digestibility of chia seed *Salvia hispanica L*. **Revista de la Facultad de Salud Pública y Nutrición**, Guanajuato**,** v. 9, n. 1, p. ISSN: 1870-01602008. 2008.

MONTAGNE, L.; PLUSKE, J.R.; HAMPSON, D.J. A review of interaction between dietary fibre and the mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, Rennes Cedex, v. 108, n. 1/4, p. 95-117, 2003.

MONTONEN, J.; BOEING, H.; FRITSCHE, A.; SCHLEICHER, E.; JOOST, H.G.; SCHULZE, M.B.; STEFFEN, A.; PISCHON, T. Consumption of red meat and whole-grain bread in relation to biomarkers of obesity, inflammation, glucose metabolism and oxidative stress. **European Journal of Nutrition**, Nuthetal, v. 52, n. 1, p. 337-345, 2012.

MOREIRA, N.X.; CURI, R.; MANCINI-FILHO, J. Ácidos graxos: uma revisão. **Revista Nutrire**, São Paulo, v. 24, p. 105-123, 2002.

MOURA, N.C. **Características físico-químicas, nutricionais e sensoriais de pão de forma com adição de grãos de linhaça (*Linum usitatissimum*).** 2008. 95p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade de São Paulo, 2008.

MOURA, N.C.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Avaliação da disponibilidade de ferro de feijão comum (*Phaseolus vulgaris L.*) em comparação com carne bovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Piracicaba, v.26, n. 2, p. 270-276, 2006.

MÜLLER, A.J.; KNUTH, M.; NIKOLAUS, K.S.; KRIVÁNEK, R.; KÜSTER, F.; HASSLACHER, C. First clinical evaluation of a new percutaneous optical fiber glucose sensor for continuousglucose monitoring in diabetes. **Journal of Diabetes Science and Technology,** Grossostheim, v.7, n. 1, p. 13-23, 2013.

MUMFORD, S.L.; SCHISTERMAN, E.F.; SIEGA-RIZ, A.M.; GASKINS, A.J.; WACTAWSKI-WENDE, J.; VANDERWEELE, T.J. Effect of dietary fiber intake on lipoprotein cholesterol levels independent of estradiol in healthy premenopausal women. **American Journal of Epidemiology,** Rockville, v. 173, n. 2, p. 145-156, 2011.

NAKAMURA, M.T.; NARA, T.Y. Structure, function and dietary regulation of delta-6, delta-5 and delta-9 desaturases. **Annual Review of Nutrition**, Urbana, v. 24, n. 4, p. 345-376, 2004.

NAWAR, W.W. Lipids. In: FENNEMA, O.R. Food **chemistry.** 3rd ed. New York: Marcel Dekker. Food Science and Technology, 1996. p. 225-319.

NAWROCKA-MUSIAŁ, D.; LATOCHA, M. Phytic acid-anticancer nutriceutic. **Polski Merkuriusz Lekarski,** Katowicach, **v.** 33, n. 193, p. 43-47, 2012.

PERAICA, M.; RADIC, B.; LUCIC, A.; PAVLOVIC, M. Toxic effects of mycotoxins in humans. **Bulletin of the World Health Organization**, Zagreb, v. 77, n. 9, p. 754-766, 1999.

NICEOLETTI AM. **Modulação das vias de sinalização envolvidas na síntese proteica em camundongos:** papel do treinamento aeróbio e da suplementação com leucina. 2007. 128p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2007.

NIEMAN, D.C.; CAYEA, E.J.; AUSTIN, M.D.; HENSON, D.A.; MCANULTY, S.R.; JIN, F. Chia seed does not promote weight loss or alter disease risk factors in overweight adults**,** **Nutrition Research**, Boone, v. 29, n. 6, p. 414 – 418, 2009.

NIEMAN, D.C.; GILLITT, N.; JIN, F.; HENSON, D.A.; KENNERLY, K.; SHANELY, R.A.; ORE, B.; SU, M.; SCHWARTZ, S.Chia seed supplementation and disease risk factors in overweight women: a metabolomics investigation. **Journal of Alternative and Complementary Medicine**, Kannapolis**,** v. 18, n. 7, p. 700-708, 2012.

NORDIN, S.M.; BOYLE, M.; KEMMER, T.M. Position of the academy of nutrition and dietetics: nutrition security in developing nations: sustainable food, water, and health. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics,** Morristown, v**.** 113, n. 4, p. 581-595, 2013.

NSOR-ATINDANA, J.; ZHONG, F.; MOTHIBE, K.J. In vitro hypoglycemic and cholesterol lowering effects of dietary fiber prepared from cocoa (*Theobroma cacao L.*) shells. **Food & Function**, Jiangsu, v.3, n. 10, p. 1044-1050, 2012.

OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M.A.B.; SPOTO, M.H.F. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos.** Manole, 2006. 612p.

OLIVOS-LUGO, B.L.; VALDIVIA-LÓPEZ, M.Á.; TECANTE, A. Thermal and physicochemical properties and nutritional value of the protein fraction of Mexican chia seed (*Salvia hispanica L.*). **Food Science and Technology International,** Cidade do Mexico, v.16, n. 1, p. 89-96, 2010.

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

OZEN, A.E.; PONS, A.; TUR, J.A. World wide consumption of functional foods: a systematic review. **Nutrition Reviews,** Palma de Mallorca, v. 70, n. 8, p. 472-481, 2012.

PACHECO, M.T.B.; SGARBIERI, V.C. **Fibra e doenças gastrointestinais**. In: LAJOLO, F.M. Fibra dietética en Iberoamérica: Tecnología y salud. São Paulo: Varela, 2001. 397p.

PAIK, H.T.; SHIM, J.E.; JOUNG, H.; NAM, G.; LEE, J.; SHIM, J.E. Bioavailable zinc intake of Korean adults in relation to the phytate content of Korean foods. **Journal of Food Composition and Analysis**, Seoul, v. 17, n. 6, p. 713-724, 2004.

PAREJA, J.C.; PILLA, V.F. Mecanismos de funcionamento da restrição gástrica, da derivação gastrojejunal e das derivações intestinais e biliopancreáticas. In: GARRIDO-JR, Editor. **Cirurgia da obesidade**. São Paulo: Atheneu, 2002. 129p.

PATIENT, D.; AINSWORTH, P. The chemistry of flour and bread. **Nutrition and FoodScience,** London, v. 94, n. 3, p. 22-24, 1994.

PENNA, F.J.; PÉRET FILHO, L.A.; CALÇADO, A.C.; RIBEIRO, J.H.; NICOLI, J.R. Bases experimentais e clínicas atuais para o emprego dos probióticos. **Jornal de Pediatria**, Belo Horizonte, v. 76, n. 2, p. 209-217, 2000.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; ARRANZ, S.; TABERNERO, M.; DÍAZ-RUBIO, M.E.; SERRANO, J.; GOÑI, I. Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: extraction, measurement and expression of results. **Food Research International**, Madrid, v. 41, n. 3, p. 274-285, 2008.

PETERS, B.S.; WIERZBICKI, A.S.; MOYLE, G.; NAIR, D.; BROCKMEYER, N. The effect of a 12-week course of ômega-3 polyunsaturated fatty acids on lipid parameters in hypertriglyceridemic adult HIV-infected patients undergoing HAART: a randomized, placebo-controlled pilot trial. **Clinical Therapeutics**, London, v.34, n. 1, p. 67-76, 2012.

PIMENTEL, B.M.V.; FRANCKI, M.; GOLLÜCKE, B.P. **Alimentos funcionais**: introdução as principais substâncias bioativas em alimentos. São Paulo: Editora Varella, 2005. 95p.

PIRES, C.V.; OLIVEIRA, M.G.A.; ROSA, J.C.; COSTA, N.M.B. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Viçosa, v. 26, n. 1, p. 179-187, 2006.

PHILIPPI, S.T. **Nutrição e Técnica Dietética**. 2 ed. Barueri: Manole, 2003. 390p.

PHILLIPS, M.M.; RIMMER, C.A. Functional foods and dietary supplements. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, Gaithersburg, v. 405, n. 13, p.4323- 4324, 2013.

POERSCH, N.L.; MALLMANN, C.A. Digestible reactive lysine in selected milk-based products. **Journal of Dairy Science**, Palmerston North, v. 88, n. 1, p. 40-48, 2005.

POSSAMAI, T.N. **Elaboração do pão de mel com fibra alimentar proveniente de diferentes grãos, sua caracterização físico-química, microbiológica e sensorial**. 2005. 82p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, 2005.

POUDYAL, H.; PANCHAL, S.K.; WAANDERS, J.; WARD, L.; BROWN; L. Lipid redistribution by α-linolenic acid-rich chia seed inhibits stearoyl-CoA desaturase-1 and induces cardiac and hepatic protection in diet-induced obese rats. **The Journal of Nutritional Biochemistry,** Brisbane , v. 23, n. 2, p. 153-162, 2012.

PREGNOLATTO, W.; PREGNOLATTO, N.P. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3 ed. São Paulo, 1985. 533p.

PRICE, M.L.; HAGERMAN, A. E. Tannin contet of cawpeas, chickpeas, pigeon peas, and human mung beans. 1. Agric. **Food Chemistry**, Indiana, v. 28, n. 2, p. 459-461, 1980.

PRIOR, R.L.; WU, X.; SCHAICH, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** Arkansas, v. 53, n. 10, p. 4290-4302, 2005.

PUPE, A.; DEGREEF, H.; GARMYN, M. Induction of tumor necrosis factor-alpha by UVB: a role for reactive oxygen intermediates and eicosanoids. **Photochemistry and Photobiology**. Leuven, v. 78, n. 1, p. 68-74, 2003.

PYLLER, E.J. **Baking:** Sciense E Technology. 3rd ed. Kansas: Sland, 1988. 1346p.

RAMADAN, M.F.; MOERSEL, J.T. Screening of the antiradical action of vegetable oils. **Journal of Food Composition and Analysis**, Berlin, v. 19, n. 8, p. 838-842, 2006.

REEDS, P.J.; BURRIN, D.G.; STOLL, B.; JAHOOR, F. Intestinal glutamate metabolism. **Journal of Nutrition,** Houston, v. 130, n. 4S, p. 978S-982S, 2000.

RIBEIRO, N.D.; LONDERO, P.M.G.; FILHO, A.C.; JOST, E. Composição de aminoácidos de cultivares de feijão e aplicações para o melhoramento genético. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Santa Maria, v. 42, n. 10, p. 1393-1399, 2007.

ROBERFROID, M. Functional food concept and its application to prebiotics. **Digestive and Liver Disease,** Louvain, v. 34, n. 2, p. 105-110, 2002.

ROBERTSON, M.D.; WRIGHT, J.W.; LOIZON, E.; DEBARD, C.; VIDAL, H.; SHOJAEE-MORADIE, F.; RUSSELL-JONES, D.; UMPLEBY, A.M. Insulin-sensitizing effects on muscle and adipose tissue after dietary fiber intake in men and women with metabolic syndrome. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Guildford, v. 97, n. 9, p. 3326-3332, 2012.

ROMERO, A.C., FERREIRA, T.R.B.; SANTOS DIAS, C.T.; CALORI-DOMINGUES, M.A.; DA GLORIA, E.M. Occurrence of AFM1 in urine samples of a Brazilian population and association with food consumption. **Food Control**, Piracicaba, v.1, n.4, p.554-558, 2010.

ROSS, S. Functional foods: the food and drug administration perspective. **American Journal of Clinical Nutrition**, Washington, v. 71, n. 6, p. 1735S–1738S, 2000.

SAAD, S.M.I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences,** Sao Paulo, v. 42, n. 1, p. 1-16, 2006.

SALEM, J.N. Introduction to polyunsaturated fatty acids. **Backgrounder**, Alabama, v. 3, n. 1, p. 1-8, 1999.

SALGADO, J.M. **Faça do alimento seu medicamento**. São Paulo: Madras, 2000. 173p.

SALGADO, J.M.; RODRIGUES, B.S.; DONADO-PESTANA, C.M.; DOS SANTOS DIAS, C.T.; MORZELLE, M.C. Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) peel as potential source of dietary fiber and phytochemicals in whole-bread preparations**. Plant Foods for Human Nutrition,.**Piracicaba, v. 66, n. 4, p. 384-390, 2011.

SALGADO-CRUZ, M.P.; CEDILLO-LÓPEZ, D.C.M.; BELTRÁN, O.M.C. Estudio de las Propiedades Funcionales de la Semilla de Chía (*Salvia hispánica*) y de la Fibra Dietaria Obtenida de la Misma. In:CONGRESO NACIONAL DE CIENCIA DE LOS ALIMENTOS, 7., Y FORO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS,3., Guanajuato, Gto. Mexico. 2005. Acesso em 14 dez 2012. Disponivel em: <http://www.respyn.uanl.mx/especiales/2005/ee-13-2005/documentos/CNA53.pdf>

SALINAS, R.D. **Alimentos e nutrição:** introdução à bromatologia. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2002. 280p.

SALLEH, W.M.; AHMAD, F.; YEN, K.H.; SIRAT, H.M. Chemical compositions, antioxidant and antimicrobial activity of the essential oils of *Piper officinarum (Piperaceae*). **Natural Product Communications**, Johor, v. 7, n. 12, p. 1659-1662, 2012.

SANDOVAL-OLIVEROS, M.R.; PAREDES-LOPEZ, O. Isolation and Characterization of Proteins from Chia Seeds (*Salvia hispanica L.*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** Santiago de Querétar, v.61, n. 1, p. 193−201, 2013.

SANKHLA, M.; SHARMA, T.K.; GAHLOT, S.; RATHOR, J.S.; VARDEY, S.K.; SINHA, M.; KAUSHIK, G.G.; GADHOK, A.K.; GHALAUT, V.S.; MATHUR, K.; SINGH, R. The ominous link between obesity and abdominal adiposity with diabetes and diabetic dyslipidemia in diabetic population of developing country. **Clinical Laboratory,** Rajasthan, v. 59, n. 1/2, p. 155-161, 2013.

SANTOS, M.A.T.; NEPOMUCENO, I.A.S.; ABREU, C.M.P.; CARVALHO, V.D. Teores de Polifenóis de caule e folhas de quatro cultivares de abacaxizeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 274-276, 2001.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas.** Piracicaba: ESALQ, Departamento de Química, 1974. 56p.

SATIJA, A.; HU, F.B. Cardiovascular benefits of dietary fiber. **Current Atherosclerosis Reports**, Boston, v. 14, n. 6, p. 505-514, 2012.

SCHAEFER, E.J. Lipoproteins, nutrition, and heart disease. T**he American Journal of Clinical Nutrition,** Boston, v. 75, n. 2, p. 191-212, 2002.

SCHROEDER, N.; MARQUART, L.F.; GALLAHER, D.D. The role of viscosity and fermentability of dietary fibers on satiety- and adiposity-related hormones in rats. **Nutrients**. Saint Paul, v. 5, n. 6, p. 2093-2113, 2013.

SCIENTIFIC REVIEW COMMITTEE (SCR). **Nutrition recommendations.** Ottawa: Canadian Government Publishing Centre, Supply and Services Canada, 1990.

SEIFERT, J. **Collagen Hydrolysate and its Biological Value**. cap. 3. In: Collagen Hydrolysate and its Relationship to Joint Health – A Scientific Compendium. Germany. . 2004. 120p.

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

SHEWRY, P.R.; HALFORD, N.G. Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 53, n. 370, p. 947-958, 2002.

SHUTOV, A.D.; PRAK, K.; FUKUDA, T.; RUDAKOV, S.V.; RUDAKOVA, A.S.; TANDANG-SILVAS, M.R.; FUJIWARA, K.; MIKAMI, B.; UTSUMI, S.; MARUYAMA, N. Soybean basic 7S globulin: subunit heterogeneity and molecular evolution. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry,** Kyoto, v.74, n. 8, p. 1631-1634, 2010.

SILVA, M.S.; NAVES, M.M.; OLIVEIRA, R.B.; LEITE, O.S.M. Composição Química e Valor protéico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Goiânia, v. 26, n. 3, p. 571-576, 2006.

SILVA, R.F.; ASCHERI, J.L.R.; PEREIRA, R.G.F.A. Composição centesimal e perfil de aminoácidos de arroz e pó de café**. Alimentos e Nutrição,** Araraquara, v. 18, n. 3, p.325-330, 2007.

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

SIMOPOULOS, A.P. The importance of the ratio of ômega-6/ômega-3 essential fatty acids. **Biomedicine E Pharmacotherapy,** Washington, v. 56, n. 8, p. 365–379, 2002.

SIMOPOULOS, A.P, CLELAND LG. Ômega-6/Ômega-3 Essential Fatty Acid Ratio: The scientific evidence. **World Rev Nutr Diet. Basel: Karger**, Washington, v. 92, 174p, 2003.

SIMOPOULOS, A.P. Evolutionary aspects os diet, the ômega6/ômega3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. **Biomedicine E Pharmacoterapy**, Washington, v. 60, n. 9, p. 502-507, 2006.

SIMOPOULOS, A.P. The Importance of the Ômega-6/Ômega-3 Fatty Acid Ratio in Cardiovascular Disease and Other Chronic Diseases. **Experimental Biology and Medicine**. Washington, v. 233, n. 6, p. 674-688, 2008.

SIMOPOULOS, A.P. Importance of the ômega-6/ômega-3 balance in health and disease: evolutionary aspects of diet. W**orld Review of Nutrition E Dietetics**, Washington, v. 2011, n. 102, p. 10-21, 2011

SIVAM, A.S.; SUN-WATERHOUSE, D.; QUEK, S.; PERERA, C.O. Properties of bread dough with added fiber polysaccharides and phenolic antioxidants: a review. **Journal of Food Science,** Auckland, **v.**75, n. 8, p. R163-R174. 2010.

SOCCOL, M.C.H.; OETTERER, M. Seafood as functional food. Brazilian **Archives of Biology and Technology,** Piracicaba, v. 46, n. 3, p. 443-454, 2003.

STAUFFER, C.E. Principles of Dough formation In CAUVAIN, S. P.; YOUNG, L.S. **Technology of Breadmaking,** London: Blackie Academic E Professional, 1998. p. 262-295.

STEWART, P.; BOONSIRI, P.; PUTHONG, S.; ROJPIBULSTIT, P. Antioxidant activity and ultrastructural changes in gastric cancer cell lines induced by Northeastern Thai edible folk plant extracts. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, Pathumthani, v. 13, n. 1, p. 60, 2013.

STRANDVIK, B. The ômega-6/ômega-3 ratio is of importance. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids,** Boston, v. 85, n. 6, p. 405-406, 2011.

SU, C.H.; HSU, C.H.; NQ, R.T. Inhibitory potential of fatty acids on key enzymes related to type 2 diabetes. **Biofactors**. Taipei, Jan 28. doi: 10.1002/biof.1082. [Epub ahead of print]. 2013.

SWAIN, T.; HILLIS, W.E. The phenolic constituents of Prunus domestica I.- The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of Science and Food Agriculture**, Melbourne, v.10, n. 1, p. 63-68, 1959.

TEITELBAUM, D.H. Butyric acid: putting some fiber into your parenteral nutrition solution. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, Michigan, v. 35, n. 4, p. 443-444, 2011.

THE NATIONAL ACADEMY PRESS. **Dietary Reference Intakes for Energy,Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients)** (2005). Acesso em: 09/03/2013. Disponível em: http://www.nap.edu/books/0309085373/html/1324.html.

THIRABUNYANON, M.; HONGWITTAYAKORN, P. Potential probiotic lactic acid bacteria of human origin induce antiproliferation of colon cancer cells via synergic actions in adhesion to cancer cells and short-chain fatty acid bioproduction. **Applied Biochemistry and Biotechnology.** Chiang Mai, v. 169, n. 2, p. 511-525, 2013.

TUBEROSO, C.I.G.; KOWALCZYK, A.; SARRITZU, E.; CABRAS, P. Determination of antioxidant compounds and antioxidant activity in commercial oilseeds for food use. **Food Chemistry**, Wrocław, v.103, n. 4, p. 1494-1501, 2007.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP). **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 2. ed. Campinas, 2006. 113 p. Acesso em: 26 jun 2013. Disponível em http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4_versao_ampliada_e_revisada.pdf

ULBRICHT, C.; CHAO, W.; NUMMY, K.; RUSIE, E.; TANGUAY-COLUCCI, S.; IANNUZZI, C.M.; PLAMMOOTTIL, J.B.; VARGHESE, M.; WEISSNER, W. Chia (*Salvia hispanica*): a systematic review by the natural standard research collaboration. **Reviews on Recent Clinical Trials,** Somerville, v. 4, n. 3, p. 168-174, 2009.

USDA. **National Nutrient Database for Standard Reference**. Release 25. Software v.1.2.2. Acesso em: 26 jun 2013. Disponível em:http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/6238

VALAVANIDIS, A.; NISIOTOU, C.; PAPAGEORGIOU, Y.; KREMLI, I.; SATRAVELAS, N.; ZINIERIS, N. Comparison of the radical scavenging potential of polar and lipidic fractions of olive oil and other vegetable oils under normal conditions and after thermal treatment. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Athens, v. 52, n. 8, p. 2358-2365, 2004.

VÁZQUES-OVANO, A.; BETANCUR-ANCONA, D.; CHEL-GUERRERO, L. Physicochemical and functional properties of a protein-rich fraction produced by dry fractionation of chia seeds (*Salvia hispanica L.*). **CyTA - Journal of Food**, Yucatán, v.11, n. 1, p. 75-80, 2013.

VUKSAN, V.; WHITHAM, D.; SIEVENPIPER, J.L.; JENKINS, A.L.; ROGOVIK, A.L.; BAZINET, R.P.; VIDGEN, E.; HANNA, A. Supplementation of conventional therapy with the novel grain Salba (*Salvia hispanica L.*) improves major and emerging cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: results of a randomized controlled trial. **Diabetes Care**. Toronto, v.30, n. 11, p. 2804-2810, 2007.

VUKSAN, V.; JENKINS, A.L.; DIAS, A.G.; LEE, A.S.; JOVANOVSKI, E.; ROGOVIK, A.L.; HANNA, A. Reduction in postprandial glucose excursion and prolongation of satiety: possible explanation of the long-term effects of whole grain Salba (*Salvia hispanica L.*), **European Journal of Clinical Nutrition**, Toronto, v. 64, n. 4, p. 436–438, 2010.

VEDTOFTE, M.S.; JAKOBSEN, M.U.; LAURITZEN, L.; HEITMANN, B.L. The role of essential fatty acids in the control of coronary heart disease. **Current Opinion in Clinical Nutrition E Metabolic Care.** Copenhagen, v. 15, n. 6, p. 592-596, 2012.

VELIOGLUS YS; MAZZA G; GAO L; OOMAH BD. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables and grain products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, n. 10, p. 4113-4117, 1998.

VILCHE, C.; GELY, M.; SANTALLA, E. Physical properties of quinoa seeds. **Biosystems Engeneering**, Olavarría, v. 86, n. 1, p. 59-65, 2003.

WANG, J.; ROSELL, C.; BARBER, C. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality**. Food Chemistry**, Zhengzhou , v. 79, n. 2, p. 221–226, 2002.

WRIGHT, K.; PIKE, O.; FAIRBANKS, D.; HUBER, C. Composition of Atriplex hortensis, sweet and bitter Chenopodium quinoa seeds. **Journal of Food Science**, Provo, v.67, n. 4, p. 1383-1385,2002.

WHITE, J.A.; HART, R.J.; KRY, J.C. An evaluation of the Waters Pico-Tag system for the amino acid analysis of food materials. **The Journal of Automatic Chemistry**, Surrey, v. 8, n. 4, p. 170-177, 1986.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Joint Consultation: fats and oils in human nutrition. **Nutrition Reviews**, Rome, v.53, n. 7, p. 202-205, 1995.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO)/ FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION (WHO/FAO). WHO sites. Global **and regional food consumption patterns and trends,** 2003. Acesso em: 25 jan 2013. Disponível em: http://www.who.int/nutrition/topics/3_foodconsumption/en/print.html.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **World Health Statistics 2012.** 180p. Acesso em: 12 jan 2013. Disponivel em: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44844/1/9789241564441_eng.pdf

WICKBOLD. **Grão Sabor Chia e Macadâmia**. Acesso em: 21 maio 2013. Disponível em: http://www.wickbold.com.br/produtos/grao-sabor/grao-sabor-chia-e-macadamia/

WILLIANS, S.R. **Fundamentos de Nutrição e dietoterapia**. 6.ed. Porto Alegre: Artes Médicas. 1997. p. 91-113.

YAO, W.; LI, J.; WANG, J.J.; ZHOU, W. WANG, Q.; ZHU, R.; WANG, F.; THACKER, P.; Effects of dietary ratio of n-6 to n-3 polyunsaturated fatty acids on immunoglobulins, cytokines, fatty acid composition, and performance of lactating sows and suckling piglets. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, Beijing, v. 3, n. 1, p. 43, 2012.

YEHUDA, S.; RABINOVITZ, S.; CARASSO, R.L.; MOSTOFSKY, D.I. The role of polyunsaturated fatty acids in restoring the aging neuronal membrane. **Neurobiology Aging**; Ramat Gan, v. 23, n. 5, p. 843-853, 2002.

ZEMAN, M.; JIRAK, R.; VECKA, M.; RABOCH, J.; ZAK, A. N-3 polyunsaturated fatty acids in psychiatric diseases: mechanisms and clinical data. **Neuroendocrinology Letters**. Prague, v. 33, n. 8, p. 736-748, 2012.

ZIBOH, V.A.; MILLER, C.C.; CHO, Y. Metabolism of polyunsaturated fatty acids by skin epidermal enzymes: generation of antiinflammatory and antiproliferative metabolites. **The American Journal of Clinical Nutrition,** Davis, v. 71, n. 1, p. 361S-366S, 2000.

ZHUKOVS'KA, A.S.; SHYSH, A.M.; MOĬBENKO, O.O. Study of the impact of Ômega-3 PUFA on fatty acid composition of heart, respiration and swelling of mitochondria of the heart in diabetes. **Fiziol Zh**. Kiev, v. 58, n. 2, p. 16-26, 2012.