

UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES  
URI – CAMPUS DE ERECHIM  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

FLÁVIA GNOATTO

**ELABORAÇÃO DE PÃES COM FARINHA MISTA DE TRIGO, DE LINHAÇA E DE  
CASCA DE MARACUJÁ AMARELO**

Erechim, RS – Brasil

Dezembro, 2011.

FLÁVIA GNOATTO

**ELABORAÇÃO DE PÃES COM FARINHA MISTA DE TRIGO, DE LINHAÇA E DE  
CASCA DE MARACUJÁ AMARELO**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - Campus de Erechim, para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos. Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eunice Valduga. Co-orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Clarissa Dalla Rosa.

**Erechim, RS – Brasil**

**Dezembro, 2011.**

Flávia Gnoatto

**ELABORAÇÃO DE PÃES COM FARINHA MISTA DE TRIGO, DE LINHAÇA E DE  
CASCA DE MARACUJÁ AMARELO**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre”, e aprovado em sua forma final pelo Programa de Mestrado em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos.

Erechim, 20 de dezembro de 2011.

---

Prof.<sup>a</sup> Eunice Valduga, Dr.<sup>a</sup>

Coordenadora do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof.<sup>a</sup>, Dr.<sup>a</sup> Eunice Valduga

Orientadora

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus de Erechim

---

Prof.<sup>a</sup>, Dr.<sup>a</sup> Clarissa Dalla Rosa

Co-Orientadora

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus de Erechim

---

Prof., Dr. Luiz Carlos Gutkoski

Universidade de Passo Fundo

---

Prof.<sup>a</sup>, Dr.<sup>a</sup> Geciane Toniazzo

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus de Erechim

*Dedico este trabalho a minha  
família, que independente de  
qualquer coisa esteve ao meu  
lado. Com todo o meu amor!*

## AGRADECIMENTOS

Muitos foram os momentos nesta jornada, incertezas, medos e alegrias, mas Deus sempre esteve ao meu lado.

A minha mãe Zulmira e ao meu pai Artêmio, a minha irmã Rita e minha madrinha Sandra que sempre estiveram presentes em todos os momentos, tristes e felizes da minha vida, que jamais negaram seu amor e carinho, me dando forças e apoio para vencer os diversos obstáculos da vida.

Ao meu namorado Giliard, que mesmo longe compreendeu as minhas dificuldades e sempre me apoiou com seu amor e, a sua família que sempre esteve em prontidão para me ajudar.

As minhas avós que sempre estiveram orando por mim.

As minhas orientadoras Eunice e Clarissa pelo apoio e orientação na realização desta pesquisa.

A acadêmica Sandra pela grande colaboração nas análises laboratoriais e pela amizade.

As empresas Granvital Alimentos e Comercial de Alimentos Grazziotin Ltda. pelas doações das farinhas de linhaça e de maracujá.

A panificadora Íta, pela disponibilização para o processamento dos pães.

A todos os professores e colegas que estiveram presentes nestes dois anos, em especial as minhas amigas Elidiane, Tatiana e Loreci.

A coordenadora Gisele, do curso de Nutrição da Faculdade de Pato Branco, por ter me apoiado e entendido minhas dificuldades e ausências neste ano.

A banca examinadora pelo tempo dedicado à análise deste trabalho.

Enfim, a todos que não mencionei, mas que estiveram de algum modo presentes nessa caminhada, o meu muito obrigada!

*“Lute pelo que você acredita, é a melhor forma de viver”.*

*Flavia Gnoatto*

## RESUMO

Os alimentos funcionais vêm ganhando espaço em indústrias alimentícias e no dia-a-dia das pessoas, por proporcionarem benefícios à saúde. A linhaça (*Linum usitatissimum* L.) tem sido considerada um alimento funcional de grande importância, com alto teor de ácido alfa-linolênico (ALA), lignanas e fibra alimentar, que evidenciam efeitos positivos na promoção da saúde, na prevenção e tratamento de patologias como, cânceres, diabetes mellito, doenças coronárias, osteoporose, processos inflamatórios e sintomas indesejáveis da menopausa. A farinha de casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) também vem mostrando grande capacidade em termos de saúde, pela sua abundante fonte de pectina, é capaz de reduzir níveis de colesterol LDL e aumentar o HDL, controlar a glicemia e o triglicérido em pacientes diabéticos ou não, e aumentar a saciedade podendo auxiliar no processo de emagrecimento. O trabalho teve como objetivo, avaliar os efeitos da adição de farinha de linhaça com tegumento dourado (4 a 12 %, m/m) e farinha de casca de maracujá amarelo (1 a 7%, m/m) nas características físico-químicas, nutricionais e sensoriais de formulações de pães – tipo forma, empregando metodologia de planejamento de experimentos. A aceitação foi avaliada por 70 provadores não treinados para os atributos, cor da superfície, cor do miolo, aroma, sabor, textura, aspecto geral e intenção de compra. Os resultados mostraram melhor aceitação (~85 %) e intenção de compra (~71 %) às formulações A (4% de linhaça e 1% de maracujá), B (12% de linhaça e 1% de maracujá), e E (8% de linhaça e 3% de maracujá). A adição de 12% de farinha de linhaça com tegumento dourado aos pães aumentou significativamente o conteúdo de lipídios totais e de proteínas à formulação B, 3,3 g por 100 g e 9,7 g por 100 g. Às formulações B, C e D em que foram adicionadas maiores concentrações para ambas as farinhas, houve aumento significativo de fibra bruta (3,81 g por 100 g, 4,6 g por 100 g e 3,48 g por 100 g). As farinhas contribuíram para aumento significativo ( $p < 0,05$ ) de fibra bruta, cálcio, potássio e magnésio nas formulações. A formulação B (12% farinha de linhaça com tegumento dourado e 1% farinha de casca de maracujá) apresentou 4,18 g por 100g de fibra alimentar total (1,83 g por 100 g da fração solúvel e 2,35 g por 100 g da insolúvel), 3,3 g por 100g de lipídios, correspondendo a 0,74 por 100 g de ácidos graxos saturados e monoinsaturados e 1,69 g por 100 g de poliinsaturados (0,94 g por 100 g de ômega-3 e 0,74 g por 100 g de ômega-6).

**Palavras-chave:** alimento funcional, farinha de linhaça, farinha da casca de maracujá amarelo, ácido alfa-linolênico, pão – tipo forma.

## ABSTRACT

Functional foods are gaining space in the food and the day to day life of people by offering natural health benefits. Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) has been considered a functional food of great importance, with high content of alpha-linolenic (ALA), lignans and dietary fiber, which show positive effects on health promotion, prevention and treatment of diseases, osteoporosis, inflammatory and undesirable symptoms of menopause. The yellow passion fruit peel flour (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) also has shown great ability in terms of health, for its rich source of pectin, is capable of reducing levels of LDL cholesterol and raise HDL, glucose and triglycerides control in diabetic or not, may help increase satiety in weight loss process. The study aimed to evaluate the effects of adding flaxseed meal to coat gold (4-12% m/m) and flour yellow passion fruit peel (1-7% m/m) in the physical and chemical characteristics, sensory and nutritional formulations bread – type form using design of experiments methodology. The acceptance was evaluated by 70 untrained tasters for the attributes, surface color, crumb color, aroma, flavor, texture, general appearance and purchase intent. The results showed better acceptance (~85%) and purchase intent (~71%) to the formulations A (4% of flaxseed and 1% of passion fruit), B (12% of flaxseed and 1% of passion fruit) and E (8% of flaxseed and 3% of passion fruit). The addition of 12% flaxseed meal to coat gold increased significantly the total lipid content and protein formulation B, 3,3 g per 100 g and 9,7 g per 100 g. At formulations B, C and D which were added the most concentrations for both flours have a significant increase of crude fiber (3,81 g per 100g, 4,6 g per 100 g, 3,48 g per 100g). The flours contributed to a significant increase ( $p < 0,05$ ) of calcium, potassium and magnesium in the formulations. The formulation B (12% flaxseed and 1% passion fruit) showed 4.18g per 100 g of total fiber (1.83 g per 100 g of soluble fraction and 2,35 g per 100 g of insoluble), 3,3 g 100 g of lipids, corresponding to 0,74 per 100 g saturated and monounsaturated fatty acids and 1,69g per 100 g of polyunsaturated (0,94 g per 100 g of omega-3 and 0,74 g per 100 g of omega-6).

**Key words:** Functional food, flaxseed meal, yellow passion fruit peel flour, alpha-linolenic, bread – type form.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Aspecto da cultura de linho .....	24
<b>Figura 2</b> – Aspecto das sementes de linhaça com tegumento marrom e linhaça com tegumento dourado .....	25
<b>Figura 3</b> – Metabolismo dos ácidos graxos poliinsaturados .....	28
<b>Figura 4</b> – Fluxograma do processamento dos pães – tipo forma .....	40
<b>Figura 5</b> – Ficha para caracterização dos provadores da análise sensorial .....	48
<b>Figura 6</b> – Ficha para análise sensorial de pão – tipo forma.....	49
<b>Figura 7</b> - Superfície de resposta (a) e curvas de contorno (b) para lipídios (g por 100 g) em função da concentração da farinha de linhaça com tegumento dourado e farinha de casca de maracujá .....	54
<b>Figura 8</b> - Gráfico de Pareto com o Efeito estimado (Valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento experimental fatorial $2^2$ , para proteína .....	57
<b>Figura 9</b> - Gráfico de Pareto com o Efeito estimado (Valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento experimental fatorial $2^2$ , para fibra bruta.....	58
<b>Figura 10</b> - Gráfico de Pareto com o Efeito estimado (Valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento experimental fatorial $2^2$ , para cinzas .....	60
<b>Figura 11</b> - Gráfico de Pareto com o Efeito estimado (Valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento experimental fatorial $2^2$ , para umidade.....	61
<b>Figura 12</b> – Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para cálcio (mg por 100 g) em função da concentração da farinha de linhaça com tegumento dourado e farinha de casca de maracujá .....	66
<b>Figura 13</b> - Gráfico de Pareto com o Efeito estimado (Valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento experimental fatorial $2^2$ , para ferro .....	64
<b>Figura 14</b> - Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para potássio (mg por 100 g) em função da concentração da farinha de linhaça com tegumento dourado e farinha de casca de maracujá.....	68
<b>Figura 15</b> - Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para magnésio (mg por 100 g) em função da concentração da farinha de linhaça com tegumento dourado e farinha de casca de maracujá.....	70

<b>Figura 16</b> - Gráfico de Pareto com o efeito estimado (valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento experimental fatorial $2^2$ , para sódio.....	71
<b>Figura 17</b> - Aspectos visuais das formulações dos pães elaborados com adição de 4 % de farinha de linhaça e 1 % de farinha de maracujá (FML A), adição de 12 % de farinha de linhaça e 1 % de farinha de maracujá (FML B), adição de 4 % de farinha de linhaça e 7 % de farinha de maracujá (FML C), adição de 12 % de farinha de linhaça e 7 % de farinha de maracujá (FML D), adição de 8 % de farinha de linhaça e 3 % de farinha de maracujá (FML E).....	72
<b>Figura 18</b> - Gráfico de Pareto com o Efeito estimado (Valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento experimental fatorial $2^2$ , para cor da superfície .....	75
<b>Figura 19</b> - Gráfico de Pareto com o Efeito estimado (Valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento experimental fatorial $2^2$ , para cor do miolo .....	75
<b>Figura 20</b> - Histograma de frequência para o atributo cor da superfície .....	76
<b>Figura 21</b> - Histograma de frequência para o atributo cor do miolo .....	76
<b>Figura 22</b> - Gráfico de Pareto com o Efeito estimado (Valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento experimental fatorial $2^2$ , para aroma .....	77
<b>Figura 23</b> - Histograma de frequência para o atributo aroma .....	78
<b>Figura 24</b> - Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para sabor em função da concentração da farinha de linhaça com tegumento dourado e farinha de casca de maracujá	80
<b>Figura 25</b> - Histograma de frequência para o atributo sabor.....	80
<b>Figura 26</b> - Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para textura em função da concentração da farinha de linhaça com tegumento dourado e farinha de casca de maracujá	82
<b>Figura 27</b> - Histograma de frequência para o atributo textura .....	83
<b>Figura 28</b> - Gráfico de Pareto com o Efeito estimado (Valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento experimental fatorial $2^2$ , para aspecto geral.....	84
<b>Figura 29</b> - Histograma de frequência para o atributo aspecto geral.....	84
<b>Figura 30</b> - Histograma de frequência para intenção de compra.....	85

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Composição das sementes de linhaça com tegumento marrom e linhaça com tegumento dourado .....	25
<b>Tabela 2</b> – Ácidos graxos poliinsaturados em diferentes fontes alimentares.....	29
<b>Tabela 3</b> - Composição de aminoácidos nas sementes de linhaça com tegumento marrom e dourado e na farinha de soja.....	32
<b>Tabela 4</b> - Formulação do pão – tipo forma .....	39
<b>Tabela 5</b> – Níveis das variáveis independentes utilizadas no planejamento fatorial $2^2$ .....	40
<b>Tabela 6</b> - Parâmetros instrumentais do FAAS (Varian Spectra AA-55) .....	43
<b>Tabela 7</b> - Matriz do planejamento fatorial $2^2$ (valores codificados e reais) e resposta em lipídios (LP), proteínas (PT), fibra bruta (FB), cinzas (C), umidade (U) .....	51
<b>Tabela 8</b> - Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial $2^2$ para lipídios .....	53
<b>Tabela 9</b> - Análise de variância para lipídios do planejamento fatorial $2^2$ .....	53
<b>Tabela 10</b> - Determinação de lipídios totais para formulação com 12% de farinha de linhaça com tegumento dourado e 1% de farinha de casca de maracujá .....	55
<b>Tabela 11</b> - Determinação de fibra alimentar solúvel e insolúvel para formulação com 12% de farinha de linhaça com tegumento dourado e 1% de farinha de casca de maracujá.....	59
<b>Tabela 12</b> - Matriz do planejamento fatorial $2^2$ (valores codificados e reais) e resposta em cálcio (Ca), ferro (Fe), potássio (K), magnésio (Mg) e sódio (Na) .....	63
<b>Tabela 13</b> - Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial $2^2$ para cálcio .....	63
<b>Tabela 14</b> - Análise de variância para cálcio do planejamento fatorial $2^2$ .....	64
<b>Tabela 15</b> - Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial $2^2$ para potássio .....	67
<b>Tabela 16</b> - Análise de variância para potássio do planejamento fatorial $2^2$ .....	67
<b>Tabela 17</b> - Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial $2^2$ para magnésio.....	69
<b>Tabela 18</b> - Análise de variância para magnésio do planejamento fatorial $2^2$ .....	69
<b>Tabela 19</b> - Matriz do planejamento fatorial $2^2$ (valores codificados e reais) e resposta em cor da superfície (CS), cor do miolo (CM), aroma (A), sabor (S), textura (T) e aspecto geral (AG)	

.....	73
<b>Tabela 20</b> - Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial 2 <sup>2</sup> para sabor .....	78
<b>Tabela 21</b> - Análise de variância para sabor do planejamento fatorial 2 <sup>2</sup> .....	79
<b>Tabela 22</b> - Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial 2 <sup>2</sup> para textura.....	81
<b>Tabela 23</b> - Análise de variância para textura do planejamento fatorial 2 <sup>2</sup> .....	81
<b>Tabela 24</b> - Informação nutricional do pão - tipo forma (formulação B com 12% de farinha de linhaça com tegumento dourado e 1% de farinha de casca de maracujá).....	87
<b>Tabela 25</b> – Contagem de bolores e leveduras (UFC/g) das formulações B e E no 0, 7º e 14º dia de armazenamento.....	88
<b>Tabela 26</b> - Atributos sensorias para as formulações B e E com e sem a adição de propianato de cálcio no 7º dia de armazenamento .....	88

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	19
<b>2.1 Alimentos funcionais</b> .....	19
<b>2.2 Fibras Alimentares</b> .....	21
<b>2.3 Linhaça</b> .....	23
2.3.1 <i>Funcionalidade e constituintes</i> .....	26
2.3.1.1 <i>Ácidos graxos</i> .....	26
2.3.1.2 <i>Fonte de fibras</i> .....	30
2.3.1.3 <i>Proteínas</i> .....	31
2.3.2 <i>Aplicação da linhaça em produtos alimentícios</i> .....	32
<b>2.4 Maracujá e suas propriedades funcionais</b> .....	33
<b>2.5 Aspectos gerais da panificação</b> .....	36
2.5.1 <i>Pão de forma</i> .....	36
2.5.2 <i>Ingredientes na panificação</i> .....	36
2.5.3 <i>Considerações finais</i> .....	38
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	39
<b>3.1 Matéria-prima</b> .....	39
<b>3.2 Elaboração das formulações - delineamento dos experimentos</b> .....	39
<b>3.3 Caracterização físico-química dos pães – tipo forma</b> .....	41
3.3.1 <i>Preparo das amostras</i> .....	41
3.3.2 <i>Umidade</i> .....	42
3.3.3 <i>Cinzas</i> .....	42
3.3.3.1 <i>Componentes minerais</i> .....	42
3.3.4 <i>Ácidos graxos</i> .....	44
3.3.5 <i>Fibras</i> .....	44
3.3.6 <i>Carboidratos totais</i> .....	45
3.3.7 <i>Valor calórico</i> .....	45
<b>3.4 Informação Nutricional</b> .....	45
<b>3.5 Análise Sensorial</b> .....	45
3.5.1 <i>Preparo das amostras</i> .....	45

3.5.2 Aceitabilidade e Intenção de compra.....	46
3.5.3 Caracterização da equipe sensorial.....	47
<b>3.6 Avaliação da estabilidade.....</b>	<b>50</b>
<b>3.7 Tratamentos estatísticos.....</b>	<b>50</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>51</b>
<b>4.1 Caracterização físico-química das formulações.....</b>	<b>51</b>
4.1.1 Lipídios .....	52
4.1.2 Proteínas.....	57
4.1.3 Fibra bruta.....	58
4.1.4 Cinzas .....	60
4.1.5 Umidade .....	60
<b>4.2 Componentes minerais.....</b>	<b>62</b>
4.2.1 Cálcio .....	63
4.2.2 Ferro.....	65
4.2.3 Potássio .....	66
4.2.4 Magnésio .....	68
4.2.5 Sódio.....	70
<b>4.3 Características organolépticas.....</b>	<b>71</b>
4.3.1 Aspectos visuais .....	71
4.3.2 Aspectos sensoriais .....	73
4.3.2.1 Cor da superfície e cor do miolo .....	74
4.3.2.2 Aroma .....	77
4.3.2.3 Sabor.....	78
4.3.2.4 Textura.....	81
4.3.2.5 Aspecto geral .....	83
4.3.3 Intenção de compra.....	85
<b>4.4 Informação Nutricional.....</b>	<b>86</b>
<b>4.5 Avaliação da estabilidade.....</b>	<b>87</b>
<b>5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....</b>	<b>90</b>
<b>5.1 Conclusões .....</b>	<b>90</b>
<b>5.2 Sugestões para trabalhos futuros.....</b>	<b>91</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>92</b>

<b>ANEXO A</b> - Composição da farinha de linhaça com tegumento dourado.....	102
<b>ANEXO B</b> - Composição da farinha de casca do maracujá amarelo .....	104
<b>ANEXO C</b> - Composição em ácidos graxos, lipídios totais e fibra solúvel e insolúvel para a formulação B .....	105

## 1. INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade os alimentos têm sido utilizados como agentes farmacológicos com o objetivo de tratar doenças, demonstrando suas funções terapêuticas. Cabe ressaltar ainda, que grande parte dos medicamentos surgiu a partir da alimentação (RAMALHO, 2009).

Com o aumento da expectativa de vida e o concomitante aumento da prevalência de doenças crônicas como, obesidade, aterosclerose, hipertensão, osteoporose, diabetes, diversos tipos de câncer, há preocupação cada vez maior da população e dos órgãos públicos com o reconhecimento da relação saúde – nutrição – doença (RAMALHO, 2009). Ocorre uma incansável busca dos consumidores, por acreditar que uma dieta equilibrada pode substituir a medicina medicamentosa pela funcional.

O mercado dos alimentos funcionais vem sendo impulsionado pelas exigências dos consumidores, a fim de consumirem alimentos nutritivos ao mesmo tempo em que sejam benéficos a saúde (OOMAH; MAZZA, 2000; ORNELLAS, 2001). Uma vez que são encontrados em alimentos naturais ou preparados, contendo uma ou mais substâncias funcionais. As indústrias de transformação assumem um papel fundamental na utilização destes produtos como ingredientes em preparações alimentícias aceitáveis, com desafio de evitar que as condições de processamento alterem sua funcionalidade e que sejam aceitos pelo consumidor.

Alimentos funcionais trazem naturalmente benefícios à saúde, os quais podem ser provenientes de constituintes normais destes alimentos, ou através da adição de ingredientes que modificam as propriedades originais. Podendo ser inclusos: fibras alimentares, oligossacarídeos, proteínas modificadas, peptídeos, carboidratos, antioxidantes, minerais e outras substâncias naturais e micro-organismos (VIEIRA, 2001).

No Brasil, o avanço de doenças crônicas degenerativas, por conta de um estilo de vida desequilibrado envolvendo maus hábitos alimentares e sedentarismo, mostra a importância do uso de alimentos funcionais para a saúde.

Entre esses alimentos que podem ser considerados funcionais, se encontra a linhaça, um grão oleaginoso, de cor marrom ou amarelo dourado, rico nos ácidos graxos poliinsaturados  $\alpha$ -linolênico (ALA) e, em menor quantidade, linoléico (AL), além de apresentar teores significativos de proteína vegetal, lignanas, fibra alimentar solúvel e

insolúvel, goma ou mucilagem, ácidos fenólicos, flavonóides, ácido fítico, vitaminas e minerais. Todas essas substâncias contêm nutrientes benéficos a saúde, incluindo a prevenção e o tratamento de enfermidades (OOMAH; MAZZA, 2000).

A casca do maracujá amarelo (albedo) também vem sendo utilizada por sua composição nutricional, sendo rica em pectina, niacina (vitamina B3), ferro, cálcio, e fósforo. Em humanos, a niacina atua no crescimento e na produção de hormônios, assim como previne problemas gastrointestinais. Os minerais atuam na prevenção da anemia (ferro), no crescimento e fortalecimento dos ossos (cálcio) e na formação celular (fósforo) (GOMES, 2004). Além de baixos teores de lipídios e altos teores de cinzas, fibras solúveis e insolúveis (LIMA, 2007).

O setor de panificação e massas vem sendo bem sucedido neste contexto ao atender a necessidade do consumidor por alimentos mais saudáveis. Os produtos de cereais são alimentos mais consumidos mundialmente e sendo que os derivados de trigo têm maior aceitação. O pão é um dos alimentos mais difundidos em todo o mundo, por ser um produto bastante acessível à população, com alto valor energético agregado e constituintes nutricionais em quantidades significativas (BORGES, 2009). Assim, adição da farinha de linhaça em produtos de panificação é uma estratégia para aumentar o consumo de fibras e ômega-3 na dieta humana (MORAES et al. 2010).

O presente trabalho teve como objetivo geral, elaborar Pães – Tipo Forma com propriedades funcionais, substituindo parcialmente a farinha de trigo pelas farinhas linhaça com tegumento dourado e de casca do maracujá amarelo, onde a melhor formulação pudesse ser aplicada como alimento funcional.

Para tanto, o trabalho foi desenvolvido com os seguintes objetivos específicos:

- Elaborar diferentes formulações de pães – Tipo Forma, com adição de farinha de linhaça dourada e farinha de casca de maracujá amarelo.
- Avaliar as características físico-químicas e a aceitabilidade das formulações.
- Avaliar a estabilidade das formulações de maior aceitação, mediante análise sensorial e microbiológica.
- Determinar uma formulação de pão – tipo forma, adicionada de farinha de linhaça com tegumento dourado e farinha de casca de maracujá amarelo com potencial nutricional e funcional.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Alimentos funcionais

Na década de 60, os chamados produtos “naturais” começaram a ser comercializados, tendo o seu consumo relacionado à incidência de distúrbios do trato gastrointestinal, causadas pelo consumo excessivo de seus ingredientes (NEUMANN et al. 2000).

Em 1980 no Japão, iniciou-se o interesse em desenvolver alimentos saudáveis a fim de aumentar a expectativa de vida da população, que foram denominados alimentos funcionais, e em 1991 esses alimentos foram definidos como “alimentos para uso específico de saúde”- “Foods for Specified Health Use” (FOSHU). Estabeleceu-se FOSHU, para alimentos que têm efeito específico sobre a saúde devido a sua constituição química, os quais não devem expor ao risco de saúde ou higiênico, quando consumidos em uma dieta normal (PIMENTEL et al. 2005; TORRES, 2002).

No Brasil, o Ministério da Saúde, através da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), definiu alimentos funcionais pela Resolução nº 18/ 1999 (BRASIL, 1999) como “alimento ou ingrediente que alegar propriedades funcionais ou de saúde e que pode, além de exercer funções nutricionais básicas, quando se tratar de nutriente, produzir efeitos metabólicos e ou fisiológicos e ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica”. São permitidas alegações de função para nutrientes e não nutrientes, que descrevem papel fisiológico do nutriente ou não nutriente no crescimento, desenvolvimento e funções normais do organismo. Em caso de nova propriedade funcional deve-se comprovar sua eficácia científica.

A ADA - *American Dietetic Association* considera alimentos fortificados e modificados como alimentos funcionais, alegando seus efeitos potencialmente benéficos sobre a saúde, desde que consumidos como parte de uma dieta variada em níveis efetivos (ADA REPORTS, 1999).

Segundo Hardy (2000), alimento funcional é um alimento natural, no qual um componente tenha sido adicionado ou tenha sido removido; um alimento onde a natureza de um ou mais componentes tenha sido modificada; um alimento no qual a biodisponibilidade de um ou mais componentes tenha sido modificada; ou qualquer combinação destas possibilidades.

Alimentos funcionais são uma nova categoria de produtos alimentares que estão no mercado a fim de beneficiar a saúde (URLA; LAHTEENMAKI, 2005). A habilidade destes alimentos em reduzir o risco de doenças e aumentar a qualidade de vida continua levantando opiniões em pesquisas de nutrição e na indústria de alimentos. Interesses públicos em “alimentos funcionais” e seus componentes ativos estão sendo estimulados pelo aumento do custo da promoção a saúde, tendo em vista a ligação entre hábitos alimentares e o desenvolvimento de doenças, incluindo coronárias e alguns cânceres (MILNER, 1999).

O consumo de alimentos funcionais vem aumentando bastante como resultado de uma preocupação individual com a saúde, visto que as doenças crônicas que mais preocupam os países desenvolvidos estão muito associadas à dieta: câncer, obesidade, hipertensão, doenças cardiovasculares. Os alimentos funcionais ou com propriedades funcionais, dentre elas as fibras alimentares e as pectinas, tem capacidade de diminuição dos níveis de colesterol, boa resposta glicêmica e insulinêmica e melhoramento às funções do intestino grosso (CUPPARI, 2005; PACHECO, 2006).

Alimentos funcionais ou ingredientes específicos estão incluídos as fibras dietéticas em geral, oligossacarídeos, proteínas, polifenóis, fibras solúveis, entre outros. Assim, alguns alimentos ou grupos de alimentos naturais que vêm sendo recomendados pelas virtudes funcionais, como, grãos de cereais, oleaginosas e cascas de frutas, particularmente a aveia, soja e linhaça, além das farinhas integrais ou farelo de trigo e de arroz integral, constituem excelentes fontes de fibra alimentar, tanto na sua forma natural ou processada, resultando suas propriedades funcionais e atribuindo resultados positivos na prevenção de doenças crônicas degenerativas (MAZZA, 1998).

O objetivo dos alimentos funcionais é proporcionar proteção contra algumas enfermidades mais comuns, cardiovasculares, câncer, transtornos digestivos e associados à falta de nutrientes adequados. Alguns dos ingredientes funcionais mais importantes encontram-se a linhaça, suas propriedades antioxidantes, ácidos fenólicos e tocoferóis (OOMAH; MAZZA, 2000).

O desenvolvimento de alimentos e/ ou produtos com atividades funcionais irá continuar crescendo no século XXI, uma vez que o mercado consumidor está aumentando a cada dia. Os fatores que contribuem para esse redimensionamento do mercado incluem: o envelhecimento da população, aumento dos custos com a saúde, a eficácia e a autonomia dos cuidados com a saúde, os avanços das evidências científicas de que a dieta pode alterar a

ocorrência e a progressão de doenças e, as mudanças na regulamentação dos alimentos (CRAVEIRO; CRAVEIRO, 2003).

## 2.2 Fibras Alimentares

A *American Association of Cereal Chemists* (AACC), define fibra alimentar como parte comestível de plantas ou carboidratos análogos resistentes a digestão e a absorção no intestino delgado com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. São polissacarídeos vegetais que não são digeríveis pelo organismo humano, por isso não contribuem para o valor calórico dos alimentos (AACC, 2001; CARDOSO, 2010).

De acordo com ANVISA no Brasil, a fibra alimentar é definida como qualquer material comestível que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano (BRASIL, 2001; CUPPARI, 2009). Para Craveiro (2003) são substâncias de origem vegetal resistentes a hidrólise por ácidos e álcalis, com função de aumentar o bolo fecal e diminuir o tempo de transito intestinal. As fibras alimentares são uma classe de compostos de origem vegetal, que quando ingeridos não sofrem hidrólise, digestão e absorção no intestino delgado dos seres humanos (PACHECO, 2006).

Segundo Waitzberg (2001) e Cardoso (2010), as fibras são diferenciadas em relação à solubilidade em água, viscosidade, gelificação, e à capacidade de incorporar substâncias moleculares ou minerais. Conhecidas como fibras solúveis - pectinas, gomas, mucilagens e algumas hemiceluloses, e fibras insolúveis - celulose, lignina e hemiceluloses (WAITZBERG, 2001; MARTINS, 1997).

As fibras solúveis em contato com moléculas de água tornam-se viscosas exercendo importantes efeitos metabólicos. Na cavidade gástrica essa consistência gelificada das fibras solúveis promove de saciedade, auxiliando no controle de ingestão de alimentos (CARDOSO, 2010). Devem corresponder a um terço das fibras alimentares totais ingeridas com a dieta típica e tendem a formar géis em contato com a água, aumentando a viscosidade dos alimentos parcialmente digeridos no estômago. As fibras insolúveis permanecem praticamente intactas através de todo trato gastrointestinal (PIMENTEL et al. 2005).

As fibras insolúveis contribuem para formação e aumento do volume do bolo fecal, diminuindo assim a pressão intraluminal no cólon e acelerando o trânsito intestinal. Possui um importante papel protetor contra cáries, pela sua consistência resistente, exige maior

mastigação do alimento estimulando a secreção salivar. Seu consumo excessivo está relacionado com a redução da absorção de alguns micronutrientes importantes, como cálcio, ferro e zinco (CARDOSO, 2010).

Muitos estudos mostram que dietas ricas em fibras podem prevenir ou auxiliar no tratamento da obesidade. A maioria dos estudos publicados apontam que um aumento no consumo de fibras solúveis e insolúveis proporciona saciedade e diminui conseqüentemente a fome. De acordo pesquisas realizadas, 14 g de fibra/dia por mais de 2 dias está associado a uma diminuição de 10% no consumo de energia e com uma perda de peso de 1,9 kg após 3,8 meses (IMeN, 2005).

As fibras alimentares possuem diferentes benefícios ao organismo, devendo ser consumidas diariamente (MARTINS, 1997). Sua ingestão tem sido relacionada com finalidade terapêutica, como aponta Pimentel; Francki; Gollucke (2005), e promove efeitos sobre a constipação intestinal, e/ou atenuação do colesterol e da glicose sanguínea (AACC, 2001). Existem evidências de que o consumo adequado de fibras associa-se a prevenção de doenças crônicas (CARDOSO, 2010).

Na diabete mellito, o incremento de fibras alimentares no consumo diário auxilia no tratamento nutricional (CUPPARI, 2009). As fibras hidrossolúveis exercem efeito hipoglicêmico pelo retardo do esvaziamento gástrico, diminuindo o tempo do transito intestinal, atrasando a hidrólise do amido e reduzindo a absorção de glicose e requerimento de insulina (WAITZBERG, 2001; CARDOSO, 2010).

Na doença cardiovascular as frações solúveis de fibra, combinadas a uma dieta pobre em gorduras, reduzem o colesterol do sangue por alteração na sua absorção e síntese pelo fígado (WAITZBERG, 2001; MARTINS, 1997).

O aumento da fibra solúvel desempenha um papel na redução da ingestão total por aumentar a plenitude e saciedade, diminuindo a biodisponibilidade de nutrientes (WAITZBERG, 2001; CARDOSO, 2010), portanto, o consumo de fibras é um importante fator protetor para o desenvolvimento da obesidade (WHO/FAO, 2003).

Estudo recente mostrou que um suplemento rico em fibras adicionado a dieta de mulheres sobrepeso, resultou na redução de peso corporal significativamente (IMeN, 2005).

O consumo de fibras insolúveis vem sendo associado ao controle de constipação intestinal, mas esse benefício só será possível quando associado ao consumo adequado de água (CARDOSO, 2010).

Doenças do cólon, como constipação e diarreia, diverticulite e câncer colo-retal, podem ser amenizadas com aumento de fibras insolúveis na dieta, além de melhorar a adaptação intestinal em pacientes com Síndrome de Intestino Curto (WAITZBERG, 2001; MAHAN, 1998).

O regulamento técnico referente à informação nutricional da Portaria nº 27/1998 da Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária, considera que um alimento pode ser fonte de fibra alimentar quando apresentar no mínimo 3 gramas de fibra/100g para alimentos sólidos. Também estabelece que produtos prontos para o consumo com mais de 6 gramas de fibras/100g possuem alto teor de fibras alimentares.

Segundo a FDA (*Food and Drug Administration*) a recomendação para ingestão de fibra alimentar é de 25 gramas ao dia para indivíduos adultos saudáveis, tendo base uma ingesta de 2.000 calorias dia. Para recomendações descritas nas DRIs (*Dietary Reference Intakes*) a ingesta varia de 19 a 38 gramas de fibra/ dia de acordo com idade e sexo. A OMS recomenda consumo de 20 g/dia de fibras através de alimentos necessários a integridade do trato digestório e prevenção de doenças crônicas não-transmissíveis (WHO/FAO, 2003).

### 2.3 Linhaça

A linhaça, também chamada de linho, é uma das mais importantes plantas cultivadas no mundo pelo grande interesse ao seu linho e óleo (FAO, 2008). Conhecida por seu alto conteúdo de fibras solúveis mucilaginosas, com implicações positivas em diagnósticos de hiperglicemia e hipercolesterolemia em humanos (OOMAH; MAZZA, 2000).

As sementes de linhaça tem sido consumidas pela humanidade há mais de 5 mil anos (WARDLAW; KESSEL, 2002; DUPUY; MERMEL, 1995). A linhaça (*Linum usitatissimum* L.) é uma planta originária da Ásia, pertence à família das *Linaceae* e vem sendo consumida há milênios na alimentação humana, na Europa, África, Ásia e América do Norte (PINTO, 2007; TRUCOM, 2006), e as evidências de seus benefícios nutricionais são indiscutíveis (CARTER, 1996).

O cultivo de linho nasce de plantas de flor azul (Figura 1), desenvolve-se principalmente no clima frio, sendo uma oleaginosa de importância econômica no Canadá (FLAX COUNCIL OF CANADA, 2011), e único exportador de linhaça significativo no mundo (OOMAH; MAZZA, 2000).

A cultura do linho foi introduzida no Brasil no ano de 1550, na região sul, onde apresentava ambiente ideal ao cultivo e que subsiste até hoje. Em meados do século XX, o cultivo do linho se expandiu no sul, no sudoeste e na serra do nordeste (TRUCOM, 2006).



**Figura 1** – Aspecto da cultura de linho (FLAX COUNCIL OF CANADÁ, 2011)

A planta tem um talo principal do qual saem vários ramos e nestes nascem folhas, flores e cápsulas esféricas. Da casca da planta é retirada a fibra do linho e da cápsula se obtém a semente (COSKUNER, 2005).

A semente se caracteriza por sua forma oval e achatada, com dimensões que variam de 3 a 6,4 mm de comprimento por 1,8 a 3,4 mm de largura e 0,5 a 1,6 mm de densidade. Ela possui textura firme e mastigável, assim como uma oleaginosa (CARTER, 1996).

Existe a semente de linho com tegumento marron e com tegumento dourado (Figura 2), são praticamente idênticas em suas propriedades nutricionais e terapêuticas, ambos tem abundância de lignanas, fibras dietéticas e mais de 50% de ácido alfa-linolênico, diferenciadas por condições de cultivo (TRUCOM, 2006; FLAX COUNCIL OF CANADA, 2011). A linhaça com tegumento dourado se desenvolve em climas mais frios, como no Canadá e norte dos Estados Unidos. Já a linhaça com tegumento marron pode desenvolver-se em climas quentes e úmidos, também cultivada no Brasil (COSKUNER; KARABABA, 2007). Há ainda outra semente amarela que se parece com linho, desenvolvida a partir do linho e chamada de solin. As sementes de solin não oferecem os mesmos benefícios nutricionais de sementes de linho, seu óleo contém menos de 5% de ácido alfa-linolênico comparado com mais de 50% encontrado no óleo semente de linho (FLAX COUNCIL OF CANADA, 2005).



**Figura 2** – Aspecto das sementes de linhaça com tegumento marrom e com tegumento dourado (FLAX COUNCIL OF CANADÁ, 2011)

A Tabela 1 apresenta a composição de umidade, proteína e lipídios totais (ácidos graxos) das sementes de linhaça com tegumento marrom e linhaça com tegumento dourado.

**Tabela 1** – Composição das sementes de linhaça com tegumento marrom e linhaça com tegumento dourado

Constituintes	Linhaça com tegumento marrom (g/100g)	Linhaça com tegumento dourado (g/100g)
<b>Umidade</b>	7,7	7,0
<b>Proteína</b>	22,3	29,2
<b>Gordura Total</b>	44,4	43,6
<b>Ácidos graxos Saturados</b>	8,7	9,0
<b>Ácidos graxos monoinsaturados</b>	18	23,5
<b>Ácidos graxos poliinsaturados</b>		
<b>Ácido alfa-linolenico (Ômega-3)</b>	58,2	50,9
<b>Ácido linoléico (Ômega-6)</b>	14,6	15,8

Fonte: Flax Council of Canada (2011).

Estudos realizados por Molena-Fernandes et al. (2010), mostraram que a suplementação de farinhas integrais de linhaça marrom e dourada em ratos promoveu melhora significativa no perfil lipídico dos animais avaliados, sendo que houve efeito mais acentuado com a administração da farinha da linhaça dourada. Já para efeitos sobre o peso, ocorreu redução de peso corporal com o grupo controle com ambas as sementes, não ocorrendo diferença significativa entre a suplementação com as farinhas de linhaça marrom e linhaça dourada.

### 2.3.1 Funcionalidade e constituintes

A linhaça é fonte natural abundante de ácido alfa-linolênico (ALA), fibras, proteínas e substâncias fitoquímicas como, flavonóides, lignanas e ácidos fenólicos. A produção de alimentos ou ingredientes que a contenham nutrientes com efeitos benéficos a saúde, incluindo prevenção e tratamento de enfermidades (OOMAH; MAZZA, 2000). Algumas de suas funções são a melhora o sistema imune e na coagulação sanguínea, auxilia na redução de colesterol LDL e na regularização intestinal, além de atuar na revitalização da pele (PACHECO, 2006).

A linhaça vem sendo utilizada como um alimento funcional, reduzindo risco de doenças cardiovasculares – por melhorar o perfil lipídico sanguíneo – e alguns tipos de câncer (WARDLAW; KESSEL, 2002; DUPUY; MERMEL, 1995). Seu papel funcional esta relacionado à sua alta disponibilidade de ácidos graxos ômega-3, lignanas e fibras (WARDLAW; KESSEL, 2002; DUPUY; MERMEL, 1995; OOMAH; DER; GODFREY, 2005).

#### 2.3.1.1 Ácidos graxos

Em concordância Wardlaw; Kessel (2002) e Dupuy; Mermel (1995) apresentam às sementes de linhaça aproximadamente 75 % de gorduras, sendo que 8 % são do tipo saturado, 17 % monoinsaturado e quase 50 % poliinsaturado. Além de rica fonte de lipídios, apresenta quantidades significativas de cálcio, magnésio, fósforo e potássio (FLAX COUNCIL OF CANADA, 2011). Morris (2011) também relata grandes concentrações de ácidos graxos insaturados na composição lipídica da linhaça, onde 57 % provem de ácido graxo poliinsaturado – ômega-3, 16 % de ácido graxo poliinsaturado - ômega-6, 18 % de ácidos graxos monoinsaturados e 9 % de ácidos graxos saturados.

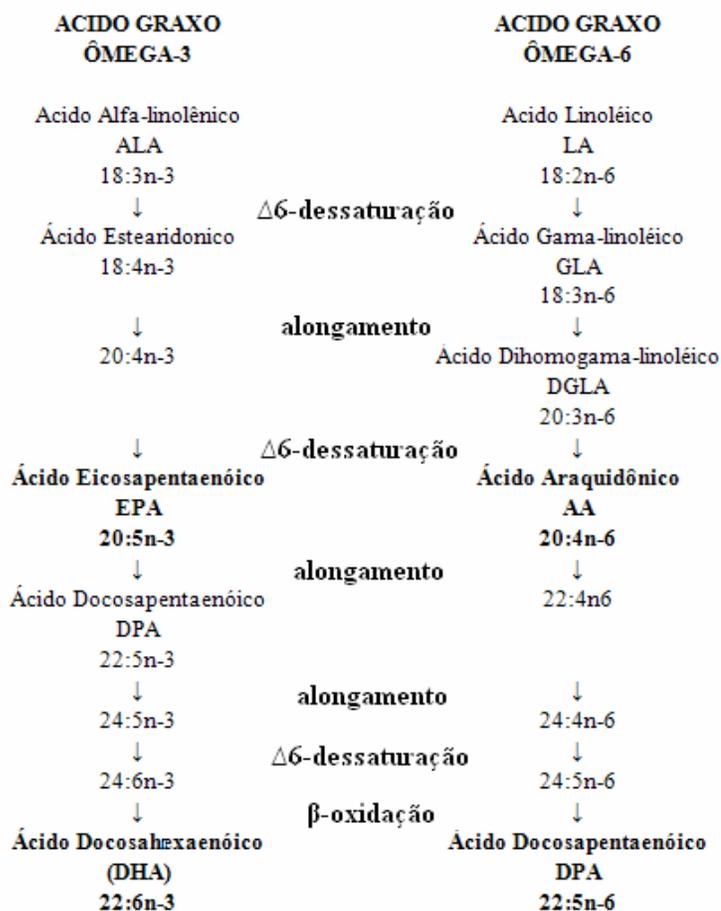
Como relatado na literatura, cerca de 60 % do total da linhaça é constituída por ácido graxo alfa-linolênico (ALA), tornando-a maior fonte vegetal deste ácido graxo essencial ômega-3 (BHATENA; VELAZQUEZ, 2002). Os ácidos graxos poliinsaturados (PUFA – Polyunsaturated Fatty Acids) são ácidos graxos essenciais ao organismo. Durante a formação dos ácidos graxos no organismo humano, as enzimas de biossíntese dos ácidos graxos podem inserir duplas ligações na posição n-9 ou maior. Entretanto, estas enzimas não podem inserir

duplas ligações a posições próximas ao grupo metil. Assim, ácidos graxos com duplas ligações nas posições n-3 e n-6 (Figura 3) são considerados essenciais para o homem, ou seja, devem ser obtidos a partir da alimentação (CARDOSO, 2010; TORRES, 2002; GONZÁLES, 2003; GIBNEY et al., 2010; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1989).

O ácido linoléico (18:2n-6) é precursor do ácido araquidônico (AA, 20:4n-6), um ácido graxo importante no crescimento fetal que, participa juntamente com o ácido docosahexaenóico (DHA) no desenvolvimento do cérebro e da retina (LIMA et al., 2004). O ácido alfa-linolênico (18:3n-3) é precursor do ácido graxo ômega-3 e pode formar ácido graxo poliinsaturado de cadeia longa: o ácido eicosapentaenóico (EPA, 20:5n-3) e o ácido docosahexaenóico (DHA, 22:6n-3), conforme demonstrado no esquema do metabolismo na Figura 3. O ácido alfa-linolênico (ALA) é encontrado principalmente em peixes marinhos e algumas plantas verdes (CARDOSO, 2010). Entretanto a eficiência da conversão de ácido eicosapentaenóico e ácido docosahexaenóico no organismo pode ser reduzida pela presença de altos níveis de ácido linoléico (GIBNEY et al., 2010).

O desequilíbrio na ingestão de ácidos graxos poliinsaturados, relação ômega-6/ômega-3, constitui preocupação nutricional de saúde, pois balanço desta proporção ômega-6/ômega-3 é essencial para o organismo humano (SIMOPOULOS, 2000; FURST, 2002). A World Health Organization (WHO, 1995), recomenda a razão de 5:1 até 10:1 para ômega-6/ômega-3, já Furst (2002) considera uma proporção de 1:1.

Estudos sugerem que estes ácidos graxos podem ajudar reduzir risco de doenças crônicas, como doença coronariana, derrame cerebral, tipos de câncer e estimular o funcionamento imunológico. Pesquisas também mostram que quantidades maiores de ômega-3 podem reduzir modestamente a pressão sanguínea (GONZÁLES, 2003; IFIC, 1998), níveis de triglicerídeos pela inibição da síntese de VLDL e a atividade de varias enzimas hepáticas responsáveis pela síntese de triglicerídeos, além de poder exercer efeitos benéficos no perfil de risco cardiovascular de pacientes com diabete mellito tipo 2 (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005; WAITZBERG, 2001; GIBNEY et al., 2010).



**Figura 3** – Metabolismo dos ácidos graxos poliinsaturados (MORRIS, adaptada, 2007)

No homem, os ácidos graxos ômega-3 provocam alterações na função plaquetária e na síntese de prostaglandina, tromboxanos e leucotrienos, conhecidos como eicosanóides. Essa ação ocorre, pois o ácido eicosapentaenóico e o ácido docosahexaenóico apresentam mesma função do ácido araquidônico (WAITZBERG, 2001).

Estudos realizados por Garófolo & Petrill (2006) em pacientes com câncer e caquexia, mostraram que a suplementação com ômega-3, pode controlar a resposta hiperinflamatória exacerbada e, minimizar efeitos de distúrbios metabólicos, como o hipermetabolismo.

Durante toda a gestação, período neonatal e toda etapa de crescimento os ácidos graxos ômega-3 são fundamentais para o desenvolvimento das funções intelectuais e de visão do feto e do recém nascido (GONZÁLES, 2003).

Os ácidos graxos ômega-3, são responsáveis por modificações favoráveis no metabolismo das lipoproteínas, tem evidente efeito redutor sobre a trigliceridemia (LUND et

al., 1999), podendo reduzir entre 15-20% a trigliceridemia de jejum, quando consumido por indivíduos saudáveis (BUCKLEY et al., 2004).

Os ácidos graxos ômega-3, ácido eicosapentaenóico e ácido docosahexaenóico são encontrados em peixes de águas frias. Os ômega-3 são menos abundantes em seres vivos, encontrados em maiores concentrações em sementes de linhaça e alguns óleos de origem vegetal, como se pode observar na Tabela 2 (GONZÁLES, 2003).

**Tabela 2** - Ácidos graxos poliinsaturados em diferentes fontes alimentares

Alimento	Linoléico	Linolênico	Eicosaenóico	Docosapentaenóico	Docosahexaenóico
	(%) C18:2 n6	(%) C18:3 n3	(%) C20:5 n3	(%) C22:5 n3	(%) C22:6 n3
Anchova	1,68	0,75	16,68	1,43	8,5
Jurel	1,15	0,60	13,13	2	9,88
Sardinha	1,49	0,8	18,28	1,78	9,46
Arenque	1,48	1,28	5,51	0,93	5,76
Cavala	1,45	1,4	7,05	0,6	8,4
Salmão	3,8	0,91	8,1	3,88	11,55
Anchova	2,38	2,38	11,91	1,61	11,5
Jurel	1,05	0,54	10,74	3,3	17,55
Pescado	0,9	0,6	19	2,9	6
Côco	2	-	-	-	-
Alma	10	0,2	-	-	-
Canola	20,2	9,52	-	-	-
Oliva	13,9	0,8	-	-	-
Linhaça	16,8	41	-	-	-
Soja	56	7	-	-	-
Bovina	4,2	-	-	-	-
Suína	8,1	<1,5	-	-	-
Frango	25,29	1,36	-	-	-

Fonte: González et al. (2003).

Fishborn (2009) relata a contribuição de uma alimentação rica em ômega-3, especialmente no uso da semente de linhaça, na redução da gordura abdominal. O ômega-3 regula genes que estimulam a quebra da gordura e provocam ação antiinflamatória.

Recomendações descritas pelo Institute of Medicine por meio das Dietary Reference Intakes (DRIs), para níveis de ingestão adequada (AI) de ácidos graxos essenciais são de 17 g e 12 g/dia de ácido linoléico (ômega-6) e 1,6 g e 1,1 g/dia de ácido linolênico (ômega-3) para homens e mulheres, respectivamente.

A deficiência de ômega-3 pode prejudicar o crescimento e a reprodução do ser humano, e também está relacionado à redução do aprendizado, visão prejudicada e polidipsia. A deficiência de ômega-3 apenas pode ser revertida por sua adição na dieta, ou seja, pela adição dos ácidos alfa-linolênico (ALA), eicosapentaenóico e docosahexaenóico (CARDOSO, 2010; GIBNEY et al., 2010). Evidências epidemiológicas também mostram forte relação da deficiência de ômega-3 com doenças degenerativas crônicas e doenças mentais, como a esquizofrenia (GIBNEY et al., 2010).

Pesquisas recentes mostram que em processos traumáticos ou relacionados a doenças que provocam perda de peso, afetam o metabolismo dos ácidos graxos poliinsaturados de forma mais grave do que a simples deficiência nutricional de um indivíduo saudável e com peso estável. Esse processo pode ser explicado tanto pela digestão deficiente de gorduras como pela oxidação dos ácidos graxos poliinsaturados anormalmente alta (GIBNEY et al., 2010).

#### *2.3.1.2 Fonte de fibras*

A linhaça pode ser uma fonte de fibra alimentar com valor nutritivo capaz de influenciar na redução de risco de diabetes mellito e enfermidades cardiovasculares, na prevenção do câncer de cólon retal e redução na incidência de obesidade (MAZZA; OOMAH, 1995).

A fibra alimentar no grão da linhaça apresenta boa proporção entre a fibra solúvel e a insolúvel (BOMBO, 2006). A fibra insolúvel aumenta o volume das fezes pela absorção da água e pela sua própria massa, apresentando benefícios no tratamento da constipação intestinal, síndrome de intestino irritável e doença diverticular (TARPILA et al., 2005). Já as fibras solúveis, além de atuarem na prevenção da obesidade devido seu poder de saciedade, parte delas são fermentadas por bactérias do cólon, que desempenham atividades hipoglicemiante, hipocolesterolêmica e hipotrigliceridêmica (FILISSETTI; LOBO, 2007).

A lignina é uma fibra encontrada na parede celular de plantas oleaginosas, e está relacionada a um composto semelhante, as lignanas. Ambas são encontradas na parede celular das plantas com diferentes funções. As ligninas contribuem para a resistência e rigidez das paredes celulares, já as lignanas são fitoquímicos, com principal função na prevenção do câncer (SAFE; PAPINENI, 2006).

As lignanas são fitoquímicos encontrados nas sementes de linhaça, farelo de trigo, farinha de centeio, trigo sarraceno, aveia e cevada. A fonte mais rica de lignanas está presente na semente de linhaça, contendo 75-800 vezes mais lignanas comparado a outro alimento originado de plantas. Às lignanas é atribuída a propriedade antioxidante da linhaça (SERRAINO, THOMPSON, 1992; KINNIRY et al., 2006).

As lignanas vegetais, denominadas secoisolariciresinol diglicosídeo (SDG), são convertidas no organismo pelas bactérias intestinais em lignanas mamíferas denominadas enterodiol e enterolactona, que possuem propriedades biológicas como atividade antimicótica e antioxidante, podendo ajudar a prevenir o desenvolvimento de doença crônica (MAHAN, ESCOTT-STUMP, 2005; DUAN et al., 2003; OOMAH; MAZZA, 2000; MORRIS, 2011).

O enterodiol e a enterolactona também podem ajudar à prevenção de certos tipos de câncer relacionados a hormônios como câncer de mama, endométrio e próstata, através de sua interferência com o metabolismo das células sexuais (MACIEL, 2006).

Estudos em mulheres na pré e pós-menopausa mostraram que as lignanas da semente de linhaça estimulam a globulina ligante ao hormônio sexual e modulam a proporção de metabólitos do estrógeno, reduzindo risco de câncer de mama (HUTCHINS et al., 2001).

A biodisponibilidade das lignanas na semente de linhaça aumenta, quando consumida moída ou quebrada, uma vez que o composto inteiro passa facilmente pelo trato gastrointestinal. Entretanto, devido seu alto teor de ácidos graxos as sementes moídas podem oxidar-se rapidamente (WARDLAW; KESSEL, 2002; DUPUY; MERMEL, 1995).

### *2.3.1.3 Proteínas*

A linhaça é considerada uma fonte de proteína vegetal. A fração protéica contém boa proporção de aminoácidos limitantes, como lisina, treonina, tirosina, metionina e cistina (CHUNG et al., 2005; OOMAH; MAZZA, 2000). A Tabela 3 apresenta a composição de aminoácidos na semente de linhaça com tegumento marron e dourado e na farinha de soja.

Os aminoácidos presentes na linhaça são similares aos da proteína de soja conhecidas como albumina e globulina (MACIEL, 2006; FRIEDMAN; LEVIN, 1989). A estrutura das proteínas da linhaça é mais lipofílica do que as proteínas de soja, além de apresentar boas propriedades espumantes (OOMAH, MAZZA, 2000).

**Tabela 3** - Composição de aminoácidos nas sementes de linhaça com tegumento marron e dourado e na farinha de soja

Aminoácidos	Linhaça com tegumento marron g/100g de proteína <sup>a</sup>	Linhaça com tegumento dourado g/100g de proteína <sup>a</sup>	Farinha de soja g/100g de proteína <sup>b</sup>
Alanina	4,4	4,5	4,1
Arginina	9,2	9,4	7,3
Ácido Aspártico	9,3	9,7	11,7
Cistina	1,1	1,1	1,1
Ácido Glutâmico	19,6	19,7	18,6
Glicina	5,8	5,8	4,0
Histidina*	2,2	2,3	2,5
Isoleucina*	4,0	4,0	4,7
Leucina*	5,8	5,9	7,7
Lisina*	4,0	3,9	5,8
Metionina*	1,5	1,4	1,2
Fenilalanina*	4,6	4,7	5,1
Prolina	3,5	3,5	5,2
Serina	4,5	4,6	4,9
Treonina*	3,6	3,7	3,6
Triptofano*	1,8	NR**	NR**
Tirosina	2,3	2,3	3,4
Valina*	4,6	4,7	5,2

OOMAH; MAZZA, 1993<sup>a</sup>;  
 FRIEDMAN; LEVIN, 1989<sup>b</sup>;  
 \*Aminoácidos essenciais;  
 \*\*NR - Não informado.

### 2.3.2 Aplicação da linhaça em produtos alimentícios

Os componentes da linhaça atraem muito a indústria de alimentos e farmacêutica devido seus inúmeros benefícios a saúde (FLAX COUNCIL OF CANADA, 2011; OOMAH; MAZZA, 2000).

O produto com linhaça mais comumente encontrado é o pão, contendo geralmente 7 % da farinha da semente de linhaça. Uma das principais aplicações da farinha de linhaça em produtos cozidos elaborados com cereais é aumentar a quantidade e a qualidade da proteína (OOMAH; MAZZA, 2000).

Lima (2007), Moura (2008) e Borges (2009) elaboraram pães substituindo parcialmente a farinha de trigo pela farinha de linhaça e semente de linhaça. As concentrações adicionadas variaram de 3 a 15 % de linhaça e, obtiveram bons resultados com aumento

significativo no conteúdo de ácido alfa-linolênico (ALA), fibras, proteína e minerais como, cálcio, ferro, magnésio e potássio. De acordo com a USDA (2011) 1 a 12 % de linhaça pode ser usado como ingrediente na alimentação sem oferecer riscos a saúde.

A semente de linhaça pode ser consumida *in natura*, inteira ou moída. Pode ser acrescentado diretamente sobre alimentos ou utilizado como ingrediente de preparações como barras de cereal, bolos, biscoitos, feijão, pães e produtos cárneos (BOMBO, 2006)

Diferentes formas de processamento podem modificar inevitavelmente a composição química, as propriedades físicas e a qualidade da linhaça e de seus componentes (OOMAH, MAZZA, 2000; COSKUNER; KARABABA, 2007).

Chen, Ratnayke e Cunnane (1994), ao avaliarem a estabilidade da linhaça inteira e moída a um aquecimento 178°C por uma hora e meia, relataram diminuição no ácido linolênico de 55,1 % para 51,3 % para linhaça moída e, nenhuma alteração para linhaça inteira. Em concordância, Marques (2008) mostrou que sementes de linhaça levadas a um aquecimento de 180° C por 40 minutos reduziram significativamente o ácido alfa-linolênico (de 17,33 g na linhaça crua para 14,65 g na linhaça assada), mas, mesmo assim manteve-se uma quantidade importante de ALA, suficiente para proporcionar alterações positivas. Seja adicionada como óleo ou grão em alimentos *in natura*, assados ou fritos, a linhaça pode ajudar na redução do consumo exagerado de ácido linoléico (AL) e na elevação do consumo de ômega-3.

#### **2.4 Maracujá e suas propriedades funcionais**

O Brasil é o maior produtor de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) do mundo (PINHEIRO, 2007). Suas propriedades sedativas são muito conhecidas (GUERTZENSTEIN, 1998; OLIVEIRA et al., 2002), mas uma nova propriedade relacionada ao fruto foi descoberta a partir da sua atividade hipoglicemiante, a casca do maracujá amarelo (GUERTZENSTEIN, 1998).

Uma quantidade muito expressiva, aproximadamente 90 %, das cascas e sementes presentes no maracujá são descartados em indústrias de sucos e polpas. Entretanto, não devem ser vistas como resíduos, mas como uma rica matéria-prima para extração de pectina (PINHEIRO, 2007).

O uso de subprodutos na alimentação humana ou animal, como cascas de frutos, vem sendo atribuído como fonte alimentar de bom estado nutricional, na redução de custos e tempo e, problemas de eliminação dos subprodutos provenientes do seu processamento (ZERAİK et al., 2010).

Diversas propriedades funcionais da casca do maracujá vêm sendo estudadas nos últimos anos, principalmente as relacionadas ao teor e tipo de fibras no fruto (MEDINA, 1980).

A casca do maracujá é rica em fibras solúveis, principalmente a pectina (GUERTZENSTEIN, 1998), além de vitaminas e minerais como niacina (vitamina B3), ferro, cálcio e fósforo. Suas propriedades nutricionais podem trazer muitos benefícios à saúde, atuando no crescimento e produção de hormônios (niacina), no fortalecimento dos ossos (cálcio), na formação celular (fósforo), na prevenção da anemia (ferro) (GOMES, 2010) e a pectina, considerada uma fração de fibra solúvel, tem capacidade de absorver água formando géis viscosos que retardam o esvaziamento gástrico e o trânsito intestinal (GALISTEO et al., 2008).

A casca do maracujá amarelo representa mais da metade do seu peso total, aproximadamente 60 % do fruto, e deste 21,5 % contém pectina, além de triptofano, ácidos graxos e aminoácidos sulfurados (GUERTZENSTEIN, 1998). Em concordância, Manica (1981) aponta 10-20 % para pectina na casca do maracujá, e componentes como aminoácidos, proteínas e carboidratos.

Oliveira et al. (2002), determinam a composição da casca do maracujá amarelo: umidade 89,08 %, cinzas 0,92 %, lipídios 0,7 %, proteína 1,07 % e carboidratos de 8,23 %. Martins et al. (1985), também analisaram conteúdo de fibras (4,35 %), cálcio (10,98 mg por 100g), ferro (3,2 mg por 100g e fósforo (36,36 mg por 100g). As variações em seus constituintes dependem principalmente do estágio de maturação do fruto, podem considerar-se também local de plantio e condições genéticas das plantas, e seu amadurecimento leva a perda de umidade concentrando dos demais constituintes (PINHEIRO, 2007).

Pinheiro (2007) relata em seu estudo a composição química da farinha da casca do maracujá amarelo: umidade de 9,93 %, cinzas de 7,52 %, proteína de 4,05 %, lipídio menor que 0,1 %, fibra dietética total de 57,36 % (19,2 % fibra solúvel e 38,16 % fibra insolúvel) e 21,28 % de carboidratos.

A suplementação de farinha da casca de maracujá amarelo tem se mostrado eficaz na redução de níveis de colesterol, aumento da tolerância a glicose e prolongamento do esvaziamento gástrico, sem ratos *Wistar* diabéticos, e em humanos estudos também sugerem o efeito da pectina à redução de colesterol (GUERTZENSTEIN, 1998).

Pesquisa realizada por Medeiros et al. (2009), confirmaram atividades hipoglicemiantes e hiperlipidêmicas com a suplementação de farinha de casca de maracujá amarelo em adultos saudáveis, e nenhuma reação adversa que pudesse comprometer a utilização da farinha foi percebida.

Janebro et al. (2008), avaliaram o efeito da farinha da casca de maracujá amarelo em pacientes portadores de diabetes tipo 2, observou diferença estatística significativa na glicemia de jejum, redução nos valores médios da hemoglobina glicada e de triglicerídeos, e aumento nos níveis de colesterol HDL, não apresentando redução em níveis de colesterol total e LDL.

A casca de maracujá é rica em pectina, considerada uma fração de fibra solúvel que diminui a absorção de carboidratos no organismo humano, mecanismo que explica sua resposta hipoglicemiante (MEDEIROS et al., 2009).

Relatos mostram que a suplementação de pectina em refeições, ocasionaria em um aumento da tolerância a glicose, devido ao aumento da taxa de esvaziamento gástrico, inibição da absorção intestinal e modificação da resposta hormonal (JENKINS, 1977).

Cascas de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) foram transformadas em farinha e empregadas na formulação de rações para ratos adultos, sadios e diabéticos. Ao longo de 28 dias de análise resultados demonstraram que os animais apresentaram redução significativa em relação à glicemia do início do experimento (GUERTZENSTEIN, 2002).

A suplementação de farinha de casca de maracujá também mostrou benefícios para redução de peso corporal em adultos, homens e mulheres, após oito semanas de suplementação (MEDEIROS et al., 2009).

## 2.5 Aspectos gerais da panificação

### 2.5.1 Pão de forma

As formulações de pães são diversas, diferenciando-se tanto no tipo de ingredientes quanto na sua proporção (LIMA, 2007). O uso de farinhas compostas em produtos de panificação tem finalidades específicas, como por exemplo, melhorar as propriedades nutricionais do produto pela adição de farinhas de origem oleaginosa (SILVA, 1997).

Segundo o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Pão (BRASIL, 2000), esse alimento é um produto obtido pela cocção, em condições tecnologicamente adequadas, de uma massa fermentada, ou não, preparada com farinha de trigo e/ou outras farinhas que contenham naturalmente proteínas formadoras de glúten ou adicionadas das mesmas e água, podendo conter outros ingredientes. A classificação “Pão de Forma” é dada ao produto obtido pela cocção da massa em formas, apresentando miolo elástico e homogêneo, com poros finos e casca fina e macia.

### 2.5.2 Ingredientes na panificação

Os ingredientes básicos para a produção de pães são: farinha de trigo, fermento e água. Além desses, normalmente são adicionados outros ingredientes, como: sal, açúcares, glúten vital, agentes reforçadores do glúten (ácido ascórbico, azodicarbonamida, etc.), enzimas, gorduras, entre outros, para obtenção de características específicas desejadas. Em produtos de panificação, as gorduras auxiliam na incorporação e retenção dos gases produzidos durante a fermentação, além de contribuir para a maciez e para aumentar a vida de prateleira de pães (CASOLA, 2002; QUAGLIA, 1991). Além disso, óleos e gorduras têm importante papel como lubrificantes na massa de produtos de panificação, evitando a aderência nos recipientes durante sua mistura e manipulação. Para pães de forma, esses ingredientes são importantes para evitar o esfarelamento durante o fatiamento (ALTSCHUL, 1993).

Os emulsificantes são aditivos amplamente utilizados em produtos de panificação, função de reforçadores de glúten (DATEM, CSL e SSL) e como agentes complexadores de amido para evitar a retrogradação (monoglicérides) (TAMSTORF et al., 1987). Os fosfolipídeos são componentes minoritários na farinha de trigo (0,5% massa seca), porém é

sabido que alguns desses compostos, como a fosfatidilcolina, lisofosfatidilcolina, Nacilfosfatidiletanolamina e N-acilfosfatidiletanolamina, têm importante papel na qualidade da massa durante o processo de panificação, pela interação entre lipídeos e proteínas na rede de glúten (NÉRON et al., 2004).

Em produtos de panificação, o açúcar desempenha vários papéis, como fonte de açúcares fermentescíveis para rápida utilização pelas leveduras, fonte de açúcares redutores para reações de escurecimento, tendo, portanto, importante papel no sabor final dos produtos. Além da doçura, a sacarose também desempenha outras funções em produtos de panificação, proporcionando corpo, auxiliando na textura e na preservação dos produtos (PECK, 1994).

A farinha de trigo possui naturalmente em sua composição algumas enzimas, como  $\alpha$  e  $\beta$ -amilases, responsáveis por hidrolisar as ligações glicosídicas de carboidratos. A quantidade de enzimas presente depende das condições de plantio e crescimento do trigo utilizado na moagem da farinha (OBEL, 2001). Modificações na estrutura dos polissacarídeos (como o amido) da farinha de trigo pela adição de enzimas, normalmente trazem efeitos positivos nas características das massas e dos pães (JIMÉNEZ; MARTÍNEZ-ANAYA, 2001). Em produtos de panificação, as amilases ( $\alpha$  e  $\beta$ -amilases, amilases maltogênicas, pululanases e amiloglucosidase) são as enzimas responsáveis pela transformação do amido em açúcares fermentescíveis (LINKO; LINKO, 1987). Amilases são enzimas que atuam hidrolisando cadeias de amido, sendo que as  $\alpha$ -,  $\beta$ - e glucoamilases quebram as ligações glicosídicas  $\alpha$ -1,4, enquanto as pululanases e isoamilases atuam nas ligações  $\alpha$ -1-6 (EL-DASH et al., 1982; OBEL, 2001). A  $\alpha$ -amilase age rapidamente no amido gelatinizado, liberando seus açúcares, que servirão de substrato para as leveduras durante a fermentação (EL-DASH et al., 1982). A amiloglucosidase atua a partir dos extremos não redutores das cadeias de amilose e amilopectina, produzindo monossacarídeos (dextrose). Portanto, o emprego da amiloglucosidase permite reduzir os níveis de açúcares, utilizados em formulações de produtos de panificação (OBEL, 2001). Devem-se observar as quantidades de enzimas adicionadas às formulações de pães, pois o uso inadequado dessas pode afetar negativamente a qualidade da massa e de pães. Sobre dosagens de amilases, particularmente  $\alpha$ -amilase bacteriana, leva a um alto grau de dextrinização, proporcionando pães ligentos e gomosos (COLLAR et al., 2000).

A perda de qualidade dos pães de forma durante o tempo de estocagem está relacionada a dois principais fatores: deterioração pela ação de micro-organismos e o

enrijecimento e perda de maciez. O primeiro fator tem sido contornado pela indústria com o uso de conservantes e/ou anti-mofos (exemplo: propionato de cálcio), já a perda de maciez ainda é um item preocupante para a extensão da vida de prateleira de pães de forma. A perda de maciez de produtos de panificação está diretamente relacionada com o fenômeno de retrogradação do amido. Com o resfriamento, a amilose e a amilopectina, que foram disponibilizadas do grânulo de amido durante a gelatinização, iniciam um processo de reassociação – a retrogradação (HUNG; MORITA, 2004).

### *2.5.3 Considerações finais*

A revisão da literatura apresentada permitiu concluir que existe uma potencialidade grande de aplicações das farinhas de linhaça e da casca de maracujá em produtos alimentícios. Pois raras são as informações que relatam a utilização da farinha da casca de maracujá em produtos elaborados.

Além disso, é importante ressaltar a fonte de nutrientes que a linhaça e o maracujá apresentam em sua constituição. A linhaça possui muitos ingredientes funcionais importantes, além de ser uma fonte abundante de ácidos graxos poliinsaturados  $\alpha$ -linolênico (ALA), possui quantidade significativa de proteína vegetal, lignanas, fibra alimentar solúvel e insolúvel e constituintes minerais. Ao fato da casca de maracujá ser rica em pectina, fibras solúveis e insolúveis, niacina (vitamina B3), ferro, cálcio, e fósforo.

As vantagens dietéticas da linhaça e maracujá são particularmente interessantes para o desenvolvimento de produtos alimentícios com efeitos benéficos à saúde, ao atuarem como agentes de proteção as células do organismo, pois auxiliam nas reduções nos níveis lipídicos (colesterol total, colesterol LDL e triglicérides), no aumento do colesterol bom (HDL), no controle da glicose sanguínea, na redução de doenças cardiovasculares e pressão arterial, na prevenção da osteoporose e no câncer de mama e cólon, além de auxiliar na redução e no controle do corporal.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Matéria-prima

As matérias-primas utilizadas foram: farinha de trigo - Anaconda, açúcar refinado - Alto Alegre, sal refinado - Finosal, Fermento biológico fresco - Flischman, água mineral - Vitalev, Estearoil-2-lactil lactato de sódio - SGS Agricultura e Indústria Ltda., Glucose oxidase – Granolab Biotecnologia, Alfa-amilase – Granolab Biotecnologia, propionato de cálcio - Saporiti. A farinha de linhaça com tegumento dourado utilizada foi doada por Granvital Alimentos e a farinha de casca de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) por Comercial Grazziotin de Alimentos Ltda.

#### 3.2 Elaboração das formulações - delineamento dos experimentos

A Tabela 4 apresenta os ingredientes utilizados nas formulações de pão – tipo forma e suas respectivas quantidades.

**Tabela 4** - Formulação do pão – tipo forma

<b>Ingrediente</b>	<b>Quantidade (%)</b>
<b>Farinha (trigo, maracujá e linhaça)<sup>(1)</sup></b>	100
<b>Sal refinado<sup>(2)</sup></b>	2
<b>Açúcar refinado<sup>(2)</sup></b>	4
<b>Fermento biológico fresco<sup>(2)</sup></b>	4
<b>Água gelada<sup>(2)</sup></b>	52
<b>Propionato de cálcio<sup>(2)</sup></b>	0,15
<b>Alfa-amilase<sup>(2)</sup></b>	0,0015
<b>Glucose oxidase<sup>(2)</sup></b>	0,003
<b>Estearoil-2-lactil lactato de sódio<sup>(2)</sup></b>	0,1

Fonte: Prozym, 2000.

<sup>(1)</sup> Concentrações definidas de acordo com os níveis do planejamento de experimentos.

<sup>(2)</sup> Com base em 100 partes de farinha.

A Tabela 5 apresenta os valores codificados e reais do planejamento fatorial 2<sup>2</sup> (1 ponto central repetido 3 vezes), sendo que as variáveis independentes estudadas foram concentração de farinha de maracujá e de linhaça. As variáveis independentes fixas foram: sal

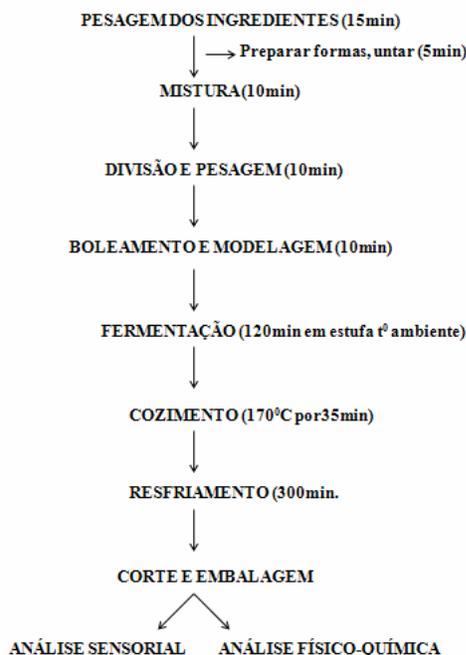
refinado, açúcar refinado, fermento biológico fresco, alfa-amilase, glucose oxidase e estearoil-2-lactil lactato de sódio.

**Tabela 5** – Níveis das variáveis independentes utilizadas no planejamento fatorial  $2^2$

Variáveis Independentes*	Códigos	Níveis		
		-1	0	+1
Farinha de maracujá (g/100g de farinha de trigo)	X <sub>1</sub>	1	3	7
Farinha de linhaça (g/100g de farinha de trigo)	X <sub>2</sub>	4	8	12

\*Variáveis Independentes Fixas: sal refinado, açúcar refinado, fermento biológico fresco, alfa-amilase, glucose oxidase, SSL.

As formulações foram elaboradas na Panificadora Íta, localizada em Itapejara D'Oeste - PR, conforme o Fluxograma apresentado na Figura 4.



**Figura 4** – Fluxograma do processamento dos pães – tipo forma (PROZYM, 2000)

Alfa-amilase, Glucose oxidase e Estearoil-2-lactil lactato de sódio foram pesados em balança analítica BEL Engineering 210A, capacidade 100 mg a 210 g. Os demais

ingredientes foram pesados separadamente, em balança digital TOLEDO, capacidade 1 g a 15 kg.

Os ingredientes foram adicionados na amassadeira G-Paniz - capacidade 25 kg. Primeiramente, a farinha de trigo, farinha da semente de linhaça dourada, farinha de casca de maracujá, sal, açúcar, fermento biológico fresco, alfa-amilase, glucose oxidase, Estearoil-2-lactil lactato de sódio, em seguida a água mineral gelada, submetidos à mistura/amassamento por aproximadamente 10 minutos, até obtenção do ponto véu da massa homogeneizada. Em seguida, a massa foi subdividida em frações de 550 g (peso padrão do pão - tipo forma). A massa foi boleada e modelada, e distribuída em recipientes (tipo formas) de alumínio untados com óleo vegetal.

A fermentação ocorreu em uma estufa fechada em temperatura ambiente ( $\sim 30^{\circ}\text{C}$ ) e umidade relativa forçada ( $\sim 70\%$ ), por aproximadamente 120 minutos. Após a fermentação, os pães foram submetidos à cocção em forno a lenha à vapor (PRÓ-GÁS), pré aquecido e assados a  $170^{\circ}\text{C}$  por 35 minutos. Posteriormente, os pães foram resfriados em estufa fechada sem controle de temperatura, por aproximadamente 300 minutos.

Em seguida ao resfriamento os pães atingiram o ponto de corte e foram fatiados na fatiadeira de corte em lamina (G-Paniz) e acondicionados em embalagem de filme de prolipropileno liso e transparente (Aquarela;  $20\ \mu\text{m}$ ).

Parte dos pães foram mantidos em condições normais de armazenamento a temperatura ambiente até sua utilização na análise sensorial, e outra parte foi devidamente congelada para posteriores análises físico-químicas.

### **3.3 Caracterização físico-química dos pães – tipo forma**

#### *3.3.1 Preparo das amostras*

As análises físico-químicas foram realizadas de acordo com metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2005), no Laboratório de Físico-química da URI – Campus Erechim.

Uma unidade de cada formulação, escolhida aleatoriamente, foi inicialmente fatiada, realizou-se o quarteamento manual, seguida de uma desintegração física com auxílio de Mastermix (ARNO) e a sucessivos quarteamentos manuais, subdividindo em amostra de

laboratório para análises físico-químicas (umidade, cinzas, componentes minerais, ácidos graxos e fibra bruta).

### *3.3.2 Umidade*

A umidade foi determinada pelo método de dessecação em estufa com recirculação de ar. Primeiramente, os cadinhos de inox contendo aproximadamente 10 g de areia do mar e um bastão de vidro, foram dessecados durante aproximadamente 4 horas na estufa (até peso constante), regulada a 105°C. Em seguida, pesou-se aproximadamente 3 g de amostra, dessecados durante aproximadamente 6 horas na estufa (até peso constante), regulada a 105°C.

### *3.3.3 Cinzas*

As cinzas (resíduo mineral fixo) foram determinadas por via seca em incineração em mufla. Inicialmente, os cadinhos de porcelana foram aquecidos em forno mufla, regulado a 550 °C, durante 20 minutos dessecados e pesados. Em seguida, colocou-se 5 g de amostra e posteriormente, as amostras foram carbonizadas em chapa de aquecimento e após à mufla durante 12 horas, para que ocorresse a calcinação e se obtivesse as cinzas claras, após foram colocadas resfriados em dessecador e pesadas. Os resultados foram expressos em g cinzas/100g amostra.

#### *3.3.3.1 Componentes minerais*

As cinzas (inorgânicos) que restaram no cadinho (obtidos anteriormente), foram diluídas com HNO<sub>3</sub> 1 M e filtradas (papel filtro whatmann quantitativo) em balão volumétrico de 50 mL, fazendo-se sucessivas lavagens do cadinho com o ácido, até completar o volume do balão.

As soluções padrões dos micro e macronutrientes foram diluídas com HNO<sub>3</sub> 1 M, nas concentrações recomendadas: K (1 a 250 mg/L); Na (10 a 300 mg/L); Fe (0,5 a 3 mg/L); Mg (4 a 20 mg/L); Ca (10 a 50 mg/L).

Para eliminar possíveis interferências na determinação de Ca e Mg, adicionou-se cloreto de lantânio nas amostras e nas soluções padrões na proporção de 1 % (m/v).

Os componentes minerais foram determinados por espectrometria de absorção atômica em chama - FAAS (Varian Spectra AA-55), segundo metodologia descrita por AOAC (1995). Empregaram-se lâmpadas de cátodo oco de Ca, Mg, P, Na e Fe, como fonte de radiação. Os elementos foram medidos em condições de operação otimizada por FAAS em chama ar/acetileno e acetileno/óxido nítrico, com pressão ajustada dos gases (Ex: ar = 3 bar e acetileno = 1 bar). As leituras de Ca, Mg, K, Na e Fe foram realizadas no FAAS, no modo absorção. Os cálculos dos teores dos minerais nas amostras foram baseados em uma curva de calibração obtida com as soluções padrões.

A Tabela 6 apresenta os parâmetros instrumentais do espectrofotômetro de absorção atômica (Varian Spectra AA-55).

**Tabela 6** - Parâmetros instrumentais do FAAS (Varian Spectra AA-55)

<b>Elemento</b>	<b><math>\lambda</math> (nm)</b>	<b>Intensidade da lâmpada (mA)</b>	<b>Fenda (nm)</b>	<b>Concentração de trabalho (mg/L)</b>	<b>Gás oxidante</b>
<b>Ca</b>	422,7	10	0,5	2 – 800	Acetileno/óxido nítrico
<b>Na</b>	330,3	5	0,5	2 – 400	Acetileno
<b>Mg</b>	202,6	4	1,0	0,15 – 20	Acetileno
<b>Fe</b>	248,3	5	0,2	0,06 – 15	Acetileno

O teor de nitrogênio e/ou conteúdo protéico (P) foi determinado pelo método de Kjeldahl. Inicialmente, pesou-se aproximadamente 1 g de amostra, adicionou-se uma pastilha catalisadora (Special Kjeldahl S 3,5) e 12 mL de ácido sulfúrico concentrado em tubo digestor Kjeldahl. A digestão ocorreu em sistema digestor Kjeldahl, até completa clarificação do material (~4 horas).

Após resfriamento dos tubos, o mesmo foi conectado ao sistema destilador Kjeldahl, onde adicionou 75 mL de água destilada e 50 mL de hidróxido de sódio a 40 %. Em erlermayer adicionou-se 25 mL de solução receptora de ácido bórico a 4 % e conectou-se na saída do destilador. Após destilação efetuou-se a titulação com solução de ácido clorídrico 0,1 N. Para o cálculo do conteúdo protéico, levou-se em consideração o teor de nitrogênio obtido multiplicado pelo fator de conversão de nitrogênio para proteína, de 6,25.

### 3.3.4 Ácidos graxos

Os lipídios totais (L) foram determinados pelo método de Soxhlet, em extração com solvente a quente. Inicialmente, pesou-se 3 a 5 g de amostra, dessecada na estufa por 30 minutos, em cartucho de papel filtro whatmann nº1 e conectou-se ao aparelho extrator de Soxhlet. Extraíu-se em aparelho de soxhlet (cujo balão foi previamente aquecido por 1 hora em estufa a 105 °C com pérolas de vidro, resfriado em dessecador até a temperatura ambiente e pesado), com éter etílico, por 6 horas. Recuperou-se o solvente e o balão com o resíduo foi dessecado em estufa a 105 °C por aproximadamente 1 hora (peso constante). Os resultados foram expressos em g /100g de amostra.

A composição dos ácidos graxos (saturados, monoinsaturados e poliinsaturados: Ômega-3 e Ômega-6) foram realizados pelo Instituto de Tecnologia de Alimentos (FIRESTONE, 2009; HORWITZ, 2005; HARTMAN; LAGO, 1973; FOOD STANDARDS AGENCY, 2002).

### 3.3.5 Fibras

A fibra-bruta (FB) foi determinada por método ácido-básico. Inicialmente, pesou-se de 1 a 2 g de amostra seca (1 mm de granulometria) previamente desengordurada em cadinho filtrante de vidro. Conectou-se o cadinho ao sistema de extração. Adicionou-se pela parte superior do extrator 150 mL de ácido sulfúrico a 1,25 %, previamente aquecido em chapa elétrica, levado a ebulição por 30 minutos. Em seguida, filtrou-se a solução aquosa e lavou-se a amostra com 3 porções de 50 mL de água aquecida.

Posteriormente, efetuou-se a digestão básica, adicionando 150 mL de hidróxido de sódio a 1,25 %, previamente aquecido em chapa elétrica, levado a ebulição por 30 minutos. Filtrou-se e lavou-se o sistema com 3 porções de 50 mL de água aquecida e adicionou-se 10 mL de acetona. Os cadinhos foram levados a estufa por 3 a 4 horas (peso constante) e posteriormente ao forno mufla a 550 °C por 1 hora. A fibra-bruta foi determinada pela diferença da amostra dessecada em estufa e da incineração em mufla e expressa e g de fibra/100g de amostra.

A fibra alimentar, fração solúvel e insolúvel foram determinadas pelo método enzimático e realizadas pelo Instituto de Tecnologia de Alimentos (HORWITZ, 2006; PROSKY et al., 1992).

### *3.3.6 Carboidratos totais*

Os carboidratos foram determinados por método indireto, por diferença dos constituintes (umidade, cinzas, proteínas, fibra alimentar, lipídios) e os resultados foram expressos em g/100g amostra.

### *3.3.7 Valor calórico*

O valor calórico foi calculado multiplicando-se os valores em gramas de proteínas por 4 kcal por g, lipídios por 9 kcal por g e carboidratos por 4 kcal por g, respectivamente. Onde os resultados foram expressos em kcal por 100g amostra.

## **3.4 Informação nutricional**

Elaborada de acordo com o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, implementada pela Resolução nº 360, de 23 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003), em que torna obrigatória a Rotulagem Nutricional.

## **3.5 Análise sensorial**

### *3.5.1 Preparo das amostras*

As amostras de pão - tipo forma utilizadas nos testes sensoriais foram mantidas nas embalagens originais e acondicionadas a temperatura ambiente até a realização das análises. As amostras foram identificadas:

Formulação A - adição de 4 % de farinha de linhaça e 1 % de farinha de maracujá;

Formulação B - adição de 12 % de farinha de linhaça e 1 % de farinha de maracujá;

Formulação C - adição de 4 % de farinha de linhaça e 7 % de farinha de maracujá;

Formulação D - adição de 12 % de farinha de linhaça e 7 % de farinha de maracujá;  
Formulação E - adição de 8 % de farinha de linhaça e 3 % de farinha de maracujá.

### *3.5.2 Aceitabilidade e Intenção de compra*

Setenta provadores não treinados, de ambos os sexos, com idade mínima 10 a > 50 anos, avaliaram na Clínica Integrada de Itapejara D'Oeste (PR) e no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Pato Branco (PR). Para as avaliações sensoriais, foi utilizado um delineamento construído em Blocos Incompletos Equilibrados, completando-se um Bloco a cada cinco julgamentos, com três repetições por formulação, totalizando 42 julgamentos para cada formulação. Cada provador recebeu 3 amostras diferentes dos pães elaborados, contendo aproximadamente 30 gramas, distribuídos em recipientes codificados com números de três dígitos e acompanhados de um copo de água mineral (Branco) a temperatura ambiente, a ser utilizados pelo provador antes e entre as degustações das amostras.

Foi utilizado teste de aceitabilidade para avaliação das amostras, em que o indivíduo expressou o grau de gostar ou desgostar do alimento, avaliaram: aspecto geral, cor do miolo, cor da casca, aroma, sabor e textura, através da Escala Hedônica estruturada de nove pontos:

9. Gostei muitíssimo;
8. Gostei muito;
7. Gostei moderadamente;
6. Gostei ligeiramente;
5. Nem gostei, nem desgostei;
4. Desgostei ligeiramente;
3. Desgostei moderadamente;
2. Desgostei muito;
1. Desgostei muitíssimo.

No teste de intenção de compra foram registrados categorias de referencia de compra:

5. Certamente compraria;
4. Provavelmente compraria;
3. Tenho dúvidas se compraria;
2. Provavelmente não compraria;
1. Certamente não compraria.

### 3.5.3 Caracterização da equipe sensorial

A caracterização dos provadores considerou sexo, grau de escolaridade, idade, presença de patologia, grau de gostar e frequência de consumo de pão - tipo forma e outros pães.

Prevaleceu o sexo feminino com 90 % dos provadores da equipe sensorial, enquanto 10 % foram do sexo masculino, apresentando idades > 10 anos até > 50 anos. Os provadores apresentaram escolaridade de nível fundamental a nível de pós-graduação.

Dos 70 provadores para análise sensorial, 71 % não apresentavam patologia alguma e, 29 % apresentavam patologias, dentre elas: hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia, hipertensão arterial, osteoporose, diabete mellito tipo 1 e 2, obesidade, obstipação intestinal e problemas relacionados a tireóide. Um total de 45 % dos julgadores relataram um consumo diário de Pão - Tipo Forma, onde 38 % atribuíram gostar moderadamente do pão – tipo forma, 35 % gostar muito, 10 % gostar muitíssimo e 10 % gostar ligeiramente do pão – tipo forma.

A Figura 5 apresenta a ficha de anamnese geral do indivíduo e sua familiaridade com pães de forma e outros. A Figura 6 apresenta as fichas para avaliação sensorial das amostras.

## ANÁLISE SENSORIAL DE PÃO TIPO FORMA INTEGRAL

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Escolaridade: \_\_\_\_\_

Faixa etária: ( ) 10-17 ( ) 18-25 ( ) 26-35 ( ) 36-45 ( ) 46-50 ( ) > 50

Possui alguma patologia: ( ) NÃO ( ) SIM, QUAL?

( ) Obesidade ( ) Hipertensão arterial ( ) Diabetes ( ) Colesterol

alto ( ) Triglicérides alto ( ) Prisão de ventre ( )

Outra \_\_\_\_\_

Com que frequência você consome:

### **PÃO DE FORMA**

( ) Todo dia ( ) 3-4 vezes/ semana ( ) 1-2 vezes/ semana ( ) 1 vez/ quinzena ( ) 1 vez/ mês

### **OUTROS PÃES**

( ) Todo dia ( ) 3-4 vezes/ semana ( ) 1-2 vezes/ semana ( ) 1 vez/ quinzena ( ) 1 vez/ mês

Quanto você gosta de:

### **PÃO DE FORMA**

( ) Gosto muitíssimo ( ) Gosto muito ( ) Gosto moderadamente ( ) Gosto ligeiramente

### **OUTROS PÃES**

( ) Gosto muitíssimo ( ) Gosto muito ( ) Gosto moderadamente ( ) Gosto ligeiramente

Caso você tenha alergia, intolerância ou qualquer problema com a ingestão de glúten, trigo, linhaça, fibra e produtos de maracujá NÃO assine esta ficha. Sou voluntário concordo em participar deste teste.

Assinatura: \_\_\_\_\_

**Figura 5** – Ficha para caracterização dos provadores da análise sensorial

## ANÁLISE SENSORIAL

1. OBSERVE ou PROVE e INDIQUE o quanto você GOSTOU ou DESGOSTOU de cada atributo da amostra.

ESCALA
9. Gostei muitíssimo
8. Gostei muito
7. Gostei moderadamente
6. Gostei ligeiramente
5. Nem gostei, nem desgostei
4. Desgostei ligeiramente
3. Desgostei moderadamente
2. Desgostei muito
1. Desgostei muitíssimo

Amostra	Cor da superfície	Cor do miolo	Aroma	Sabor	Textura	Aspecto geral
_____	( )	( )	( )	( )	( )	( )
_____	( )	( )	( )	( )	( )	( )
_____	( )	( )	( )	( )	( )	( )

2. Assinale para cada uma das amostras, qual seria a sua atitude quanto à compra do produto usando a escala abaixo.

ESCALA	_____	_____	_____
5. Certamente compraria	( )	( )	( )
4. Provavelmente compraria	( )	( )	( )
3. Tenho dúvidas se compraria	( )	( )	( )
2. Provavelmente não compraria	( )	( )	( )
1. Certamente não compra	( )	( )	( )

**Figura 6** – Ficha para análise sensorial de pão – tipo forma

### 3.6 Avaliação da estabilidade

Para avaliação da estabilidade foram elaboradas novamente as formulações que apresentaram maior aceitabilidade na avaliação sensorial, mediante a análise sensorial e microbiológica (bolores e leveduras). A estabilidade foi realizada comparativamente, em formulações com a adição de propionato de cálcio (0,15%) e sem adição de propionato de cálcio (0%).

O procedimento para análise de bolores e leveduras foi realizado segundo a American Public Health Association (1992), pelo método de plaqueamento em superfície, em meio Potato Dextrose Agar, após incubação a 30°C por 14 dias, das amostras nas respectivas diluições ( $10^{-1}$  a  $10^{-6}$ ). Os resultados foram expressos em UFC/g (Log UFC/g).

Participaram da análise sensorial para estabilidade dos pães trinta e um provadores não treinados, de ambos os sexos, com idade > 19 e < 50 anos, mediante Teste de Escala Hedônica, conforme descrita anteriormente.

### 3.7 Tratamentos estatísticos

Os resultados das análises físico-químicas (proteínas, lipídios, carboidratos, umidade, cinzas, fibra bruta, componentes minerais) e sensoriais (cor da superfície, cor do miolo, aroma, sabor, textura, aspecto geral) foram tratados estatisticamente segundo metodologia de planejamentos de experimentos, com auxílio do Software *Statistica* versão 8.0, a nível de significância de 90 e 95 % de confiança.

Os resultados da análise sensorial foram tratados estatisticamente mediante análise de variância (ANOVA) e comparação das médias pelo teste de Tukey a nível de 95% de confiança com Software *Statistica* versão 8.0 e graficamente pelos histogramas de frequência.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item serão apresentados os resultados e discussão, referentes aos efeitos da adição de farinha de linhaça dourada e farinha de casca de maracujá amarelo nas características nutricionais e sensoriais de formulações de pão – tipo forma, bem como a avaliação da estabilidade das mesmas.

### 4.1 Caracterização físico-química das formulações

A Tabela 7 apresenta a matriz do planejamento fatorial  $2^2$  e as respostas em lipídios, proteínas, fibra bruta, cinzas e umidade das formulações de pão – tipo forma.

**Tabela 7** - Matriz do planejamento fatorial  $2^2$  (valores codificados e reais) e resposta em lipídios (LP), proteínas (PT), fibra bruta (FB), cinzas (C), umidade (U)

Formulações	Variáveis Independentes*		Respostas				
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	LP (%)	PT (%)	FB (%)	C (%)	U (%)
<b>Formulação A</b>	-1 (1)	-1 (4)	1,49	7,80	1,47	2,01	34,87
<b>Formulação B</b>	-1 (1)	1 (12)	3,33	9,70	3,81	2,06	34,42
<b>Formulação C</b>	1 (7)	-1 (4)	1,15	8,11	4,6	2,01	38,74
<b>Formulação D</b>	1 (7)	1 (12)	2,89	9,23	3,48	2,09	39,23
<b>Formulação E</b>	0 (3)	0 (8)	1,53	7,53	2,22	2,02	37,22
<b>Formulação E</b>	0 (3)	0 (8)	1,41	7,34	2,16	1,99	37,13
<b>Formulação E</b>	0 (3)	0 (8)	1,50	7,97	1,75	1,94	37,13

\*X<sub>1</sub>= farinha da casca de maracujá (g por 100g de farinha de trigo), X<sub>2</sub>= farinha de linhaça com tegumento dourado (g por 100g de farinha de trigo). Variáveis independentes fixas: sal refinado, açúcar refinado, fermento biológico fresco, Alfa-amilase, Glucose oxidase, Estearoil-2-Lactil Lactato de Sódio.

Observa-se que os maiores teores de lipídios e proteínas encontram-se nas formulações B e D, onde foram adicionadas 12 g por 100 g de farinha de linhaça com tegumento dourado, de 3,3 e 2,89 % de lipídios e 9,70 e 9,23 % de proteína, respectivamente. Justificado à rica fonte de lipídios, principalmente ácidos graxos essenciais, na semente da linhaça e, ao considerá-la uma fonte de proteína vegetal (BHATENA; VELAZQUEZ, 2002; WARDLAW; KESSEL, 2002; DUPUY; MERMEL, 1995; OOMAH; DER; GODFREY, 2005; OOMAH; MAZZA, 2000; MORRIS, 2011).

Em relação à fibra bruta, os teores foram superiores nas formulações B (3,8 %), C (4,6 %) e D (3,5 %), que possuem maiores concentrações de farinha de linhaça (12 g por 100 g) e da casca de maracujá (7 g por 100g). Ao comparar as formulações B e D, nota-se que a adição de 7 g por 100 g de farinha de maracujá à formulação D, ocorre redução no teor lipídico e aumento proporcional de fibra bruta, podendo reduzir respectivamente seu valor calórico.

Os pães apresentaram teor de umidade variando de 34,87 % (formulação com menor adição das farinhas de linhaça dourada e de maracujá) a 39,22 % (formulação com maior adição das farinhas de linhaça dourada e de maracujá). Lima (2007) encontrou teores de umidade de 32,44 % e 34,25 % para pães adicionados de farinhas de linhaça marrom e de maracujá, entretanto, com variações de 4 a 10 % para farinha de linhaça e 3 % de farinha de maracujá para todas as formulações estudadas.

O teor de mineral total (cinzas) apresenta pouca variação entre as formulações (1,9 a 2,1 %).

#### *4.1.1 Lipídios*

A Tabela 8 apresenta os coeficientes de regressão, erro padrão, valores de p e t(2), para lipídios. As concentrações de farinha de linhaça dourada mostraram uma influência positiva ( $p < 0,05$ ) sobre o perfil de lipídios nos pães, ao contrário a adição de farinha de maracujá. Os fatores não significativos foram adicionados à falta de ajuste para a análise de variância - ANOVA (Tabela 9).

**Tabela 8** - Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial  $2^2$  para lipídios

	<b>Coeficientes de regressão</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>t (2)</b>	<b>P</b>
<b>Média</b>	1,90	0,025	76,07	0,0001
<b>(1) Linhaça (L)*</b>	0,896	0,033	27,04	0,0013
<b>(2) Maracujá(L)*</b>	-0,196	0,033	-5,91	0,0274
<b>1L.2L</b>	-0,025	0,033	-0,745	0,5337

\*Fatores estatisticamente significativos ( $p < 0,05$ )

A Equação 1, apresenta o modelo codificado de primeira ordem, que descreve o perfil lipídico dos pães em função das variáveis analisadas (farinha da casca de maracujá e farinha de linhaça com tegumento dourado), dentro das faixas estudadas. O modelo foi validado pela análise de variância (Tabela 9), onde se obteve um coeficiente de correlação de 0,88 (88%) e o F calculado de 1,03 vezes maior que o valor tabelado, os quais permitiram a construção das superfícies de resposta e curva de contorno apresentadas na Figura 7. O coeficiente de correlação quantifica a qualidade do ajustamento, fornecendo uma medida da proporção da variação explicada pela equação de regressão em relação à variação total das respostas, variando de 0 a 100 %. O valor de F apresenta a razão entre o F calculado e o F tabelado, ou seja, sempre que esta relação for maior que 1, a regressão é estatisticamente significativa, havendo relação entre as variáveis independentes e dependentes (RODRIGUES; IEMMA, 2005).

**Tabela 9** - Análise de variância para lipídios do planejamento fatorial  $2^2$

<b>Fontes de Variação</b>	<b>Somas de Quadrados</b>	<b>Graus de Liberdade</b>	<b>Quadrados Médios</b>	<b>F calculado</b>
<b>Regressão</b>	3	1	1,68	7,13
<b>Resíduos</b>	1	5	0,236	
<b>Falta de ajuste</b>	0,935	3		
<b>Erro puro</b>	0,0087	2		
<b>Total</b>	4,31	6		

Resíduos = Falta de Ajuste + Erro puro;  $F_{\text{tab}, 95\%} = 6,94$ ; Coeficiente de correlação:  $R = 0,88$

Equação 1:

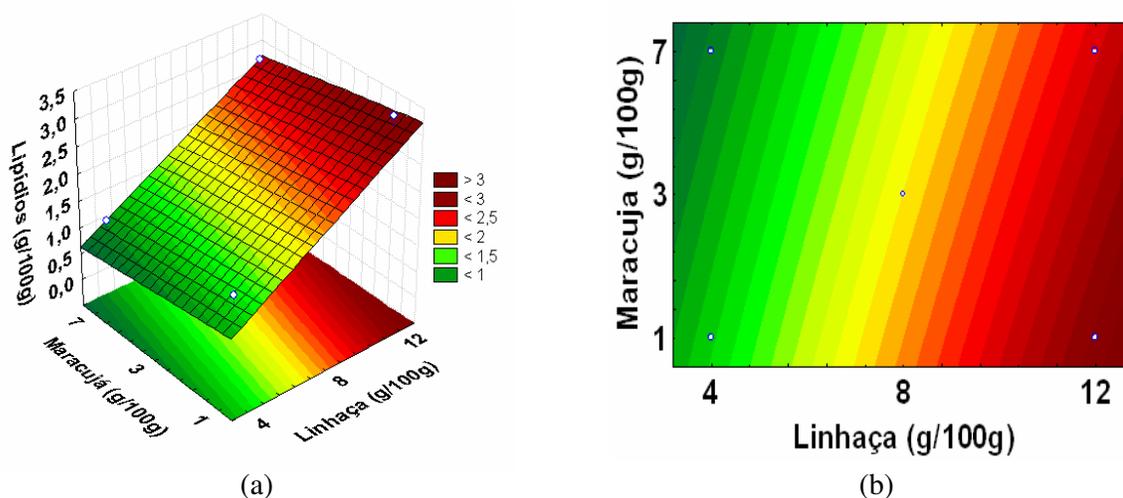
$$LP = 1,90 + 0,89 X_1 - 0,19 X_2 \quad (1)$$

Onde:

LP = Lipídios (%); X<sub>1</sub> = concentração de farinha de linhaça com tegumento dourado (g por 100 g); X<sub>2</sub> = concentração de farinha de casca de maracujá (g por 100 g).

A Figura 7 mostra que o aumento máximo no perfil lipídico nos pães (teores próximos a 3,3 g por 100 g), se deve ao aumento da concentração de farinha de linhaça, em concentrações superiores a 8 g por 100 g.

A adição de farinha de linhaça em farinhas mistas para panificação aumenta significativamente teores lipídicos (BORGES, 2009; MOURA, 2008; LIMA 2007).



**Figura 7** - Superfície de resposta (a) e curvas de contorno (b) para lipídios (g por 100g) em função da concentração da farinha de linhaça com tegumento dourado e farinha da casca de maracujá

Ao comparar a formulação B com uma formulação de pão integral de duas fontes diferentes (USDA; UNICAMP, 2011), encontra-se maiores teores para lipídios nos pães integrais, 3,5 e 3,7 g por 100 g à formulação B e, diferenças significativas quanto à qualidade dos ácidos graxos, apresentando 0,53 g por 100 g (USDA, 2011), 0,98 g por 100 g (UNICAMP, 2011) e 0,74 g por 100 g (Formulação B) para ácido linoléico (18:2). Já para

teores de ácido linolênico (18:3), os pães elaborados apresentaram aproximadamente 11 vezes mais aos pães integrais segundo USDA e UNICAMP (2011) 0,06 e 0,08. Os resultados para ácidos graxos totais podem ser melhor visualizados na Tabela 10.

**Tabela 10** - Determinação de lipídios totais para formulação com 12% de farinha de linhaça com tegumento dourado e 1% de farinha de casca de maracujá

<b>Composição dos lipídios</b>	<b>(g/100g)</b>
<b>Lipídios totais</b>	3,3
<b>Ácidos graxos</b>	
<b>Saturados</b>	0,74
<b>C 16:0 Palmítico</b>	0,41
<b>C 18:0 Esteárico</b>	0,28
<b>Monoinsaturados</b>	0,74
<b>C 18:1 ômega-9 Oléico</b>	0,71
<b>Poliinsaturados</b>	1,68
<b>C18: 3 ômega-3 Alfa linolênico</b>	0,94
<b>C 18:2 ômega-6 Linoléico</b>	0,74

Considerando a formulação B uma rica fonte de ácidos graxos essenciais, principalmente de ácido alfa-linolênico, visto que a linhaça é a maior fonte vegetal deste ácido graxo essencial.

Na formulação B, encontra-se uma proporção de 0,78 para relação ômega-6/ômega-3. Segundo Pacheco (2006), a quantidade de ômega-6 consumida deve ser menor que a quantidade de ômega-3, em uma proporção de 0,2 (ômega-6/ômega-3), para que absorção de ômega-3 não seja afetada. Morris (2011) relata que, menores ingestões de ômega-6 e maiores de ômega-3 podem ajudar a reduzir risco de doenças crônicas, como doenças do coração, câncer e ataque cardíaco.

O balanço entre as famílias ômega-6 e ômega-3 é de grande importância no organismo humano, pois competem pelas mesmas enzimas. Antigamente essa relação era de 1:1 a 1:2, enquanto hoje encontramos uma relação de 17:1, considerando uma dieta ocidental (FURST, 2002). A Organização Mundial de Saúde (WHO, 1995) recomenda uma razão de 5:1 – 10:1 respectivamente entre ácido linoléico e ácido linolênico na dieta. Mas Furst (2002), com base em experimentação animal recente considera uma proporção de 1:1. A formulação B apresenta razão de aproximadamente 1:1 para proporção ômega-6/ômega-3.

O ácido graxo alfa-linolênico (ALA) pode ajudar na prevenção da osteoporose, promovendo reabsorção e formação óssea ao bloquear a produção de citocinas, em especial de

Fator-alfa de Necrose Tumoral (BOYCE et al., 2005). O ALA é encontrado em maiores quantidades na linhaça, e é precursor da família ômega-3, EPA (ácido eicosapentaenóico) e do DHA (ácido docosahexaenóico) em seres humanos (CARDOSO, 2010). Entretanto a eficiência dessa conversão de ácido eicosapentaenóico e ácido docosahexaenóico no organismo pode ser reduzida pela presença de altos níveis de ácido linoléico (GIBNEY et al., 2010).

Uma dieta rica em ácidos graxos ômega-3 melhora a relação ômega-6/ômega-3, reduz os níveis e a ativação de compostos pro - inflamatórios, aumenta citocinas antiinflamatórias, reduzindo o risco de doenças crônicas no ser humano (SIMOPOULOS, 2006).

Moura (2008) e Gómez (2003) quantificaram o perfil dos ácidos graxos da semente de linhaça, encontrando 9,24 e 6,07 % de ácido palmítico, 4,97 e 5,19 % de ácido esteárico, 22,68 e 19,20 % de ácido oléico, 14,05 e 14 % de ácido linoléico e 44,66 e 54,47 % de ácido linolênico. Os valores encontrados na formulação B para os mesmos ácidos graxos (Tabela 10) estão coerentes em termos de proporção com os relatados pelos autores citados, de 12,42 % de ácido palmítico, 8,48 % de ácido esteárico, 21,51 % de ácido oléico, 22,42 % de ácido linoléico e 28,48 % de ácido linolênico, sendo que neste estudo foi analisado o pão adicionado de farinha de linhaça com tegumento dourado.

Qualquer tipo de processamento com linhaça pode levar a perda indesejável de ácido alfa-linolênico (CHEN; RATNAYKE; CUNNANE, 1994; MARQUES, 2008), mas mesmo assim a linhaça é capaz de oferecer maiores quantidades de ácido alfa-linolênico ao ácido linoléico, melhorando o perfil lipídico e a qualidade de vida da população.

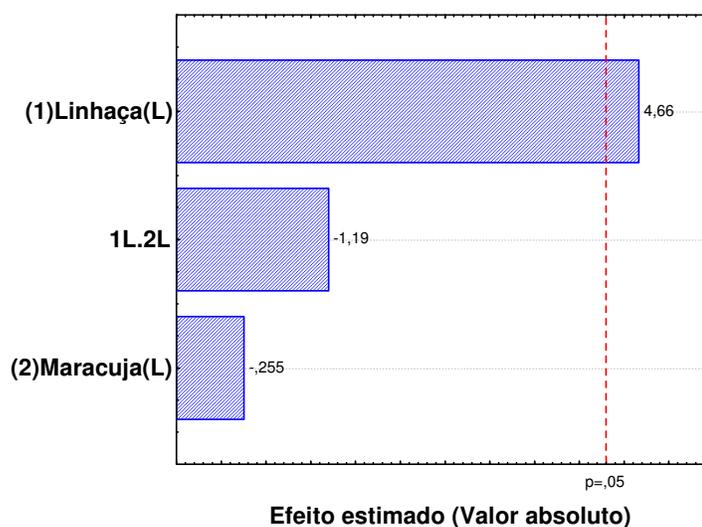
Moura (2008) aplicou diferentes concentrações de sementes de linhaça na formulação de pães (3, 6 e 9 %), e determinou os ácidos graxos poliinsaturados. Para a formulação com adição de 9% de linhaça, encontrou 20 % para ácido linoléico e 16,57 % para ácido linolênico. Neste estudo, adicionou-se maiores concentrações de farinha de linhaça com tegumento dourado e farinha de casca de maracujá, foram determinados ácidos graxos poliinsaturados para a formulação B, sendo 22,42 % para ácido linoléico (ômega-6) e 28,48 % para ácido linolênico (ômega-3). Os resultados mostram proporções inversas à determinação de Moura (2008), indicando maiores teores de ômega-3 ao ômega-6. Com base nas práticas já realizadas e mesmo com efeitos de processamento, pode-se apontar a determinação de maiores quantidades de ômega-3 e menores de ômega-6 na formulação B com adição das farinhas de linhaça com tegumento dourado e da casca de maracujá, possivelmente esteja

relacionada à utilização de farinha da linhaça com tegumento dourado a farinha de linhaça com tegumento marron, mas ainda faltam estudos que comprovem esta relação.

O Institute of Medicine (2002), por meio das Ingestões Diárias Recomendadas estabelece uma ingestão de 0,6 a 1,2 % para ômega-3 do gasto energético total diário. Uma dieta de aproximadamente 1800 kcal/dia, tipicamente apresentada para mulheres eutróficas, requer 1,2 a 2,4 g de ômega-3 por dia, portanto, a formulação B seria uma ótima fonte deste ácido graxo essencial, por suprir praticamente 100 % desta recomendação em 4 fatias do pão – tipo forma.

#### 4.1.2 Proteínas

A Figura 8 apresenta o gráfico de Pareto com o Efeito estimado (Valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento fatorial  $2^2$  para a variável proteína.



**Figura 8** - Gráfico de Pareto com o Efeito estimado (Valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento experimental fatorial  $2^2$ , para proteína

Verifica-se que a farinha de linhaça teve efeito significativo positivo ( $p < 0,05$ ) no teor de proteína nos pães elaborados. Visto que a linhaça é uma fonte protéica vegetal que apresenta boa proporção de aminoácidos (CHUNG et al., 2005; OOMAH; MAZZA, 2000),

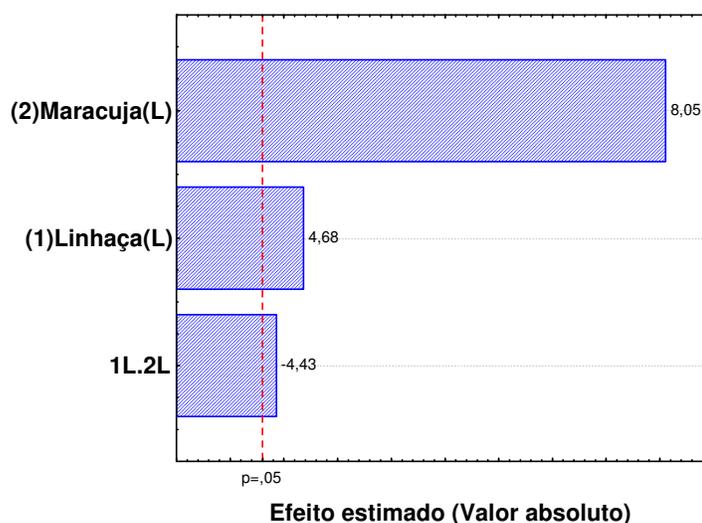
sua aplicação à produtos cozidos elaborados com cereais é aumentar a quantidade e a qualidade da proteína (OOMAH; MAZZA, 2000).

Moura (2008) determinou aumento na quantidade de proteínas para adições de linhaça maiores de 6%, já para Lima (2007), concentrações de 4% e 7% de farinha de linhaça aumentaram significativamente a quantidade de proteína em relação a uma amostra padrão.

Borges (2009) concluiu que a adição de 15 % de linhaça é promissora para a melhoria da qualidade protéica de pães elaborados com farinha mista de trigo.

#### 4.1.3 Fibra bruta

A Figura 9 apresenta o gráfico de Pareto com os Efeitos estimados (Valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento fatorial  $2^2$  para a resposta em fibra-bruta das formulações de pão – tipo forma.



**Figura 9** - Gráfico de Pareto com o Efeito estimado (Valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento experimental fatorial  $2^2$ , para fibra bruta

Observa-se (Figura 9) que tanto a variável farinha da casca de maracujá como a farinha de linhaça com tegumento dourado apresentam efeitos significativos positivos ( $p < 0,05$ ) para aumento do teor de fibra bruta nos pães.

Na Tabela 11 encontram-se os valores de fibra alimentar total e, suas frações de fibra solúvel e insolúvel para formulação B. Moura (2008) aponta valores para fibra solúvel (0,54g por 100 g) e insolúvel (2,3 g por 100 g) para concentrações de 9 % de adição de grãos de linhaça aos pães. Os valores encontrados para fibra insolúvel (2,35 g por 100 g) são semelhantes aos relatados pelo autor, já para fibra solúvel a formulação B apresenta-se 3 vezes maior, o que pode ser explicado pela rica fonte de pectina agregada a farinha de casca de maracujá (MEDEIROS et al., 2009). No entanto Borges (2009) encontrou 1,75 g por 100 g para fibra solúvel e 4,10 g por 100 g para fibra insolúvel com substituição parcial de 10 % de farinha de trigo pela farinha de linhaça e, 2,12 g por 100 g para fibra solúvel e 4,96 g por 100 g para fibra insolúvel com adição de 15 % de farinha de linhaça.

**Tabela 11** - Determinação de fibra alimentar solúvel e insolúvel para formulação com 12% de farinha de linhaça com tegumento dourado e 1% de farinha de casca de maracujá

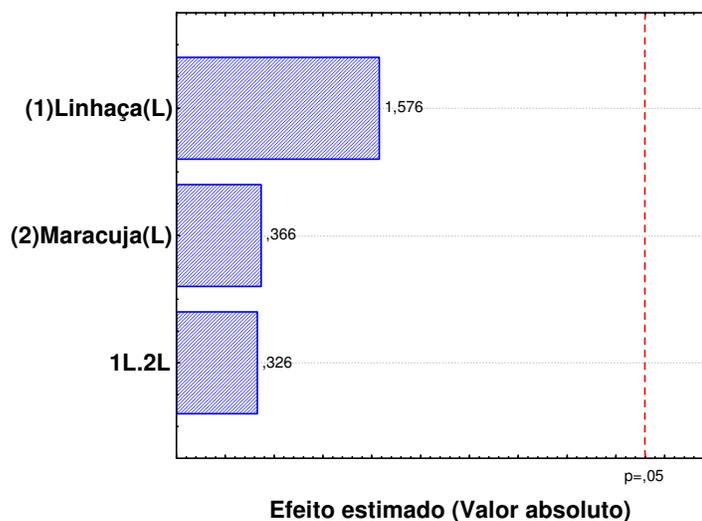
<b>Fibra Alimentar</b>	<b>Quantidade (g/100g)</b>
<b>Fibra Alimentar Total</b>	4,18
<b>Fibra Alimentar Solúvel</b>	1,83
<b>Fibra Alimentar Insolúvel</b>	2,35

Janebro et al. (2008) realizou estudos com uma suplementação de 30 g de farinha de casca de maracujá em pacientes com diabetes tipo 2 por 60 dias, e observou diferença significativa na glicemia de jejum ( $p < 0,05$ ), acompanhada pela redução nos valores médios da hemoglobina glicada ( $p < 0,05$ ) destes pacientes. Com relação ao perfil lipídico não foi verificado redução em níveis de colesterol total e LDL, mas, houve redução nos níveis de triglicérides e aumento do colesterol HDL. Medeiros et al. (2009) também relata atividades hipoglicemiantes e hipolipemiantes com a suplementação de farinha da casca de maracujá em adultos saudáveis.

A Portaria nº 27/1998 (BRASIL, 1998), preconiza quanto ao conteúdo de fibra alimentar que o produto sólido pronto para o consumo pode ser considerado “Fonte de Fibra Alimentar” apresentando no mínimo 3 g de fibras por 100g, e acima de 6 g de fibras por 100g pode ser considerado um alimento com “Alto Teor de Fibra Alimentar”, portanto, a formulação B pode ser considerada uma fonte de fibra alimentar, por apresentar mais de 3 g de fibra alimentar por 100 g de alimento.

#### 4.1.4 Cinzas

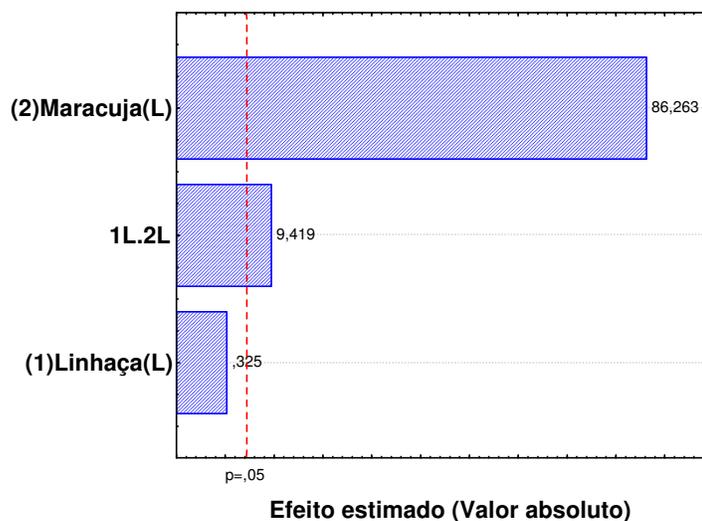
A Figura 10 apresenta o gráfico de Pareto com os Efeitos estimados (Valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento fatorial  $2^2$  para a resposta em teor de cinzas (minerais) das formulações de pão – tipo forma. As cinzas não foram influenciadas significativamente ( $p < 0.05$ ) com a adição das farinhas de casca de maracujá e linhaça, na faixa estudada.



**Figura 10** - Gráfico de Pareto com o Efeito estimado (Valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento experimental fatorial  $2^2$ , para cinzas

#### 4.1.5 Umidade

A Figura 11 apresenta o gráfico de Pareto com os Efeitos Estimados (Valor Absoluto) das variáveis testadas no planejamento fatorial  $2^2$  para a resposta em teor de umidade das formulações de pão – tipo forma.



**Figura 11** - Gráfico de Pareto com o Efeito estimado (Valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento experimental fatorial  $2^2$ , para umidade

A Figura 11 mostra que a variável farinha da casca de maracujá e a interação entre as variáveis independentes tiveram efeito significativo positivo ( $p < 0,05$ ) sobre a umidade dos pães. Pode-se observar esta correlação nas formulações C e D que possuem as maiores adições de farinha da casca de maracujá. Esta relação se dá, pela alta concentração de fibras na farinha da casca de maracujá, que absorvem maiores quantidades de líquido durante o processamento dos pães. A adição de farinha integral de linhaça em farinhas mistas aumenta significativamente ( $p < 0,05$ ) o teor de absorção de água (LIMA, 2007; BORGES, 2009). O aumento da absorção de água em farinhas mistas se dá pelo aumento da quantidade de fibra bruta presente (COSKUNER; KARABABA, 2007).

De acordo com a Resolução nº 90/2000 (BRASIL, 2000), a umidade dos pães preparados com farinha de trigo e ou farinha de trigo especial não deve ultrapassar 38 % em g por 100 g. Quando comparado os teores de umidade para todas as formulações elaboradas encontraram-se dentro do padrão, exceto para as formulações C e D em que os teores foram 38,74 e 39,23 %. Fato que pode ser explicado pelas maiores adições de farinha de maracujá.

Ao comparar um pão integral convencional segundo USDA (2011) e a Tabela de Composição dos Alimentos (UNICAMP, 2011) com os pães adicionados de farinhas de linhaça dourada e maracujá, para 100 gramas de pão encontrou-se 38,58 %, 34,7 % e 34,87 a

39,23 %, respectivamente. Mostrando que a umidade do pão tem grande influencia sobre as características dos ingredientes integrais e/ou funcionais agregadas a farinha de trigo dos pães.

#### **4.2 Componentes minerais**

A Tabela 12 apresenta a matriz do planejamento fatorial  $2^2$  e as respostas para cálcio, ferro, potássio, magnésio e sódio. Os maiores teores de cálcio, potássio e magnésio encontram-se na Formulação D, em que foram adicionadas as maiores quantidades para ambas as farinhas, maracujá e linhaça. Segundo Flax Council of Canadá (2011), além de rica fonte de lipídios, a linhaça apresenta quantidades significativas de cálcio, magnésio e potássio. Gomes (2004) relata a presença de minerais como cálcio e ferro na farinha de maracujá. Estudo realizado por Lima (2007) mostrou aumento nos teores de cálcio e ferro com a adição da farinha de linhaça e farinha de maracujá a pães, entretanto, não houve aumento significativo para quantidades de ferro neste estudo (Figura 13).

Observam-se menores concentrações de sódio nos pães em que foram adicionadas maiores quantidades de farinha de maracujá, formulações C e D. Reduções no teor de sódio, nestes pães, são esperadas, pois seu aumento pode contribuir facilmente para exceder a recomendação estabelecida de 2300 mg ao dia de sódio para um adulto saudável, de acordo com Dietary Reference Intakes (DRI, 2005). Excessos nos teores de sódio na alimentação podem estar relacionados à retenção de líquidos, elevação da pressão arterial, além de complicações renais (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 2005).

**Tabela 12** - Matriz do planejamento fatorial  $2^2$  (valores codificados e reais) e resposta em cálcio (Ca), ferro (Fe), potássio (K), magnésio (Mg) e sódio (Na)

Formulações	Variáveis Independentes*		Respostas				
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Ca (mg/100g)	Fe (mg/100g)	K (mg/100g)	Mg (mg/100g)	Na (mg/100g)
<b>Formulação A</b>	-1 (1)	-1 (4)	31,87	2,02	141,75	18,02	585,11
<b>Formulação B</b>	-1 (1)	1 (12)	36,84	1,96	186,01	22,30	596,93
<b>Formulação C</b>	1 (7)	-1 (4)	35,77	1,79	244,90	20,08	538,87
<b>Formulação D</b>	1 (7)	1 (12)	43,33	1,98	285,09	25,33	504,35
<b>Formulação E</b>	0 (3)	0 (8)	35,32	1,84	188,99	22,79	561,54
<b>Formulação E</b>	0 (3)	0 (8)	35,53	1,95	189,35	22,51	601,24
<b>Formulação E</b>	0 (3)	0 (8)	36,24	2,02	192,41	22,80	579,13

\*X<sub>1</sub>= farinha da casca de maracujá (g por 100 g de farinha de trigo), X<sub>2</sub>= farinha de linhaça com tegumento dourado (g por 100 g de farinha de trigo). Variáveis independentes fixas: sal refinado, açúcar refinado, fermento biológico fresco, Alfa-amilase, Glucose oxidase, Estearoil-2-lactil lactato de sódio.

#### 4.2.1 Cálcio

A Tabela 13 apresenta os coeficientes de regressão, erro padrão, valores de p e t(2), para cálcio. Ambas as farinhas de linhaça com tegumento dourado e de casca de maracujá amarelo influenciaram positivamente ( $p < 0,05$ ) sobre a quantidade de cálcio nos pães. O fator não significativo foi adicionado à falta de ajuste para análise de variância – ANOVA (Tabela 14).

**Tabela 13** - Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial  $2^2$  para cálcio

	Coeficiente de regressão	Desvio padrão	t (2)	P
<b>Média</b>	36,42	0,182	200,39	0,00002
<b>(1) Linhaça (L)*</b>	3,13	0,240	13,03	0,0058
<b>(2) Maracujá(L)*</b>	2,59	0,240	10,80	0,0084
<b>1L.2L</b>	0,649	0,240	2,69	0,1142

\*Fatores estatisticamente significativos ( $p < 0,05$ )

A Equação 3 apresenta o modelo codificado de primeira ordem, que descreve o teor de cálcio nos pães em função das variáveis analisadas, dentro das faixas estudadas. O modelo foi validado pela análise de variância (Tabela 14), onde se obteve um coeficiente de correlação de 0,96 (96 %) e o F calculado de 3,93 vezes maior que o valor tabelado, os quais permitiram a construção das superfícies de resposta e curva de contorno apresentadas na Figura 12.

**Tabela 14** - Análise de variância para cálcio do planejamento fatorial  $2^2$

<b>Fontes de Variação</b>	<b>Somas de Quadrados</b>	<b>Graus de Liberdade</b>	<b>Quadrados Médios</b>	<b>F calculado</b>
<b>Regressão</b>	66	2	33,12	27,25
<b>Resíduos</b>	5	4	1,21	
<b>Falta de ajuste</b>	4,39	2		
<b>Erro puro</b>	0,462	2		
<b>Total</b>	71,11	6		

Resíduos = Falta de Ajuste + Erro puro;  $F_{\text{tab}, 95\%}=6,94$ ; Coeficiente de correlação:  $R=0,96$

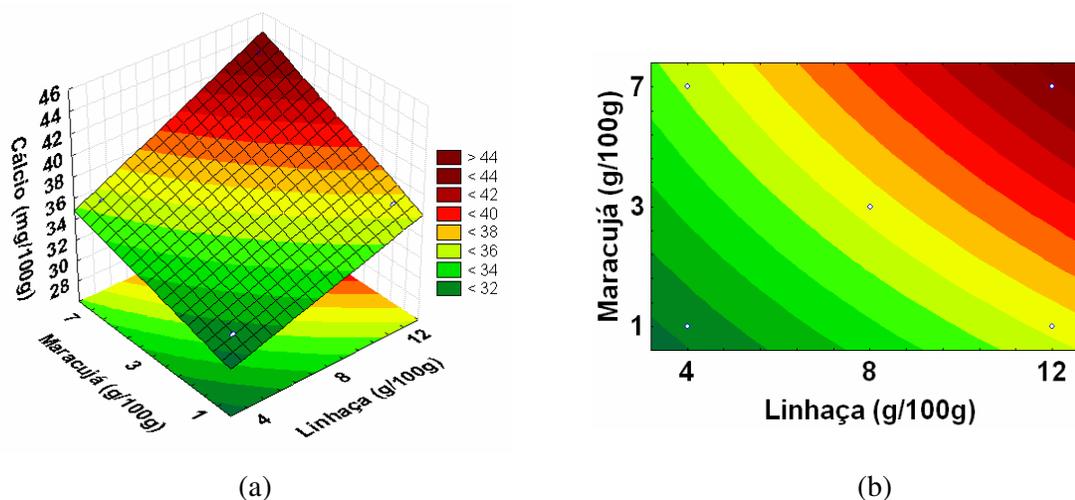
Equação 3:

$$Ca = 36,41 + 3,13 X_1 + 2,59 X_2 \quad (3)$$

Onde:

Ca = cálcio (mg por 100 g);  $X_1$  = concentração de farinha de linhaça com tegumento dourado (g por 100 g);  $X_2$  = concentração de farinha de casca de maracujá (g por 100 g).

A Figura 12 mostra que o aumento no teor de cálcio nos pães, se deve ao incremento da concentração de farinha de linhaça com tegumento dourado e da farinha de casca de maracujá.

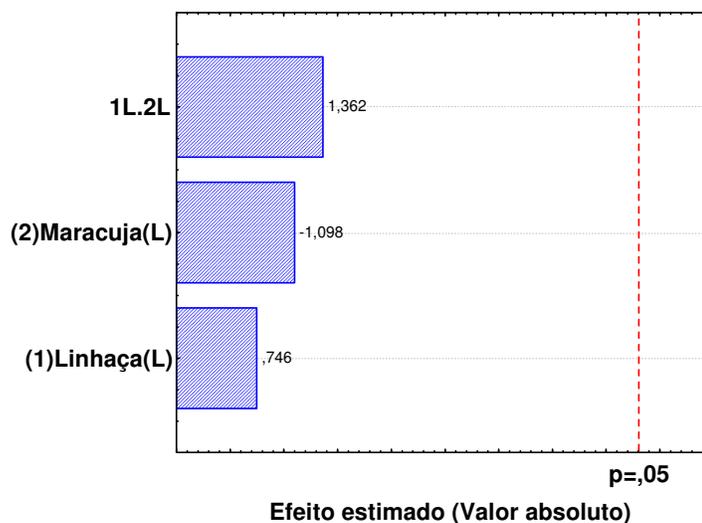


**Figura 12** – Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para cálcio (mg por 100 g) em função da concentração da farinha de linhaça com tegumento dourado e farinha da casca de maracujá

#### 4.2.2 Ferro

Considerando recomendações da Organização Mundial da Saúde e da Organização Panamericana da Saúde sobre a importância do ferro na alimentação humana, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária através da Resolução n. 344/2002 (BRASIL, 2002), torna obrigatória a fortificação das farinhas de trigo com ferro e ácido fólico, pré-embaladas na ausência do cliente e prontas para oferta do consumidor, as destinadas ao uso industrial, incluindo as farinhas de panificação e as adicionadas de pré-misturas, devendo conter em cada 100 g de farinha um mínimo de 4,2 mg de ferro biodisponíveis.

A Figura 13 apresenta o gráfico de Pareto com os Efeitos estimados (Valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento fatorial  $2^2$  para a resposta em teor de ferro das formulações de pão – tipo forma. O teor de ferro não foi influenciado a nível de 5 % de significância a partir da adição das farinhas da casca de maracujá e de linhaça, dentro da faixa estudada. Moura (2008) também não mostrou aumento significativo ( $p < 0,05$ ) de ferro com maiores adições de linhaça nos pães.



**Figura 13** - Gráfico de Pareto com o Efeito estimado (Valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento experimental fatorial  $2^2$ , para ferro

#### 4.2.3 Potássio

A Tabela 15 apresenta os coeficientes de regressão, erro padrão, valores de p e t(2), para potássio. As concentrações de farinha de linhaça com tegumento dourado e farinha da casca de maracujá mostraram uma influência positiva ( $p < 0,05$ ) sobre a variável potássio nos pães elaborados. O fator não significativo foi adicionado à falta de ajuste para a análise de variância - ANOVA (Tabela 16).

De acordo com a Tabela de Composição de Alimentos (UNICAMP, 2011), diferentes variedades de banana apresentam de 267 a 518 mg de potássio a cada 100 g de banana, já 100 g de semente de linhaça apresentam 869 mg de potássio, considerando-a uma rica fonte deste nutriente. Moura (2008) determinou maiores quantidades de potássio nos pães, quando adicionado semente de linhaça.

**Tabela 15** - Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial 2<sup>2</sup> para potássio

	<b>Coeficiente de regressão</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>t (2)</b>	<b>p</b>
<b>Média</b>	204,07	0,709	287,63	0,00001
<b>(1) Linhaça (L)*</b>	21,11	0,938	22,49	0,0019
<b>(2) Maracujá(L)*</b>	50,55	0,938	53,86	0,0003
<b>1L.2L</b>	-1,02	0,938	-1,08	0,3914

\*Fatores estatisticamente significativos (p<0,05)

A Equação 4 apresenta o modelo codificado de primeira ordem, que descreve o teor de potássio dos pães em função das variáveis independentes analisadas, dentro das faixas estudadas. O modelo foi validado pela análise de variância (Tabela 16) onde se obteve um coeficiente de correlação de 0,96 (96 %) e o F calculado de 3,41 vezes maior que o valor tabelado, os quais permitiram a construção das superfícies de resposta e curva de contorno apresentadas na Figura 14.

**Tabela 16** - Análise de variância para potássio do planejamento fatorial 2<sup>2</sup>

<b>Fontes de Variação</b>	<b>Somas de Quadrados</b>	<b>Graus de Liberdade</b>	<b>Quadrados Médios</b>	<b>F calculado</b>
<b>Regressão</b>	12006	2	6003,00	23,67
<b>Resíduos</b>	1014	4	253,56	
<b>Falta de ajuste</b>	1007,21	2		
<b>Erro puro</b>	7,05	2		
<b>Total</b>	13020,26	6		

Resíduos = Falta de Ajuste + Erro puro; F<sub>tab, 95%</sub>=6,94; Coeficiente de correlação: R=0,96

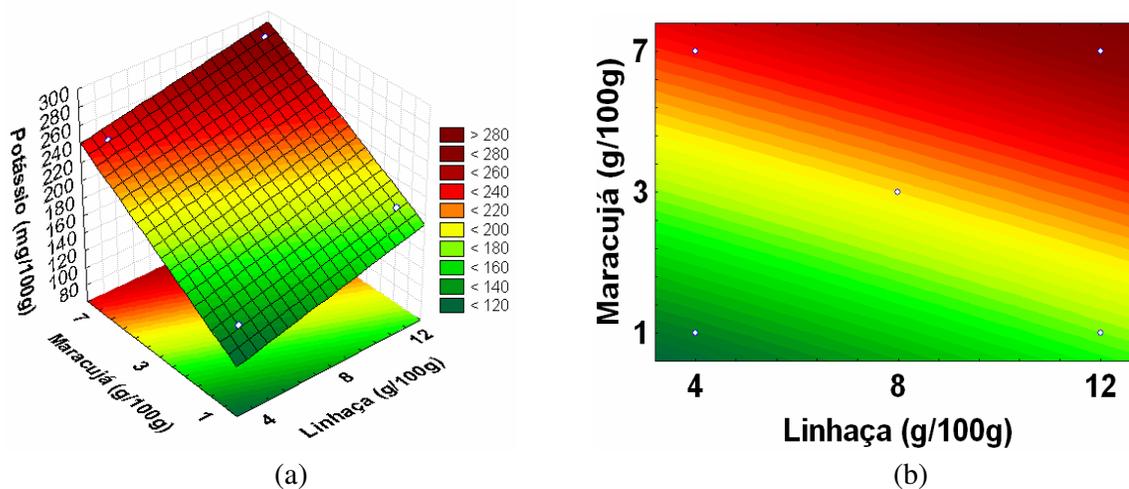
Equação 4:

$$K = 204,07 + 21,11 X_1 + 50,55 X_2 \quad (4)$$

Onde,

K = potássio (mg por 100 g); X<sub>1</sub> = concentração de farinha de linhaça com tegumento dourado (g por 100 g); X<sub>2</sub> = concentração de farinha de casca de maracujá (g por 100 g).

A Figura 14 mostra que o teor de potássio nos pães incrementa, a medida aumenta-se a concentração de farinha de linhaça nas formulações e em concentrações superiores a 3 g por 100 g de farinha de maracujá.



**Figura 14** - Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para potássio (mg por 100 g) em função da concentração da farinha de linhaça com tegumento dourado e farinha da casca de maracujá

#### 4.2.4 Magnésio

A Tabela 17 apresenta os coeficientes de regressão, erro padrão, valores de p e t(2), para magnésio. As concentrações de farinha de linhaça com tegumento dourado e de farinha da casca de maracujá amarelo mostraram uma influência positiva ( $p < 0,05$ ) sobre o teor de magnésio nos pães. O fator não significativo foi adicionado à falta de ajuste para a análise de variância - ANOVA (Tabela 18).

**Tabela 17** - Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial  $2^2$  para magnésio

	<b>Coeficiente de regressão</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>t (2)</b>	<b>P</b>
<b>Média</b>	21,98	0,0627	350,36	0,000008
<b>(1) Linhaça (L)*</b>	2,38	0,0829	28,72	0,0012
<b>(2) Maracujá(L)*</b>	1,27	0,0829	15,32	0,0042
<b>1L.2L</b>	0,242	0,0829	2,92	0,1000

\*Fatores estatisticamente significativos ( $p < 0,05$ )

A Equação 5 apresenta o modelo codificado de primeira ordem, que descreve o teor de magnésio dos pães em função das variáveis analisadas (farinha de casca de maracujá amarelo e farinha de linhaça com tegumento dourado), dentro das faixas estudadas. O modelo foi validado pela análise de variância (Tabela 18), onde se obteve um coeficiente de correlação de 0,95 (95%) e o F calculado de 2,76 vezes maior que o valor tabelado, os quais permitiram a construção das superfícies de resposta e curva de contorno apresentadas na Figura 15.

**Tabela 18** - Análise de variância para magnésio do planejamento fatorial  $2^2$

<b>Fontes de Variação</b>	<b>Somas de Quadrados</b>	<b>Graus de Liberdade</b>	<b>Quadrados Médios</b>	<b>F calculado</b>
<b>Regressão</b>	29	2	14,60	19,14
<b>Resíduos</b>	3	4	0,763	
<b>Falta de ajuste</b>	2,99	2		
<b>Erro puro</b>	0,055	2		
<b>Total</b>	32,26	6		

Resíduos = Falta de Ajuste + Erro puro;  $F_{\text{tab}, 95\%} = 6,94$ ; Coeficiente de correlação:  $R = 0,95$

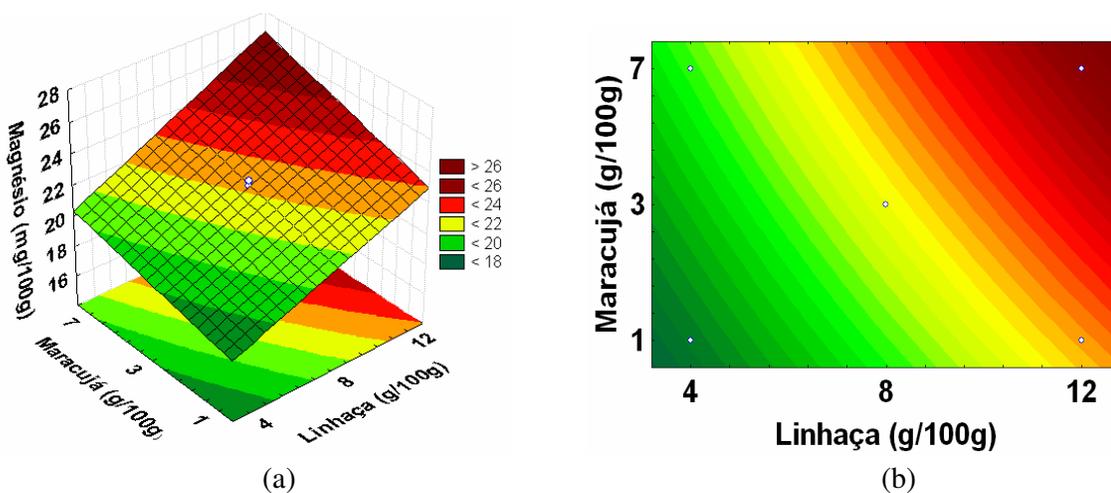
Equação 5:

$$\text{Mg} = 21,98 + 2,38 X_1 + 1,27 X_2 \quad (5)$$

Onde:

Mg = Magnésio (mg por 100 g);  $X_1$  = concentração de farinha de linhaça com tegumento dourado (mg por 100 g);  $X_2$  = concentração de farinha de casca de maracujá (mg por 100 g).

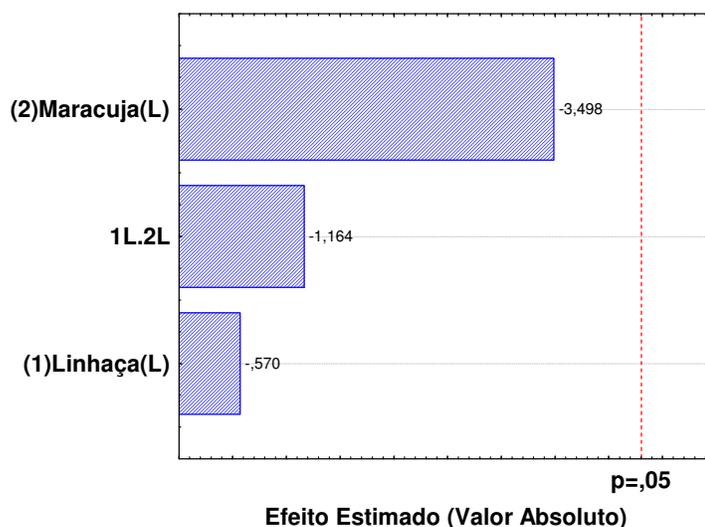
A Figura 15 mostra que o aumento nas quantidades de magnésio nos pães é obtido quando as variáveis farinha de linhaça dourada e farinha de maracujá são adicionadas em concentrações superiores a 8 g por 100 g e 1 g por 100 g, respectivamente.



**Figura 15** - Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para magnésio (mg por 100 g) em função da concentração da farinha de linhaça com tegumento dourado e farinha de casca de maracujá

#### 4.2.5 Sódio

A Figura 16 apresenta o gráfico de Pareto com os Efeitos estimados (Valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento fatorial  $2^2$  para a resposta em teor de sódio das formulações de pão – tipo forma. As variáveis independentes estudadas não influenciaram significativamente nos teores de sódio das formulações. Resultado também determinado por Moura (2008).



**Figura 16** - Gráfico de Pareto com o Efeito estimado (Valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento experimental fatorial  $2^2$ , para sódio

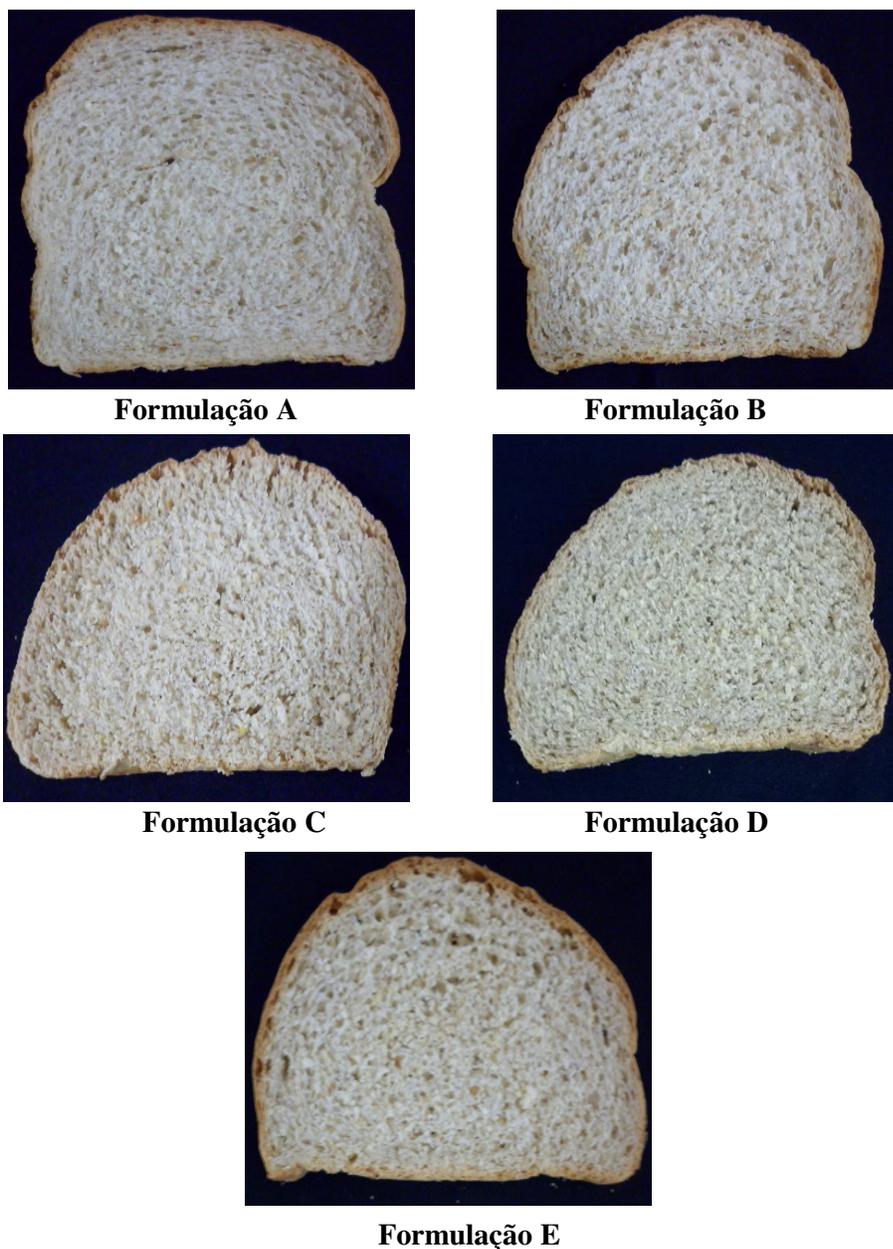
### 4.3 Características organolépticas

#### 4.3.1 Aspectos visuais

A Figura 17 mostra a visualização das diferentes formulações de pão – tipo forma, elaboradas a partir da aplicação das farinhas de linhaça dourada e de maracujá em diferentes concentrações.

Observa-se que as formulações apresentaram coloração e formação de crosta proporcionais. As formulações C e D, onde foram aplicadas maiores concentrações de farinha de maracujá (7 %) apresentaram volume reduzido, além de uma textura mais firme. Durante o processamento estas duas formulações tiveram maior capacidade de absorção de água, pelo alto teor de fibras presentes nas farinhas adicionadas, de linhaça dourada e de maracujá.

As formulações elaboradas apresentam aspectos gerais similares a pães integrais convencionais, como se pode observar na Figura 17.



**Figura 17** - Aspectos visuais das formulações dos pães elaborados com adição de 4 % de farinha de linhaça e 1 % de farinha de maracujá (FML A), adição de 12 % de farinha de linhaça e 1 % de farinha de maracujá (FML B), adição de 4 % de farinha de linhaça e 7 % de farinha de maracujá (FML C), adição de 12 % de farinha de linhaça e 7 % de farinha de maracujá (FML D), adição de 8 % de farinha de linhaça e 3 % de farinha de maracujá (FML E)

### 4.3.2 Aspectos sensoriais

A Tabela 19 apresenta a matriz do planejamento fatorial  $2^2$  e as respostas em cor da superfície, cor do miolo, aroma, sabor, textura e aspecto geral.

**Tabela 19** - Matriz do planejamento fatorial  $2^2$  (valores codificados e reais) e resposta em cor da superfície (CS), cor do miolo (CM), aroma (A), sabor (S), textura (T) e aspecto geral (AG)

Formulações	Variáveis Independentes*		Respostas					
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	CS	CM	A	S	T	AG
<b>Formulação A</b>	-1 (1)	-1 (4)	7,78 <sup>a</sup>	7,69 <sup>a</sup>	7,55 <sup>a</sup>	7,42 <sup>a</sup>	7,76 <sup>a</sup>	7,80 <sup>a</sup>
<b>Formulação B</b>	-1 (1)	1 (12)	7,71 <sup>a</sup>	7,71 <sup>a</sup>	7,38 <sup>a</sup>	7,5 <sup>a</sup>	7,76 <sup>a</sup>	7,90 <sup>a</sup>
<b>Formulação C</b>	1 (7)	-1 (4)	7,19 <sup>ab</sup>	6,88 <sup>b</sup>	6,33 <sup>b</sup>	5,83 <sup>b</sup>	6,1 <sup>b</sup>	6,47 <sup>b</sup>
<b>Formulação D</b>	1 (7)	1 (12)	6,69 <sup>b</sup>	6,59 <sup>b</sup>	5,31 <sup>c</sup>	5,35 <sup>b</sup>	5,81 <sup>b</sup>	5,95 <sup>b</sup>
<b>Formulação E</b>	0 (3)	0 (8)	7,79 <sup>a</sup>	8,07 <sup>a</sup>	7,08 <sup>ab</sup>	7,64 <sup>a</sup>	7,86 <sup>a</sup>	7,93 <sup>a</sup>
<b>Formulação E</b>	0 (3)	0 (8)	7,93 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	7,86 <sup>ab</sup>	7,43 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	7,79 <sup>a</sup>
<b>Formulação E</b>	0 (3)	0 (8)	7,29 <sup>a</sup>	7,5 <sup>a</sup>	7,14 <sup>ab</sup>	7,23 <sup>a</sup>	7,42 <sup>a</sup>	7,08 <sup>a</sup>

\*X<sub>1</sub>= farinha de casca de maracujá (g por 100g de farinha de trigo), X<sub>2</sub>= farinha de linhaça com tegumento dourado (g por 100g de farinha de trigo). Variáveis independentes fixas: sal refinado, açúcar refinado 4 %, fermento biológico fresco, Alfa-amilase, Glucose oxidase, Estearoil-2-lactil lactato de sódio.

\*\* Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente a nível de 5% (Teste de Tukey).

A Tabela 19 mostra que as formulações C e D, onde foram adicionados teores máximos para farinha de maracujá (7 %), diferem significativamente ( $p < 0,05$ ) das formulações A, B e E, para os atributos cor da superfície e do miolo, aroma, sabor, textura e aspecto geral. Foram observadas nas formulações C e D as menores medias hedônicas, situadas entre “nem gostei, nem desgostei” e “gostei muito”, respectivamente. Já para as formulações A, B e E encontrou-se as maiores médias hedônicas, indicando melhores aceitações, “gostei moderadamente” e “gostei muito”. Segundo Gomez et al. (2003), o principal problema da suplementação de produtos de panificação com farinhas integrais é o efeito indesejável das fibras sobre as propriedades reológicas da massa e consequentemente da qualidade final do produto, influenciando diretamente na aceitação do consumidor, quanto aspectos de sabor, cor, volume e textura.

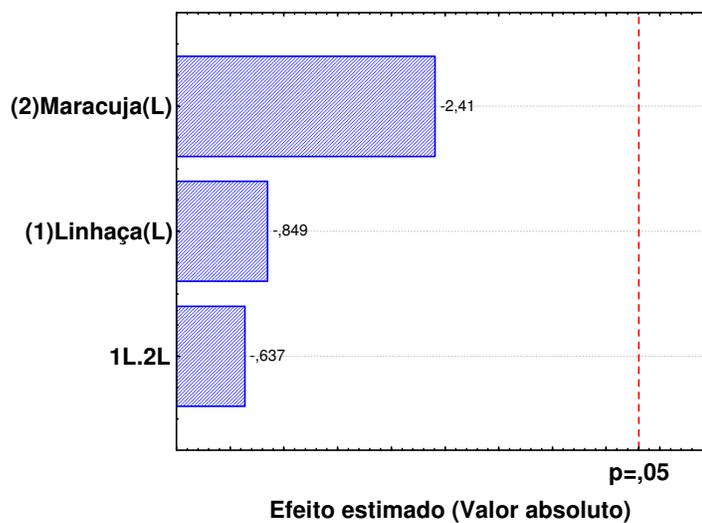
No atributo aroma, a formulação D se difere significativamente ( $p < 0,05$ ) das demais formulações, e a formulação C se difere estatisticamente das formulações A e B.

Lima (2007) também aplicou avaliação sensorial para pães elaborados a partir das farinhas de linhaça (em concentrações de 4, 7 e 10 %) e maracujá (concentração fixa de 3%) e uma formulação padrão (sem adição das farinhas de linhaça e maracujá), para atributos aroma, sabor, textura, sabor residual e aceitação geral. A análise de variância e teste de medias de Tukey ( $p < 0,05$ ) não mostrou diferença significativa entre as formulações quanto ao aroma. Para sabor, sabor residual e aceitação geral, as formulações com adição das farinhas de linhaça e maracujá diferiram-se da padrão. A textura, para formulações com 7 e 10 % de farinha de linhaça diferiram-se da formulação padrão e de 4% de farinha de linhaça, indicando que a adição de 4% de farinha de linhaça nos pães não afetou na aceitação da textura. Resultados semelhantes também foram notados por Borges (2009) em pães de forma, mas contendo apenas adições de farinha de linhaça.

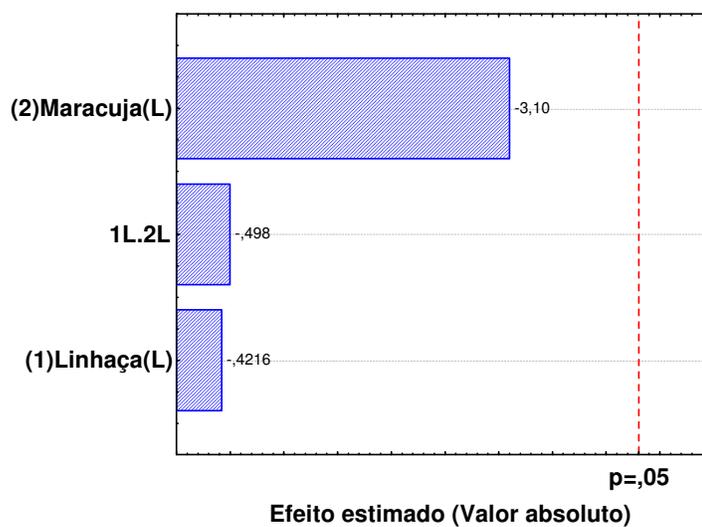
Estudos realizados por Moura (2008) na elaboração de pães com sementes de linhaça apresentaram boa aceitação frente ao público e, dentre as amostras por ele estudadas a formulação com adição de 9% de sementes de linhaça obteve maior aceitação.

#### *4.3.2.1 Cor da superfície e cor do miolo*

As Figuras 18 e 19 apresentam o gráfico de Pareto com os Efeitos estimados (Valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento fatorial  $2^2$  para cor da superfície e cor do miolo das formulações de pão – tipo forma. A adição das farinhas de linhaça com tegumento dourado e de casca de maracujá em diferentes concentrações não influenciaram significativamente ( $p < 0,05$ ) na aceitação da cor da superfície e do miolo. Já com uma confiança de 90 %, a cor do miolo passaria a ser significativa para adição da farinha de maracujá na faixa estudada.

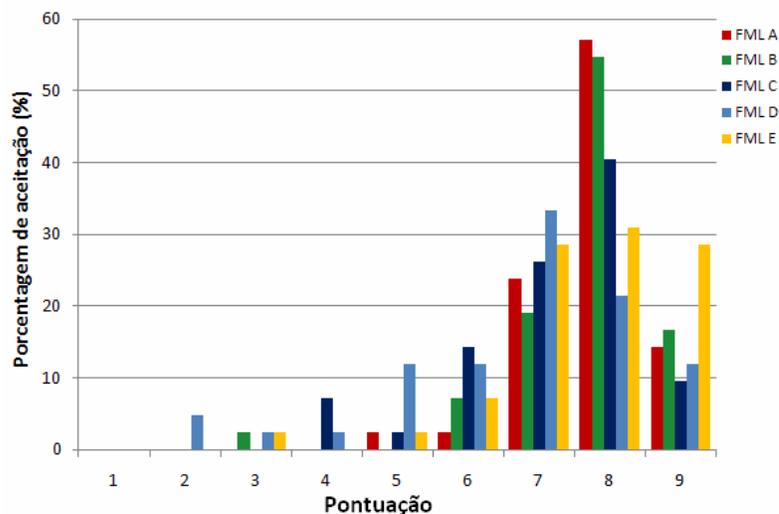


**Figura 18** - Gráfico de Pareto com o Efeito estimado (Valor Absoluto) das variáveis testadas no planejamento experimental fatorial  $2^2$ , para cor da superfície



**Figura 19** - Gráfico de Pareto com o Efeito estimado (Valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento experimental fatorial  $2^2$ , para cor do miolo

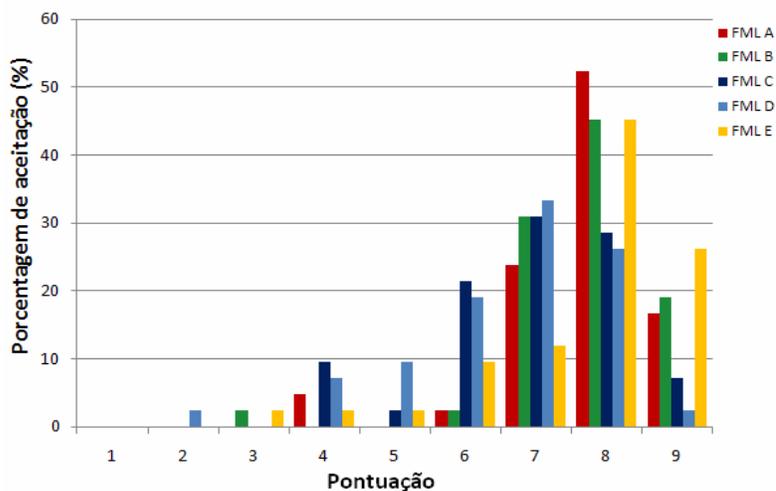
Os dados de frequência de respostas para a aceitação da cor da superfície são mostrados na Figura 20.



**Figura 20** - Histograma de frequência para o atributo cor da superfície

A Figura 20 mostra graficamente a aceitação da cor da superfície no histograma de frequência. Segundo aspectos visuais dos provadores para cor da superfície, as aceitações mais próximas a 100 % estão nas formulações A (97,62%) e B (97,62%).

Os dados de frequência de respostas para a aceitação da cor do miolo são mostrados na Figura 21.



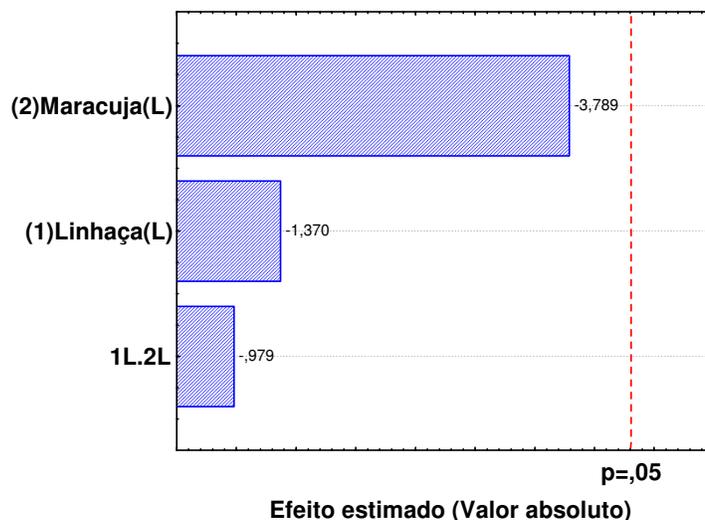
**Figura 21** - Histograma de frequência para o atributo cor do miolo

Já para a cor do miolo, o maior percentual de aceitação pelos provadores está na formulação B com 97,62 %, indicando “gostei muitíssimo”, “gostei muito” e “gostei

moderadamente”. As formulações A, C, D e E apresentaram 95,24, 88,09, 80,95, 92,85 %, respectivamente.

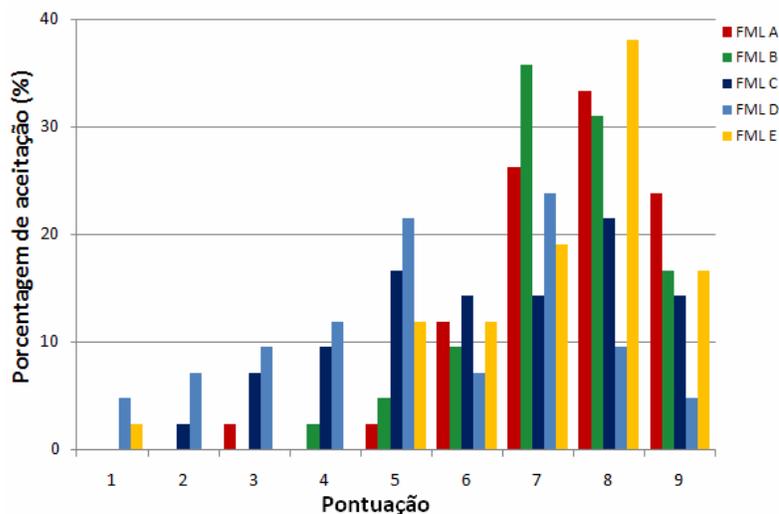
#### 4.3.2.2 Aroma

A Figura 22 apresenta o gráfico de Pareto com os Efeitos estimados (Valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento fatorial  $2^2$  para aceitação do aroma das formulações de pão – tipo forma. O aroma não foi influenciado significativamente ( $p < 0.05$ ) com a adição das farinhas da casca de maracujá e linhaça, na faixa estudada. Mas com 90 % de confiança, a farinha de maracujá passaria a ser significativa para o atributo aroma.



**Figura 22** - Gráfico de Pareto com o Efeito estimado (Valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento experimental fatorial  $2^2$ , para aroma

Os dados de frequência de respostas para a aceitação do aroma são mostrados na Figura 23.



**Figura 23** - Histograma de frequência para o atributo aroma

Segundo aspectos de odor, à formulação A (95,24 %) é atribuída à maior porcentagem de aceitação do histograma de frequência para atributo aroma, em sequência as formulações B (92,85 %), E (85,71 %), C (64,28 %) e D (45,24 %), respectivamente.

#### 4.3.2.3 Sabor

A Tabela 20 apresenta os coeficientes de regressão, erro padrão, valores de p e t(2), para o atributo sabor. As concentrações de farinha de maracujá mostraram um efeito significativo negativo ( $p < 0,05$ ) sobre o sabor dos pães. Os fatores não significativos foram adicionados à falta de ajuste para a análise de variância - ANOVA (Tabela 21).

**Tabela 20** - Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial  $2^2$  para sabor

	Coeficiente de regressão	Desvio padrão	t (2)	P
<b>Média</b>	6,92	0,0774	89,26	0,0001
<b>(1) Linhaça (L)</b>	-0,101	0,1025	-0,987	0,4276
<b>(2) Maracujá(L)*</b>	-0,934	0,1025	-9,12	0,0118
<b>1L.2L</b>	-0,137	0,1025	-1,33	0,3134

\*Fatores estatisticamente significativos ( $p < 0,05$ )

A Equação 6 apresenta o modelo codificado de primeira ordem, que descreve o perfil lipídico dos pães em função das variáveis analisadas (farinha de casca de maracujá e farinha de linhaça com tegumento dourado), dentro das faixas estudadas. O modelo foi validado pela análise de variância (Tabela 21) onde se obteve um coeficiente de correlação de 0,83 (83 %) e o F calculado de 1,65 vezes maior que o valor tabelado, os quais permitiram a construção das superfícies de resposta e curva de contorno apresentadas na Figura 24.

**Tabela 21** - Análise de variância para sabor do planejamento fatorial 2<sup>2</sup>

Fontes de Variação	Somas de Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F calculado
<b>Regressão</b>	3	1	3,493	10,9193
<b>Resíduos</b>	2	5	0,319	
<b>Falta de ajuste</b>	1,515	3		
<b>Erro puro</b>	0,084	2		
<b>Total</b>	5,099	6		

Resíduos = Falta de Ajuste + Erro puro;  $F_{\text{tab}, 95\%}=6,61$ ; Coeficiente de correlação:  $R=0,83$

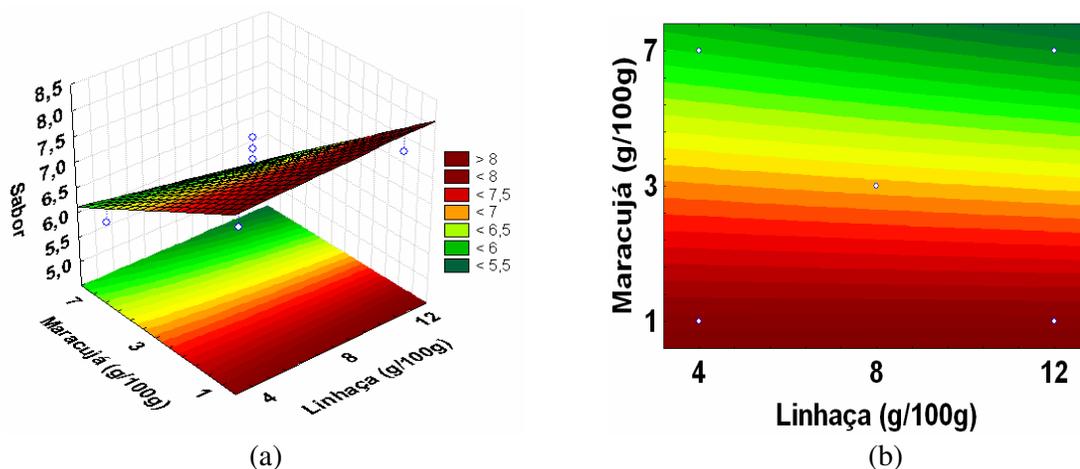
Equação 6:

$$\text{Sabor} = 6,92 - 0,93 X_2 \quad (6)$$

Onde:

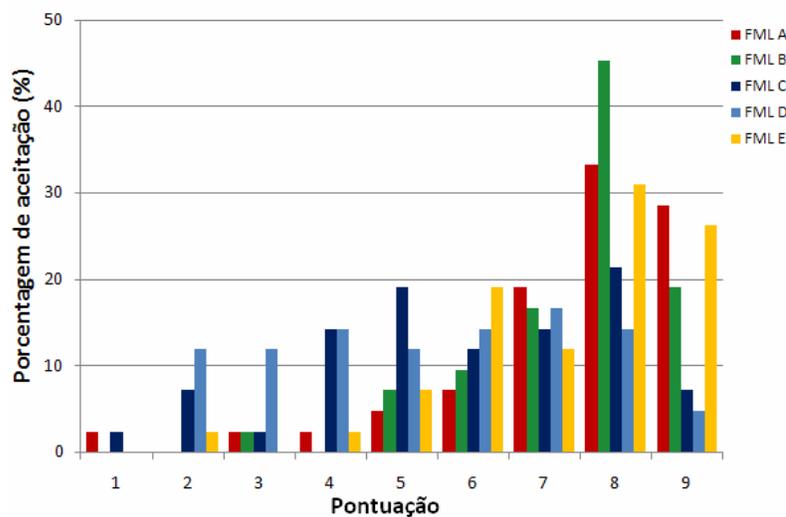
$X_2$  = concentração de farinha da casca de maracujá amarelo(g por 100 g).

A Figura 24 mostra uma boa aceitação quanto ao atributo sabor em todas as faixas estudadas para adição de farinha de linhaça com tegumento dourado nos pães. E a adição de farinha de maracujá nos pães tem melhor aceitação no sabor em concentrações menores de 3 g por 100 g.



**Figura 24** - Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para sabor em função da concentração da farinha de linhaça com tegumento dourado e farinha de casca de maracujá amarelo

Os dados de frequência de respostas para a aceitação do sabor são mostrados na Figura 25.



**Figura 25** - Histograma de frequência para o atributo sabor

Referente ao sabor, a formulação B, melhor visualizada entre as pontuações 8 e 9 da Figura 25, “gostei muito” e “gostei muitíssimo”, apresentam uma aceitação de 90,47 %, comparada as formulações A de 88,09 %, E de 88,09 %, C de 54,76 % e D de 50%.

#### 4.3.2.4 Textura

A Tabela 22 apresenta os coeficientes de regressão, erro padrão, valores de p e t(2), para a textura apresentada. As concentrações de farinha de maracujá mostraram influencia negativa ( $p < 0,05$ ) sobre o atributo textura nos pães. Os fatores não significativos foram adicionados à falta de ajuste para a análise de variância - ANOVA (Tabela 23).

**Tabela 22** - Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial  $2^2$  para textura

	Coeficiente de regressão	Desvio padrão	t (2)	P
<b>Média</b>	7,24	0,1143	63,33	0,0002
<b>(1) Linhaça (L)</b>	-0,071	0,1513	-0,472	0,6834
<b>(2) Maracujá(L)*</b>	-0,90	0,1513	-5,98	0,0268
<b>1L.2L</b>	-0,071	0,1513	-0,472	0,6834

\*Fatores estatisticamente significativos ( $p < 0,05$ )

A Equação 7 apresenta o modelo codificado de primeira ordem, que descreve a textura dos pães em função das variáveis farinha de linhaça com tegumento dourado e farinha da casca de maracujá amarelo analisadas, nas faixas estudadas. O modelo foi validado pela análise de variância (Tabela 23) onde se obteve um coeficiente de correlação de 0,82 (82 %) e o F calculado de 1,53 vezes maior que o valor tabelado, os quais permitiram a construção das superfícies de resposta e curva de contorno apresentadas na Figura 26.

**Tabela 23** - Análise de variância para textura do planejamento fatorial  $2^2$

Fontes de Variação	Somas de Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F calculado
<b>Regressão</b>	3	1	3,27	10,09
<b>Resíduos</b>	2	5	0,324	
<b>Falta de ajuste</b>	1,44	3		
<b>Erro puro</b>	0,1834	2		
<b>Total</b>	4,89	6		

Resíduos = Falta de Ajuste + Erro puro;  $F_{\text{tab}, 95\%} = 6,61$ ; Coeficiente de correlação:  $R = 0,82$

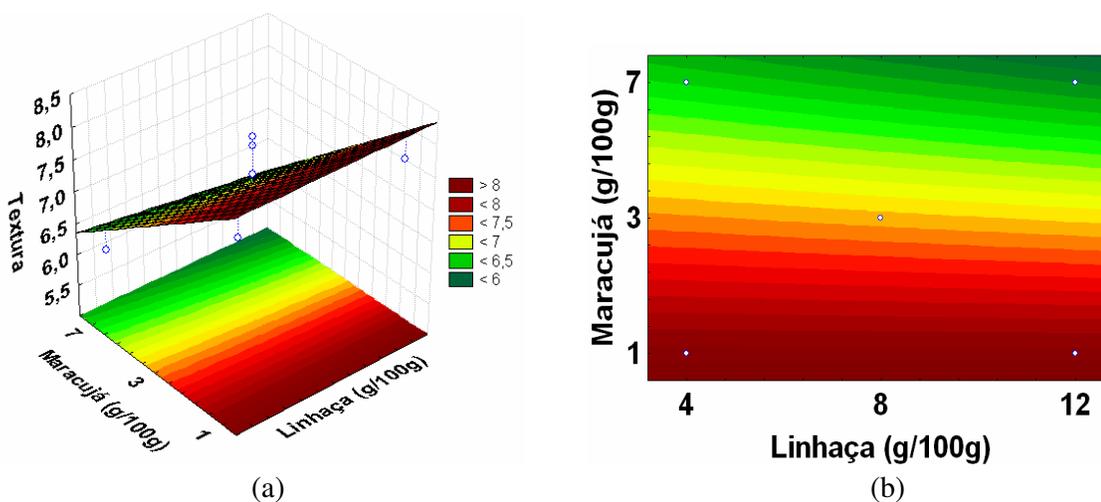
Equação:

$$\text{Textura} = 7,24 - 0,90 X_2 \quad (7)$$

Onde:

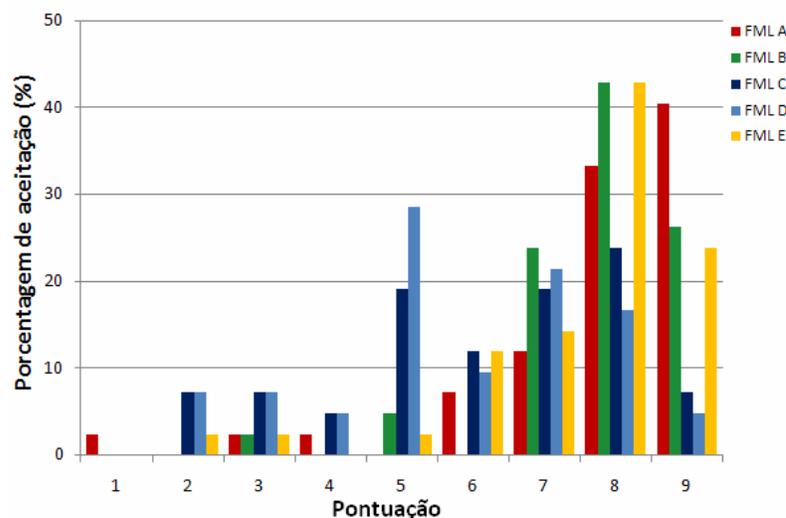
$X_2$  = concentração de farinha de casca de maracujá amarelo (g por 100 g).

A Figura 26 mostra que concentrações de farinha de maracujá menores que 3 g por 100 g são mais bem aceitas no atributo textura. Já para farinha de linhaça encontra-se boa aceitação quanto à textura dos pães em todas as concentrações adicionadas (4, 8 e 12 g por 100 g).



**Figura 26** - Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para textura em função da concentração da farinha de linhaça com tegumento dourado e farinha de casca de maracujá amarelo

Os dados de frequência de respostas para a aceitação da textura são mostrados na Figura 27.



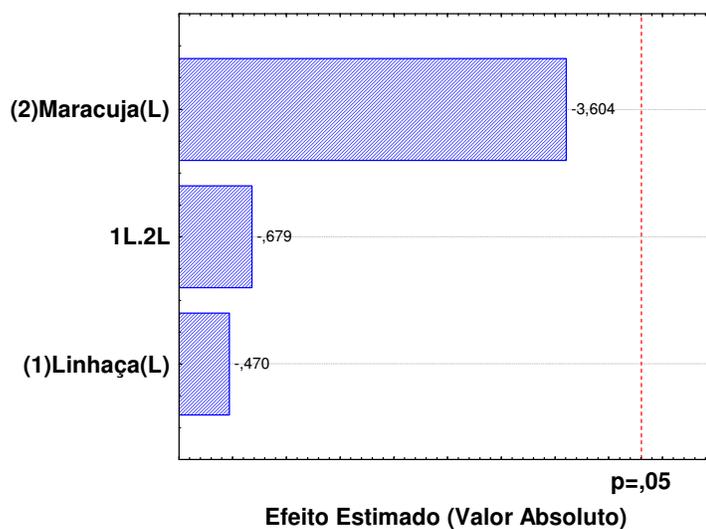
**Figura 27** - Histograma de frequência para o atributo textura

Às formulações A (92,84 %), B (82,85 %) e E (92,86 %) foram atribuídas os melhores julgamentos quanto a textura, “gostei muito” e “gostei muitíssimo” melhor visualizadas na Figura 31. Para as formulações C e D foram encontradas menores aceitações, de 61,90 % e 52,38 %, respectivamente.

#### 4.3.2.5 Aspecto geral

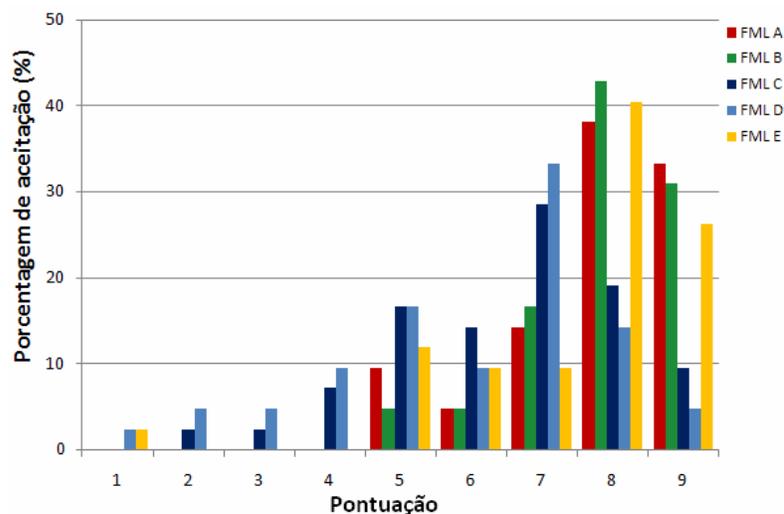
A Figura 28 apresenta o gráfico de Pareto com os Efeitos estimados (Valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento fatorial  $2^2$  para o aspecto geral das formulações de pão – tipo forma. A adição das farinhas de maracujá e linhaça na faixa estudada, não influenciaram significativamente ( $p < 0,05$ ) sobre o aspecto geral dos pães.

Entretanto, ao aplicar uma confiança de 90 %, a adição da farinha de maracujá passaria a ter efeito significativo negativo sobre o aspecto geral dos pães.



**Figura 28** - Gráfico de Pareto com o efeito estimado (valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento experimental fatorial  $2^2$ , para aspecto geral

Os dados de frequência de respostas para a aceitação do aspecto geral são mostrados na Figura 29.



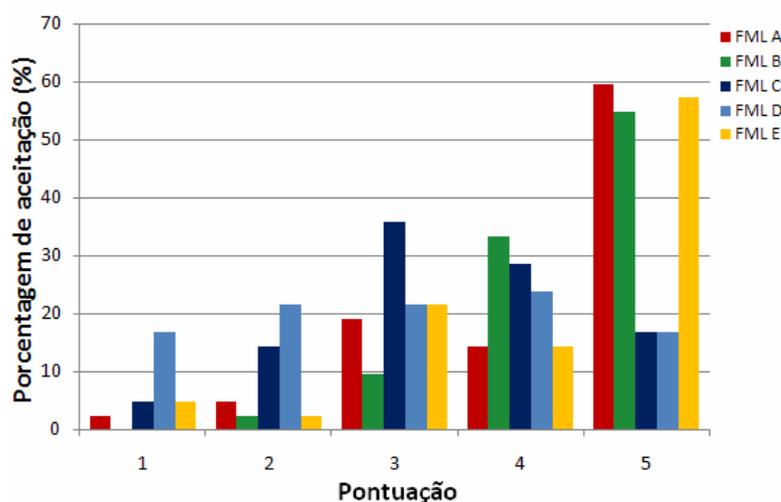
**Figura 29** - Histograma de frequência para o atributo aspecto geral

Quanto ao aspecto geral, a formulação B (95,24 %) apresenta-se com melhor aceitação. Em seguida as formulações A (90,47 %), E (85,71 %), C (71,43 %) e D (61,90 %).

A análise sensorial realizada mostrou que as formulações A, B e E, em que foram adicionadas maiores concentrações de farinha de linhaça e menores concentrações de farinha de maracujá, obtiveram porcentagem de aceitação maior que 85 % para todos os atributos avaliados nos pães, entretanto as formulações C e D apresentaram menores aceitações para todos os atributos.

#### 4.3.3 Intenção de compra

As respostas referentes à intenção de compra são apresentados no histograma de frequência, mostrados na Figura 30.



**Figura 30** - Histograma de frequência para intenção de compra

Em relação à intenção de compra, a formulação B (12 % de farinha de linhaça com tegumento dourado e 1 % de farinha de casca de maracujá) apresenta maior porcentagem de intenção de 88,10 % no histograma de frequência (Figura 30), onde os julgadores “certamente comprariam” e “provavelmente comprariam” este produto. Sendo este resultado concordante aos apresentados por Borges (2009) e Moura (2008), em que obtiveram melhor intenção de compra, “certamente compraria”, a formulações com maiores concentrações de farinha de linhaça, já Lima (2007) encontra resultados contrários.

Em segundo e terceiro lugares para a intenção de compra ficaram as formulações A 73,80% e E 71,43% e, as formulações C e D obtiveram menos de 50% para intenção de

compra, sendo 45,24% e 40,47%, melhor visualizados entre as pontuações 1, 2 e 3 no histograma de frequência para intenção de compra, “certamente não compraria”, “provavelmente não compraria” e “tenho duvidas se compraria”.

#### **4.4 Informação nutricional**

A rotulagem nutricional se refere a toda descrição destinada a informar ao consumidor sobre as propriedades nutricionais de um alimento. A Informação nutricional deve apresentar obrigatoriamente: valor energético, carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, gorduras trans, fibra alimentar e sódio. Mesmo que não sejam de declaração obrigatória, é importante que informações referentes a colesterol, cálcio e ferro estejam disponíveis para o consumo (BRASIL, 1998; BRASIL, 2003; ANVISA/MS, 2005).

As declarações nutricionais são de extrema importância para informação ao consumidor, principalmente a indivíduos que apresentam patologias e, buscam na alimentação melhorar a qualidade de vida. Considerando uma porção de 50 g, equivalente a duas fatias de pão - tipo forma, a informação nutricional referente a formulação B apresenta-se na Tabela 24.

**Tabela 24** - Informação nutricional do pão - tipo forma (Formulação B com 12% de farinha de linhaça com tegumento dourado e 1% de farinha da casca de maracujá)

<b>INFORMAÇÃO NUTRICIONAL</b>		
<b>Porção de 50g (2 fatias)</b>		
<b>Formulação</b>	<b>Quantidade por porção</b>	<b>% VD(*)</b>
<b>Valor Energético</b>	127 kcal ou 534 kj	6
<b>Carboidratos</b>	23,2 g	8
<b>Proteínas</b>	4,8 g	6
<b>Gorduras Totais</b>	1,6 g	3
<b>Saturadas</b>	0,37	2
<b>Trans</b>	0	**
<b>Monoinsaturados</b>	0,37	**
<b>Poliinsaturados</b>	0,84	**
<b>Ômega-6</b>	0,37	**
<b>Ômega-3</b>	0,47	**
<b>Colesterol</b>	0	0
<b>Fibra Bruta</b>	1,9 g	**
<b>Fibra Alimentar Total</b>	2,09	8
<b>Fibra Alimentar Solúvel</b>	0,92	**
<b>Fibra Alimentar Insolúvel</b>	1,18	**
<b>Sódio</b>	298 mg	12
<b>Cálcio</b>	18 mg	2
<b>Ferro</b>	1 mg	7
<b>Magnésio</b>	11 mg	**
<b>Potássio</b>	93 mg	**

(\*) Valores diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kj. Seus valores diários podem ser maiores ou menores.

(\*\*) Valor diário não estabelecido.

#### 4.5 Avaliação da estabilidade

A avaliação da estabilidade (contagem de bolores e leveduras e sensorial) foi realizada somente nas formulações B e E, os quais apresentaram melhor aceitabilidade sensorialmente.

As análises microbiológicas para bolores e leveduras nas formulações B e E foram avaliadas a fim de definir o tempo de prateleira, conforme resultados apresentados na Tabela 25. Observou-se que no tempo zero não foi verificado o crescimento de bolores e leveduras nas formulações. O mesmo foi verificado no 7º dia para as formulações B e E com adição de propionato de cálcio, porém para as mesmas formulações, mas sem adição do antimofos foram encontradas  $1,4 \times 10^7$  UFC/g. Embora estas formulações (B e E sem adição de antimofos) já apresentem contagem de bolores e leveduras, no 7º dia não houve diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) nos atributos sensoriais (aspecto geral, textura, sabor, aroma, cor de miolo e cor da

superfície), mostrando que todas as formulações foram bem aceitas, determinadas na escala de aceitação como “gostei moderadamente”, “gostei muito” e “gostei muitíssimo”, como mostra a Tabela 26.

A partir do 12º dia foi observado visualmente a presença de crescimento de bolores e leveduras nas formulações B e E com adição do antimofa, sendo que no 14º dia de a contagem foi superior  $10^7$ UFC/g.

Segundo a Resolução nº 90/2000 (BRASIL, 2000), pães embalados ou não devem obedecer a um padrão de no máximo  $10^3$ UFC/g para bolores e leveduras, já para o INMETRO (2011) o limite determinado é de  $5 \times 10^3$ UFC/g. Apesar de não trazerem riscos à saúde humana, apresentam cheiro e sabor característicos e podem ser vistos a olho nu.

**Tabela 25** – Contagem de bolores e leveduras (UFC/g) das formulações B e E no 0, 7º e 14º dia de armazenamento

<b>Tempo</b>	<b>Zero</b>	<b>7 dias</b>	<b>14 dias</b>
<b>Formulações</b>	<b>Bolores e leveduras (UFC/g)</b>	<b>Bolores e leveduras (UFC/g)</b>	<b>Bolores e leveduras (UFC/g)</b>
<b>FML B Prop</b>	0	0	$3,1 \times 10^7$
<b>FML B</b>	0	$1,4 \times 10^7$	$5,84 \times 10^7$
<b>FML E Prop</b>	0	0	$2,97 \times 10^7$
<b>FML E</b>	0	$1,45 \times 10^7$	$3,7 \times 10^7$

FML B Prop: adição de 12% de farinha de linhaça dourada e 1% de farinha de maracujá e adição de 0,15% de Propionato de Cálcio; FML B: adição de 12% de farinha de linhaça dourada e 1% de farinha de maracujá e sem adição de Propionato de Cálcio; FML E Prop: adição de 8% de farinha de linhaça dourada e 3% de farinha de maracujá e adição de 0,15% de Propionato de Cálcio; FML E: adição de 12% de farinha de linhaça dourada e 1% de farinha de maracujá e sem adição de Propionato de Cálcio.

**Tabela 26** - Atributos sensorias para as formulações B e E com e sem a adição de propionato de cálcio no 7º dia de armazenamento

<b>Formulação</b>	<b>Cor da superfície</b>	<b>Cor do miolo</b>	<b>Aroma</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b>Aspecto geral</b>
<b>FML B Prop.</b>	8,09 <sup>a</sup>	8,03 <sup>a</sup>	7,41 <sup>a</sup>	7,47 <sup>a</sup>	7,63 <sup>a</sup>	8,03 <sup>a</sup>
<b>FML B</b>	8,19 <sup>a</sup>	7,88 <sup>a</sup>	7,47 <sup>a</sup>	7,94 <sup>a</sup>	8,09 <sup>a</sup>	8,13 <sup>a</sup>
<b>FML E Prop.</b>	7,81 <sup>a</sup>	7,81 <sup>a</sup>	7,03 <sup>a</sup>	7,59 <sup>a</sup>	7,88 <sup>a</sup>	7,97 <sup>a</sup>
<b>FML E</b>	8,19 <sup>a</sup>	8,16 <sup>a</sup>	7,72 <sup>a</sup>	7,69 <sup>a</sup>	7,50 <sup>a</sup>	7,94 <sup>a</sup>

\*Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente a nível de 5% (teste de Tukey). FML B Prop: adição de 12% de farinha de linhaça dourada e 1% de farinha de maracujá e adição de 0,15% de Propionato de Cálcio; FML B: adição de 12% de farinha de linhaça dourada e 1% de farinha de maracujá e sem adição de Propionato de Cálcio; FML E Prop: adição de 8% de farinha de linhaça dourada e 3% de farinha de maracujá e adição de 0,15% de Propionato de Cálcio; FML E: adição de 12% de farinha de linhaça dourada e 1% de farinha de maracujá e sem adição de Propionato de Cálcio.

Moura (2008) propõe que o armazenamento do pão de forma com adição de semente de linhaça, em sacos de polipropileno, em temperatura ambiente e sem aplicação de antioxidantes sintéticos, tenha uma vida de prateleira de aproximadamente 7 dias.

A alta concentração de ácidos graxos poliinsaturados na linhaça gera maior suscetibilidade a peroxidação, esta instabilidade favorece para que as reações de rancificação ocorram durante a armazenagem do alimento (CONFORTI, 2006).

Estudos realizados por Gómez (2003) para a estabilidade, com sementes de linhaça durante 46 dias mostrou entre as amostras, que a farinha de linhaça crua e estocada a temperatura ambiente apresentou maior redução do ácido linoléico e aumento dos ácidos palmítico, esteárico e em maiores quantidades o ácido oléico comparados a amostra controle (zero). Papas (1999) aponta que os lipídios contendo teores de ácidos graxos poliinsaturados são mais propensos ao ataque de radicais livres e a deterioração oxidativa, que pode induzir a outras mudanças indesejáveis nos alimentos, afetando sua qualidade nutricional, cor, textura e segurança (SHAHIDI; WANASUNDARA, 1992).

## 5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

### 5.1 Conclusões

A adição de 12% de farinha de linhaça com tegumento dourado aos pães aumentou significativamente o conteúdo de lipídios totais e de proteínas à formulação B, 3,3g por 100 g e 9,7g por 100 g. A adição de farinha de casca de maracujá amarelo apresentou efeito significativo negativo no conteúdo de lipídeos dos pães. Às formulações B, C e D em que foram adicionadas maiores concentrações para ambas as farinhas, houve aumento significativo de fibra bruta (3,81 g por 100 g, 4,6 g por 100 g e 3,48 g por 100 g).

A Formulação B (12% farinha de linhaça com tegumento dourado e 1% farinha de casca de maracujá) apresentou 4,18 g por 100 g de fibra alimentar total (1,83 g por 100 g da fração solúvel e 2,35 g por 100 g da insolúvel), 3,3 g por 100 g de lipídios, correspondendo a 0,74 por 100 g de ácidos graxos saturados e monoinsaturados e 1,69 g por 100g de poliinsaturados (0,94 g por 100 g de ômega-3 e 0,74 g por 100 g de ômega-6).

A adição das farinhas de linhaça com tegumento dourado e de casca de maracujá amarelo em todas as concentrações avaliadas neste estudo são eficazes para o aumento significativo ( $p < 0,05$ ) de cálcio, potássio e magnésio nos pães.

Entretanto, foram nas formulações A (4% de farinha de linhaça e 1% de farinha de maracujá), B (12% de farinha de linhaça e de 1% farinha de maracujá) e E (8% de farinha de linhaça e 3% de farinha de maracujá) obtidas melhores aceitações quanto aos atributos sensoriais (acima de 85%) e a intenção de compra (acima de 71%).

As formulações B, C e D apresentaram melhores resultados quanto às características nutricionais, levando-se em consideração as análises físico-químicas. As formulações A, B e E apresentaram os melhores resultados de aceitação pela análise sensorial. Frente a essas informações, concluí-se que a formulação B (12% de farinha de linhaça com tegumento dourado e 1 % da farinha da casca do maracujá amarelo) apresenta melhor potencial nutricional e funcional quando comparada as demais formulações avaliadas neste estudo.

## **5.2 Sugestões para trabalhos futuros**

Avaliar a composição das sementes de linhaça com tegumento dourado e linhaça com tegumento marron sob diferentes formas de processamento.

Determinar qual a melhor variedade de linhaça, com tegumento dourado ou marron, frente ao organismo humano.

Estudo do efeito do consumo de pães com adição de farinha de linhaça com tegumento dourado e farinha da casca de maracujá amarelo no organismo de pacientes com doenças crônicas não transmissíveis.

## REFERÊNCIAS

- AACC. The definition of dietary fiber. *Cereal Foods World*, 2001. v. 46, n. 3, p. 112-129.
- ADA REPORTS. Position of the American Dietetic Association: Functional Foods. *J. Am. Diet. Assoc.*, 1999.
- ALTSCHUL, A.M. *Low-calorie foods handbook*. Nova Iorque: Marcel Dekker Inc., 1993. 581p.
- ANVISA/MS. Rotulagem nutricional obrigatória: manual de orientação às indústrias de Alimentos. 2ª versão. Universidade de Brasília. Brasília: Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2005.
- BHATENA, S.J.; VELAZQUEZ, M.T. Beneficial role of dietary phytoestrogens in obesity and diabetes. *American Journal of Clinical Nutrition*, 2002. v.76, n.6, p.1191-201.
- BOMBO, A. Obtenção e caracterização nutricional de snacks de milho (*Zea mays L.*) e linhaça (*Linum usitatissimum L.*). Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- BORGES, J.T.S. Avaliação tecnológica de farinha mista de trigo e de linhaça e sua utilização na elaboração de pão de sal. Minas Gerais, 2009. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- BOYCE, B.F.; LI, P.; ZHANG, Q.; BADELL, I.R.; SCHWARZ, E.M.; O'KEEFE, R.J.; XING, L. TNF-alpha and pathologic bone resorption. *The Keio Journal of Medicine*. September, 2005. p.127-131.
- BRASIL. Resolução ANVS/MS nº 18, de 30 de abril de 1999. Regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos.
- BRASIL. Portaria ANVS/MS nº 27, de 13 de novembro de 1998. Regulamento técnico referente à Informação Nutricional Complementar.
- BRASIL. Resolução ANVS/MS nº 40, de 21 de março de 2001. Regulamento técnico para rotulagem nutricional obrigatória de alimentos e bebidas embalados.
- BRASIL. Portaria ANVS/MS nº 41, de 14 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente à Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados.
- BRASIL. Resolução ANVS/MS nº 90, de 17 de outubro de 2000. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de Pão.
- BRASIL. Resolução ANVS/MS nº 344, de 13 de dezembro de 2002. Regulamento técnico para fortificação das farinhas de trigo e das farinhas de milho com ferro e ácido fólico.

BRASIL. Resolução ANVS/MS nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional.

BUCKLEY, R.; SHEWRING, B.; TURNER, R.; YAQOUB, P.; MINIHANE, A.M. Circulating triacylglycerol and apo E levels in response to EPA and docosahexaenoic acid supplementation in adult human subjects. *Br J Nutr*, 2004.

CARDOSO, M.A. *Nutrição Humana. Nutrição e Metabolismo*. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2010.

CARTER, J. F. Sensory evaluation of flaxseed of different varieties. *Proc. Flax Inst.*, 1996. p. 201-203.

CASOLA, M.M. *Panificação. Coleção: Aprendendo a fazer melhor 1*. Porto Alegre: EMATER – RS – ASCAR, 2002. 48 p.

CHEN, Z.Y.; RATNAYAKE, W.M.N.; CUNNANE, S.C. Oxidative stability of flaxseed lipids during baking. *Journal of the American Oil Chemists Society*. Chicago, 1994. p. 629-632.

CHUNG, M.; LEI, B.; LI-CHAN, E. Isolation and structural characterization of the major protein fraction from NorMan flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). *Food Chem.*, 2005. p. 271–279.

CONFORTI, F. D.; DAVIS, S. F. The effect of soya flour and flaxseed as a partial replacement for bread flour in yeast bread. *International Journal of Food Science and Technology*. Blacksburg, USA, 2006. v. 41, p.95-101.

COSKUNER, Y.; KARABABA, E. Some physical properties of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). *Journal of Food Engineering*, 2007.v.78, n.3, p.1067-73.

CRAVEIRO, A.C.; CRAVEIRO, A.A. *Alimentos Funcionais: A Nova Revolução*. Fortaleza: PADETEC, 2003.

CUPPARI, L. *Nutrição Clínica no Adulto*. 2ed. São Paulo: Manole, 2005.

CUPPARI, L. *Nutrição: nas doenças crônicas não-transmissíveis*. Barueri, SP: Manole, 2009.

DAUN, J. K.; BARTHET, V. J.; CHORNICK, T. L.; DUGUID. Structure, Composition, and Variety Development of Flaxseed, 1-40p. In: THOMPSON, L .U.; CUNNANE, S. C. *Flaxseed in Human Nutrition*. 2ed. edition Champaign, Illinois, 2003. p. 1-40.

DIETARY REFERENCE INTAKES (DRIs): Estimated Average Requirements. Food and Nutrition Board. Institute of Medicine, National Academies. 2005.

DUPUY, N.A.; MERMEL, V.L. *Focus on nutrition*. Nova York, McGraw-Hill, 1995.

EL-DASH, A.A.; CAMARGO, C.O.; DIAZ, N.M. Fundamentos da tecnologia de panificação. Governo do Estado de São Paulo, 1982.

FAO - Food and Agriculture Organisation of the United Nations: FAOSTAT, Domain ProdSTAT. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/636/default.aspx#ancor>> . Acesso: 20 de agosto de 2011.

FILISSETTI TMCC, LOBO AR. Fibra alimentar e seu efeito na biodisponibilidade de minerais. In: Cozzolino, SMF. Biodisponibilidade de nutrientes. 2ª ed. Barueri: Manole Ltda; 2007.

FISHBORN, J. Suplementos Nutricionais. In: SCHNEIDER, A.P. Nutrição Estética. São Paulo: Editora Atheneu, 2009. Cap.19.

FIRESTONE, D. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society. 6<sup>th</sup> ed. 2009. Urbana: AOCS, 2009.

FLAX COUNCIL OF CANADA. Growing flax: production, management & diagnostic guide. Winnipeg: Flax Council of Canada; Saskatoon: Saskatchewan Flax Development Commission, 2005. p. 56.

FLAX COUNCIL OF CANADA. Disponível em: < <http://www.flaxcouncil.ca>>. Acesso em 09 de julho de 2011.

FOOD STANDARDS AGENCY. Mc Cance and Widdowson's The Composition of Foods, Sixth Summary Edition. Royal Society of Chemistry, Cambridge: 2002. 537 p.

FRIEDMAN, M.; LEVIN, C.E. Composition of jimson weed (*Datura stramonium*) seeds. Journal Agricultural Food Chemistry, 1989. p. 998-1005.

FURST, P. The striking diet of the island of Crete: lipid nutrition from the palaeolithic to the affluent modern society. Clinical Nutrition. Little Rock, 2002. v. 21. supl. 2. p. 9-14.

GALISTEO, M; DUARTE, J.; ZARZUELO, A. Effects of dietary fibers on disturbances clustered in the metabolic syndrome. J Nutr Biochem 19: 71-84, 2008.

GARÓFALO, A.; PETRILL, A.S. Balanço entre ácidos graxos ômega-3 e 6 na resposta inflamatória em pacientes com câncer e caquexia. Rev. Nutr., Campinas, set./out. 2006. p. 611-621.

GIBNEY, M.J.; LANHAM-NEW, S.A.; VORSTER, H.H.; CASSIDY, A. Introdução a Nutrição Humana. 2ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

GIMÉNEZ, A.; VARELA, P.; SALVADOR, A.; ARES, G.; FISZMAN, S.; GARITTA, L. Shelf life estimation of brown pan bread: A consumer approach. Food Quality and Preference, Barking, mar. 2007. v.18, n.2.

GOMES, C. Pó da casca do maracujá. Disponível em: <[www.plenaforma.saude.com.br](http://www.plenaforma.saude.com.br)>. Acesso em: 03 outubro 2010.

GOMES, M. Obtenção de pectina a partir de casca de maracujá. Trabalho de Diplomação (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos) – Coordenação de Alimentos. Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Ponta Grossa, 2004. 33 p.

GOMEZ, M.; RONDA, F.; BLANCO, C.A.; CABALLERO, P.A.; APESTEGUIA, A. Effects of dietary fibre on dough rheology and bread quality. *European Food Research and Technology*, jan. 2003. v.216, n.1.

GÓMEZ, M.E.D.B. Modulação da composição de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta. Tese (Doutorado em Bromatologia). Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

GONZÁLEZ, F.M. *et al.* El Rol de los Omega 3 em La Salud Humana. *Agronomia y Forestal VC*. Santiago, jan. 2003. n. 18, p. 9-14.

GUERTZENSTEIN, S.M.J.; SRUR, A.U.O.S. Uso da casca de maracujá (*Passiflora edulis*, f. *flavicarpa*, DEG) cv amarelo na alimentação de ratos (*rattus norvegicus*) normais e diabéticos. *Rev. Cadernos do Centro Universitário São Camilo*, 2002. p. 213-218.

GUERTZENSTEIN, S.M.J. Caracterização da farinha da casca de maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) cv. amarelo como fonte de fibra solúvel parágrafo Alimentação Humana. MD Thesis, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 1998.

HARTMAN, L.; LAGO, R.C.A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. *Lab. Practice*, 1973. v. 22, n. 8, p. 475-476.

HORWITZ, W. (Ed.). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 18<sup>th</sup> ed., Gaithersburg, Maryland: 2005.

HUTCHINS, A.M. *et al.* Flaxseed consumption influences endogenous hormone concentrations in postmenopausal women. *Nutr Cancer*, 2001.

IFIC - INTERNATIONAL FOOD INFORMATION COUNCIL FOUNDATION. *IFIC Review: Shorting out the facts about fat*. Washington (D.C.), 1998.

IMeN - INSTITUTO DE METABOLISMO E NUTRIÇÃO. 2005. *Fibras na Nutrição Humana - Aplicações Clínicas: Obesidade*. Disponível em: <<http://www.nutricaoclinica.com.br>>. Acesso em: 07 novembro 2010.

INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/paoforma.asp>. Acesso em: 15 de outubro de 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. V.1: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3ª ed. São Paulo: IMESP, 2005. p. 127.

JANEBRO, D.I. et al. Efeito da farinha da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) nos níveis glicêmicos e lipídicos de pacientes diabéticos tipo 2. Revista Brasileira de Farmacognosia. João Pessoa Dec. 2008. v. 18.

JENKINS D.J.; GASSULL, M.A.; LEEDS, A.R. Effect of dietary fiber on complications of gastric surgery: prevention of postprandial hypoglycemia by pectin. *Gastroenterology*, 1977.

JIMÉNEZ, T. & MARTÍNEZ-ANAYA, M. A. Amylases and hemicellulases in breadmaking. Degradation by-products and potential relationship with functionality. *Food Science Technology International*. 2001. v.7, n.1, p.5-14.

KINNIRY, P. *et al.* Dietary flaxseed supplementation ameliorates inflammation and oxidative tissue damage in experimental models of acute lung injury in mice. *Journal of Nutrition*, 2006. v.136, n.6, p.1545-51

KULKARNI, S.G.; VIJAYANAND, P. Effect of extraction conditions on the quality characteristics of pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* L.). *Fruit and Vegetable Technology*, Central Food Technological Research Institute. Mysore, India, 2009.

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. Fortaleza, 2007. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará, 2007.

LIMA, M.F.; HENRIQUES, C.A.; SANTOS, F.D.; ANDRADE, P.M.M.; TAVARES-DO-CARMO, M.G. Ácido graxo ômega 3 docosaheptaenóico (DHA: C22:6n-3) e desenvolvimento neonatal: aspectos relacionados a sua essencialidade e suplementação. *Nutrire ver. Soc. Bras. Aliment Nutr*, 2004. p. 65-77.

LINKO, Y.; LINKO, P. Enzymes in baking. In: BLANSHARD, J.M.V.; FRAZIER, P.J.; GALLIARD, T. *Chemistry and physics of baking*. London: The Royal Society of Chemistry, 1987. p.105-16.

LUND, E.K.; HARVEY, L.J.; CLARK, D.C.; JOHNSON, I.T. Effects of dietary fish oil supplementation on the phospholipid composition and fluidity of cell membranes from human volunteers. *Ann Nutr Metab*, 1999. p. 290-300.

MACHADO, L.M.P. Pão sem glúten: otimização de algumas variáveis de processamento. 186p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Faculdade de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

MACIEL, L. M. B. Utilização de farinha de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) No processamento de biscoito tipo “cracker”: características físico-químicas, nutricionais e sensoriais. Fortaleza, 2006. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, 2006.

- MAHAN, L.K. Krause: Alimentos, Nutrição & Dietoterapia. São Paulo: Roca, 1998.
- MAHAN, L.K.; ESCOTTO-STUMP, S. KRAUSE. Alimentos, Nutrição & Dietoterapia. 11a ed. São Paulo: Roca, 2005.
- MANICA, I. Fruticultura tropical 1 : Maracujá. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 151 p.
- MARQUES, A.C. Propriedades funcionais da linhaça (*linum usitatissimum* L.) em diferentes condições de preparo e uso em alimentos. Santa Maria. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Santa Maria, 2008.
- MARTINS, C.B.; GUIMARÃES, A.C.L.; PONTES, M.A.N. Estudo tecnológico e caracterização física, físico-química do maracujá (*Passiflora edulis* F. *Flavicarpa*) e seus subprodutos. Fortaleza: Centro de Ciências Agrárias, 1985. n.4, 23 p.
- MARTINS, C. Fibras e fatos: como as fibras podem ajudar na sua saúde. Curitiba: Nutroclínica. 1997. p. 2-4.
- MAZZA, G. Functional foods: biochemical and processing aspects. Lancaster: Technomic Publishing, 1998. 460p.
- MAZZA, G.; OOMAH, B.D. "Flaxseed, dietary fiber, and cyanogens". Flaxseed in Human Nutrition, S.C. Cunnane and L.U. Thompson, Champaign, IL: AOCS, 1995.
- MEDINA, J.C. Alguns aspectos tecnológicos das frutas tropicais e seus produtos. São Paulo: Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo. 1980. 295p, 1980.
- MEDEIROS, J.S.; DINIZ, M.F.F.M.; SRUR, A.U.O.S.; PESSOA, M.B.; CARDOSO, M.A.A.; CARVALHO, D.F. Ensaio toxicológico clínico da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*, f. *flavicarpa*), como alimento com propriedade de saúde. Rev. bras. Farma. João Pessoa Abr./Jun. 2009. v. 19.
- MILNER, J.A. Functional foods and health promotion. J. Nutri., 1999. p. 1335-97.
- MINISTERIO DA SAÚDE. Rotulagem Nutricional Obrigatória: Manual de Orientação às Indústrias de Alimentos. 2ª versão atualizada. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.
- MOLENA-FERNANDES, C.A.; SCHIMIDT, G.; NETO-OLIVEIRA, E.R. BERSANI-AMADO, C.A.; CUMAN, R.K.N. Avaliação dos efeitos da suplementação com farinha de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) marrom e dourada sobre o perfil lipídico e a evolução ponderal em ratos Wistar. Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu, 2010. v.12, n.2, p.201-207.
- MORAES, E.A.; DANTAS, M.I.deS.; MORAIS, D.C.; SILVA, C.O.; CASTRO, F.A.F.; MARTINO, H.S.D.; RIBEIRO, S.M.R. Sensory evaluation and nutritional value of cakes prepared with whole flaxseed flour. Ciencia e Tecnologia de Alimentos, Campinas, out-dez. 2010. p. 974-979.

MORRIS, D. Backgronder on Omega-3 Fatty Acids. Cap.2. In: Flax – A Health and Nutrition Primer. 2007. 4 ed.

MORRIS, D.H. FLAX – A SMART CHOICE. Flax Council of Canada, 465-167 Lombard Ave, Winnipeg, MB, Canada R38 0T6. Disponível em: <http://www.flaxcouncil.ca/english/index.jsp?p=nutrition2&mp=nutrition>. Acesso em 15 de outubro de 2011.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Committee on Dietary Allowances. Recommended dietary allowances. 10<sup>th</sup> Edition. Washington, 1989.

NÉRON, S.; AMRANI, F.E.; POTUS, J. & NICOLAS, J. Separation and quantification by high-performance liquid chromatography with light scattering detection of the main wheat flour phospholipids during dough mixing in the presence of phospholipase. *Journal of Chromatography A.*, 2004. v.1047, n.1, p.77-83.

NEUMANN, A.I.C.P.; ABREU, E.S.; TORRES, E.A.F.S. Alimentos Saudáveis, Alimentos Funcionais, Fármaco Alimentos, Nutracêuticos. Você Já Ouviu Falar? *Revista Higiene Alimentar*. São Paulo, v.I. 14, n. 71, abril 2000.

OLIVEIRA, L.F.; NASCIMENTO, M.R.F.; BORGES, S.V.; RIBEIRO, P.C.N.; RUBACK, V.R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. Flavicarpa) para produção de doce em calda. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 2002. v. 22, n. 3, p. 259-262.

OLIVEIRA, T.M.; PIROZI, M.R.; BORGES, J.T.S. Elaboração de pão de sal utilizando farinha mista de trigo e linhaça. *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, abr./jun. 2007. v.18, n.2, p. 141-150.

OOMAH, B.D. Flaxseed as a functional food source. *Journal of Science and Food Agriculture*, 2001. v.81, n.9, p.889-94.

OOMAH, B.D.; DER, T.J. GODFREY, D.V. Thermal characteristics of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) protein. *Food Chemistry*, 2006. p. 733–741.

OOMAH, B.D.; MAZZA, G. Bioactive components of flaxseed: occurrence and health benefits. In: SHAHIDI F.; HO C.T. (Eds.). *Phytochemicals and phytopharmaceuticals*. Champaign: AOCS Press, 2000. p.105-120.

OOMAH, B.D.; MAZZA, G. Flaxseed proteins – A review. *Food Chem*. 1993. p. 109-114.

OOMAH, B.D.; MAZZA, G. Productos de linaza para la prevención de enfermedades. In: MAZZA, G. (Coord.). *Alimentos funcionales: aspectos bioquímicos y de procesado*, Zaragoza: Editorial Acribia, 2000. cap.4.

ORNELLAS, L.H. Técnica dietética: seleção e preparo de alimentos. Atualizado por Shizuko Kajishima, Marta Regina Verruma. 8ª edição. Atheneu Editora São Paulo Ltda, 2007.

PACHECO, M. Tabela de equivalentes, medidas caseiras e composição química dos alimentos. Rio de Janeiro: Livraria e Editora Rubio, 2006.

PAPAS, A.M. Diet and antioxidants status. Food and Chemical Toxicology. Oxford, 1999. v. 37. p. 999-1007.

PECK, A. Use of acesulfame k in light and sugar-free baked goods. Cereal Foods World. 1994. v.39, n.10, p.743-745.

PIMENTEL, C.V.deM.B.; FRANCKI, V.M.; GOLLUCKE, A.P.B. ALIMENTOS FUNCIONAIS. Introdução às principais substâncias bioativas em alimentos. São Paulo: Livraria Varela, 2005.

PROZYM. Manual Técnico de elaboração de Farinhas. 2000.

PINHEIRO, E.R. Pectina da casca de maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*): otimização da extração com ácido cítrico e caracterização físico-química. p. 79. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

PINTO, F.S.T. SENAI/RS. SBRT – Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. Produção de farinha. 2007. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br>>. Acesso em: 20 de agosto de 2011.

PROSKY, L.; ASP, N-G.; SCHWEIZER, T.F.; DEVRIES, J.W.; FURDA, I. Determination of insoluble and soluble dietary fibers in foods and food products. Journal of the Association of Official Analytical Chemists International, 1992. v. 75, n. 2, p. 360-367.

QUAGLIA, G. Ciencia y tecnologia de La panificación. Editorial ADRIBIA, S.A. Zaragoza, Espanha, 2001. 485p.

RAMALHO, A. Alimentos e sua ação terapêutica. São Paulo: Editora Atheneu, 2009.

RODRIGUES, M.I.; IEMMA, A.F. Planejamento de Experimentos e Otimização de Processos. Uma estratégia sequencial de planejamentos. 1ª ed. Campinas, SP: Casa do Pão Editora, 2005.

SAFE, S. PAPINENI, S. The role of xenoestrogenic compounds in the development of breast cancer. Trends Pharma. Sci., 2006. p. 447-454.

SERRAINO, M. THOMPSON, L.U. Flaxseed supplementation and early markers of colon carcinogenesis, Cancer Lett. 1992.

SHAHIDI, F. WANASUNDARA, P.K.J.P.D. Phenolic antioxidants, Critical Reviews in Food Science and Nutrition. Boca Raton, 1992. v. 32, n.1, p.67-103.

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

SIMOPOULOS, A.P. Symposium: role of poultry products in enriching the human diet with n-3 PUFA: human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids. *Poultry Science*, savoy, 2000. p. 961-970.

SIMOPOULOS, A.P. Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. *Biomed. Pharmacother*, 2006. p. 502-507.

TARPILA, A.; WENNBERG, T.; TARPILA, S. Flaxseed as a functional food. *Current Topics in Nutraceutical Research*, 2005. p. 167-188.

TAMSTORF, S.; JONSSON, T. & KROG, N. The role of fats and emulsifiers in baked products. In: BLANSHARD, J.M.V.; FRAZIER, P.J. & GALLIARD, T. *Chemistry and physics of baking*. London: The Royal Society of Chemistry, 1987. p.75-88.

TORRES, E.A.F.S. Alimentos do milênio: a importância dos transgênicos, funcionais e fitoterápicos para a saúde. São Paulo: Signus Editora, 2002.

TRUCOM, C. A importância da linhaça na saúde. São Paulo: Alaúde, 2006. 152p.

UNICAMP. TACO – Tabela de Composição de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 4 ed. revisada e ampliada, 2011.

URLA, N.; LAHTEENMAKI, L. Consumers changing attitudes towards functional foods. *Science Direct. Food Quality and Preference*, 2007. p. 1 -12p.

USDA - NATIONAL NUTRIENT DATABASE FOR STANDARD REFERENCE. Disponível em: <<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>> Acesso: 15 de agosto de 2011.

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

WAITZBERG, D.L. Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica. 3ª Ed. São Paulo: Atheneu, 2001.

WALDLAW, G.M.; KESSEL, M. *Perspectives in Nutrition*, 5 ed. Nova York, McGraw-Hill, 2002.

WANG, J.; ROSELL, C.M.; BARBER, C.B. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Food Chemistry*, nov. 2002. v.79, n.2.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Food and Agriculture Organization. Joint WHO/FAO expert consultation. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Geneva: WHO/FAO, 2003.

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

ZERAIK, M. L.; PEREIRA, C.A.M.; ZUIN, V.G.; YARIWAKE, J.H. Maracujá: um alimento funcional? Revista Brasileira de Farmacognosia. Brazilian Journal of Pharmacognosy, Jun./Jul 459-471.

## ANEXO A - Composição da farinha de linhaça com tegumento dourado

		<b>GRANVITAL ALIMENTOS</b> Estrada da Usina km 05 - Tecnoparque, CEP 85.900-970 TOLEDO-PR – Fone/Fax: (45) 3378-1581 e.mail: granvitalalimentos@hotmail.com
<b>Especificação Técnica de Matéria Prima</b>		
Descrição do Produto:		
Farinha de Linhaça Dourada		
<i>(Linum usitatissimum)</i>		
Código: FLD 001		
<b>Especificações</b>		
Características Sensoriais		
Odor:	Característico do produto;	
Sabor:	Característico do produto;	
Cor:	Amarela;	
Aspecto:	Farinha com granulometria “grosso”;	
Características Físico-Químicas:		
Umidade Máx:	(1)	10,0%
Cinzas Máx:	(1)	3,5 %
Impurezas Máx:	(1)	0,5%
Características Microbiológicas:		
Coliformes a 45 °C:	(4)	< 10 <sup>2</sup> NMP / g
Salmonela:	(4)	Ausência em 25 g
E. coli:	(5)	Ausencia em 25 g
Outros:		
Informação Nutricional:		
Valor Energético		392,8 kcal = 1645 kJ
Carboidratos (g)		4,9
Proteínas (g)	(1)	22,2
Gorduras Totais (g)	(1)	31,6
Gordura Saturada (g)	(3)	4,1
Gordura Monoinsaturada (g)	(3)	8,5

Gordura poli-insaturada (g)	<sup>(3)</sup>	21,9
Gorduras trans (g)	<sup>(3)</sup>	< 0,05
Fibra Alimentar (g)	<sup>(2)</sup>	32,5
Sódio (mg)	<sup>(2)</sup>	41,10
Cálcio (mg)		-
Ferro (mg)		-
Embalagem		
Embalagem Padrão: 25 Kg Saco de Polietileno e Papel Kraft multifoliado.		
Armazenamento: Deve ser armazenado em ambiente seco e arejado ao abrigo da luz.		
Validade: 6 meses		
Observações: Manter a embalagem bem fechada após manuseio.		
Métodos Analíticos		
INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4º Ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.		
AOAC – Association of Official Analytical Chemists, 15th Edition, 1990.		
Cromatografia em fase gasosa. Hartamn & Lago modificada. UNICAMP, 1992.		
Instrução Normativa nº 62 de 26/08/2003 POA. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento – MAPA.		
Compendium of Methods for the Microbiological examination of Foods, 4ª ed. 2001.		

Paulo Eduardo Rohde de Cecco

Diretor

GRANVITAL ALIMENTOS

## ANEXO B - Composição da farinha da casca do maracujá amarelo

Ensaio realizado	Resultados em 100 g	Metodologias
Umidade	4,49 g	Gravimetria
Resíduo mineral fixo (cinzas)	6,35 g	AOAC 940.26
Proteína <sup>1</sup>	7,05 g	AOAC 2001.11
Fibra alimentar	65,06 g	AOAC 991.43
Sódio	122,97 mg	AOAC 999.10 adaptado
Gordura total	1,73 g	AOAC 920.39C adaptado
Gordura saturada	0,34 g	Cromatografia gasosa
Gordura trans	< 0,01 g	Cromatografia gasosa
Carboidratos	15,32 g	-
Valor calórico	105,05 kcal	-

<sup>1</sup> Ensaio reconhecido pela Rede Metroológica - RS, de acordo com o Certificado de Reconhecimento N° 3403.

NOTA: A metodologia utilizada para determinação de umidade está de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz - Métodos físico-químicos para análise de alimentos, 4ª edição, 2005. As metodologias utilizadas para determinação de resíduo mineral fixo, proteína, fibra alimentar, gordura total e sódio estão de acordo com *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 18ª edição, 2ª revisão, 2007. As metodologias utilizadas para determinação de gorduras saturada e trans estão de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz - Métodos físico-químicos para análise de alimentos, 4ª edição, 2005; Método Hartman & Lago (Lab. Practice 22(R)-475, 1973) e Método Oficial AOCS Ce 1F-96, 2001.

O cliente está ciente da subcontratação dos ensaios de fibra alimentar, gordura saturada, gordura trans e sódio. Os resultados contidos neste documento têm significação restrita, aplicam-se exclusivamente à amostra ensaiada e não podem ser reproduzidos parcialmente.

Caxias do Sul, 31 de maio de 2010.

  
 Responsável Técnico  
 ANDRÉIA L. F. DA SILVA  
 CRB/34639-03D

UCS-Serviços Tecnológicos | Universidade de Caxias do Sul | Rua Francisco Gaetano Vargas, 1130 | CEP 96270-960 | Caxias do Sul - RS | Bloco 72  
 Telefone (54) 3218 2444 ou (54) 3218 2149 | www.ucs.br/odenaoservicos\_tecnologicos

**ANEXO C - Composição em ácidos graxos, lipídios totais e fibra solúvel e insolúvel para a formulação B**



**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO**  
**SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO**  
 AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS  
 INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
 CENTRO DE CIÊNCIA E QUALIDADE DE ALIMENTOS

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: **CQ 4688/2011**  
 MATERIAL: **Pão Integral com farinha de linhaça dourada e farinha de casca de maracujá ( LOTE: 01; FAB.: 16/05/2011 )**  
 INTERESSADO: **FLAVIA GHOATTO**  
 ENDEREÇO: **Rua Fernando Ferrari, 898 - Compl.: Casa - Itapejara D'Oeste - PR**  
 DATA DE RECEBIMENTO DA AMOSTRA: **20/07/2011**  
 DATA DA EMISSÃO DO RELATÓRIO: **08/08/2011**  
 NATUREZA DA(S) ANÁLISE(S): **FÍSICO-QUÍMICA**  
 RESPONSÁVEL(E)S: **A. M. R. O. Miguel, E. Vicente, R. A. Ferrari, S. R. Baggio, A. S. de Souza, M. T. B. Pacheco, V. S. N. Silva**

**1. MÉTODO(S)**

**Composição em ácidos graxos**

MA-CQ.091 baseado em:  
 FIRESTONE, D. (Ed.). Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society. 6th ed. 2009. Urbana: AOCS, 2009. Met. Ce 11 - 96, Ce 1-62.

HORWITZ, W. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18th Ed. 2005. Current Through Revision 3, 2010 Gaithersburg, Maryland, AOAC, 2010. Chapter 41 Met. 996.06, p. 20.

HARTMAN, L.; LAGO, R.C.A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. Lab. Practice, v. 22, n. 8, p. 475-476, 1973.

Food Standards Agency. Mc Cance and Widdowson's The Composition of Foods, Sixth Summary Edition. Cambridge:2002, Royal Society of Chemistry. 537 p.

**Fibra alimentar insolúvel**

MA-CQ.029 baseado em:  
 HORWITZ, W. (ed). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18th ed., Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2005. Current Through Revision 1, 2006. Cap. 32, met. 991.43, p.7-10.

PROSKY, L.; ASP, N-G.; SCHWEIZER, T.F.; DEVRIES, J. W.; FURDA, I. Determination of insoluble and soluble dietary fibers in foods and food products. Journal of the Association of Official Analytical Chemists International, v.75, n.2; p.360-367, 1992.

**Fibra alimentar solúvel**

MA-CQ.029 baseado em:  
 HORWITZ, W. (ed). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18th ed., Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2005. Current Through Revision 1, 2006. Cap. 32, met. 991.43, p.7-10.

PROSKY, L.; ASP, N-G.; SCHWEIZER, T.F.; DEVRIES, J. W.; FURDA, I. Determination of insoluble and soluble dietary fibers in foods and food products. Journal of the Association of Official Analytical Chemists International, v.75, n.2; p.360-367, 1992.

**Lipídios totais**

MA-CQ.022 baseado em:  
 HORWITZ, W. (Ed.). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18th ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2005. Current Through Revision 1, 2006. cap. 32, met. 935.38, p. 53.



CENTRO DE CIÊNCIA E QUALIDADE DE ALIMENTOS  
 Av. Brasil, 3680 • CEP 13.070-178 • Campinas/SP • Brasil  
 Tel. 19 3743-1781/1810/1786 • Fax 19 3242-4585  
 e-mail: [ccq@ital.sp.gov.br](mailto:ccq@ital.sp.gov.br)  
<http://www.ital.sp.gov.br>



1/3



**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO**  
**SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO**  
 AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS  
 INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
 CENTRO DE CIÊNCIA E QUALIDADE DE ALIMENTOS

**2. RESULTADO(S)**

Determinação	Resultado
Lipídios totais (g/100g)	3,3 (0,1) a
Fibra alimentar solúvel (g/100g)	1,83(0,06) a
Fibra alimentar insolúvel (g/100g)	2,35(0,03) a

**Ácidos Graxos (g/100g)**

Saturados	0,74
Monossaturados	0,74
Polissaturados	1,68
Ômega 3	0,94
Ômega 6	0,74
Trans-isômeros totais	< 0,01
N.L.	< 0,01

Composição em ácidos graxos		% de Área	(g/100g) b
C12:0	láurico	0,2	0,01
C14:0	mirístico	0,2	0,01
C16:0	palmitico	13,0	0,41
N.L.		0,1	< 0,01
C16:1 ômega 7	palmitoléico	0,6	0,02
C17:0	heptadecanoico	0,1	< 0,01
C18:0	esteárico	8,8	0,28
C18:1 ômega 9	oléico	22,5	0,71
C18:2 ômega 6	linoléico	29,6	0,74
C18:3 ômega 6	gama linolênico	0,1	< 0,01
C18:3 ômega 3	alfa linolênico	29,9	0,94
C20:0	araquídico	0,2	0,01
C20:1 ômega 11	cis-11-eicosenóico	0,2	0,01
C20:3 ômega 3	cis-11,14,17-eicosatriênico	0,1	< 0,01
C22:0	behênico	0,2	0,01
C24:0	lignocárico	0,2	0,01

N.L. - Não Identificado

a - Média e estimativa de desvio padrão.

b - Área x % ácidos/100 x F de conversão (F=0,855). Limite de detecção do método = 0,01 g/100g.

**3. COMENTÁRIO(S)**

O método utilizado na determinação de Fibra Alimentar Total, Solúvel e Insolúvel quantifica parcialmente polissacarídeos tais como maltodextrina, amido resistente, amido modificado, polidextrose, inulina e frutooligosacarídeos.

**4. OBSERVAÇÕES**



**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO**  
**SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO**  
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS  
**INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**  
CENTRO DE CIÊNCIA E QUALIDADE DE ALIMENTOS

a) O Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos não foi responsável pela amostragem e coleta do material, cuja identificação foi fornecida pelo interessado. Os resultados aplicam-se exclusivamente à(s) amostra(s) analisada(s), sendo vedado o uso do nome do ITAL, sob pena de indenização, para qualificar produção sobre a qual o mesmo não exerceu controle. b) Este relatório só tem valor oficial quando impresso em papel com marca d'água, com assinaturas ou rubricas originais em todas as páginas. Sua reprodução só pode ser feita na íntegra, sendo requerida autorização formal deste laboratório para reprodução parcial.

Visto

*RF*  
REGINA PRADO ZANES FURLAN  
Diretor Técnico de Serviço Substituto  
Unidade Laboratorial de Referência  
em Química de Alimentos

*Anamaria*  
ANAMARIA RAUER DE OLIVEIRA MIGUEL  
Pesquisador Científico  
Unidade Laboratorial de Referência  
em Química de Alimentos