

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS**

MÔNICA TEJO CAVALCANTI

**UTILIZAÇÃO DAS SEMENTES DA FAVELEIRA (*Cnidoscolus
phyllacanthus* (Mart.) Pax et K. Hoffm.) EM PRODUTOS
ALIMENTÍCIOS**

CAMPINA GRANDE - PB

Setembro/2011

MÔNICA TEJO CAVALCANTI

**UTILIZAÇÃO DAS SEMENTES DA FAVELEIRA (*Cnidocolus
phyllacanthus* (Mart.) Pax et K. Hoffm.) EM PRODUTOS
ALIMENTÍCIOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos da Universidade Federal de Campina Grande em cumprimento as exigências para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Processos.

Orientador:

Dr. FLÁVIO LUIZ HONORATO DA SILVA

Dra. ELIANE ROLIM FLORENTINO

CAMPINA GRANDE - PB

Setembro/2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

C376u Cavalcanti, Mônica Tejo.
Utilização das sementes da faveleira (*Cnidocolus phyllacanthus* (Mart.) Pax et K. Hoffm.) em produtos alimentícios / Mônica Tejo Cavalcanti. - Campina Grande, 2011.
130f.: il. col.

Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciência e Tecnologia.
Orientadores: Prof. Dr. Flávio Luiz Honorato da Silva e Prof^a. Dr^a. Eliane Rolim Florentino.
Referências.

1. Alimentos Funcionais. 2. Pão. 3. Bebida Láctea. 4. Faveleira.
I. Título.

CDU 641 (043)


MÔNICA TEJO CAVALCANTI

UTILIZAÇÃO DAS SEMENTES DA FAVELEIRA (*Cnidocolus phyllacanthus* (Mart.) Pax et K. Hoffm.) EM PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

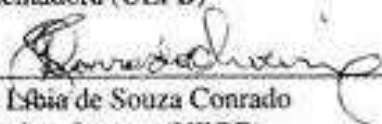
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos da Universidade Federal de Campina Grande em cumprimento as exigências para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Processos.

Aprovada em 26 de setembro de 2011


BANCA EXAMINADORA

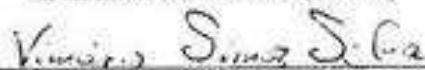

Prof. Dr. Flávio Luiz Honorato da Silva
Orientador (UFCG)

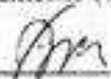

Prof. Dra. Eliane Rolim Florentino
Orientadora (UEPB)


Prof. Dr. Líbia de Souza Conrado
Examinadora Interna (UFCG)


Prof. Dr. Josivanda Palmeira Gomes
Examinadora Interna (UFCG)


Prof. Dr. Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo
Examinadora Externa (UFCG)


Prof. Dr. Vimário Simões
Examinador Externo (UFCG)


Prof. Dr. Ricardo Targino Moreira
Examinador Externo (UEPB)

*Á DEUS, presença constante em meu caminho.
Aos meus amores, meus filhos, Mateus e Isadora e meu esposo Daniel.
Que meu exemplo sempre sirva de incentivo aos seus estudos.*

DEDICO

*“Que o alimento seja seu remédio e o remédio seu alimento”
(Hipocrates há mais de dois mil anos)*

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus por estar sempre à frente dos meus caminhos e me dar forças para superar as dificuldades que aparecem na minha vida, não me fazendo desistir, por isto toda honra e toda a glória ao nosso senhor Jesus Cristo!

Ao meu esposo Daniel Casimiro pelo amor, carinho, atenção e por me dar forças quando precisei, aos meus filhos, Mateus e Isadora, que os tive enquanto estava fazendo o doutorado, espero que o exemplo seja seguido por eles.

Ao meu pai, Homero Cavalcanti, meu orientador pessoal, pela força, incentivo e ensinamentos, a minha mãe Cristina Tejo pelo amor e carinho, aos meus sogros José Edson da Silveira e Maria Hilda Casimiro, pelo apoio, atenção e carinho.

A Prof^a. Dr^a. Eliane Rolim, minha mãe acadêmica, amiga, que sempre foi atenciosa, carinhosa, soube me dar forças e chamar atenção quando preciso além de professora uma mãe de verdade. Meu muito obrigada!

Ao Prof. Dr. Flávio Luiz Honorato pela fundamental ajuda, por sempre ter uma palavra amiga de consolo e atenção, além dos ensinamentos prestados durante o trabalho.

A minha comadre Isanna Menezes Florêncio, que tem o mérito deste trabalho junto comigo, pois foi ela quem me ajudou em todos os momentos, em todas as análises, quando eu estive grávida, enfim fez o doutorado comigo praticamente. Por seu carinho e sua ajuda o meu muito obrigada amiga!

A Ricardo Martins, profundo conhecedor na área de laticínios, que me mostrou os caminhos para a realização deste trabalho e sempre esteve disposto a me ensinar.

Ao Prof. Dr. José Pires Dantas, um grande conhecedor da faveleira, que me ajudou nos momentos iniciais da pesquisa, sempre me deu atenção e incentivo pra estudar cada vez mais esta planta.

As amigas Tereziana Silva da Costa, Vanessa Silva Fernandes e Valdete Campos Silva, os tesouros do NUPEA, agradeço demais a ajuda fundamental e força de vocês em todas as etapas desse trabalho. Obrigada por me ajudar quando não pude estar no laboratório.

A prof^a Dr^a Vanúzia Cavalcanti pelo carinho e ensinamentos durante esta pesquisa.

A Valker Feitosa e Sarah Werner pela ajuda no laboratório e amizade. Vocês são meus orgulhos por serem bons alunos e boas pessoas.

A Marcelo de Fontes que sempre se dispôs a ajudar a todas as pessoas que precisam no laboratório, uma pessoa boa e prestativa... os meus agradecimentos também.

A Cleonora que me ajudou sempre que precisei, me dando forças no Laboratório de Microbiologia de Alimentos.

Ao prof^o Dr. Ricardo Targino Moreira pelo apoio, amizade e ensinamentos na área de análise sensorial de alimentos.

Ao Prof^o Punshkar Singh Bora, pessoa que me ensinou a arte da pesquisa.

A prof^a Dr^a. Janeeyre Ferreira Maciel pela colaboração e atenção.

A banca examinadora, prof^a Josivanda Palmeira Gomes, prof^a Rossana Figueiredo, prof^a Líbia de Souza Conrado, prof^o Ricardo Targino Moreira e prof^o Vimário Simões pelas sugestões e por contribuir imensamente na parte científica do nosso trabalho.

A Coordenação do Programa de Pós-graduação de Engenharia de Processos, especialmente ao professor Dr. Antônio Gilson pela colaboração.

Aos professores Marcelo Grillo, Odélsia, Antônio Gilson, Canêdo e colegas da nossa turma de doutorado, Vera Lúcia, Joacil, Flávio Brito, Clenilson, Chico, Francisco Fachine Borges e principalmente a Adriana Holanda pela ajuda, amizade e companheirismo.

A Poliana do Ó, Renata Matos e Filipe do Ó, pelo carinho e apoio em todos os momentos.

Aos amigos Wagner Luiz e Kênia por nos receber em sua casa quando precisamos, pela amizade e torcida e a minha comadre Ana Flávia e compadre Jehan Gleyson pelas palavras de amizade e força em todos os momentos que precisei.

Ao meu vizinho Jaldair que me ajudou nas disciplinas de cálculo e com toda sua paciência me ensinou o que pensava não ser possível aprender.

A amiga Anny Gomes por me ajudar nas traduções dos trabalhos e pela amizade.

A Albanir Barbosa pelo carinho e por me ajudar, sem esforços, a descascar as sementes.

Aos colegas da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, pela ajuda e torcida, principalmente a professora Gerla Chinelate, Cybelle Pereira, Franciscleudo Bezerra e Alfredina dos Santos.

A minha amiga Climene Maria por compreender o meu esforço em defender este trabalho e me ajudou no que pode.

Aos alunos do curso de Engenharia de Alimentos da UFCG de Pombal, em especial a Roberto Robson “Bob” por me ajudar nas traduções dos trabalhos e a Reginaldo Sulino pela ajuda nas análises.

Aos provadores que participaram das análises sensoriais do trabalho, pois sem eles eu não teria arrecadado dados para realização deste estudo.

Aos que me ajudaram de qualquer forma, minha gratidão, pois de seu apoio nasceu o sonho concretizado e a certeza de que o meu esforço valeu a pena.

RESUMO

A faveleira (*Cnidoscopus phyllacanthus* Pax. et K. Hoffm.) é uma *Euforbiácea* que possui amêndoas com grande potencial para exploração, sendo rica em óleos e proteínas alimentares, é encontrada em todos os estados do Nordeste Brasileiro até o norte de Minas Gerais, principalmente na região do semi-árido. Objetivando a sua aplicação como uma alternativa para a alimentação humana, nesse trabalho foi estudado o uso das sementes da faveleira em formulados alimentícios (pão de forma e bebida láctea fermentada) visando melhorar suas características funcionais. As sementes da faveleira apresentaram amêndoas com peso de 55,85% do peso total da semente. As farinhas das sementes e das amêndoas apresentaram elevado conteúdo de lipídio (22,10 e 40,96%) e de proteína (26,25 e 35,52%) e depois de desengordurada, a farinha das amêndoas apresentou 56,18% de proteínas com presença de todos os aminoácidos essenciais, sendo a leucina o aminoácido essencial com maior concentração por grama de proteína (34,35 mg de aminoácido/g de proteína). O isolado protéico obtido apresentou coloração amarelo claro e inodoro, sendo 85,42% das proteínas extraídas. Quando aplicada como ingrediente em pão de forma, a farinha da faveleira e o seu isolado protéico proporcionaram um produto com maior teor de proteínas, variando entre os experimentos de 9,96 a 11,02% e de lipídios, variando de 2,36 a 5,80%, sendo dependentes da concentração da farinha das amêndoas da faveleira. Os pães elaborados não diferenciaram sensorialmente do pão padrão, isto indica que o produto não variou o seu aspecto geral. As sementes da faveleira foram maceradas em diferentes condições a fim de se obter o extrato solúvel e o experimento que obteve maior absorção de água pelas sementes foi com solução de bicarbonato de sódio a 0,5% a temperatura de 60°C, uma vez que no final de 6 horas de maceração, as sementes passaram de 6,30 para 33,85% de umidade. O extrato apresentou 2,61% de proteínas, 2,01% de lipídios e pH de 6,23. A bebida láctea enriquecida com o extrato solúvel das sementes da faveleira apresentou visualmente coloração branco-amarelada, com textura e odor característicos deste tipo de produto, porém sobressaindo um aroma amendoado. Em 6 horas de fermentação a formulação com 20% do extrato da faveleira e 7,5% de inóculo contendo os micro-organismos *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbruekii bulgaricus* observou-se acidez de 74,67 °D, pH de 4,31 e 0,11 g de biomassa. A bebida láctea elaborada teve teor de umidade de 82,77%, 0,65% de cinzas, 0,01% de lipídios diferindo estatisticamente da bebida láctea padrão com 84,15% de umidade, 0,50% de cinzas e 1,74% de lipídios. Na bebida láctea adicionada do extrato das sementes da faveleira obtém-se melhor produto visual, melhor plasticidade, homogeneidade, textura, com formulação base de menor custo, melhor qualidade nutricional e ainda sem a adição de aditivo. As sementes da faveleira apresentam potencial para uso em formulados alimentícios, melhorando a sua qualidade nutricional e obtendo-se produtos com alegação funcional.

Palavras-chave: alimentos funcionais, pão de forma, bebida láctea.

CAVALCANTI, M. T. Utilization of “faveleira’s seeds (*Cnidoscolus phyllacanthus* (Mart.) Pax et K. Hoffm.) in food products.

ABSTRACT

The “faveleira” (*Cnidoscolus phyllacanthus* Pax. et K. Hoffm.) is a *Euforbiácea* that has almond like a food oils and proteins potencial exploration and it’s found in all the states of Brazilian Northeast even in the North of Minas Gerais, mainly in semi-arido regions. Having like a point of its application as a alternative to the human alimentation, in this paper has been studied its use in food formulation. (bread bun dairy fermented) with the point to improve its functional characteristics. The seeds of “faveleira” presented almond with weight of 55.85% of seed’s total weight. The almond float presented high content of lipids (22.10 to 40.96%) and of protein (26.5 to 35.52%), after defatted, the float presented 56.18% of proteins with the presence of all the essential aminoacids, being the leucin the essential aminoacid with the highest concentration per gram of protein (34.35 mg of aminoacids /g of protein). The protein isolated obtained presented 85.42% of soluble proteins with yellow color and odorless . When applied as ingredient on bread bun, the float of “faveleira” and its protein isolated gave into the product higher of protein and lipids quantity without differentiate sensorially of the bread standard on the seven experiments analyzed. The seeds of “faveleira” were macerated in different conditions with the objective to obtain the soluble extract and the experiment that had higher water absorption through the seeds was the one with sodium bicarbonate 0.5% on the temperature of 60°C, because about 6 hours of maceration, the seeds passed of 6.30 to 33.85% of humid. The extract presented presented 2.61% of proteins, 2.01% of lipids on pH of 6.23. A dairy fermented added with the soluble extract of seeds of “faveleira” presented visually coloration white-yellowed, with characteristic texture and smell sort of this product, however protruding an almonded flavor. About 6 hours of fermentation the formulation with 20% of the extract of “faveleira” and 7.5% of inoculus containing the microorganisms *Streptococcus termophilus* and *Lactobacillus delbruekii bulgaricus* presented acidity of 74.67 °D, pH of 4.31 and 0.11g of biomass. The dairy fermented elaborated presented quantity of humid of 82.77%, 0.65% of grays, 0.01% of lipids differing statistically of the standard dairy fermented that presented 84.15% of humid, 0.50% of grays and 1.74% of lipids. In the dairy fermented added in the extract of seeds of “faveleira” the result’s a better visual product, better plasticity, homogenization, texture and with base formulation in low costs and better nutritional quality and even without no addictive addiction. The seeds of faveleira have potential for use in formulated food, improving the nutritional quality and obtaining products with functional claimming.

Key-words: Functional Food, bread, dairy fermented

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Planta da faveleira	16
Figura 2	Faveleira, (A) folhas, flores e frutos; (B) estágios de maturação do fruto; (C) Sementes e amêndoas	17
Figura 3	Faveleira com espinhos (A) e faveleira sem espinhos (B)	19
Figura 4	Fluxograma para obtenção da farinha das sementes da faveleira (a) e da farinha das amêndoas da faveleira (b)	41
Figura 5	Fluxograma das etapas de elaboração do pão de forma	45
Figura 6	Fichas de recrutamento de provadores para a avaliação sensorial do pão	48
Figura 7	Ficha de avaliação sensorial para o pão de forma enriquecido	49
Figura 8	Ficha de identificação inicial	55
Figura 9	Ficha de avaliação sensorial da bebida láctea fermentada enriquecida com o extrato solúvel das sementes da faveleira	56
Figura 10	Sementes (A) e amêndoas (B) da faveleira	58
Figura 11	Diagrama de Pareto para o teor de proteínas	69
Figura 12	Superfície de resposta para o teor de proteínas	70
Figura 13	Diagrama de Pareto para o teor de lipídios	72
Figura 14	Superfície de resposta para o teor de lipídios	73
Figura 15	Histograma de frequência para o atributo sabor nos pães de forma padrão e enriquecidos elaborados	77
Figura 16	Histograma de frequência para o atributo textura nos pães de forma padrão e enriquecidos elaborados	77
Figura 17	Histograma de frequência para o atributo cor nos pães de forma padrão e enriquecidos elaborados	78
Figura 18	Experimentos no final do processo de maceração segundo o delineamento experimental	80
Figura 19	Diagrama de Pareto para o teor de umidade das sementes no processo de maceração	81
Figura 20	Superfície de resposta para o teor de umidade nas sementes no processo de maceração em relação a solução de água	82
Figura 21	Superfície de resposta para o teor de umidade nas sementes no processo de maceração em relação a solução de bicarbonato de sódio a 0,5%	82
Figura 22	Estudo cinético da porcentagem de absorção de água pelas sementes no decorrer do tempo de 6 horas	84
Figura 23	Experimentos segundo o delineamento experimental para cinética em estudo	86
Figura 24	Perfil de acidez (°D) dos experimentos em função do tempo	87
Figura 25	Perfil do pH dos experimentos em função do tempo	88
Figura 26	Perfil de crescimento dos micro-organismos dos experimentos em função do tempo	88

Figura 27	Distribuição da frequência (%) para o atributo sabor em relação a escala hedônica de nove pontos	93
Figura 28	Distribuição da frequência (%) para o atributo textura em relação a escala hedônica de nove pontos	93
Figura 29	Distribuição da frequência (%) para o atributo odor em relação a escala hedônica de nove pontos	94
Figura 30	Intenção de compra dos provadores para a bebida láctea enriquecida com extrato solúvel das sementes da faveleira	95
Figura 31	Perfil de pH dos experimentos em função do tempo de armazenamento sob refrigeração	96
Figura 32	Perfil de acidez (°D) dos experimentos em função do tempo de armazenamento sob refrigeração	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Valores reais e codificados das variáveis de entrada para elaboração do pão de forma enriquecido com a farinha das amêndoas e proteínas da faveleira.	44
Tabela 2	Matriz do planejamento fatorial $2^2 + 3$ ponto central para elaboração do pão de forma enriquecido com a farinha das amêndoas e proteínas da faveleira	44
Tabela 3	Valores reais e codificados das variáveis de entrada para obtenção do extrato solúvel das sementes da faveleira	50
Tabela 4	Matriz do planejamento fatorial 2^3 para obtenção do extrato solúvel das sementes da faveleira	51
Tabela 5	Valores reais e codificados das variáveis de entrada para elaboração da bebida láctea fermentada enriquecida com o extrato solúvel das sementes da faveleira	52
Tabela 6	Matriz do planejamento fatorial $2^2 + 3$ ponto central para elaboração da bebida láctea fermentada enriquecida com o extrato solúvel das sementes da faveleira	53
Tabela 7	Composição centesimal das farinhas produzidas das sementes inteiras e das amêndoas da faveleira em base úmida	59
Tabela 8	Composição dos aminoácidos da farinha desengordurada das amêndoas da faveleira	61
Tabela 9	Composição dos aminoácidos essenciais da farinha desengordurada das amêndoas da faveleira e seu escore químico de aminoácidos	62
Tabela 10	Composição dos aminoácidos da farinha desengordurada das amêndoas da faveleira comparada com o padrão da FAO/WHO (1991) para adultos	63
Tabela 11	Avaliação física e físico-química dos pães de forma elaborados	65
Tabela 12	Composição centesimal dos pães de forma enriquecido com a farinha e isolado protéico da faveleira	66
Tabela 13	ANOVA (Análise de variância) para o modelo linear diante do teor de proteínas nas amostras	68
Tabela 14	ANOVA (Análise de variância) para o modelo linear diante do teor de lipídios nas amostras	71
Tabela 15	ANOVA (Análise de variância) para o modelo linear diante da aceitação global das amostras pelos provadores	75
Tabela 16	Valores médios da análise sensorial quanto a aceitação global e atributos sabor, textura e cor	76
Tabela 17	ANOVA (Análise de variância) para o modelo linear diante do teor de umidade das sementes maceradas	80
Tabela 18	Quantidade de água absorvida pelas sementes e teor de umidade após em 6 horas de maceração	83
Tabela 19	Valores médios das variáveis físico-químicas do extrato solúvel das sementes de faveleira	85
Tabela 20	Valores médios das variáveis físico-químicas da bebida láctea padrão e enriquecida com o extrato solúvel das sementes de faveleira	89
Tabela 21	Valores médios da análise sensorial da bebida láctea enriquecida com o extrato solúvel das sementes da faveleira	92
Tabela 22	Número de células viáveis (g) de micro-organismos nos experimentos em função do tempo de armazenamento sob refrigeração	99

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Geral	15
2.2 Específicos	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 Considerações sobre a faveleira	16
3.1.1 Características gerais	16
3.1.2 Ocorrência da faveleira no Brasil	18
3.1.3 Fenótipos com e sem espinhos	18
3.1.4 Estado da arte	19
3.2 Alimentos funcionais	22
3.2.1 Proteínas	25
3.2.2 Lipídios	27
3.2.3 Regulamento técnico	28
3.3 Desenvolvimento de alimentos funcionais	29
3.3.1 Produtos de panificação	29
3.3.2 Produtos lácteos	34
3.4 Análise sensorial de alimentos	37
3.5 Planejamento experimental	38
4 MATERIAL E MÉTODOS	40
4.1 Materia-prima	40
4.1.1 Beneficiamento das sementes da faveleira	40
4.1.3 Caracterização da matéria-prima	41
4.2 Métodos	42
4.2.1 Obtenção do isolado protéico	42
4.2.2 Análise de aminoácidos	42
4.2.3 Produção de alimentos funcionais	43
4.2.3.1 Elaboração de pães de forma enriquecidos com farinha de sementes da faveleira	43
4.2.3.1.1 Avaliação física e físico-química dos pães de forma	46
4.2.3.1.2 Composição centesimal	46
4.2.3.1.3 Avaliação sensorial dos pães de forma	46
4.2.3.2 Elaboração de Bebida Láctea Enriquecida com o Extrato Solúvel das Sementes da Faveleira	50
4.2.3.2.1 Obtenção do extrato solúvel das sementes da faveleira	50
4.2.3.2.2 Preparo do inóculo	52
4.2.3.2.3 Elaboração de bebida láctea fermentada enriquecida com extrato solúvel das sementes da faveleira	52
4.2.3.2.3 Caracterização física, química e físico-química do extrato solúvel das sementes da faveleira e da bebida láctea fermentada enriquecida	53
4.2.4.2.4 Análise sensorial da bebida láctea fermentada enriquecida	54
4.2.4.2.5 Avaliação da vida de prateleira do produto	57
4.3 Análise Estatística	57

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
5.1 Caracterização da matéria-prima	58
5.2 Composição centesimal das farinhas das sementes e amêndoas da faveleira	59
5.3 Análise de aminoácidos na farinha desengordurada das amêndoas da faveleira	61
5.4 Rendimento de extração do isolado protéico	64
5.5 Elaboração do pão de forma enriquecido com farinha das amêndoas e proteínas da faveleira	65
5.5.1 Avaliação físico-química dos pães de forma enriquecidos com farinha das amêndoas e proteínas da faveleira	65
5.5.2 Composição centesimal dos pães de forma enriquecidos com a farinha das amêndoas e proteínas da faveleira	66
5.5.3 Avaliação sensorial dos pães de forma enriquecidos com a faveleira	74
5.6 - Elaboração de bebida láctea fermentada enriquecida com extrato solúvel das sementes da faveleira	79
5.6.1 Processo de obtenção do extrato solúvel das sementes da faveleira	79
5.6.2 Caracterização física, química e físico-química do extrato solúvel das sementes da faveleira	85
5.6.3 Elaboração e caracterização da bebida láctea fermentada enriquecida com extrato solúvel da faveleira	86
5.6.4 Avaliação sensorial da bebida láctea fermentada enriquecida com extrato solúvel das sementes da faveleira	92
5.6.5 Estudo da vida de prateleira da bebida láctea fermentada enriquecida	96
6 CONCLUSÕES	100
7 TRABALHOS FUTUROS	101
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102
APÊNDICE	120
ANEXOS	124

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, novas tecnologias, como a biotecnologia, inovações de produtos e produção em massa, habilitaram os cientistas de alimentos a planejar novos produtos saudáveis. Hoje se observa que os alimentos não possuem como função apenas saciar a fome, também devendo nutrir, fornecendo vitaminas, minerais, aminoácidos ao organismo. Há em todo o mundo um crescente interesse pelo papel desempenhado na saúde por alimentos contendo componentes que influenciam em atividades fisiológicas ou metabólicas, ou que sejam enriquecidos com substâncias isoladas de alimentos que possuam uma destas propriedades, os quais estão sendo chamados "alimentos funcionais" que estão invadindo os mercados, tendo em vista a perspectiva de ganhos nesta área.

Os alimentos funcionais devem apresentar propriedades benéficas além das nutricionais básicas, sendo apresentados na forma de alimentos comuns, como pães e produtos lácteos enriquecidos. São consumidos em dietas convencionais, mas demonstram capacidade de regular funções corporais de forma a auxiliar na proteção contra doenças como hipertensão, diabetes, câncer, osteoporose e coronariopatias (SOUZA et al., 2003).

As proteínas são importantes no processamento e desenvolvimento de produtos alimentícios por possuírem propriedades funcionais, nutricionais e físico-químicas, que influenciam o consumidor na aceitação do produto final. Dentre as proteínas presentes nos alimentos, algumas apresentam propriedades fisiológicas importantes, no sentido de modular processos metabólicos que ocorrem nos sistemas de digestão e transporte, no sistema imunológico e sistema nervoso, dentre outros (SGARBIERI e PACHECO, 1999).

O óleo é uma das substâncias lipídicas sintetizadas pelas plantas e armazenadas em maiores proporções nas sementes, constituindo-se em fonte de energia necessária ao processo da germinação. A principal diferença entre os óleos vegetais está na distribuição dos ácidos graxos, onde cada espécie oleaginosa apresenta uma distribuição característica de ácidos graxos em seu óleo. Essa distribuição é uma das propriedades mais importantes ao se recomendar um óleo para determinado fim.

O pão é um dos alimentos mais difundidos e uma das principais fontes calóricas da dieta de muitos países, e por esse motivo vem sendo alvo de muitos estudos de enriquecimento com proteínas e minerais (ILYAS, 1996). Além de ser uma fonte essencial de carboidratos, e um elemento fornecedor de energia de rápida metabolização.

Os produtos lácteos fermentados são descritos desde a antiguidade como uma forma de preservar os nutrientes do leite da deterioração causada por microrganismos, entretanto, nas últimas décadas, houve um incremento no setor de laticínios por conta do desenvolvimento da tecnologia e a maior aceitabilidade do consumidor que busca adquirir produtos com características funcionais de alto valor nutritivo (OLIVEIRA, 2006). Assim, a adição de outros ingredientes às bebidas lácteas fermentadas, além de agregar valor, entra como um dos fatores primordiais para a obtenção de um produto com sabor agradável e que venha a melhorar a sua aceitação pelo consumidor.

A faveleira (*Cnidosculus phyllacanthus* (Mart.) Pax. et K. Hoffm.), é uma *Euforbiácea* xerófila arbórea dotada de espinhos e raízes tuberculadas, que atinge cinco metros de altura e prospera em terrenos inóspitos, sendo, por esta razão, recomendada para reflorestamento de áreas degradadas. Suas sementes produzem óleo comestível fino e claro, rico em ácidos graxos poliinsaturados e em proteínas, o que lhe confere um potencial alimentício e forrageiro (DUQUE, 1980).

A grande importância da faveleira reside nas suas sementes, que apresentam em média 60% de amêndoa, que pode ser consumida *in natura*, ou macerada em pilão e misturada com farinha de mandioca e açúcar ou rapadura usada pura ou na fabricação de cocadas, bolos e biscoitos de alta qualidade nutricional (NOBREGA, 2001). Na literatura ainda não se tem relatos de estudos para o aproveitamento da faveleira como alternativa alimentar na indústria de alimentos, tornando-a subaproveitada na sua região de origem.

Para implantar um sistema de agricultura econômica e permanente no Semi-árido do nordeste brasileiro, é necessário ajustar os processos tecnológicos ao conhecimento popular assegurando o equilíbrio do bioma caatinga.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Utilização das sementes da faveleira (*Cnidoscopus phyllacanthus* (Mart.) Pax. et K. Hoffm.) em formulados alimentícios (pão de forma e bebida láctea fermentada) e análise sensorial destes produtos visando melhorar as características funcionais dos alimentos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obter a farinha das sementes e das amêndoas e desengordurar a farinha das amêndoas da faveleira;
- Determinar o perfil de aminoácidos na farinha desengordurada das amêndoas da faveleira;
- Obter o isolado protéico da farinha desengordurada das amêndoas da faveleira;
- Determinar a composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas, lipídios e carboidratos) das farinhas da semente e amêndoa da faveleira, como também dos pães de forma elaborados;
- Determinar as análises físico-químicas (pH, acidez) e física (volume específico) dos pães de forma elaborados;
- Analisar sensorialmente os pães elaborados quanto sua aceitação global e atributos de sabor, textura e cor;
- Obter o extrato solúvel das sementes da faveleira mediante a seguinte seqüência de operações: maceração, trituração e separação de sólidos insolúveis (extração);
- Caracterizar físico-quimicamente (umidade, extrato seco total, sólidos solúveis totais, pH, acidez, gordura, açúcar, proteínas e cinzas) o extrato solúvel das sementes da faveleira e a bebida láctea fermentada enriquecida com o extrato solúvel das sementes da faveleira;
- Analisar sensorialmente a bebida fermentada láctea elaborada quanto sua aceitação global e atributos de sabor, odor, textura e intenção de compra;
- Avaliar a vida de prateleira do produto elaborado a cada 7 dias de armazenamento sob refrigeração até 49 dias.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Considerações sobre a faveleira

3.1.1 Características gerais

A faveleira, *Cnidoscolus phyllacanthus* (Mart.) Pax et K. Hoffm. é pertencente à família *Euphorbiaceae* e é conhecida vulgarmente por favela ou faveleiro.

A planta é arbórea de três a cinco metros de altura, irregularmente esgalhada, dotada de copa alongada ou arredondada e rala. Seu tronco é curto e ramificado desde a base, mais ou menos cilíndrico, com casca fina, lenticelada e quase lisa, de 20 a 35 cm de diâmetro (Figura 1) e suas raízes são tuberculadas (DUQUE, 1980). As suas folhas são longas, grossas, lanceoladas, profundamente recortadas, com pequenos acúleos no limbo e espinhos nas nervuras. Número variável de pêlos urticantes, às vezes simples, ou unidos na base, chegando a alcançar mais de 1 cm de comprimento, de coloração alva. Inflorescência em cimeira, onde se desenvolve primeiro a flor central. Suas flores são alvas, hermafroditas, de quatro milímetros de diâmetro, e se apresentam em pequenos cachos axilares e terminais. O fruto é uma cápsula tricoca esquisocárpica, com superfície recoberta totalmente ou parcialmente por pêlos urticantes. A semente possui testa dura, lisa, e albúmem rico em óleo comestível (BRAGA, 1960).



Figura 1 – Planta da faveleira

A floração da faveleira ocorre nos meses de janeiro e fevereiro e os seus frutos estão maduros entre os meses de maio e junho (DUQUE, 1980). A maturação dos frutos da faveleira ocorre no fim da estação chuvosa e o seu florescimento e frutificação se dá nessa estação (BEZERRA, 1972; OLIVEIRA, 1976).

A deiscência dos frutos na faveleira ocorre entre 56 e 57 dias após a fertilização das flores e logo após o aparecimento dos primeiros sinais de maturação, o fruto leva aproximadamente cinco dias para abrir explosivamente e lançar as suas sementes a uma distancia de até 30 m (NÓBREGA, 2001).

O fruto da faveleira é classificado como uma cápsula tricoca esquizocárpica, medindo entre 1,5 a 2,0 cm de comprimento por 1,5 cm de largura e cada fruto contém em média 3 sementes (ANDRADE, 1989; BRAGA, 1960). As suas sementes são ovóides, rígidas e lisas, cor cinzento-pardacentas (OLIVEIRA, 1976), apresentando alguma semelhança com os frutos da mamona (*Ricinus comunis*) (BRAGA, 1960). As suas amêndoas (endosperma + embrião) são ricas em óleo comestível. Observa-se na Figura 2 (A) detalhe das folhas, flores e frutos da faveleira, na Figura 2 (B) os estágios de maturação dos frutos segundo Nóbrega (2001) e na Figura 2 (C) tem-se em destaque as sementes e amêndoas da faveleira.

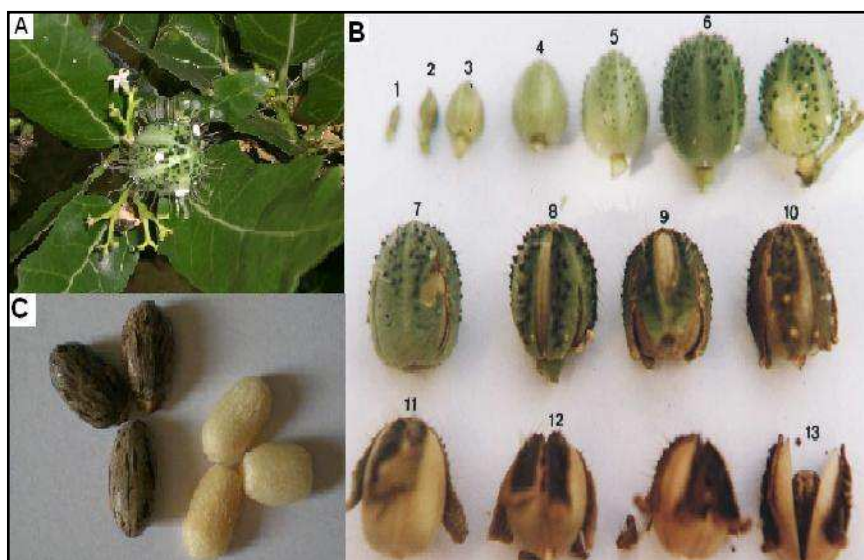


Figura 2 – Faveleira. Folhas, flores e frutos (A); Estágios de maturação do fruto (B); Sementes e amêndoas (C). Fonte: (A, C) Autoria própria; (B) Nóbrega (2001)

Os abundantes espinhos da faveleira são causticantes e constituem um enorme empecilho a exploração, sua picada causa sensação desagradável a pessoas que, indevidamente, tocam as suas extremidades pontiagudas (BRAGA, 1960). Entretanto, são

encontrados exemplares inermes (sem espinhos) em populações nativas de faveleira, porém com uma menor frequência (MOREIRA et al., 1974).

Através do melhoramento genético a partir dos poucos indivíduos inermes existentes, é possível aumentar a frequência gênica para este caráter, a semelhança do que já foi realizado com plantas de outras espécies da caatinga como, por exemplo, a jurema preta (ARRIEL et al., 1995).

3.1.2 Ocorrência da faveleira no Brasil

A faveleira é encontrada em todos os estados do nordeste brasileiro até o norte de Minas Gerais, principalmente nas regiões do sertão e caatinga (LORENZI, 1998), sendo uma planta exclusiva do Brasil. A faveleira vegeta na Caatinga e no Sertão de solo seco, pedregoso, sem húmus, sem cobertura protetora, exposto à forte irradiação e calor médio de 25 °C.

No Estado da Paraíba, a vegetação da caatinga apresenta tipos fisionômicos que variam, da caatinga arbustiva esparsa à caatinga arbórea densa, com predomínio das famílias *Fabaceae* e *Euphorbiaceae* (NOBREGA, 2001).

3.1.3 Fenótipos com e sem espinhos

Até o momento, as descrições botânicas inerentes à faveleira têm constatado a existência de uma única variedade, dotada de espinhos. No entanto, alguns estudos já relatam a existência de uma “mutante”, que é a faveleira sem espinho. A sua ocorrência foi registrada pela primeira vez no município de Independência, no Ceará.

A Figura 3A apresenta-se detalhes da folhagem de um exemplar de uma faveleira com espinhos, onde os espinhos podem ser observados no caule da planta indicado pelo círculo na cor vermelha e na Figura 3B pode-se observar detalhes da folhagem de um exemplar de uma faveleira sem espinhos.

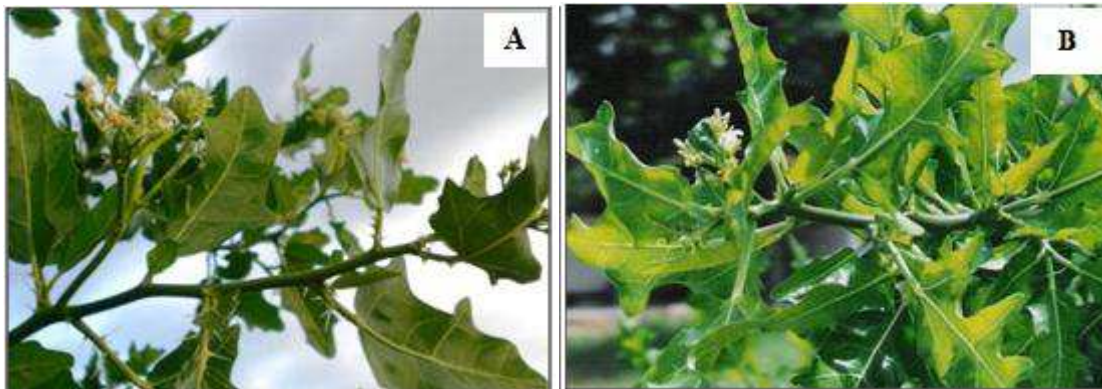


Figura 3 – Faveleira com espinhos (A) e faveleira sem espinhos (B)

De modo particular como forrageira, o uso de plantas sem espinhos, no lugar da faveleira com espinhos, é recomendado por diminuir os riscos de ferimentos e permitir uma melhor circulação de animais e de seus tratadores próximo a planta (ARRIEL, 2004).

3.1.4 Estado da arte

Na alimentação humana, a parte atualmente utilizada da favela é a amêndoa, que pode ser consumida *in natura*, ou macerada em pilão e misturada com farinha de mandioca e açúcar ou rapadura usada pura ou na fabricação de cocadas, bolos e biscoitos (NÓBREGA, 2001). A população do município de Santa Luzia, Paraíba, relata o uso da semente da faveleira para elaboração de um “leite” que é utilizado na fabricação de sorvetes e fabricação de bolos pela população. Há relatos também do uso das sementes por crianças nas escolas, onde são vendidas em sacos plásticos semelhante ao amendoim. Alguns autores como Moura Fé et al. (1977), Morais (1978), Nobrega (2001), Ribeiro Filho et al. (2007) e Cavalcanti (2007) estudando o uso das sementes da faveleira como alimento descobriram que se tratava de uma planta riquíssima em nutrientes, principalmente proteínas e lipídios de boa qualidade.

Nas sementes da faveleira, Morais (1978), observou a ausência de fitohemaglutinina, inibidor de tripsina e alergenicos, que são elementos tóxicos de natureza protéica. Também analisando seus aminoácidos, observou que a faveleira possui todos os aminoácidos essenciais.

Em estudo anterior ao deste trabalho (CAVALCANTI, 2007), observou-se que as amêndoas das variedades com e sem espinhos apresentaram, respectivamente, elevado

conteúdo de lipídio (40,56 e 40,21%) e protéico (33,00 e 35,77%) e que depois de desengordurada, a farinha apresentou 57,55 e 63,00% de proteína.

Avaliando o óleo da faveleira, observou-se uma coloração amarela, adequada para uso como óleo de mesa com propriedades físico-químicas aceitáveis, apresentando um baixo índice de acidez e de peróxido. Com relação ao perfil de ácidos graxos, além da predominância do ácido linoléico (49,4%), a sua composição química possui boas características nutricionais por conter em média 70% de ácidos graxos insaturados (CAVALCANTI, 2007). Pires et al. (2010) também observaram predominância do ácido linoléico nas sementes das variedades da faveleira.

Os maiores rendimentos protéicos para a faveleira com espinhos e sem espinhos foram, respectivamente, de globulinas, 63,37 e 63,91% e albuminas 16,46 e 16,05% e menores de glutelinas 11,67 e 11,34% e prolaminas 1,23 e 1,27%, não apresentaram diferença ($p < 0,05$) entre as variedades. Na obtenção dos isolados protéicos, os índices em proteínas extraídas foram de 83,51% para a com espinhos e 80,57% para a faveleira sem espinhos em pH 10,5. Os índices de proteínas recuperadas através da precipitação isoelétrica foram de 72,84 e 72,11% em pH 4,5 (CAVALCANTI e BORA, 2010).

A termoestabilidade (Td, °C) e a variação entálpica (ΔH , Kcal/g), examinadas por Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC), respectivas aos produtos protéicos foram de 63,03 e 0,72 para a com espinhos e de 74,12 e 1,11 para a sem espinhos (CAVALCANTI et al., 2010).

Os índices de proteínas solúveis e as propriedades de emulsificação dos isolados protéicos mostraram-se dependentes do pH, com valores baixos em pH 4,0 (ponto isoelétrico - pI) e mais elevados em pH ácido e básico ao pI. O isolado protéico da sem espinhos apresentou melhor capacidades de absorção de água e de óleo em relação a com espinhos. Quando avaliadas através da atividade e da estabilidade de emulsão, os isolados protéicos apresentaram performance apropriada tanto na região ácida quanto alcalina do seu ponto isoelétrico. Observou-se também que as proteínas da faveleira em pH entre 3 e 4 apresentaram-se com capacidades emulsificantes superiores a caseína (CAVALCANTI et al., 2009).

Ribeiro Filho et al. (2007) avaliaram nutricionalmente as sementes da faveleira e obteve 26,5% de fibra bruta, sendo 60,13% de fibra detergente neutra e 24,62% de fibra detergente ácida. A porcentagem de hemicelulose foi de 35,58%.

Silva et al. (2010) estudaram o consumo, digestibilidade e produção de cabras leiteiras da raça Saanem alimentadas com tratamentos de uma dieta-controle e três dietas suplementadas com semente de faveleira, torta de faveleira e caroço de algodão e concluíram que a suplementação lipídica apresentou reflexo sobre a produção e composição do leite que passou a ter uma maior concentração de sólidos solúveis.

Na alimentação animal, as folhas maduras e a casca da faveleira servem de forragem para cabras, carneiros, jumentos e bovinos, por serem ricas em proteínas. Em algumas regiões, por ocasião das secas periódicas, os fazendeiros derrubam as faveleiras para que o gado se alimente das cascas. A rama e as folhas, quando verdes, são tóxicas, matando ovelhas e cabras, devendo sempre ser utilizadas quando caírem no chão (folhas), ou trituradas e secas (ramas) (BEZERRA, 1972).

As raízes da faveleira, internamente, possuem um líquido viscoso composto de amido, água, ácidos orgânicos, mucilagem, cristais de oxalato de cálcio, carbonatos, polifosfatos e açúcares diversos e são utilizadas na alimentação de suínos (DUQUE, 1980; BRAGA, 1960; BEZERRA, 1972). A raiz é incorporada à ração para animais em período de engorda e de produção de leite, sendo recomendado não permitir ao animal, beber água, logo após sua ingestão para prevenir intoxicações.

A faveleira também pode ser usada como planta medicinal. Bezerra (1972) relatou a utilização da faveleira, como planta medicinal, pelos habitantes do semi-árido. Segundo ele, a entrecasca da faveleira possui propriedades desinfectantes e cicatrizantes. A cataplasma da entrecasca da faveleira é o medicamento usado para a cicatrização de ferimentos.

Agra (1996) menciona que as casca e entrecasca do caule pode ser usada macerada, em infusões ou decocções, contra inflamações ovarianas e gerais, sendo o látex utilizado contra as dermatoses e na cauterização de verrugas. A raspa da casca é cicatrizante e tida como desinfetante, sendo muito utilizada na cura de feridas e bicheiras. Segundo conhecimento popular, o chá da entrecasca, em pequenas doses, é indicado na cura de herniados e do apêndice em fase inicial. Algumas pesquisas sobre métodos de extração de um princípio ativo para o combate a leucemia tem sido realizado em alguns países da Ásia (ARRIEL, 2004).

A faveleira já representa considerável quantidade de matéria-prima para se iniciar um processo de extração do óleo das suas sementes em bases industriais e aproveitamento das proteínas da torta como alternativa alimentar humana e estudo de seus componentes para utilização em formulados alimentícios como alimento funcional.

3.2 Alimentos funcionais

A demanda por alimentos nutritivos e seguros está crescendo mundialmente, e a ingestão de alimentos balanceados é a maneira correta de evitar ou mesmo corrigir problemas de saúde, como: obesidade, diabetes, desnutrição, cardiopatias, entre outros que têm origem, em grande parte, nos erros alimentares.

A alimentação é o fator primordial na rotina diária da humanidade, não apenas por ser necessidade básica, mas principalmente porque a sua obtenção tornou-se um problema de saúde pública, uma vez que o excesso ou falta podem causar doenças.

O Brasil, por apresentar uma grande variedade de produtos rurais, nos leva a refletir sobre os diversos tipos de alimentos que chegam a nossa mesa. Por isso é dentro dessa ótica de diversidade, que destacamos os alimentos funcionais que além de proporcionar a nutrição básica essencial aos seres humanos, também agrega benefícios diretos a saúde.

Os vários fatores que têm contribuído para o desenvolvimento dos alimentos funcionais são inúmeros, sendo um deles o aumento da consciência dos consumidores, que desejando melhorar a qualidade de suas vidas, optam por hábitos saudáveis.

Os alimentos funcionais são alimentos que provêm a oportunidade de combinar produtos comestíveis de alta flexibilidade com moléculas biologicamente ativas, como estratégia para consistentemente corrigir distúrbios metabólicos (WALZEM, 2004), resultando em redução dos riscos de doenças e manutenção da saúde (ANJO, 2004).

Nas últimas décadas, o termo funcional está sendo aplicado a alimentos com uma característica diferente, a de proporcionar um benefício fisiológico adicional, além das qualidades nutricionais básicas encontradas. Tais alimentos também são vistos como promotores de saúde e podem estar associados à redução ao risco a certas doenças (TAIPINA et al., 2002).

Este pode também ser definido como um alimento natural ou enriquecido com aditivos alimentares, entre eles: vitaminas, minerais dietéticos, culturas bacterianas, ômega (3, 6 e 9), antocianinas, carboidratos e fibras (probiótico, prebióticos) que possam contribuir para a manutenção da saúde e redução do risco de doenças. Ou como um alimento ou ingrediente alimentar que pode prover efeitos benéficos a saúde além dos nutrientes tradicionais que eles contém, ou ainda, como aqueles derivados de substâncias que ocorrem naturalmente, as quais são consumidos como parte da dieta diária e tem um benefício fisiológico particular (DARRINGTON, 1995; HILLIAM, 1993).

A portaria nº 398 de 30/04/99, da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde no Brasil (ANVISA, 1999) fornece a definição legal de alimento funcional: "todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica."

Uma definição bastante abrangente é aquela proposta por Sgarbieri e Pacheco (1999) que diz que qualquer alimento, natural ou preparado, que contenha uma ou mais substâncias, classificadas como nutrientes ou não nutrientes, capazes de atuar no metabolismo e na fisiologia humana, promovendo efeitos benéficos, para a saúde, podendo retardar o estabelecimento de doenças crônico-degenerativas e melhorar a saúde e a expectativa de vida das pessoas.

Kruger e Mann (2003) definem os ingredientes funcionais como um grupo de compostos que apresentam benefícios à saúde, como as alicinas presentes no alho, os carotenóides e flavonóides encontrados em frutas e vegetais, os glucosinolatos encontrados nos vegetais crucíferos, os ácidos graxos poliinsaturados presentes em óleos vegetais e óleo de peixe. Estes ingredientes podem ser consumidos juntamente com os alimentos dos quais são provenientes, sendo estes considerados alimentos funcionais, ou individualmente, como nutracêuticos. Devem ter adequado perfil de segurança, demonstrando a segurança para o consumo humano, além de não apresentar risco de toxicidade ou efeitos adversos de drogas medicinais (BAGCHI et al., 2004).

Os alimentos e ingredientes funcionais podem ser classificados de dois modos: quanto à fonte, de origem vegetal ou animal, ou quanto aos benefícios que oferecem, atuando nas seguintes áreas do organismo: no sistema gastrointestinal; no sistema cardiovascular; no metabolismo de substratos; no crescimento, no desenvolvimento e diferenciação celular; no comportamento das funções fisiológicas e como antioxidantes (SOUZA et al., 2003).

Uma grande variedade de produtos tem sido caracterizada como alimentos funcionais, incluindo componentes que podem afetar inúmeras funções corpóreas, relevantes tanto para o estado de bem-estar e saúde como para a redução do risco de doenças. Esta classe de compostos pertence à nutrição e não à farmacologia, merecendo uma categoria própria, que não inclua suplementos alimentares, mas o seu papel em relação às doenças estará, na maioria dos casos, concentrado mais na redução dos riscos do que na prevenção.

Os alimentos funcionais apresentam as seguintes características conforme Roberfroid (2002).

- a) devem ser alimentos convencionais e serem consumidos na dieta normal/usual;
- b) devem ser compostos por componentes naturais, algumas vezes, em elevada concentração ou presentes em alimentos que normalmente não os supririam;
- c) devem ter efeitos positivos além do valor básico nutritivo, que pode aumentar o bem-estar e a saúde e/ou reduzir o risco de ocorrência de doenças, promovendo benefícios à saúde além de aumentar a qualidade de vida, incluindo os desempenhos físico, psicológico e comportamental;
- d) a alegação da propriedade funcional deve ter embasamento científico;
- e) pode ser um alimento natural ou um alimento no qual um componente tenha sido removido;
- g) pode ser um alimento onde a natureza de um ou mais componentes tenha sido modificada;
- h) pode ser um alimento no qual a bioatividade de um ou mais componentes tenha sido modificada.

O alvo dos nutracêuticos é significativamente diferente dos alimentos funcionais, por várias razões segundo Kwak e Jukes (2001):

- enquanto que a prevenção e o tratamento de doenças (apelo médico) são relevantes aos nutracêuticos, apenas a redução do risco da doença, e não a prevenção e tratamento da doença estão envolvidos com os alimentos funcionais;

- enquanto que os nutracêuticos incluem suplementos dietéticos e outros tipos de alimentos, os alimentos funcionais devem estar na forma de um alimento comum.

Alimentos como grãos de cereais e de leguminosas, particularmente a aveia, os feijões e a soja, além das farinhas integrais ou farelos de trigo e de arroz, constituem excelentes fontes de fibra alimentar, tanto em sua forma natural como em alimentos processados. Além da fibra, os grãos de cereais e leguminosas fornecem quantidades significativas de proteína de ácidos graxos insaturados e de vitaminas, alguns desses nutrientes apresentam propriedades funcionais fisiológicas. Os grãos e seus derivados, como farinhas e farelos integrais, juntamente com as frutas e hortaliças são as principais fontes de fibra alimentar. Estudos epidemiológicos correlacionam maior ingestão de fibra alimentar com menor incidência de várias doenças como câncer de cólon e de reto, câncer de mama, diabetes, aterosclerose, apendicite, doença de Crohn, síndrome de cólon irritado, hemorróidas e doença diverticular (SGARBIERI e PACHECO, 1999).

Seja qual for à definição adotada, todos os alimentos funcionais são vistos como promotores de saúde e podem estar relacionados à redução de riscos a certas doenças. Entretanto, os cientistas esclarecem que os alimentos funcionais sozinhos não podem garantir boa saúde, eles podem melhorar a saúde quando parte de uma dieta contendo uma variedade de alimentos, incluindo frutas, vegetais, grãos e legumes.

É importante atinar para o fato de que as substâncias fisiologicamente ativas devem estar presentes nos alimentos funcionais, em quantidades suficientes e adequadas, para produzir o efeito fisiológico desejado. Então, não é suficiente que um determinado alimento contenha determinadas substâncias com propriedades funcionais fisiológicas, para que ele seja imediatamente classificado como funcional.

3.2.1 Proteínas

As proteínas são componentes da alimentação necessárias à sobrevivência humana e animal. A função básica das proteínas é fornecer quantidades adequadas de aminoácidos necessários a síntese protéica e outras moléculas biológicas e, para atender as taxas mínimas de oxidação do metabolismo energético. A proteína de origem vegetal, na sua maioria, é deficiente em alguns aminoácidos essenciais para as necessidades nutricionais.

As proteínas são importantes no processamento e desenvolvimento de produtos alimentícios por possuírem propriedades funcionais, nutricionais e físico-químicas, que influenciam o consumidor na aceitação do produto final. O valor protéico de um alimento é determinado pela sua composição em aminoácidos essenciais e o aproveitamento biológico dos aminoácidos (biodisponibilidade) depende também da digestibilidade da proteína. Assim, o perfil aminoacídico fornece boa indicação da qualidade de proteínas alimentares e a qualidade da proteína refere-se a sua capacidade de satisfazer os requerimentos nutricionais do homem por aminoácidos essenciais e nitrogênio não-essencial, para fins de síntese protéica (YOUNG e PELLETT, 1994).

A utilização biológica de aminoácidos depende, inicialmente, da natureza das ligações da molécula protéica e baseado na taxa absoluta ou relativa para síntese de proteínas *in vivo*, os aminoácidos são divididos em três categorias: (1) Indispensáveis – histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina; (2) Condicionalmente

indispensáveis – arginina, cisteína e tirosina; (3) Dispensáveis – alanina, ácido aspártico, ácido glutâmico, glutamina, glicina, prolina e serina (QUEIROGA NETO, 2005).

Para se avaliar a composição de proteínas em aminoácidos, a Organização Mundial da Saúde preconiza como padrão de referência, as necessidades de aminoácidos essenciais de crianças em idade pré-escolar (dois a cinco anos). O metabolismo protéico de crianças menores requer uma quantidade relativamente maior de determinados aminoácidos, entre os quais lisina e triptofano, quando comparado ao de escolares (crianças de seis a doze anos de idade). Esses, por sua vez, possuem maior demanda relativa desses aminoácidos que os adultos (OMS, 1985).

Dentre as proteínas presentes nos alimentos, algumas apresentam propriedades fisiológicas importantes, no sentido de modular processos metabólicos que ocorrem nos sistemas de digestão e transporte, no sistema imunológico e sistema nervoso, dentre outros (SGARBIERI e PACHECO, 1999).

Os vegetais acumulam grandes quantidades de proteínas durante seu desenvolvimento. As proteínas vegetais são classificadas em proteínas catalíticas e proteínas de reserva. As proteínas de reserva se acumulam nas sementes em quantidades razoáveis para serem utilizadas durante o processo de germinação, as quais após serem hidrolisadas, liberam nitrogênio na forma de aminoácidos para serem utilizados nos estágios subsequentes do desenvolvimento das plântulas. As proteínas catalíticas estão em menor proporção e consistem num grupo de proteínas essenciais para o metabolismo celular.

Estudos sobre as proteínas vegetais visam promover um melhor conhecimento sobre seu comportamento, melhorar sua performance e ampliar sua utilização em novos produtos na indústria alimentar. Espera-se que esses conhecimentos venham a se contrapor a possibilidade da escassez de alimentos que possa atingir as populações mais necessitadas, principalmente em países em desenvolvimento.

O estudo de fontes alimentares não convencionais é importante para a disponibilização de novos alimentos para os homens e os animais. Além disso, alguns países possuem recursos vegetais diferentes dos padrões estabelecidos e necessitam explorar esses recursos para expandir as suas economias (PADILLA et al., 1996). As proteínas vegetais são importantes para a nutrição humana especialmente em países do terceiro mundo onde a sua ingestão está abaixo do recomendado.

A importância das proteínas vegetais apresentadas na forma de farinhas, concentrados e isolados protéicos já é bastante difundida. O aumento gradual da utilização das proteínas

vegetais deve-se a sua abundância, baixo custo de produção e propriedades nutricionais e funcionais adequadas (WANG e ZAYAS, 1992).

Para que as proteínas vegetais sejam úteis e bem sucedidas na aplicação em alimentos, elas devem possuir diversas características desejáveis, tidas como propriedades funcionais, além de fornecerem aminoácidos essenciais. Estas propriedades são as características físico-químicas intrínsecas, que afetam o comportamento das proteínas em sistemas do alimento durante processamento, manufaturamento, armazenamento e preparação (KINSELLA, 1979).

A capacidade de emulsão e a estabilidade de emulsão foram largamente utilizadas para determinar as propriedades de emulsão. A capacidade de emulsificação é definida como o ponto do colapso de uma emulsão e a estabilidade da emulsão é a habilidade do emulsificador de estabilizar uma emulsão seguindo sua formação e às vezes determinadas condições de stress, incubação, mistura, centrifugação e alta temperatura. A natureza anfipática da proteína, por causa da mistura de resíduos aminoácidos polares e não-polares, induz sua adsorção na superfície de partículas de óleo para reduzir a tensão interfacial. Em consequência, a energia mecânica requerida para formar uma emulsão pode ser reduzida significativamente. Conseqüentemente, a estabilidade das emulsões versus a coalescência é melhorada (HUNG e ZAYAS, 1991).

3.2.2 Lipídios

O óleo é uma das substâncias lipídicas sintetizadas pelas plantas e armazenadas em maiores proporções nas sementes, constituindo-se em fonte de energia necessária ao processo da germinação. A diferença, entre um e outro óleo vegetal, está na distribuição dos ácidos graxos, e cada espécie oleaginosa apresenta uma distribuição característica de ácidos graxos em seu óleo. Essa distribuição é uma das propriedades mais importantes ao se recomendar um óleo para determinado fim.

Os ácidos graxos ocorrem na natureza como substâncias livres e esterificadas. A maior parte dos ácidos graxos naturais encontra-se esterificada com o glicerol, formando triglicerídios ou triacilgliceróis componentes dos óleos e gorduras comestíveis. As propriedades físicas, químicas e nutricionais dos óleos e gorduras dependem, fundamentalmente, da natureza, do número de átomos de carbono e posição dos grupos acila presentes nas moléculas dos triacilgliceróis.

Os triacilgliceróis representam aproximadamente 95% dos lipídios da dieta humana. Durante a digestão, os triacilgliceróis são hidrolisados nas posições 1 e 3 pelas lípases pancreáticas e os ácidos graxos e monoacilgliceróis resultantes são consumidos pelo sistema de absorção de fluidos do metabolismo humano (VIANNI e BRAZ FILHO, 1996).

Os ácidos graxos insaturados são mais importantes para a saúde humana que os ácidos graxos saturados e a predominância desses ácidos determinam a qualidade do óleo. Os ácidos graxos saturados que possuem 12, 14 e 16 átomos de carbono em sua cadeia, aumentam as concentrações séricas do colesterol, já os ácidos graxos insaturados reduzem o nível de colesterol no sangue.

Os ácidos graxos essenciais são poliinsaturados que não podem ser sintetizados pelas células dos mamíferos a partir de acetil-CoA e, portanto, têm de ser ingeridos através da alimentação. Os mamíferos não possuem enzimas capazes de inserir dupla ligação nas posições n-6 e n-3 das cadeias hidrocarbonadas dos ácidos graxos. Os ácidos graxos alimentares essenciais são o ácido linoléico (ω -6) e o ácido linolênico (ω -3) estão presentes em abundância em óleos vegetais como o de algodão, girassol, milho e o de soja. Em função disso, o mercado mundial apresenta uma gama bastante ampla de suplementos alimentares de ácidos graxos poliinsaturados ω -3 e ω -6 e de produtos, nos quais estes ácidos são incorporados (CARVALHO et al., 2003; VIANNI e BRAZ FILHO, 1996).

Um alto consumo de ácido linoléico (ω -6) favorece o aumento do conteúdo de ácido araquidônico (AA) nos fosfolipídios das membranas celulares, aumentando, conseqüentemente, a produção de prostaglandinas (PG) E2 e leucotrienos (LT) B4, por meio das vias enzimáticas da ciclooxigenase (COX) podendo atenuar o processo inflamatório e desempenhar papel importante na prevenção e tratamento de várias doenças como, por exemplo, as cardiovasculares (CALDER, 2003).

3.2.3 Regulamento técnico

A definição de que o alimento funcional pode ser classificado como alimento é aceita nos EUA, Europa e também no Brasil. Nessa perspectiva, o alimento funcional deve apresentar primeiramente as funções nutricional e sensorial, sendo a funcionalidade a função terciária do alimento (KWAK e JUKES, 2001).

No Brasil, somente a partir do ano de 1998, a regulamentação técnica para análise de novos alimentos e ingredientes, inseridos os alimentos funcionais ou nutracêuticos, foi proposta e aprovada pela Vigilância Sanitária/Ministério da Saúde. Deste processo participaram várias instituições e pesquisadores da área de nutrição, toxicologia, tecnologia de alimentos e outras afins.

Os regulamentos técnicos aprovaram: diretrizes básicas para avaliação de risco de novos alimentos e as diretrizes básicas para comprovação de alegação de propriedade funcional e/ou de saúde em rotulagem de alimentos. As Resoluções da Agência Nacional de Vigilância Sanitária/MS, sobre os alimentos funcionais são as de número 17, 18 e 19 de 30 de abril de 1999.

3.3 Desenvolvimento de alimentos funcionais

3.3.1 Produtos de panificação

A ANVISA (2000) define pão como sendo um produto obtido da farinha de trigo e ou outras farinhas, adicionados de líquido, resultantes do processo de fermentação ou não e cocção, em condições tecnologicamente adequadas, podendo conter outros ingredientes, desde que não descaracterizem os produtos. Podem apresentar cobertura, formato e textura diversos.

O pão é um produto bastante popular no Brasil, com consumo per capita de 27 quilos por ano, consumido na forma de lanche, ou mesmo junto com as refeições principais. Sua popularidade é devida, sem dúvida, ao excelente sabor, preço e disponibilidade junto a milhares de padarias e supermercados do país (ESTELLER, 2004).

As empresas de panificação e confeitaria brasileira confirmam o momento de evolução pelo qual passam nos últimos anos. Em 2010, o índice de crescimento estimado foi de 13,7%, maior do que já se tinha atingido em 2009 (12,61%). Com isso, o faturamento do setor chegou a, aproximadamente, 56,3 bilhões de reais. O levantamento dos números foi feito pelo Instituto Tecnológico (ITPC), em parceria com a Associação Brasileira da Indústria de Panificação (ABIP), através de pesquisa em mais de 1.500 empresas de todo o país, abrangendo das pequenas até grandes representantes do setor (ABIP, 2011).

Grande parte dos produtos de panificação é composta por ingredientes que desempenham funções específicas no processo de formação da massa. Embora os constituintes possam variar em grau de importância no processo de fabricação, todos exercem determinada função. Muitas vezes, a maior ou menor importância desses ingredientes está associada com a quantidade adicionada a massa e ao tipo de produto (BORGES et al., 2006).

A farinha de trigo é o ingrediente principal na fabricação da maioria dos pães e massas em geral e a sua composição se altera de acordo com a variedade do trigo e o seu grau de extração (FERREIRA et al., 2001).

Vários tipos de fibras podem ser acrescentados aos produtos de panificação, na forma de farinhas integrais de sementes (trigo, aveia, centeio, milho, soja, aveia, cevada, girassol, linhaça, arroz e sorgo) ou fibras isoladas de frutas e outros vegetais (maçã, pêra e uva). Além do aspecto nutricional, as fibras apresentam, em sua maioria, custo baixo e são facilmente encontradas comercialmente (GANDRA et al., 2008).

Os lipídios respondem por menos de 2% e as cinzas por menos de 0,5% da sua composição, já as proteínas correspondem a aproximadamente 12% da composição da farinha de trigo, dividindo-se em proteínas solúveis (albumina e globulina) e proteínas formadoras do glúten (gliadina e glutenina) que possuem as propriedades de panificação da farinha. A glutenina é responsável pela característica de extensibilidade e a gliadina pela coesão e elasticidade da massa (HOSENEY, 1991). Em presença de água e mediante o trabalho mecânico ou manual, as proteínas se alinham e formam uma rede tridimensional que será responsável pela estruturação do pão e pela retenção do gás produzido pela levedura (EL-DASH, 1990).

O glúten é encontrado em vários cereais, porém apenas o trigo apresenta quantidade e qualidade panificável. Normalmente as farinhas de trigo apresentam teores de glúten entre 6,5 e 14%. A elasticidade e extensibilidade inerentes ao glúten são características oriundas dos aminoácidos que compõem suas proteínas formadoras. Aminoácidos sulfurados como cistina e cisteína participantes das cadeias de gliadina e glutenina determinam suas propriedades viscoelásticas. O produto da elasticidade pela extensibilidade caracteriza o potencial de força do glúten. Tanto a elasticidade quanto a extensibilidade podem ser facilmente observadas no glúten ou em uma massa obtida de uma farinha de trigo através da análise do seu filme. A relação entre estas duas forças e que determina a melhor utilização do trigo e de suas farinhas. A mistura da farinha, fermento, sal e água junto a outros ingredientes do pão, forma um sistema complexo coloidal conhecido como massa (EL-DASH et al., 1982; EL-DASH, 1990).

Quando se fala de fermento biológico, refere-se a uma levedura selecionada, denominada *Saccharomices cerevisiae*. O papel principal do fermento é fazer a conversão de açúcares fermentáveis presentes na massa a gás carbônico e etanol. Além de produzir CO₂, que é o gás responsável pelo crescimento do pão, o fermento também exerce influência sobre as propriedades reológicas da massa, tornando-a mais elástica e porosa. O açúcar é substrato para a fermentação e para as reações com aminoácidos (reação de Maillard) e de caramelização, responsáveis pela coloração e sabor característicos no final do assamento.

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, por retardar a retrogradação do amido. A água é também um ingrediente imprescindível na formação da massa. Ela hidrata as proteínas da farinha de trigo tornando possível a formação da rede de glúten. A água atua também como solvente e plastificante e permite que, durante o processo de cozimento do pão, ocorra o fenômeno de gelatinização do amido. O sal é indispensável em qualquer formulação de pão, pois tem efeito sobre o volume do pão, aumentando a extensibilidade da rede de glúten e sobre a estrutura do miolo, tornando-a mais fina e homogênea. Além disso, por ser altamente higroscópico, a presença de sal na massa, faz com que a água saia do interior da célula de fermento e passe para a massa, diminuindo sua capacidade de produzir gás, auxiliando, dessa forma, no controle da fermentação (PAVANELLI, 2000).

As etapas do processamento do pão incluem pesagem dos ingredientes, mistura, amassamento, cilindragem, modelagem, descanso, fermentação, forneamento, resfriamento, desenformagem e embalagem.

O pão com boas características de qualidade requer desempenho adequado em relação ao desenvolvimento da massa. Este envolve os seguintes fatores: concentração de gás, elasticidade e resistência da massa, e, capacidade de retenção de gás. O desenvolvimento e aspecto do pão dependem da qualidade e da quantidade dos ingredientes da massa e do emprego de boa tecnologia (HOSENEY, 1991).

O glúten começa a ser desenvolvido durante a mistura e continua o seu desenvolvimento devido aos fenômenos naturais que acontecem durante a fermentação. As enzimas proteolíticas contidas na farinha e no fermento, além dos melhoradores da massa, ajudam no condicionamento do glúten durante a fermentação (PAVANELLI, 2000).

A capacidade de reter gás depende do desenvolvimento apropriado do glúten durante a fermentação, ajudado em alguns processos pelos oxidantes químicos, nutrientes de fermento e também pela oxidação natural que acontece durante a fermentação.

A mistura da massa tem como finalidade a homogeneização dos ingredientes, o desenvolvimento da massa e a oclusão de gás. A homogeneização consiste na mistura de todos os ingredientes para formar a massa (HOSENEY, 1991). No desenvolvimento, a massa retém o CO₂ produzido pelas leveduras durante a fermentação. No primeiro estágio de cozimento, a massa se expande pela evaporação de CO₂, água e etanol com a elevação da temperatura. Em temperaturas superiores a 60°C ocorre a gelatinização do amido, que aumenta marcadamente a viscosidade da massa (BLOKSMA, 1990).

Com a mistura, as proteínas envolvem os grânulos de amido e formam, em torno deles, uma rede glutinosa que, sob o efeito da ação mecânica do amassamento, experimenta um desenvolvimento progressivo, que leva a formação de filmes protéicos cada vez mais finos e contínuos. É desse modo que, a ação puramente mecânica do amassamento, se junta a uma ação físico-química que resulta da oxidação da massa, em consequência do aumento da velocidade e da duração do trabalho de mistura sobre a mesma.

Durante o amassamento, o ar é incorporado a massa em grandes quantidades, formando pequenas bolhas na massa. Quanto maior for o número de bolhas de ar formadas nesta etapa e mais uniformes e igualmente distribuídas forem, mais fina e uniforme será a estrutura do miolo do pão (BORTOLOTTI, 2009).

Além disso, a contínua exposição da massa ao ar realizada pelo amassamento proporciona a oxidação de pigmentos carotenóides naturais da farinha e fornece oxigênio para a oxidação dos grupamentos sulfidrilas das proteínas do glúten. Esses dois efeitos proporcionarão o branqueamento da massa e o fortalecimento da rede de glúten (QUAGLIA, 1991).

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. De uma forma geral, o pão de forma possui algumas características importantes que o identificam. Com relação a sua aparência, o pão de forma possui uma textura macia e suave ao toque e um miolo claro e de estrutura homogênea (PAVANELLI, 2000).

A qualidade do pão de forma pode ser avaliada mediante análises físicas, físico-químicas, macroscópicas, microscópicas, microbiológicas e sensoriais. O pão de forma de boa

qualidade apresenta miolo consistente, cavidades irregulares, textura macia e aveludada, sedosa e elástica (ANVISA, 2000).

O pão de forma esta ocupando a terceira posição na preferência do consumidor, entretanto este tipo de produto esta em ascensão, pois se tem registrado um aumento na ordem de 6% (ESTELLER, 2004).

Os pães possuem certas deficiências nutricionais que podem ser supridas ou reduzidas por meio do enriquecimento da farinha de trigo (BRASIL, 2002) ou por adição de ingredientes na formulação.

Na farinha de trigo, principal ingrediente da panificação, o cálcio e encontrado em baixa concentração (20 mg/100 g) e com menor biodisponibilidade que o cálcio presente no soro (60 mg/100 mL) (OLIVEIRA e MARCHINI, 1998). Ainda, existe a deficiência de aminoácidos essenciais tais como a lisina e metionina, que conferem as proteínas do trigo um menor valor biológico (QUAGLIA, 1991).

O pão é um dos alimentos mais difundidos e uma das principais fontes calóricas da dieta de muitos países, e por esse motivo vem sendo alvo de muitos estudos de enriquecimento com proteínas e minerais (ILYAS, 1996). A evolução tecnológica do pão deve-se fundamentalmente ao seu grande consumo. Por fazer parte da dieta habitual da população, o desenvolvimento de novos produtos de panificação com características especiais pode ser bem aceito pelo consumidor. Além de ser uma fonte essencial de carboidratos, o pão geralmente não é uma boa fonte de fibra alimentar e, em particular, fibra solúvel e, por isso, é considerado um alimento de alto índice glicêmico e um elemento fornecedor de energia de rápida metabolização.

Possamai (2005) fez enriquecimento do pão de mel com diferentes níveis de substituição de farinha de trigo (5, 10, 15 e 20%) por farelo de trigo, linhaça, farinha de soja e aveia em flocos, tendo os pães que receberam farelo de trigo ou linhaça obtido as maiores notas no teste de aceitação.

O enriquecimento de pão tipo hot-dog com ferro aminoquelato, oferecido na alimentação de crianças promoveu um impacto positivo na elevação da concentração de hemoglobina do sangue e efetividade na prevenção da anemia ferropriva (VELLOZO et al., 2003).

O pão francês enriquecido com okara, subproduto da obtenção do extrato aquoso da soja, apresentou uma elevação do teor de proteínas, e em graus mais significativos, uma

elevação do teor de fibras alimentares e quando analisados sensorialmente, apresentou boa aceitação (BOWLES, 2005).

Centenauro et al. (2007) desenvolveram e testaram a aceitação de pães enriquecidos com pescado objetivando aumentar a quantidade de proteína no pão, melhorando seu valor nutricional. Foram desenvolvidas cinco formulações de pães com 30, 40 e 50% de polpa lavada úmida (PU) e 3 e 5% de polpa lavada seca (PS) a base de farinha. Os produtos apresentaram boa aceitação sensorial e o conteúdo protéico dos pães com 3 e 5% de PS e 50% de PU apresentou aumento de 31, 45 e 48%, respectivamente, em relação ao tipo padrão.

Gandra et al. (2008), verificaram a substituição do emulsificante monoglicérido pela enzima lipase em formulação de pão de forma enriquecido com fibras para os atributos sensoriais aparência, textura, sabor e aroma obtendo valores médios entre 6,53 e 7,78. Para os atributos sensoriais da amostra controle, foram obtidos valores médios de 5,31 a 6,97, mostrando a sua boa aceitação.

O uso de soros lácteos e concentrados protéicos de soro de leite são permitidos como ingredientes opcionais em formulação de alimentos, o que não só torna possível ao fabricante reduzir o custo total do produto, como também melhorar a qualidade nutricional, sobretudo de cálcio e proteínas (USDEC NEWS, 1999). Caldas (2007) elaborou pão de forma com soro de leite fluido, onde a formulação foi modificada substituindo totalmente a água pelo soro de leite fluido. Essa adição de soro resultou em produto final com boa aceitação sensorial e contribuiu para melhoria nutricional, especialmente em termos de cálcio e fósforo.

Azevedo (2007) utilizou diferentes concentrações de soro de leite em pó na formulação de pão de forma convencional, a concentração de 5% foi a que apresentou melhor aceitação sensorial e propriedades tecnológicas. Essa adição contribuiu na melhoria nutricional do produto especialmente de proteínas, cálcio e fósforo.

3.3.2 Produtos lácteos

O leite está na base da produção dos mais variados produtos lácteos. Possui dois fins distintos, primeiramente para alimentação em forma *in natura*, e, segundo, como matéria-prima industrial, envolvendo operações de transformação dando como produtos bebidas lácteas, leites fermentados, iogurte, queijos entre outros.

Consiste em um produto de grande interesse na pecuária nacional, fazendo parte sensivelmente da alimentação do brasileiro principalmente de crianças e idosos (ARAÚJO et al., 2001). É uma emulsão líquida sintetizada nas glândulas mamárias de animais mamíferos, podendo ser considerado uma importante fonte nutricional na alimentação humana em razão de sua composição em termos de proteínas, vitaminas e sais minerais (SGARBIERI, 2004).

Os produtos lácteos fermentados são descritos desde a antiguidade como uma forma de preservar os nutrientes do leite da deterioração causada por microrganismos, entretanto nas últimas décadas houve um incremento no setor de laticínios por conta do desenvolvimento da tecnologia e a maior aceitabilidade do consumidor que busca adquirir produtos com características funcionais de alto valor nutritivo (OLIVEIRA, 2006).

Segundo a Instrução Normativa nº. 16 de 23 de agosto de 2005 (BRASIL, 2005) sobre o regulamento técnico de identidade e qualidade de bebidas lácteas, “a bebida láctea é o produto lácteo resultante da mistura do leite (*in natura*, pasteurizado, esterilizado, UHT, reconstituído, concentrado, em pó, integral, semidesnatado ou parcialmente desnatado e desnatado) e soro de leite (líquido, concentrado e em pó) adicionado ou não de produto(s) ou substância(s) alimentícia(s), gordura vegetal, leite(s) fermentado(s), fermentos lácteos selecionados e outros produtos lácteos, onde a base láctea representa pelo menos 51% (cinquenta e um por cento) massa/massa (m/m) do total de ingredientes do produto”. Neste, a contagem total de bactérias lácticas viáveis deve ser no mínimo de 10^6 UFC/g no produto final, para o(s) cultivo(s) láctico(s) específico(s) empregado(s), durante todo o prazo de validade.

A produção de bebidas lácteas fermentadas tem apresentado um crescimento significativo na última década e com tendência a ser mantida nos próximos anos. Entre os fatores que contribuíram para este crescimento, destacam-se o surgimento dos fermentos *Direct Vat Set – DVS*, para uso direto na fabricação, a tecnologia e processos relativamente simples, o baixo custo de investimento em maquinário e equipamentos para a produção em pequena e média escala, redução do preço final para o consumidor e o surgimento de marcas regionais, além de fatores relacionados com a política econômica dos últimos anos (CHINELATE et al., 2005).

Como todo produto alimentício, a bebida láctea fermentada tem o seu consumo influenciado pela aceitação da mesma pelo consumidor. A determinação desta aceitação é parte crucial no processo de desenvolvimento ou melhoramento de produtos por parte da indústria alimentícia (PEREIRA et al., 2006). Assim, a adição de outros ingredientes às

bebidas lácteas fermentadas, além de agregar valor, entra como um dos fatores primordiais para a obtenção de um produto com sabor agradável e que venha a melhorar a sua aceitação pelo consumidor.

Na área de laticínios, uma nova tendência que vem se apresentando é a produção de iogurtes e leites fermentados funcionais. Isto porque, além destes produtos possuírem grande aceitação pelo público em geral e apresentarem excelente valor nutritivo, são veículos em potencial para o consumo de probióticos (ANTUNES et al., 2007).

No processo fermentativo, a proteína, a gordura e a lactose sofrem hidrólise parcial, tornando o leite facilmente digerível, sendo considerado, portanto, o processo fermentativo por bactérias lácteas como um agente regulador das funções digestivas. A acidez gerada no processo estimula as enzimas digestivas pelas glândulas salivares, além disso, certas características do processo de fermentação láctea são benéficas para indivíduos com intolerância à lactose e tendências a hiperglicemia pós-pandrial. Outras propriedades também se relacionam aos iogurtes, como os efeitos antiolesterolêmicos, anticarcinogênicos, inibitórios de agentes patógenos, entre outros (OLIVEIRA, 2009).

Durante o processo de fermentação ocorre a produção de ácido láctico como produto principal e a produção de pequenas quantidades de outros subprodutos que influenciam profundamente nas características organolépticas do iogurte. O acetaldeído é produzido em maiores quantidades seguido por acetona, 2 - butanona, diacetil e acetoína. O ácido láctico resultante da fermentação contribui para a desestabilização da micela de caseína, provocando sua coagulação no ponto isoelétrico (pH 4,6 - 4,7) e conduzindo à formação de um gel, o iogurte. Além disso, a fermentação láctica beneficia o valor nutricional do produto final (MUNDIM, 2008).

As bactérias lácticas tradicionais na fabricação de iogurtes são *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* – cocos unidos, geralmente em cadeias curtas e *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* – bastonetes unidos em cadeias longas - utilizam a lactose como substrato energético com liberação de ácido láctico. Ambos os microrganismos são termofílicos e homofermentativos. O crescimento associado destas duas culturas resulta em menor tempo de coagulação do leite, maior produção de ácido láctico e um maior desenvolvimento de sabor e aroma no iogurte. O iogurte preparado com a bactéria *S.thermophilus* é muito menos ácido que o produto preparado com *L. bulgaricus* (MUNDIM, 2008).

A atividade proteolítica dos bacilos promove a liberação de pequenos peptídeos e aminoácidos, especialmente valina, que favorecem o crescimento dos cocos. Similarmente, o desenvolvimento dos cocos estimula o crescimento dos bacilos devido à produção de ácido fórmico, gás carbônico e a redução da quantidade de oxigênio disponível no meio (SHAH, 2000).

As bactérias tradicionais utilizadas na fermentação de iogurtes, *S. thermophilus* e *L. bulgaricus*, não pertencem à flora intestinal, não são resistentes à bile e conseqüentemente não sobrevivem a passagem através do trato gastrointestinal, portanto não são consideradas como probióticas. Porém, essas bactérias possuem efeitos positivos como ação inibidora contra bactérias patogênicas no trato gastrointestinal e melhoramento da digestão da lactose devido a presença de enzima β -galactosidase nas células das bactérias tradicionais de iogurte (LOURENS HATTINGH e VILJOEN, 2001).

3.4 Análise sensorial de alimentos

A análise sensorial segundo a NBR 12.806 (ABNT, 1993) é definida como uma disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição.

Os pioneiros na aplicação do método de degustação por equipe foram as destilarias e cervejarias da Europa. A análise sensorial usada como ciência, data de 1935, quando, nos EUA, foi desenvolvida a técnica de degustação por necessidade de se obter produtos de alta qualidade. No Brasil, a análise sensorial começou com a necessidade de classificar a qualidade do café bebida, e o método de equipes de provadores ou degustadores foi usado pela primeira vez em 1954.

A análise sensorial é uma ciência interdisciplinar na qual se convidam avaliadores, que se utilizam da complexa interação dos órgãos dos sentidos (visão, gosto, tato e audição) para medir (métodos e análise sensorial) ou avaliar as características sensoriais e a aceitabilidade dos produtos alimentícios e muitos outros materiais (WATTS et al., 1992).

Os métodos sensoriais são baseados nas respostas aos estímulos, que produzem sensações cujas dimensões são: intensidade, extensão, duração, qualidade e prazer ou desprazer. Enquanto os estímulos podem ser medidos por métodos físicos e químicos, as

sensações são medidas por processos psicológicos. A análise sensorial vem sendo aplicada no desenvolvimento e melhoramento de produtos, controle de qualidade, estudos sobre armazenamento e desenvolvimento de processos.

Uma das exigências da avaliação sensorial é a decisão sobre a qualidade do produto, que nos testes de escala hedônica (WATTS et al., 1992) é traduzida pela aceitação. Existem alguns métodos estatísticos aplicados para a análise sensorial, como ANOVA, superfície de resposta, redes neurais artificiais, etc.

Os testes sensoriais são usados como garantia de qualidade de produtos por constituírem medida multidimensional integrada com vantagens importantes, como capacidade de identificar a presença ou ausência de diferenças perceptíveis, definição das características sensoriais de forma rápida e capacidade de detectar particularidades que não podem ser detectadas por outros procedimentos analíticos (MUNÕZ et al., 1992).

Os testes afetivos que melhor avaliam a aceitabilidade de produtos e serviços são aqueles que utilizam os próprios consumidores desses produtos e os seus resultados proporcionam maiores oportunidades de ação. A análise da aceitação assume extrema importância por refletir o grau em que consumidores gostam ou desgostam de determinado produto. Deve ser realizada utilizando-se equipe formada por 25 a 50 pessoas que sejam representativas do público que se deseja atingir (STONE e SIDEL, 1993). Entre os métodos sensoriais disponíveis para medir a aceitação e preferência dos consumidores com relação a um ou mais produtos, destacam-se a escala hedônica de nove pontos variando do termo hedônico 9, gostei muitíssimo a 1 desgostei muitíssimo.

3.5 Planejamento experimental

O planejamento consciente dos experimentos que devem ser realizados para determinar, e mesmo quantificar, a influência das variáveis sobre as respostas desejadas, é indispensável para que resultados confiáveis sejam obtidos e para que análises estatísticas consistentes possam ser realizadas. Nesse contexto, considera-se que desenvolver produtos e processos através de procedimentos de tentativa e erro, conforme registros do início do século passado, foram, de fato, importantes naquele momento. No entanto, a forte competitividade, a difusão da tecnologia, bem como a competência e a responsabilidade dos pesquisadores atuais inviabiliza tais procedimentos (RODRIGUES e IEMMA, 2005).

A falta de planejamento muitas vezes é a causa do insucesso de uma investigação, e no entanto raros são os pesquisadores que pensam em estatística antes de realizar seus experimentos. Em geral eles costumam achar que uma análise dos seus dados, não importa como tenham sido obtidos, eventualmente levará sua pesquisa a bom termo (BARROS NETO et al., 1996).

Na utilização do planejamento experimental há uma redução de experimentos ou repetições e uma melhoria na qualidade das informações obtidas através dos resultados. Isto significa uma sensível diminuição do trabalho e, conseqüentemente, do tempo e do custo final (RODRIGUES e IEMMA, 2005).

A essência de um bom planejamento consiste em projetar um experimento de forma que ele seja capaz de fornecer exatamente o tipo de informação que se procura (BARROS NETO et al., 1996).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Materia-prima

As sementes da faveleira (*Cnidocolus phyllacanthus* (Mart.) Pax et K. Hoffm.) utilizadas foram colhidas no município de Santa Luzia, distante 160 km de João Pessoa, estado da Paraíba, Brasil, e transportadas ao Laboratório de Engenharia Bioquímica da Universidade Federal de Campina Grande e ao Núcleo de Pesquisa e Extensão em Alimentos da Universidade Estadual da Paraíba na cidade de Campina Grande.

4.1.1 Beneficiamento das sementes da faveleira

As sementes passaram pela fase de beneficiamento, onde foram separadas de contaminantes e impurezas, lavadas manualmente em água corrente e secas em estufa com circulação forçada de ar (marca Nova ética) a 50 °C por 24 horas.

Uma alíquota das sementes foi triturada para obtenção da farinha das sementes da faveleira para realização da composição centesimal (Figura 4a) e outra alíquota de sementes foi quebrada manualmente com auxílio de uma faca de aço inoxidável para extração de suas amêndoas, que foram trituradas em liquidificador doméstico em velocidade máxima, tamisadas em malha de 40 mesh para obtenção da farinha das amêndoas da faveleira que foi utilizada para obtenção do isolado protéico e como ingrediente na elaboração do pão de forma como é mostrado no fluxograma da Figura 4b.

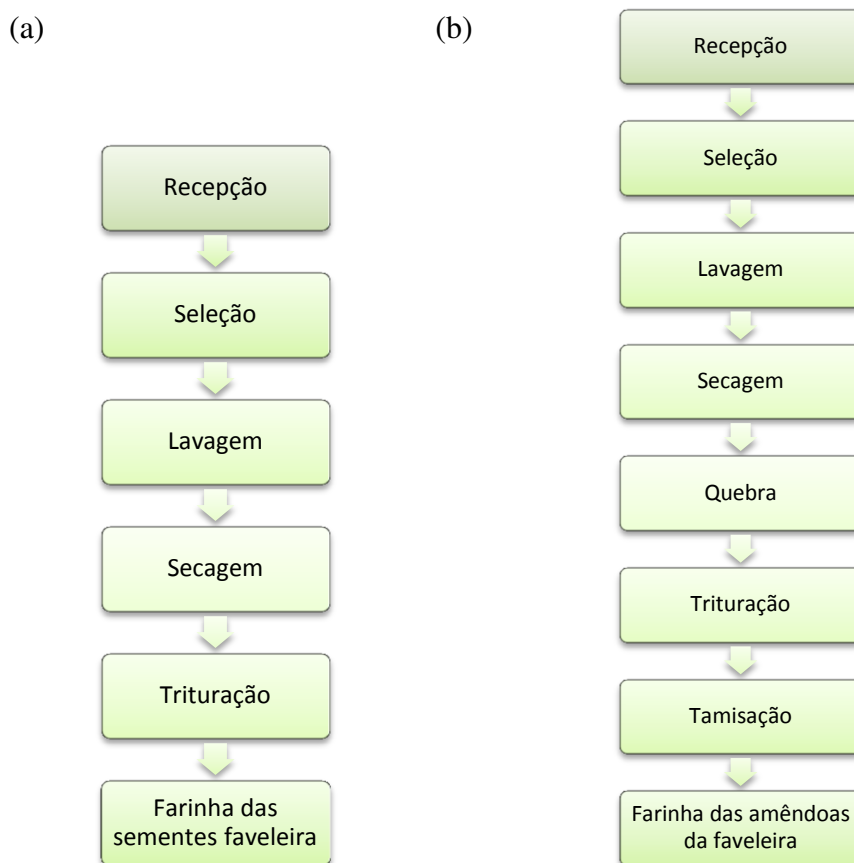


Figura 4 – Fluxograma para obtenção da farinha das sementes da faveleira (a) e da farinha das amêndoas da faveleira (b)

A seguir, uma alíquota da farinha das amêndoas da faveleira foi desengordurada com éter de petróleo, por 7 horas em uma bateria de Soxhlet (marca Tecnal, TE-044) para obtenção do isolado protéico.

4.1.3 Caracterização da matéria-prima

As sementes foram observadas visualmente com relação à aparência e coloração, com a finalidade de classificação e seleção para uma melhor uniformidade. Depois de selecionadas, grupos de 10 sementes, em triplicata, foram analisados biometricamente. A biometria se caracteriza por medir comprimento, largura e espessura das sementes com o auxílio de um paquímetro. O diâmetro longitudinal (comprimento) compreendeu a distância do eixo polar entre os ápices. O diâmetro transversal (largura) e a espessura foram tomados na

parte média, perpendicular ao eixo polar. O peso médio das sementes e das amêndoas foi obtido usando balança analítica.

4.2 Métodos

4.2.1 Obtenção do isolado protéico

O teor de proteína total foi determinado na farinha desengordurada das amêndoas da faveleira de acordo com a metodologia recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005). O isolado protéico foi obtido a partir da farinha desengordurada das amêndoas da faveleira, onde se adicionou água destilada na proporção de 1:20, agitou-se por 2 horas e seu pH foi ajustado a 10,5 com solução de hidróxido de sódio 1,0 M para melhor solubilização das proteínas. O extrato obtido foi centrifugado e o resíduo extraído por mais duas vezes nas mesmas condições (McWATTERS e HOLMES, 1979). Os sobrenadantes foram combinados, medindo-se a concentração de proteína solúvel pelo método do biureto (GORNAL et al., 1949) e em seguida ajustou-se o pH a 4,5 com solução de ácido clorídrico 1,0 M para que ocorra a precipitação isoelétrica das proteínas. Após precipitação, o extrato total foi centrifugado e as proteínas precipitadas isoeletricamente foram liofilizadas e então armazenadas sob refrigeração a 5 °C até uso.

4.2.2 Análise de aminoácidos

A análise da composição de aminoácidos da farinha desengordurada das amêndoas da faveleira foi realizada em um cromatografo líquido de alta eficiência Waters (Waters Corporation, Milford, MA), equipado com uma coluna de fase reversa (C18) sistema pico-tag (Waters Division, Millipore CO. Milford, MA), com derivatização pré-coluna. Na amostra analisada, a determinação da composição de aminoácidos foi realizada através da comparação dos tempos de retenção e das áreas dos picos obtidos para cada aminoácido na amostra em estudo, com os tempos de retenção e áreas dos picos correspondentes de um padrão de

aminoácidos-Padrão H (Sigma, Co). O aminoácido triptofano não foi determinado, pois sua metodologia de quantificação é diferente da utilizada neste estudo.

A partir dos dados destas análises, foi estimado o escore químico (EQ), usando-se como referência as necessidades de aminoácidos essenciais de crianças em idade pré-escolar (FAO/WHO,1991), segundo a Equação 1 e se observou o escore químico para adultos, segundo a mesma equação.

$$EQ = \frac{\text{g de aminoácido/100g de proteína teste}}{\text{g de aminoácido/100g de proteína no padrão (FAO/WHO, 1991)}} \quad (1)$$

4.2.3 Produção de alimentos funcionais

4.2.3.1 Elaboração de pães de forma enriquecidos com as sementes da faveleira

O pão de forma convencional foi obtido nos laboratórios do NUPEA (UEPB) a partir de uma formulação que utiliza a farinha de trigo como base para a determinação das porcentagens dos demais ingredientes adicionados à massa, de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1 - Formulação do pão de forma convencional

Ingredientes	Quantidade	
	Gramas (g)	Porcentagem (%)
Farinha de trigo especial	1000	100
Açúcar cristal	60	6
Gordura vegetal hidrogenada	40	4
Fermento biológico	8	0,8
Sal	18	1,8
Água	600	60

Fonte: Maciel et al. (2003).

A formulação do pão de forma convencional foi modificada pela adição da farinha das amêndoas e da proteína da faveleira de acordo com o planejamento fatorial para avaliar quantitativamente a influência das variáveis de entrada sobre as respostas. Na Tabela 1 estão expostos os níveis reais e codificados das variáveis independentes de entrada para o planejamento fatorial 2^2 , observando-se na Tabela 2 que totaliza 7 experimentos, sendo 4 experimentos distintos e 3 experimentos no ponto central.

Tabela 1 - Valores reais e codificados das variáveis de entrada para elaboração do pão de forma enriquecido com a farinha das amêndoas e proteínas da faveleira

Variáveis	Níveis		
	-1	0	1
X ₁ - Farinha das amêndoas da faveleira (%)	2,5	5	7,5
X ₂ - Proteínas da faveleira (%)	0,01	0,015	0,02

Tabela 2 - Matriz do planejamento fatorial $2^2 + 3$ ponto central para elaboração do pão de forma enriquecido com a farinha das amêndoas e proteínas da faveleira

Experimentos	Variáveis	
	Farinha das amêndoas da faveleira (%)	Proteínas da faveleira (%)
	X ₁	X ₂
1	(-1) 2,5	(-1) 0,01
2	(+1) 7,5	(-1) 0,01
3	(-1) 2,5	(+1) 0,02
4	(+1) 7,5	(+1) 0,02
5	(0) 5,0	(0) 0,015
6	(0) 5,0	(0) 0,015
7	(0) 5,0	(0) 0,015

Os pães de forma foram elaborados de acordo com as etapas demonstradas no fluxograma da Figura 5.

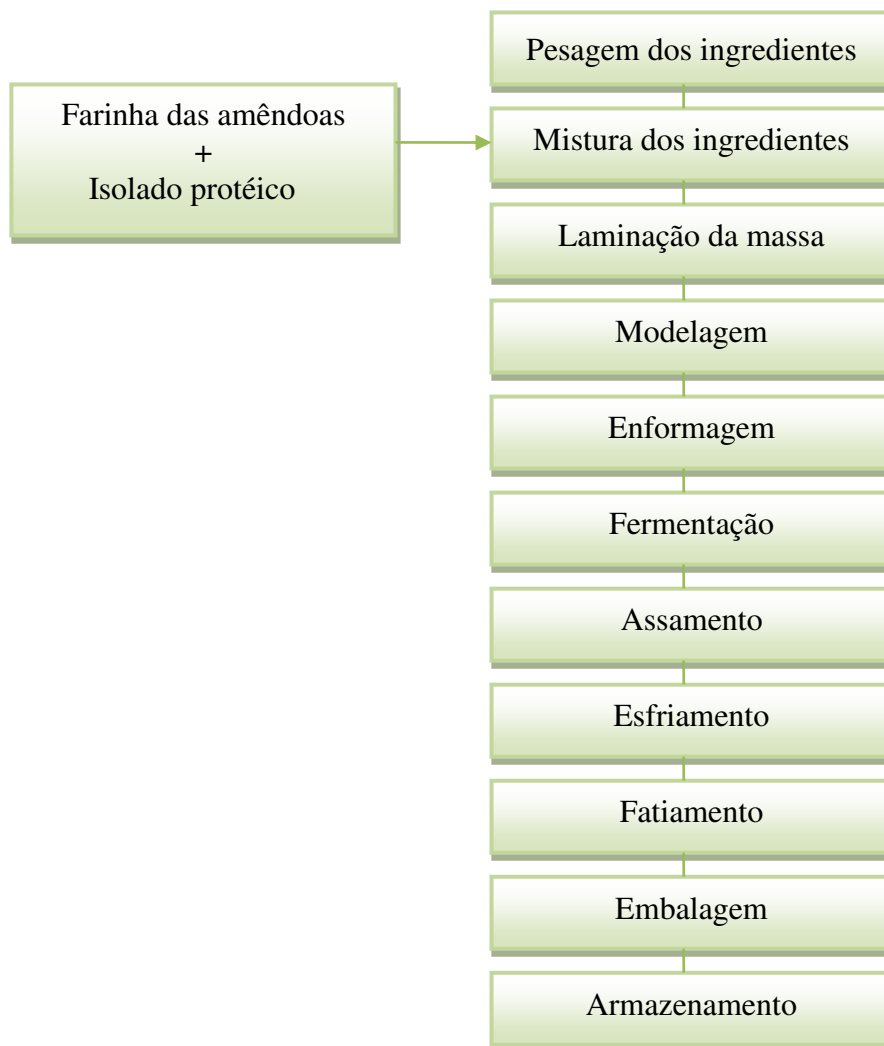


Figura 5 - Fluxograma das etapas de elaboração do pão de forma

Inicialmente, foi efetuada a pesagem dos ingredientes de acordo com o planejamento experimental e após essa etapa, os ingredientes foram misturados por 15 minutos em uma masseira lenta e a massa resultante na mistura foi submetida a um descanso de aproximadamente 10 minutos. Em seguida, a massa foi laminada em um cilindro, para melhorar o desenvolvimento do glúten, modeladas, colocadas em formas untadas com gordura vegetal e submetidas à fermentação final a 35 °C por aproximadamente 1,5 horas. Após o término da fermentação, os pães foram assados a temperatura de 200 °C, por aproximadamente 20 minutos, aplicando-se vapor no início por 20 segundos. Depois de

assados, os pães foram desenformados e resfriados, para serem posteriormente fatiados e acondicionados em sacos de polietileno, até a realização das análises. Um pão de forma convencional foi preparado para fim de comparação.

4.2.3.1.1 Avaliação física e físico-química dos pães de forma

Os pães de forma elaborados foram submetidos às determinações de pH, acidez titulável e volume específico. O pH foi determinado de acordo com a metodologia recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005). A acidez foi expressa em mL de NaOH 0,1 M consumido por 10 g de pão, até atingir pH 8,5 (LIMA et al., 2009) e o volume específico dos pães foi determinado pelo método de deslocamento de sementes de painço (EL-DASH et al., 1982).

4.2.3.1.2 Composição centesimal

A composição centesimal (cinzas, lipídios, proteínas) da farinha das sementes, farinha das amêndoas e dos pães de forma enriquecidos com a farinha das amêndoas e proteínas da faveleira foi determinada conforme os procedimentos analíticos da AOAC (2000), a umidade medida através do determinador de umidade por infravermelho (Marca Marte, ID 200) e o conteúdo de carboidratos totais, incluindo fibras, foram calculados por diferença de 100 da soma dos percentuais dos demais componentes da composição centesimal.

4.2.3.1.3 Avaliação sensorial dos pães de forma

Para a realização da análise sensorial dos pães elaborados se fez inicialmente uma ficha de recrutamento dos provadores (Figura 6) que foi preenchida por alunos e funcionários da Universidade Estadual da Paraíba e através dos dados obtidos, selecionou-se os provadores que afirmaram gostar de pão de forma com boa frequência de consumo e que não estavam fazendo uso de medicamentos ou apresentava algum tipo de problema relacionado a alimentos.

Amostras de pão de forma convencional e com a adição de farinha e proteínas da faveleira foram submetidos ao teste de aceitação por escala hedônica utilizando-se metodologia recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005). Este teste foi conduzido com 50 provadores não-treinados, de ambos os gêneros, representando o público consumidor do produto, utilizando uma Escala Hedônica Verbal de 9 pontos, com escores variando de 9 (gostei muitíssimo) até 1 (desgostei muitíssimo), os atributos sensoriais de sabor, textura e cor foram também avaliados utilizando a mesma escala, conforme descrito na ficha de avaliação sensorial (Figura 7). Foi requerido ao provador que explicasse na forma de comentário, a razão da aceitação ou rejeição do produto, a fim de determinar os principais atributos que influenciaram na aceitação sensorial.

As amostras (1/4 da fatia do pão) elaboradas no dia anterior a realização da análise, devidamente codificadas, foram apresentadas, aleatoriamente, aos provadores em cabines individuais, servidas em pratos de plástico acompanhados por um copo de água mineral à temperatura ambiente. O procedimento foi efetuado em sala com luz branca, equivalente à luz do dia. A sessão foi conduzida apresentando-se quatro amostras de pão de forma aleatoriamente e, em seguida, mais três formulações de acordo com o planejamento experimental.

O Comitê de Ética da Universidade Estadual da Paraíba, localizada em Campina Grande – PB, aprovou em 23 de fevereiro de 2010 pelo processo CAAE - 0621.0.133.000-09 a realização da análise sensorial (Comprovação no Anexo 01).

NOME:		DEPARTAMENTO:
FONE(S):		DATA:
SEXO:	IDADE:	ESTADO CIVIL:
E-MAIL:		
QUAL HORÁRIO DISPONÍVEL PARA PARTICIPAR DOS TESTES?		
MANHÃ:	DIAS: S () T () Q () I () X ()	HORÁRIOS:
TARDE:	DIAS: S () T () Q () I () X ()	HORÁRIOS:
QUESTÕES:		
POR FAVOR, INDIQUE SE VOCÊ TEM ALGUM TIPO DE PROBLEMA (PROBLEMA RENAL, ALERGIA, DESCONFORTO, NÃO GOSTA, ETC) DE ALGUM DOS SEGUINTE ALIMENTOS E ESPECIFIQUE QUAIS (EX. LEITE, ALERGIA A LACTOSE).		
AÇUCAR:		FAVELEIRA:
FARINHA DE TRIGO:		PÃO:
PROTEÍNA:		OUTRO:
POR FAVOR, INDIQUE SE VOCÊ ESTÁ FAZENDO ALGUMA DIETA ESPECIAL:		
DIABETE:		BAIXA CALORIA:
ALTA CALORIA:		BAIXO TEOR DE SAL:
DIETA NÃO ESPECÍFICA:		OUTRA:
VOCÊ ESTÁ TOMANDO ALGUM MEDICAMENTO?		
SIM:	NÃO:	QUAL?
VOCÊ GOSTA DE PÃO DE FORMA?		
SIM:		NÃO:
SE SIM, COM QUE FREQUÊNCIA VOCÊ CONSOME PÃO DE FORMA?		
SEMPRE:	ÀS VEZES:	RARAMENTE:
OBSERVAÇÕES IMPORTANTES:		

Figura 6 - Fichas de recrutamento de provadores para a avaliação sensorial do pão

Avaliação sensorial de pão de forma enriquecido com a farinha das amêndoas e proteínas da faveleira

Nome: _____ Data: ___/___/___

Faixa etária: até 20 anos () até 30 anos () acima de 30 anos ()

1) Você está recebendo amostras de pão de forma. Por favor, **verifique o número da amostra, prove e avalie** utilizando a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou do produto.

- 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	Valor
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

2) De acordo com **os atributos abaixo relacionados**, utilize a mesma escala para indicar o quanto você gostou ou desgostou do produto.

Amostra	Sabor	Textura	Cor	Outro: _____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

Faça algum comentário sobre o que você achou do produto e se tivesse oportunidade compraria.

Obrigada por sua participação!

Figura 7 – Ficha da avaliação sensorial do pão de forma enriquecido

4.2.3.2 Elaboração de bebida láctea enriquecida com o extrato solúvel das sementes da faveleira

4.2.3.2.1 Obtenção do extrato solúvel das sementes da faveleira

A obtenção e concentração do extrato solúvel das sementes da faveleira foram estudadas mediante a seguinte seqüência de operações: maceração, trituração e separação de sólidos insolúveis (extração).

Na etapa de maceração as sementes da faveleira foram maceradas por 6 horas em água potável e com solução de bicarbonato de sódio a 0,5% com concentração das sementes e temperaturas estabelecidas pelo planejamento fatorial experimental.

Na Tabela 3 estão expostos os níveis reais e codificados das variáveis independentes de entrada para o planejamento fatorial 2^3 , observando pela Tabela 4 que totaliza 8 experimentos distintos.

Tabela 3 - Valores reais e codificados das variáveis de entrada para obtenção do extrato solúvel das sementes da faveleira

Variáveis independentes	Níveis	
	-1	1
X ₁ - Concentração de semente (%)	5	10
X ₂ - Temperatura (°C)	30	60
X ₃ - Solução	Água	Bicarbonato de sódio 0,5%

Tabela 4 - Matriz do planejamento fatorial 2^3 para obtenção do extrato solúvel das sementes da faveleira

Experimentos	Variáveis reais e codificadas		
	Concentração das sementes (%)	Temperatura (°C)	Solução
	X ₁	X ₂	X ₃
1	(-1) 05	(-1) 30	(-1) A
2	(+1) 10	(-1) 30	(-1) A
3	(-1) 05	(+1) 60	(-1) A
4	(+1) 10	(+1) 60	(-1) A
5	(-1) 05	(-1) 30	(+1) BS
6	(+1) 10	(-1) 30	(+1) BS
7	(-1) 05	(+1) 60	(+1) BS
8	(+1) 10	(+1) 60	(+1) BS

Onde: A (água); BS (bicarbonato de sódio a 0,5%).

Uma amostra de sementes foi tomada para ser observada a umidade antes do processo de maceração. O pH das soluções de maceração foi determinado. A cada 1 hora de experimento, a água foi separada das sementes por escorrimento e pesou-se o sólido. O aumento de peso das sementes foi considerado como água absorvida e após a maceração uma alíquota de sementes de cada experimento foi tomada para se observar o teor de umidade após a maceração das sementes que foram considerados como respostas para o planejamento. De acordo com o delineamento experimental foi escolhido o melhor processo de maceração.

O experimento que obteve maior umidade após a maceração foi o escolhido para o processo de extração com suas sementes trituradas em liquidificador industrial na proporção de sementes-água de 1:10, em velocidade baixa, durante 5 minutos. Após esta etapa foram separados os sólidos insolúveis através de um filtro com uma malha de 70 mesh obtendo-se o extrato solúvel das sementes da faveleira (fração aquosa) e o resíduo (fração sólida).

4.2.3.2.2 Preparo do inóculo

O inóculo foi preparado com uma cultura láctea liofilizada (Marca SACCO srl, Lyofast, Y 4.50 B, lote nº C002660A, com validade até 08/2011) contendo os microorganismos *Streptococcus termophilus* e *Lactobacillus delbruekii subsp. bulgaricus* fornecida pela VILAC (Natal-RN).

Para preparação da cultura-mãe foi utilizado o leite em pó reconstituído a 13%, pasteurizado a 90 °C por 15 minutos e resfriado a 45 °C, onde 0,5 g da cultura láctea liofilizada *starter* SACCO Y4.50B com 5UC, foi inoculada no leite, homogeneizada e incubada a 43 °C por 6 horas.

O inóculo foi preparado utilizando leite em pó reconstituído a 13%, pasteurizado a 90 °C por 15 minutos e resfriado a 45 °C, onde 10% da cultura-mãe foi acrescentado, homogeneizada e incubada a 43 °C por 8 horas ou até que sua acidez fique em torno de 90 a 110 Dornic (°D) que corresponde a 1 mL de solução de NaOH 0,1N consumido na titulação, equivalendo a 0,0090g de ácido láctico.

4.2.3.2.3 Elaboração de bebida láctea fermentada enriquecida com extrato solúvel das sementes da faveleira

A formulação da bebida fermentada láctea enriquecida foi elaborada pela adição do extrato solúvel das sementes da faveleira e da concentração de inóculo de acordo com o planejamento experimental fatorial, apresentado nas Tabelas 5 e 6, para avaliar quantitativamente a influência das variáveis de entrada (extrato da faveleira e inóculo) sobre a resposta (pH, acidez e número total de células (biomassa)).

Tabela 5 - Valores reais e codificados das variáveis de entrada para elaboração da bebida láctea fermentada enriquecida com o extrato solúvel das sementes da faveleira

Variáveis	Níveis		
	-1	0	1
X ₁ - Inóculo (%)	05	7,5	10
X ₂ - Extrato da faveleira (%)	10	20	30

Tabela 6 - Matriz do planejamento fatorial $2^2 + 3$ ponto central para elaboração da bebida láctea fermentada enriquecida com o extrato solúvel das sementes da faveleira

Experimentos	Variáveis	
	Inóculo (%)	Extrato da faveleira (%)
	X ₁	X ₂
1	(+1) 10	(+1) 30
2	(-1) 05	(+1) 30
3	(+1) 10	(-1) 10
4	(-1) 05	(-1) 10
5	(0) 7,5	(0) 20
6	(0) 7,5	(0) 20
7	(0) 7,5	(0) 20

Para a elaboração da bebida láctea enriquecida usou-se o leite em pó reconstituído a 15% misturado com o extrato da faveleira de acordo com o planejamento experimental, pasteurizado por 90 °C por 5 minutos, resfriados a 45 °C, inoculado, homogeneizado e incubado a 43 °C por 8 horas. Uma bebida láctea padrão também foi elaborada nas mesmas condições para fins de comparação na caracterização físico-química.

Medidas de pH, acidez total titulável e número total de células viáveis foram realizadas a cada 1 hora de experimento, a fim de determinar a cinética de crescimento dos micro-organismos no produto elaborado.

4.2.3.2.3 Caracterização física, química e físico-química do extrato solúvel das sementes da faveleira e da bebida láctea fermentada enriquecida

O extrato solúvel das sementes da faveleira foi caracterizado físico-quimicamente através das análises de densidade por picnômetro a 20 °C, umidade por infravermelho até peso constante (Marca Marte, ID 200) e por diferença de 100 teremos o extrato seco total (EST), pH em potenciômetro digital, acidez total titulável utilizando como indicador fenolftaleína, sólidos solúveis totais, em refratômetro de bancada marca Analytikjena com

correção da temperatura para 20 °C, expressos em °Brix, proteínas, lipídios e cinzas (BRASIL, 2005).

Na bebida láctea elaborada foi avaliada a acidez, determinada utilizando o método Dornic, que se baseia na titulação do soro com a solução Dornic (N/9), empregando a fenolftaleína como indicador do ponto final da titulação. O resultado é expresso em Dornic (°D) que corresponde a 1 mL de solução de NaOH 0,1 N consumido na titulação, equivalendo a 0,0090 g de ácido láctico (BRASIL, 1981). O teor de gordura, proteína, cinza e açúcares totais foi realizado segundo Brasil (2005). Na determinação da concentração celular foi adotado o método de massa seca (TRÍBOLI, 1989). A massa seca foi determinada pela diferença entre o peso final e o peso inicial e expresso em g/L. As determinações foram feitas em duplicatas.

4.2.4.2.4 Análise sensorial da bebida láctea fermentada enriquecida

Os provadores foram caracterizados conforme a ficha de identificação inicial da análise sensorial, apresentada na Figura 8, onde foram considerados: gênero masculino ou feminino, grau de escolaridade, idade e frequência de consumo.

A bebida láctea fermentada enriquecida com o extrato solúvel das sementes da faveleira que apresentou maior acidez no tempo de 8 horas no planejamento experimental aplicado foi submetida ao teste de aceitação por escala hedônica utilizando-se metodologia recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005).

O teste foi conduzido com 53 provadores não-treinados, de ambos os gêneros, utilizando uma escala hedônica verbal de 9 pontos, com escores variando de 9 (gostei muitíssimo) até 1 (desgostei muitíssimo), os atributos sensoriais de sabor, cor, textura, doçura e odor foram também avaliados utilizando a mesma escala, conforme descrito na ficha de avaliação sensorial (Figura 9). Foi avaliada também a atitude de compra, onde os provadores assinalaram na escala de cinco pontos (5- Certamente compraria a 1- Certamente não compraria).

A amostra refrigerada, devidamente codificada, foi apresentada, aleatoriamente, aos provadores em cabines individuais, servida em copos de plástico, e de um copo de água mineral à temperatura ambiente (25 °C). O procedimento foi efetuado em sala com luz branca, equivalente à luz do dia.

O Comitê de Ética da Universidade Estadual da Paraíba, localizada em Campina Grande – PB, aprovou em 03 de março de 2011 pelo processo CAAE – 0580.0.133.000-10 a realização da análise sensorial (Comprovante de aprovação no Anexo 02).

Análise sensorial de bebida láctea fermentada

Nome: _____ Sexo: ()F ()M
Escolaridade: _____ Idade: até 20 anos () até 30 anos () acima de 30 anos ()

1. Marque na escala abaixo o quanto você GOSTA de:

IOGURTE/BEBIDA LÁCTEA
() gosto muitíssimo
() gosto muito
() gosto moderadamente
() nem gosto, nem desgosto

2. Você consome IOGURTE/BEBIDA LÁCTEA:
() diariamente () 2 a 3 vezes por semana () 1 vez por semana () 2 vezes por mês () 1 vez ao mês

Caso você concorde em participar deste teste com BEBIDA FERMENTADA LÁCTEA ENRIQUECIDO COM EXTRATO SOLÚVEL DAS SEMENTES DA FAVELEIRA e não tenha alergia e/ou outros problemas de saúde relacionados à ingestão desse produto, por favor, **assine esta ficha:**

ASSINATURA

Figura 8 - Ficha de identificação inicial

Análise sensorial da bebida láctea fermentada enriquecida com o extrato solúvel das sementes da faveleira

Nome: _____ Gênero: ()F ()M

Escolaridade: _____ Idade: até 20 anos () até 30 anos () acima de 30 anos ()

Obrigado por participar de nossa pesquisa com bebida láctea fermentada. A sua opinião é de extrema importância.

Por favor, responda as seguintes questões:

1) Você está recebendo amostras de bebida láctea fermentada. Por favor, **verifique o número da amostra, prove e avalie** utilizando a escala abaixo para indicar o quanto você **gostou** ou **desgostou** do produto.

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 da Amostra	SABOR	TEXTURA	ODOR
_____	_____	_____	_____

2) Marque na escala abaixo com que frequência você consumiria este produto:

5 – certamente compraria

4 – possivelmente compraria

3 – talvez comprasse, talvez não comprasse

2 – possivelmente não compraria

1 – certamente não compraria

Nº da amostra	Valor
_____	_____

Obrigada pela participação!

Figura 9 - Ficha de avaliação sensorial da bebida láctea fermentada enriquecida com o extrato solúvel das sementes da faveleira

4.2.4.2.5 Avaliação da vida de prateleira do produto

A bebida láctea fermentada enriquecida com o extrato solúvel das sementes da faveleira elaborada foi estocada em vidros individuais sob refrigeração para se avaliar a vida de prateleira do produto nos tempos 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 49 dias segundo as análises de pH, acidez e número total de células viáveis, a fim de se determinar possíveis alterações no produto durante o armazenamento.

4.3 Análise estatística

Os resultados das análises da composição centesimal, análises físico-químicas e sensorial foram submetidos à análise estatística denominada teste de “t student”, considerando-se o nível de probabilidade de erro (p) menor que 5% para determinar a significância através do programa estatístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) for Windows – 11.0.

Os resultados obtidos a partir do planejamento fatorial experimental foram analisados estatisticamente através da ANOVA (análise de variância) e do método de superfície de resposta utilizando o programa estatístico STATISTICA[®] versão 5.0 (2004).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização da matéria-prima

A semente da faveleira apresenta forma elipsoidal com aspecto rajado e coloração amarronzada, sua casca ou pericarpo é rígido com endosperma ou amêndoa de coloração amarela de baixa intensidade, como apresentado na Figura 10.

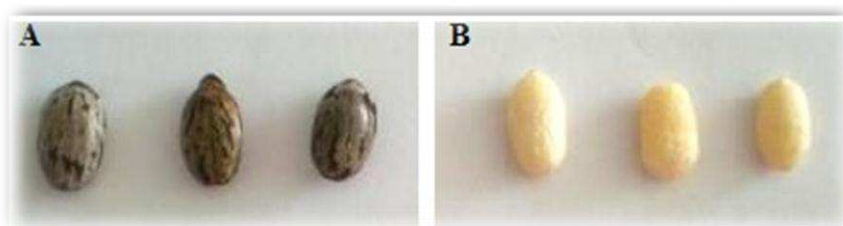


Figura 10 – Sementes (A) e amêndoas (B) da faveleira

As sementes da faveleira apresentaram amêndoas com peso de 55,85% do peso total da semente. Com sementes pesando $0,36 \pm 0,02$ g e amêndoas $0,20 \pm 0,03$ g. Com relação a sua biometria, as sementes da faveleira apresentaram $1,45 \pm 0,10$ cm de comprimento, $0,83 \pm 0,06$ cm de largura e $0,56 \pm 0,04$ cm de espessura.

Os valores encontrados por Nóbrega (2001) para a biometria da semente de faveleira foi semelhante ao encontrado neste trabalho, com resultados para a largura entre 0,7 e 0,9 cm; comprimento, 1,28 e 1,60 cm; espessura, 0,48 e 0,58 cm; peso da semente, 0,20 e 0,34 g e peso da amêndoa, 0,12 e 0,20 g.

Bezerra (1972), Feliciano (1989), Silva (1998), Arriel et al. (2000) e Melo (2000), obtiveram resultados para a semente de faveleira dentro dos intervalos encontrados neste trabalho, com exceção da espessura nas verificações feitas por Bezerra (1972) que foi superior (0,62 cm) e a largura apresentou-se inferior (0,79 cm). Feliciano (1989) apresentou resultado de comprimento superior (1,60 cm) e Melo (2000) inferior (1,14–1,35 cm). Arriel et al. (2000) apresentaram valores superiores para a largura (0,79 cm) e espessura (0,52 cm).

5.2 Composição centesimal das farinhas das sementes e amêndoas da faveleira

Na Tabela 7 pode-se observar a composição centesimal das farinhas obtidas a partir das sementes inteiras e de suas amêndoas (endosperma).

Tabela 7 - Composição centesimal das farinhas produzidas das sementes inteiras e das amêndoas da faveleira em base úmida

Composição centesimal (%)	Amostras	
	Farinha das semente da faveleira	Farinha das amêndoas da faveleira
Umidade	7,56 ± 0,02 ^a	4,27 ± 0,07 ^b
Proteínas (N x 6,25)	26,25 ± 0,07 ^a	32,52 ± 0,92 ^b
Lipídios	22,10 ± 0,18 ^a	40,96 ± 0,54 ^b
Cinzas	4,42 ± 0,05 ^a	5,45 ± 0,24 ^b
Carboidratos*	39,66	16,82

*Carboidratos por diferença (100 menos o somatório dos outros componentes). Resultados das análises com média de três repetições (± desvio padrão). Letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente (P < 0,05) segundo o teste de “t student” a 5% de significância

Comparando a composição centesimal das farinhas das sementes e das amêndoas da faveleira, observamos que em todos os parâmetros observados as farinhas diferiram estatisticamente entre si. O teor de umidade foi superior nas sementes com 7,56 e 4,27% para amêndoa, já o teor de cinzas foi superior nas amêndoas com 5,45%, seguidos de 4,42% nas sementes. O conteúdo de carboidratos apresentou-se superior nas sementes, com 39,66%, que nas amêndoas com 16,82%.

As sementes da faveleira (26,25%) apresentou teor de proteínas inferior a outras sementes como o girassol (27,3%), amendoim (27,6%) e soja (35,85%) (BARCELOS et al., 2002) e superior as sementes de gergelim (21,0%) (KHALIL et al., 1985), castanha de caju (22,1%) (QUEIROGA NETO et al., 2001), castanha-do-pará (16,5%; 14,29%) (RAMOS e BORA (2003); SOUZA e MENEZES (2004)) e macadâmia (9,2%) (RIBEIRO, 2003).

De acordo com Cavalcanti e Bora (2010) as proteínas contidas nas sementes da faveleira apresentaram a fração globulínica como majoritária entre as outras frações protéicas, além de bom rendimento de sua extração e são de ótima qualidade nutricional e funcional, podendo substituir as proteínas convencionais. Os resultados do teor de proteínas das frações

protéicas da farinha desengordurada das amêndoas da faveleira de acordo com sua solubilidade em água, solução salina, álcool e solução ácida e básica diluídas foi de 16,46% ($\pm 0,35$) de albumina, 63,37% ($\pm 0,34$) de globulina, 1,23% ($\pm 0,14$) de prolamina, 11,67% ($\pm 0,40$) de glutenina e 7,27% de resíduos.

Observa-se um elevado teor de lipídios na farinha da faveleira, principalmente na farinha de suas amêndoas, com uma concentração de 40,96% de óleo. De acordo com Cavalcanti (2007), Santos et al. (2005) e Silva (1998), esse óleo tem boas características nutricionais por possuir em torno de 70% de ácidos graxos insaturados na sua composição, predominando o ácido linoléico (ω -6) que é um ácido graxo essencial que reduz o nível de colesterol no sangue e pode ser usado para enriquecer alimentos tornando-os alimentos funcionais.

Morais (1978) trabalhando com a amêndoa da faveleira obteve os seguintes valores: proteínas com 34,5%, lipídios com 49,9%, carboidratos com 10,5% e cinzas com 5,1%. Moura Fé et al. (1977) compararam a composição química das sementes da faveleira das duas variedades, com e sem espinhos, e obtiveram valores, respectivamente, de 8,85 e 5,30% para umidade, proteína 22,4 e 24,1%, lipídios 31,3 e 31,0%, cinzas 3,7 e 4,2% e carboidratos totais 34,1 e 35,4%. Em ambos os trabalhos foram encontrados valores aproximados aos deste estudo.

5.3 Análise de aminoácidos na farinha desengordurada das amêndoas da faveleira

Os valores obtidos para a composição dos aminoácidos da farinha desengordurada das amêndoas da faveleira estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Composição dos aminoácidos da farinha desengordurada das amêndoas da faveleira

Aminoácidos	mg aminoácido/ g proteína
Ácido aspático (Asp)	37,64
Ácido glutâmico (Glu)	69,24
Serina (Ser)	19,28
Glicina (Gly)	15,99
Histidina (His)	13,93
Argenina (Arg)	41,01
Treonina (Thr)	18,96
Alanina (Ala)	22,19
Prolina (Pro)	26,98
Tirosina (Tyr)	8,93
Valina (Val)	3,02
Metionina (Met)	7,86
Cisteína (Cys)	1,52
Isoleucina (Ile)	3,16
Leucina (Leu)	34,35
Fenilalanina (Phe)	14,12
Lisina (Lys)	12,22
Triptofano (Trp)	nd

nd – não determinado

Para se avaliar a composição de proteínas em aminoácidos, a Organização Mundial da Saúde (OMS) preconiza como padrão de referência, as necessidades de aminoácidos essenciais de crianças em idade pré-escolar (dois a cinco anos). O metabolismo protéico de crianças menores requer uma quantidade relativamente maior de determinados aminoácidos,

entre os quais lisina e triptofano, quando comparado ao de escolares (crianças de seis a doze anos de idade). Esses, por sua vez, possuem maior demanda relativa desses aminoácidos que os adultos. A Tabela 8 apresenta os valores dos aminoácidos presentes na farinha desengordurada das amêndoas da faveleira e observamos a presença de todos os aminoácidos essenciais, porém a leucina foi o aminoácido essencial que apresentou maior concentração por grama de proteína (34,35mg de aminoácido/g de proteína). A leucina é usada como fonte de energia, ajuda a reduzir a queda de proteína muscular. Modula o aumento dos precursores neurotransmissores pelo cérebro, assim como a liberação das encefalinas, que impedem a passagem dos sinais de dor para o sistema nervoso. Promove cicatrização da pele e de ossos quebrados.

Os valores obtidos para a composição dos aminoácidos essenciais (Tabela 9) foram divididos pelos valores recomendados pela FAO/WHO (1991), e o escore químico de aminoácido permitiu determinar os aminoácidos limitantes. Uma proteína que apresenta escore químico maior que o valor 1,0 para todos os aminoácidos é considerada de alto valor nutricional. E o aminoácido que apresentar escore químico menor que 1,0 é chamado aminoácido limitante.

Tabela 9 - Composição dos aminoácidos essenciais da farinha desengordurada das amêndoas da faveleira e seu escore químico de aminoácidos

Aminoácidos essenciais	Farinha faveleira (mg aminoácido/g proteína)	Padrão FAO/WHO ¹	
		(mg aminoácido/g proteína)	Escore químico
Phe + Tyr	23,05	63	0,37
His	13,93	19	0,73
Ile	3,16	28	0,11
Leu	34,35	66	0,52
Lys	12,22	58	0,21
Met + Cys	9,38	25	0,38
Thr	18,96	34	0,56
Trp	nd	11	nd
Val	3,02	35	0,09

nd = não determinado. ¹Padrão FAO/WHO (1991) para crianças em idade pré-escolar (2 a 5 anos). Phe +Tyr (fenilalanina + tirosina); Met + Cys (metionina + cisteína).

A farinha desengordurada das amêndoas da faveleira apresentou baixo valor nutricional por possuir todos os aminoácidos como limitantes e ter como o aminoácido mais limitante a valina. Esses valores são inferiores ao recomendado pela FAO/WHO (1991), que é de 35 mg de valina por grama de proteína.

Em estudo realizado por Pires et al. (2006) foi verificado que o trigo e o milho apresentam como aminoácido mais limitante a lisina ambos com escore químico de 0,45, possuindo também como limitante a isoleucina, lisina, metionina + cisteína, treonina e valina e a soja apresenta como aminoácido limitante os aminoácidos sulfurados metionina e cisteína, com escore químico de 0,75, porém os demais aminoácidos essenciais apresentam escore químico superior a 1,0. Quando associado no alimento com outros ingredientes a farinha das amêndoas da faveleira se complementam, aumentando a qualidade protéica do alimento final, o mais importante é que um produto de origem vegetal apresentou todos os aminoácidos essenciais.

A Tabela 10 mostra a composição de aminoácidos da amostra comparado com o padrão FAO/WHO (1991) para adultos.

Tabela 10 - Composição dos aminoácidos da farinha desengordurada das amêndoas da faveleira comparada com o padrão da FAO/WHO (1991) para adultos

Aminoácidos	Farinha faveleira (mg aminoácido/g de proteína)	Padrão FAO/WHO¹ (mg aminoácido/g proteína)	Escore químico
Phe + Tyr	23,05	19	1,21
His	13,93	16	0,87
Ile	3,16	13	0,24
Leu	34,35	19	1,81
Lys	12,22	16	0,76
Met + Cys	9,38	17	0,55
Thr	18,96	09	2,11
Trp	nd	05	nd
Val	3,02	13	0,23

nd = não determinado. ¹Padrão FAO/WHO (1991) para adulto. Phe +Tyr (fenilalanina + tirosina); Met + Cys (metionina + cisteína).

Os dados apresentados na Tabela 10 mostram que para a faixa etária adulta, a amostra em estudo apresentou escores químicos superiores a 1,0 para os aminoácidos fenilalanina + tirosina (1,21), leucina (1,81) e treonina (2,11). Os demais aminoácidos apresentaram escore químico menor que 1,0 sendo, portanto limitantes. Desta forma pode-se observar que o uso das proteínas das sementes da faveleira é mais indicado para consumidores adultos que para crianças.

5.4 Rendimento de extração do isolado protéico

A farinha desengordurada das amêndoas da faveleira apresentou 56,18% de proteínas, onde 85,42% destas proteínas foram extraídas. No processo de extração das proteínas, 74,76% das proteínas foi precipitada em relação ao conteúdo protéico da amostra inicial e 10,66% não foram extraídas. O precipitado recuperado por centrifugação resultou num isolado protéico inodoro e coloração amarelo claro.

Quando comparado a outras fontes protéicas vegetais, as amêndoas da faveleira (85,42%) apresentou-se superior ao da castanha-do-pará (81,30%) (RAMOS e BORA, 2003), castanha de caju (78,80%) (QUEIROGA NETO et al., 2001) e macadâmia (83,00%) em pH de extração 12 (BORA e RIBEIRO, 2004) e inferiores ao lupin (91,03-91,25%) (EL-ADAWY et al., 2001), canola (88,0%) (KLOCKEMAN et al., 1997) e ervilha (86,60%) (CHAVAN et al., 2001).

Observando os pontos isoelétricos (pI) dos aminoácidos extraídos a partir da farinha desengordurada, pode-se ter uma noção de quais aminoácidos foram mais extraídos na obtenção do isolado protéico, pois no processo de obtenção o pH foi ajustado a 4,5 para que as proteínas precipitassem. O aminoácido que apresentou maior concentração foi o ácido glutâmico (pI de 3,22), argenina (pI de 10,76), ácido aspártico (pI de 2,97) e leucina (pI de 5,98). Com isso, provavelmente os aminoácidos com pI próximos ao pH de 4,5 foram os mais extraídos.

5.5 Elaboração do pão de forma enriquecido com farinha das amêndoas e proteínas da faveleira

Os pães de forma elaborados apresentaram uma estrutura compacta, não quebradiça, textura mais dura, alvéolos pequenos e miolo ligeiramente amarelado com coloração característica para este tipo de pão, sem variação visual comparando com o pão utilizado como padrão.

5.5.1 Avaliação físico-química e física dos pães de forma enriquecidos com farinha das amêndoas e proteínas da faveleira

As médias e desvios padrão das determinações físico-químicas realizadas no pão de forma convencional (padrão) e nos pães enriquecidos com a faveleira estão descritas na Tabela 11.

Tabela 11 - Avaliação físico-química e física dos pães de forma elaborados

Experimentos	Análises*		
	Acidez (mL de NaOH a 0,1N/10g de pão)	pH	Volume específico (cm ³ /g)
Padrão	3,61 ± 0,57 ^a	5,19 ± 0,04 ^a	5,31 ^a
1	3,29 ± 0,57 ^a	4,96 ± 0,02 ^b	4,95 ^b
2	3,95 ± 0,01 ^a	5,29 ± 0,05 ^c	5,19 ^c
3	3,29 ± 0,57 ^a	5,25 ± 0,04 ^a	5,08 ^d
4	3,95 ± 0,01 ^a	5,40 ± 0,02 ^d	4,58 ^e
5	3,62 ± 1,14 ^a	5,01 ± 0,04 ^b	4,95 ^b
6	3,29 ± 1,14 ^a	5,32 ± 0,02 ^c	4,87 ^f
7	3,95 ± 0,01 ^a	5,39 ± 0,02 ^d	4,95 ^b

*média de três repetições (± desvio padrão), exceto volume específico. Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente (P<0,05) do padrão segundo o teste de “t student” a 5% de significância

Os valores médios de pH e acidez dos pães variaram, respectivamente, de 4,96 - 5,39 e de 3,29-3,95 mL de NaOH 0,1N/10g pão. Os valores de pH estão próximos ao valor considerado ótimo para o pão de forma, que é de 5,20, recomendado por Quaglia (1991). Os pães enriquecidos não se apresentaram diferentes estatisticamente, com relação a acidez, do pão convencional (padrão). Quílez et al. (2006) ao estudarem pães fermentados somente por levedura de padaria observaram que a aceitação aumentava com a elevação no pH e redução na acidez. Lima et al. (2009) verificaram valores de médios de pH e acidez, respectivamente, de 5,20-5,49 e de 4,21-4,63 mL de NaOH 0,1N/10 g de pão, para pães adicionados de soro de leite em pó.

O volume específico dos pães estiveram acima de 4,0 cm³/g, estando entre 4,58 a 5,31 cm³/g. Soares Júnior et al. (2006), encontraram valores entre 2,10 a 4,45 cm³/g ao utilizarem diferentes proporções de farinha de trigo, fécula de mandioca e okara (resíduo gerado na extração do extrato hidrossolúvel da soja) em formulações de pães de forma. Granito e Guerra (1997) verificaram também um volume específico de 3,70 cm³/g para o pão de forma convencional adicionado de ácido ascórbico (100 mg/Kg de farinha).

5.5.2 Composição centesimal dos pães de forma enriquecidos com a farinha das amêndoas e proteínas da faveleira

Os pães de forma elaborados apresentaram como variáveis de resposta o teor de umidade, cinzas, proteínas, lipídios e carboidratos segundo a Tabela 12.

Tabela 12 - Composição centesimal dos pães de forma enriquecido com a farinha e isolado protéico da faveleira

Experimentos	Componentes centesimais (%) [*]				
	Umidade	Cinzas	Proteína (Nx6,25)	Lipídios	Carboidratos
Padrão	29,40 ± 0,72 ^a	1,42 ± 0,04 ^a	9,44 ± 0,47 ^a	2,18 ± 0,02 ^a	57,36
1	29,87 ± 0,11 ^a	1,10 ± 0,05 ^b	9,96 ± 0,55 ^a	2,36 ± 0,03 ^b	58,30
2	31,70 ± 0,56 ^b	1,16 ± 0,14 ^b	11,02 ± 0,85 ^b	5,80 ± 0,04 ^c	51,57
3	31,60 ± 0,51 ^a	0,92 ± 0,08 ^c	10,30 ± 0,58 ^a	3,00 ± 0,07 ^d	55,78
4	29,47 ± 0,23 ^a	1,22 ± 0,09 ^b	10,78 ± 0,27 ^b	4,33 ± 0,07 ^e	54,39
5	28,90 ± 0,26 ^a	1,43 ± 0,08 ^a	10,75 ± 0,16 ^b	4,27 ± 0,28 ^f	54,29
6	32,03 ± 0,15 ^c	1,34 ± 0,09 ^a	10,52 ± 0,51 ^a	4,05 ± 0,03 ^f	51,85
7	30,57 ± 0,15 ^b	1,34 ± 0,16 ^a	10,50 ± 0,60 ^a	4,06 ± 0,71 ^f	52,91

^{*}média de três repetições (± desvio padrão). Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente (P<0,05) do padrão segundo teste de “t student” a 5% de significância

A Resolução - RDC n. 90, de 18 de outubro de 2000 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, estabelece um limite máximo de 38% de umidade para pães preparados, exclusivamente, com farinha de trigo comum e ou farinha de trigo especial (sêmola/semolina de trigo) (ANVISA, 2000). Os pães de forma elaborados neste estudo obtiveram umidade entre 28 e 32%, sendo mais baixo que o recomendado pela referida resolução. Quando analisados estatisticamente, os experimentos 2, 6 e 7 diferiram estatisticamente do padrão com 5% de significância.

Para uma boa aceitação sensorial, os pães não podem ser excessivamente secos ou úmidos, porém o consumidor tende a dar preferência a pães mais úmidos. A umidade excessiva dos pães, tanto favorece a atividade microbiana como dificulta o trabalho com a massa resultando num produto pegajoso e flácido, sendo evidente o controle da umidade fator essencial no processo tecnológico desses produtos.

Com relação às cinzas, que é o conteúdo de minerais fixos, os pães enriquecidos apresentaram variação de 0,92 a 1,43%. Os experimentos 1, 2, 3 e 4 apresentaram-se estatisticamente diferentes (P < 0,05) do pão convencional (padrão). O teor de minerais nos pães analisados, esteve abaixo dos valores relatados por Fonseca (2006) para pão de forma adicionado de mucilagem de inhame e de leite (2,42 a 2,53%).

O teor de proteína nos pães elaborados diferiram estatisticamente do pão convencional (padrão) pelo teste de t-student nos experimentos 2, 4 e 5.

Os valores médios do teor de proteína para os pães enriquecidos elaborados foram analisados através do planejamento experimental fatorial 2² obtendo a análise de variância (ANOVA) para o modelo linear como apresentado na Tabela 13.

Tabela 13 – ANOVA (Análise de variância) para o modelo linear diante do teor de proteínas nas amostras

	Soma quadrática	Grau de liberdade	Média quadrática	Teste F
Regressão	0,69	3	0,11	77,12
Resíduo	0,05	3	0,001	
Falta de ajuste	0,01	1		
Erro puro	0,04	2		
Total	0,73	6		
R ²	93,53	-		
F tabelado _{0,95, 3,3}				9,28

O F calculado foi 77,12 e o F tabelado_{0,95,3,3} (RODRIGUES e IEMMA, 2005) foi 9,28 observando-se que o modelo é estatisticamente significativo para 95% de confiança, pois a razão entre F calculado e F tabelado foi 8,31, além de significativo o modelo pode ser considerado preditivo, pois a razão entre o F calculado e F tabelado foi mais de 8. Segundo BARROS NETO et al. (1996) para que o modelo tenha validade estatística, de acordo com o Teste F, o valor da razão F calculado em relação a F tabelado deve ser acima de 1,0.

Foi constatado após análise dos resultados que o coeficiente do modelo farinha da faveleira (X₁) e a média foram estatisticamente significativas para o nível de 95% de confiança. O modelo codificado (Resposta = β₀ + β₁X₁ + β₂X₂ + β₃X₁X₂) está apresentado na Equação 2, com os coeficientes estatisticamente significativos em negrito.

$$\text{Teor de proteínas (\%)} = \mathbf{10,54} + \mathbf{0,77 X_1} + 0,05 X_2 - 0,29 X_1X_2 \quad (2)$$

A Figura 11 apresenta o gráfico de Pareto com nível de 95% de confiança para a estimativa dos efeitos.

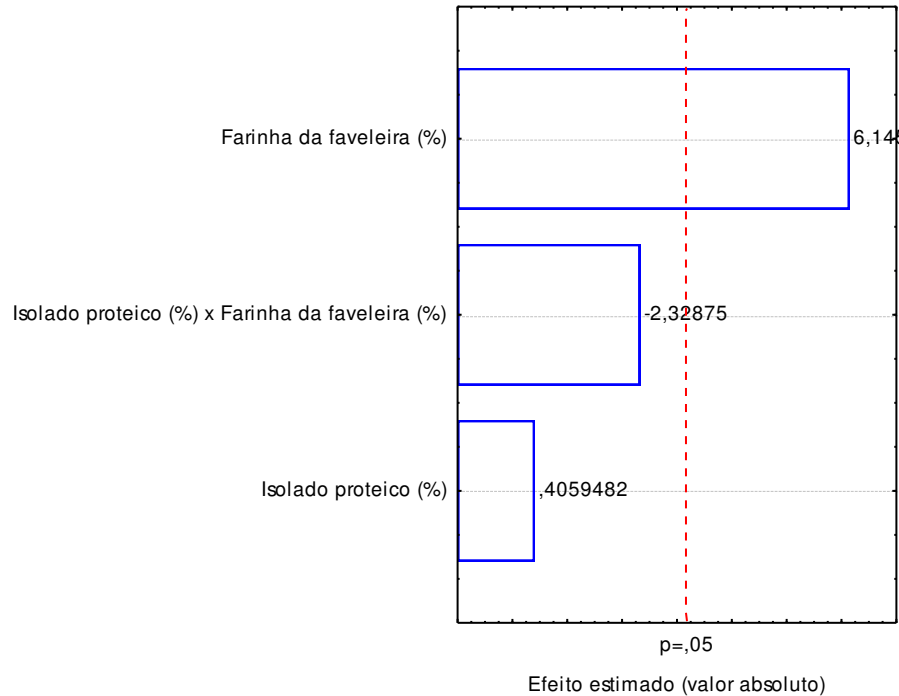


Figura 11 - Diagrama de Pareto para o teor de proteínas

Verifica-se, analisando-se a Figura 11, que o efeito da concentração de farinha da faveleira se mostra estatisticamente significativo, com efeito estimado de 6,14% para a farinha da faveleira.

A Figura 12 representa o gráfico da superfície de resposta gerada com base na variável dependente (variável resposta) teor de proteínas.

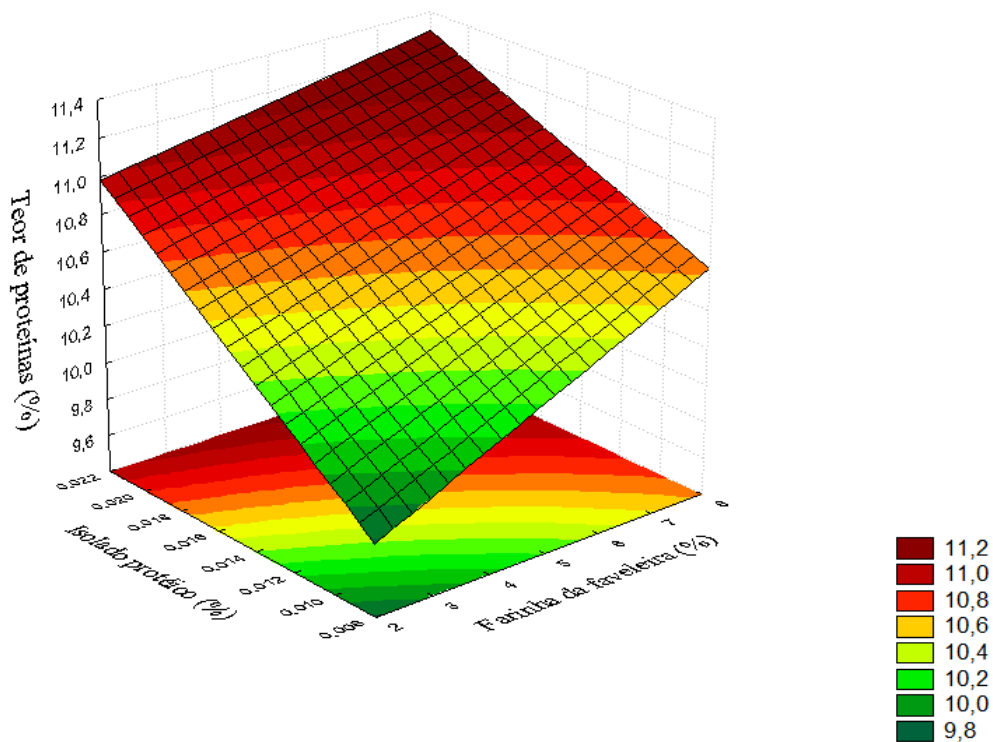


Figura 12 - Superfície de resposta para o teor de proteínas

Analisando-se a superfície de resposta (Figura 12) tem-se que, principalmente aumentando a concentração da farinha da faveleira obtêm-se uma maior porcentagem de proteínas. Esse resultado é confirmado quando analisado o teor de proteínas na farinha das amêndoas da faveleira que contém 32,52%. A quantidade de isolado protéico adicionada ao produto elaborado foi tão pequena que não se mostrou estatisticamente significativa quando adicionada ao pão de forma.

Com relação ao teor de lipídios nos pães elaborados, observou-se que todos os experimentos diferiram estatisticamente do pão padrão, com valores variando de 2,36 a 5,80%. Os valores encontrados para os experimentos estão próximos ao recomendado pela Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (UNICAMP, 2006) que determina para cada 100 g de pão de forma tradicional 2,7 g de lipídios.

Os valores médios do teor de lipídios foram analisados através do planejamento experimental fatorial 2^2 obtendo a análise de variância (ANOVA) para o modelo linear como apresentado na Tabela 14.

Tabela 14 – ANOVA (Análise de variância) para o modelo linear diante do teor de lipídios nas amostras

	Soma quadrática	Grau de liberdade	Média quadrática	Teste F
Regressão	6,86	3	2,29	48,47
Resíduo	0,14	3	0,05	
Falta de ajuste	0,11	1		
Erro puro	0,03	2		
Total	7,11	6		
R ²	96,02			
F tabelado _{0,95, 3,3}				9,28

O F calculado foi 48,47 e o F tabelado_{0,95,3,3} (RODRIGUES e IEMMA, 2005) foi 9,280 observando-se que o modelo é estatisticamente significativo ao nível de 95% de confiança, pois a razão entre F calculado e F tabelado foi 5,223, além de significativo o modelo pode ser considerado preditivo, pois a razão entre o F calculado e F tabelado foi acima de 4.

Foi constatado após análise dos resultados que apenas o coeficiente do modelo isolado protéico (X_2) não se apresentou estatisticamente significativa, tendo em vista que os demais coeficientes, média, farinha da faveleira (X_1) e a interação entre farinha e isolado protéico da faveleira (X_1X_2) foram estatisticamente significativas para o nível de 95% de confiança. O modelo codificado está apresentado na Equação 3, com os coeficientes estatisticamente significativos em negrito.

$$\text{Teor de lipídios (\%)} = \mathbf{3,98} + \mathbf{1,19} X_1 - 0,21 X_2 - \mathbf{0,53} X_1X_2 \quad (3)$$

A Figura 13 representa o gráfico de Pareto com nível de 95% de confiança para a estimativa dos efeitos.

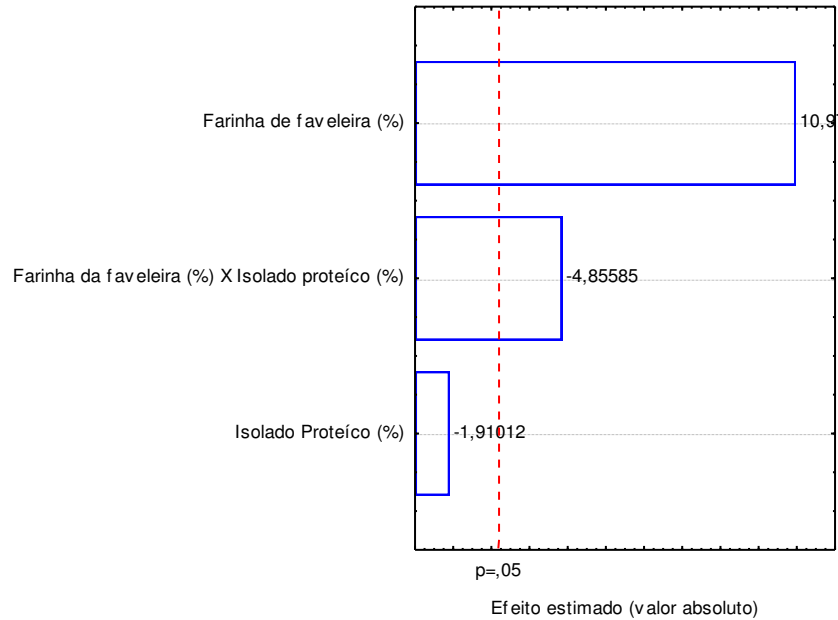


Figura 13 - Diagrama de Pareto para o teor de lipídios

Verifica-se, analisando-se a Figura 13, que os efeitos da concentração de farinha da faveleira e da interação entre farinha e isolado protéico da faveleira se mostram estatisticamente significativos, com efeito estimado de 10,90%.

A Figura 14 representa o gráfico da superfície de resposta com base na variável dependente (variável resposta) teor de lipídios.

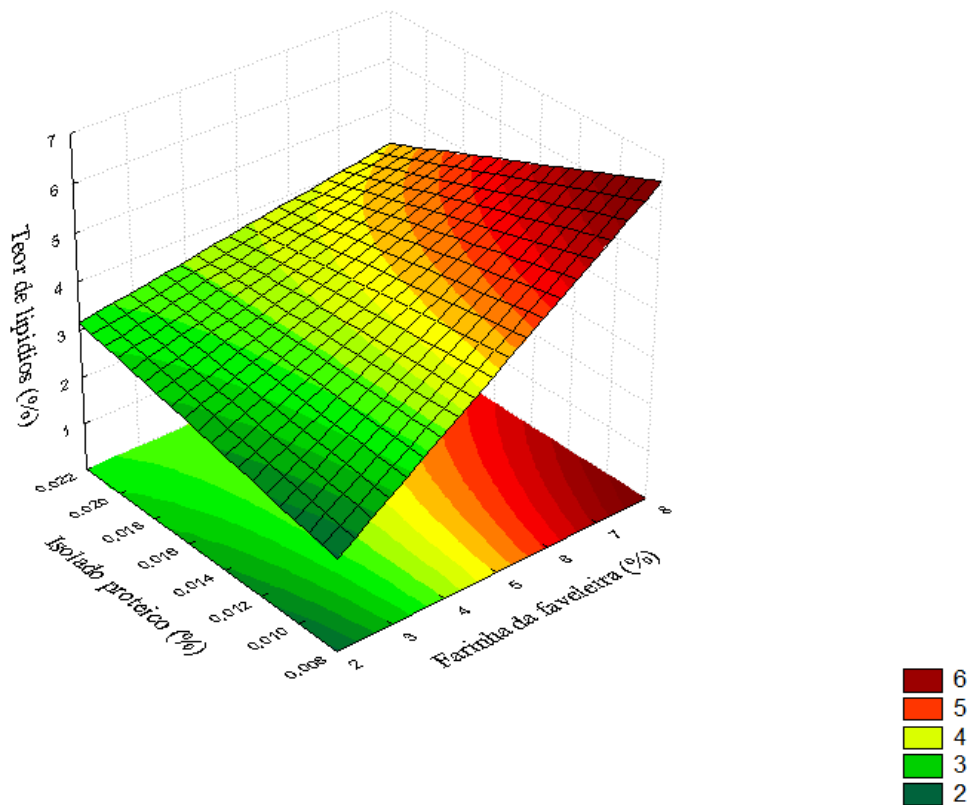


Figura 14 - Superfície de resposta para o teor de lipídios

Analisando-se a superfície de resposta (Figura 14) tem-se que, principalmente aumentando a concentração da farinha da faveleira obtêm-se uma maior porcentagem de lipídios. Esse resultado é confirmado quando analisado o teor de lipídios na farinha das amêndoas da faveleira que contém 40,96%.

Em estudo anterior a este (CAVALCANTI, 2007) observou-se que os lipídios contidos na farinha das amêndoas da faveleira possuem composição química com boas características nutricionais, uma vez que contém em média 70% de ácidos graxos insaturados, especialmente o ácido linoléico (C18:2). Os ácidos graxos saturados representaram 31,73%, sendo os ácidos graxos palmítico C16:0 (20,87%) e ácido esteárico C18:0 (10,55%) os mais abundantes. Para a variação sem espinho, 29,13% foram dos ácidos graxos saturados e destes 18,85% foram do ácido graxo palmítico C16:0 e 9,98% do C18:0. Os ácidos graxos mirísticos C14:0 foi menos abundante em ambas. Os ácidos graxos insaturados representaram 68,27%, com os ácidos graxos linoléico C18:2 e ácido oléico C18:1 em maior porcentagem com 49,45% e 17,8% respectivamente e o ácido graxo linolênico C18:3 apresentou menor porcentagem com 1,02%.

O óleo contido nas sementes de faveleira tem um alto teor de ácidos graxos poliinsaturados com predominância do ácido linoléico (ω -6) e oléico (ω -9) fazendo com que

alimentos enriquecidos com esse ingrediente sejam considerados alimentos funcionais. Em função disso, o mercado mundial apresenta uma gama bastante ampla de suplementos alimentares de ácidos graxos poliinsaturados ω -3 e ω -6 e de produtos, nos quais estes ácidos são incorporados como leites e derivados, fórmulas lácteas infantis, biscoitos, pães, ovos, massas e sucos de frutas.

5.5.3 Avaliação sensorial dos pães de forma enriquecidos com a farinha das amêndoas e proteínas da faveleira

Os pães de forma elaborados foram submetidos a análise sensorial para se verificar a aceitação global do produto e os atributos sabor, textura e cor. Os provadores recrutados foram aqueles que de acordo com a ficha de recrutamento indicaram que não possuíam problemas relacionados com os alimentos testados, não estavam fazendo uso de dietas especiais nem medicamentos e gostavam de pão de forma com boa frequência de consumo.

Dos provadores que participaram deste estudo, 54% eram do gênero feminino e 43,4% masculino, com frequência de idade de 52% dos provadores com idade até 30 anos, 36% dos provadores com até 20 anos e 12% dos provadores com idade de mais de 30 anos.

Os valores médios da resposta aceitação global dos pães elaborados foram analisados através do planejamento experimental fatorial 2^2 obtendo a análise de variância (ANOVA) para o modelo linear como apresentado na Tabela 15.

Tabela 15 – ANOVA (Análise de variância) para o modelo linear diante da aceitação global das amostras pelos provadores

	Soma quadrática	Grau de liberdade	Média quadrática	Teste F
Regressão	0,38	3	0,13	1,65
Resíduo	0,23	3	0,08	
Falta de ajuste	0,12	1		
Erro puro	0,11	2		
Total	0,60	6		
R ²	61,36			
F tabelado _{0,95, 3,3}				9,28

O F calculado foi 1,65 e o F tabelado _{0,95,3,3} (RODRIGUES e IEMMA, 2009) foi 9,280 observando-se que o modelo não é estatisticamente significativo para 95% de confiança, pois para que o modelo seja estatisticamente significativo a razão entre F calculado e F tabelado, de acordo com o Teste F, tem que ser acima de 1,0 segundo BARROS NETO et al. (1996).

O modelo codificado (Resposta = $\beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_1X_2$) está apresentado na Equação 4 com os coeficientes estatisticamente significativos em negrito.

$$\text{Aceitação global} = \mathbf{6,87} - 0,28 X_1 - 0,06 X_2 + 0,10 X_1X_2 \quad (4)$$

Foi constatado que após análise dos resultados as variáveis não se apresentaram estatisticamente significativas e só a média foi estatisticamente significativa. Esse resultado pode ser a primeira vista, considerado como negativo, mas na verdade é considerado como muito bom, pois independente da concentração da farinha e do isolado protéico das sementes da faveleira acrescentados ao produto, o pão de forma não variou o seu aspecto geral. Rodrigues e Iemma (2009) estudando o desenvolvimento de pão de forma sem adição de açúcares, gorduras e emulsificantes, com o uso de enzimas e amido de mandioca modificado observaram que as variáveis estudadas não se apresentaram estatisticamente significativas e

justamente por isso o resultado foi muito interessante, sendo possível a substituição de ingredientes.

Quando comparado com o pão de forma padrão elaborado nas mesmas condições, os experimentos também não diferiram estatisticamente quanto a aceitação global, entre o produto enriquecido ou não como pode ser observado na Tabela 16. O mesmo resultado foi encontrado quando analisados os atributos sabor, textura e cor do produto.

Tabela 16 – Valores médios da análise sensorial quanto a aceitação global e atributos sabor, textura e cor

Experimentos	Análise sensorial			
	Aceitação global	Sabor	Textura	Cor
Padrão	7,1 ± 1,34 ^a	7,1 ± 1,29 ^a	6,8 ± 1,28 ^a	7,4 ± 1,24 ^a
1	7,3 ± 1,12 ^a	7,2 ± 1,43 ^a	7,3 ± 1,13 ^a	7,2 ± 1,74 ^a
2	6,5 ± 1,67 ^a	6,7 ± 1,67 ^a	6,6 ± 1,54 ^a	7,0 ± 1,52 ^a
3	6,9 ± 1,43 ^a	7,1 ± 1,41 ^a	6,7 ± 1,67 ^a	7,1 ± 1,67 ^a
4	6,6 ± 1,68 ^a	6,4 ± 1,69 ^a	6,3 ± 1,58 ^a	7,3 ± 1,65 ^a
5	6,7 ± 1,63 ^a	6,9 ± 1,61 ^a	6,7 ± 1,46 ^a	7,4 ± 1,41 ^a
6	6,8 ± 1,82 ^a	6,9 ± 1,79 ^a	6,9 ± 1,66 ^a	6,8 ± 1,56 ^a
7	7,3 ± 1,25 ^a	7,4 ± 1,21 ^a	7,4 ± 1,33 ^a	7,0 ± 1,64 ^a

Análise realizada com 50 provadores não treinados utilizando escala hedônica de nove pontos variando de 1 – gostei muitíssimo a 9 – gostei muitíssimo. Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente ($P < 0,05$) do padrão segundo teste de “t student” a 5% de significância

Observa-se na Tabela 16 que as médias dos experimentos nos diferentes atributos analisados não diferem estatisticamente com o padrão. No entanto, os valores médios da maioria dos atributos variaram de 6,3 a 7,4, equivalentes aos termos hedônicos de “gostei ligeiramente” a “gostei muito”.

Os atributos analisados apresentaram o mesmo perfil, não diferindo estatisticamente entre si, mostrando que enriquecendo os pães com qualquer concentração das sementes da faveleira não interferirá nas características sensoriais do produto final.

As Figuras 15, 16 e 17 apresentam histogramas de frequência para os atributos sabor, textura e cor dos pães elaborados.

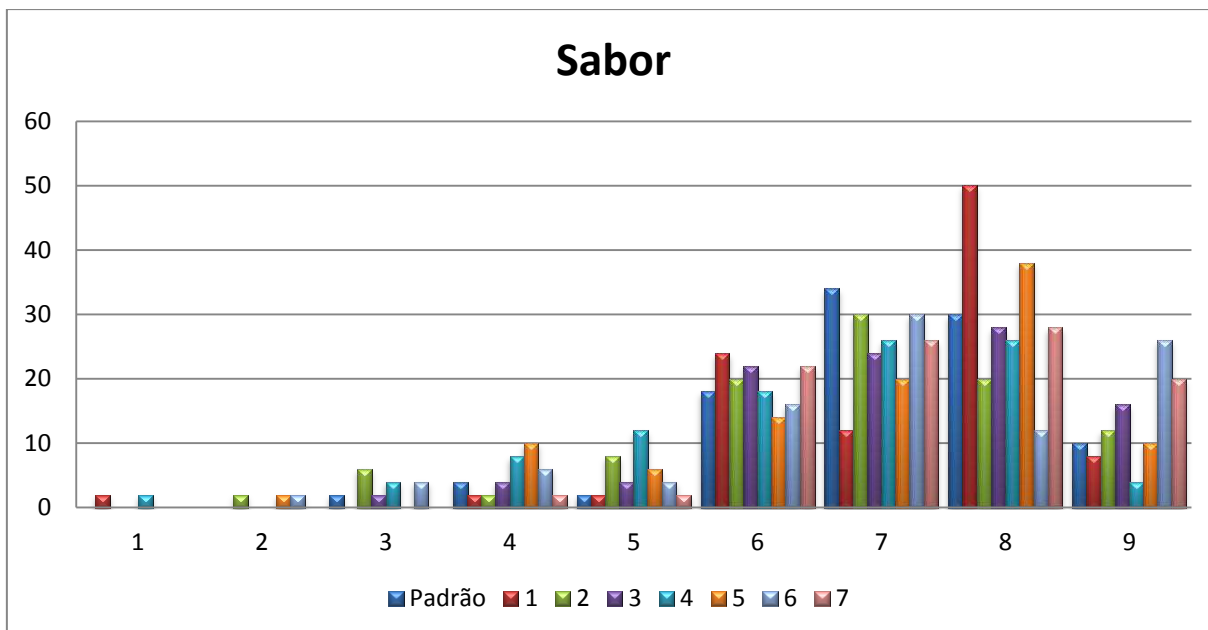


Figura 15 – Histograma de frequência para o atributo sabor nos pães de forma padrão e enriquecidos elaborados

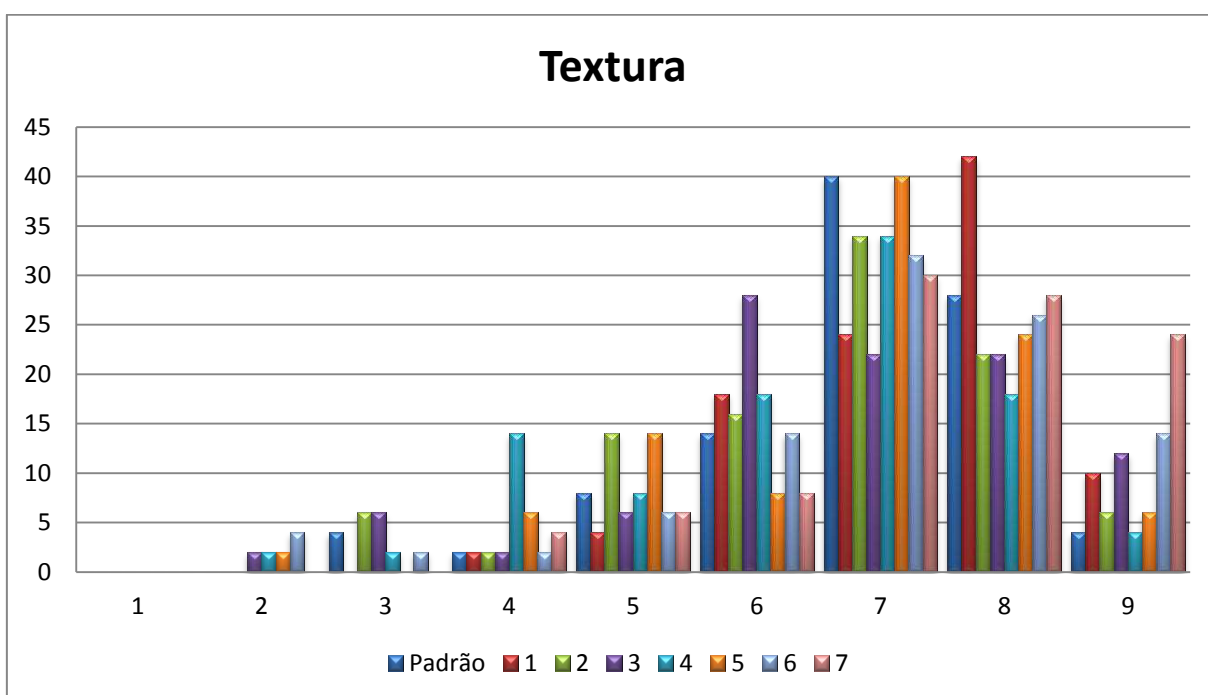


Figura 16 – Histograma de frequência para o atributo textura nos pães de forma padrão e enriquecidos elaborados

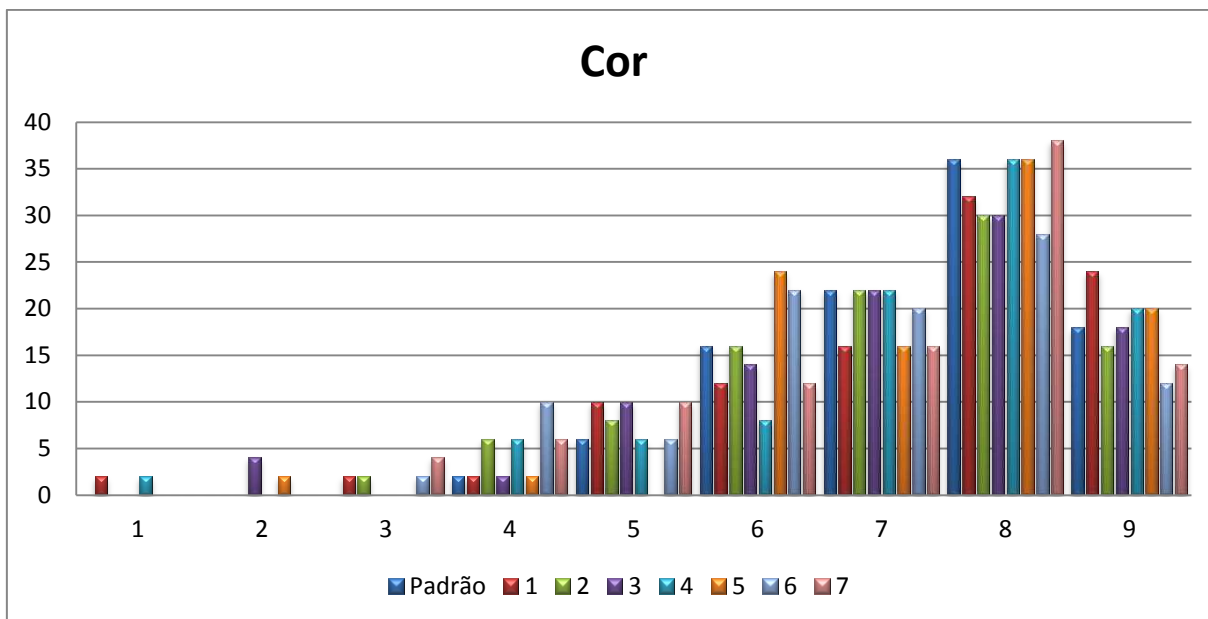


Figura 17 – Histograma de frequência para o atributo cor nos pães de forma padrão e enriquecidos elaborados

O índice de aceitação é tido como a soma da frequência dos valores superiores a 6 e o índice de rejeição como a soma da frequência dos valores inferiores a 4 na escala hedônica de 9 pontos. Com relação ao atributo sabor, todos os pães elaborados apresentaram índice de aceitação superior a 70%, sendo o experimento 7, com 5% de farinha das amêndoas da faveleira e 0,015% do isolado protéico, o que obteve maior índice de aceitação com 96% e índice de rejeição de 2%.

Alguns estudos sobre pães de forma enriquecido obtiveram boa aceitação pelos provadores, como Lima et al. (2009) ao elaborar pães de forma enriquecidos com soro de leite em pó, os quais foram consideradas aceitas pelos provadores, pois obtiveram escores médios acima de 5,0 (“não gostei e nem desgostei”). Cantuária et al. (2008) ao analisar o perfil sensorial de pães de forma enriquecidos com okara, observaram que os pães de forma contendo 5 e 10% de okara tiveram ótima aceitabilidade pelos participantes.

De acordo com Esteller et al. (2004), a dureza ou firmeza dos pães está relacionada com a força aplicada para ocasionar deformação ou rompimento da amostra, avaliada por texturômetros mecânicos e correlacionada com a mordida humana durante a ingestão dos alimentos. A força máxima avaliada para produtos panificados é dependente da formulação (qualidade da farinha, quantidade de açúcares, gorduras, emulsificantes, enzimas e mesmo a adição de glúten e melhoradores de farinha), umidade da massa e conservação (tempo de fabricação do produto e embalagem).

Foi pedido para que os provadores comentassem a respeito dos produtos analisados e o experimento que continha 2,5% de farinha das amêndoas da faveleira e 0,01% de isolado protéico foi o mais preferido. Segundo os comentários realizados pelos provadores nas fichas de avaliação, a maioria dos provadores compraria os produtos enriquecidos com a semente da faveleira, pois constataram que o produto não apresentou características sensoriais negativas com relação ao pão convencional.

De acordo com os resultados observados o enriquecimento de produtos de panificação com sementes de faveleira poderá ser feito para melhorar as características nutricionais do produto sem modificar os atributos sensoriais tidos como tradicionais do pão.

5.6 - Elaboração de bebida láctea fermentada enriquecida com extrato solúvel das sementes da faveleira

O estudo da produção do extrato solúvel das sementes da faveleira e sua utilização em produtos lácteos pode gerar produtos de qualidade, com maior valor agregado, pois o crescimento do mercado mundial consumidor impulsionado pela globalização, origina diretrizes de variáveis científicas voltadas para pesquisa e desenvolvimento tecnológico em todos os setores produtivos.

O setor lácteo produtor de fermentados, em plena expansão, busca por inovações constantes, elaborados que necessitam de aceitabilidade, vida útil no mercado, diferencial degustativo e estabilidade até consumo ou troca por vencimento de validade.

5.6.1 Processo de obtenção do extrato solúvel das sementes da faveleira

O processo de maceração é muito utilizado por leguminosas em etapa que antecede a cocção dos grãos para que estes fiquem mais macios, acontecendo o mesmo quando se deseja obter o seu extrato, tornando seus sólidos mais solúveis, facilitando a extração. A Figura 18 apresenta os experimentos após 6 horas de maceração segundo o delineamento experimental.



Figura 18 – Experimentos no final do processo de maceração segundo o delineamento experimental

Observa-se na Figura 18 que houve uma mudança na coloração da água no processo de maceração das sementes da faveleira e esta coloração variou de acordo com os tratamentos realizados, observando coloração mais escura quando tratado a temperatura de 60 °C e maior concentração de sementes. O pH de 4,97 a 7,81 das soluções de maceração variou de acordo com o tratamento utilizado.

Os valores médios do teor de umidade absorvida pelas sementes após seis horas de maceração foram analisados através da metodologia de superfície de resposta obtendo a análise de variância (ANOVA) para o modelo linear como apresentado na Tabela 17.

Tabela 17 – ANOVA (Análise de variância) para o modelo linear diante do teor de umidade das sementes maceradas

	Soma quadrática	Grau de liberdade	Média quadrática	Teste F
Regressão	135,88	6	22,65	6,40
Resíduo	31,79	9	3,54	
Falta de ajuste	0,18	1		
Erro puro	31,60	8		
Total	167,66	15		
R ² (%)	81,04	-		
F tabelado _{0,95, 6,9}				3,37

O valor de F calculado para o modelo foi 6,40 e o F tabelado_{0,95,6,9} (RODRIGUES e IEMMA, 2005) foi 3,37. Segundo BARROS NETO et al (2001) para que o modelo tenha validade estatística, de acordo com o teste F, o valor calculado pelo modelo deve ser acima

de 1,0, observa-se que o modelo é estatisticamente significativo para o nível de 95% de confiança, a razão entre F calculado e F tabelado foi 1,89.

Foi constatado após análise dos resultados que a média e o coeficiente do modelo temperatura (X_2) foram estatisticamente significativas para o nível de 95% de confiança. O modelo codificado (Resposta = $\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_1 X_2 + \beta_5 X_1 X_3 + \beta_6 X_2 X_3$) está apresentado na Equação 5, com os coeficientes estatisticamente significativos em negrito.

$$\text{Teor de umidade (\%)} = \mathbf{30,62} + 0,08 X_1 + \mathbf{2,59 X_2} + 1,04 X_3 + 0,41 X_1 X_2 - 0,54 X_1 X_3 - 0,46 X_2 X_3 \quad (5)$$

A Figura 19 apresenta o gráfico de Pareto com nível de 95% de confiança para a estimativa dos efeitos.

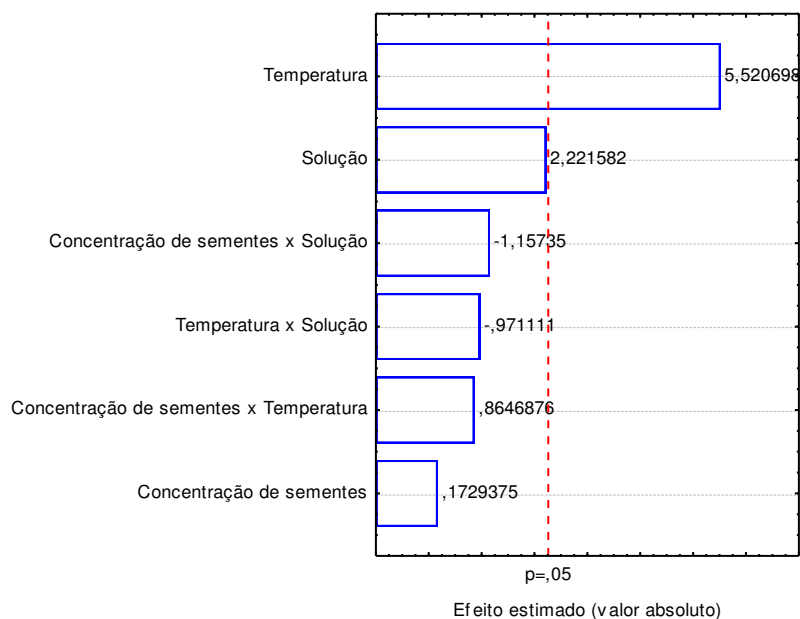


Figura 19 - Diagrama de Pareto para o teor de umidade das sementes no processo de maceração

De acordo com a Figura 19 pode-se observar que a temperatura foi a variável de maior interação, atingindo um efeito estimado de 5,52, mostrando-se estatisticamente significativa, com 95% de confiança.

As Figuras 20 e 21 apresentam os gráficos da superfície de resposta gerada com base na variável dependente (variável resposta) teor de umidade das sementes, fixando a solução de água e de bicarbonato de sódio a 0,5%, respectivamente, no processo de maceração.

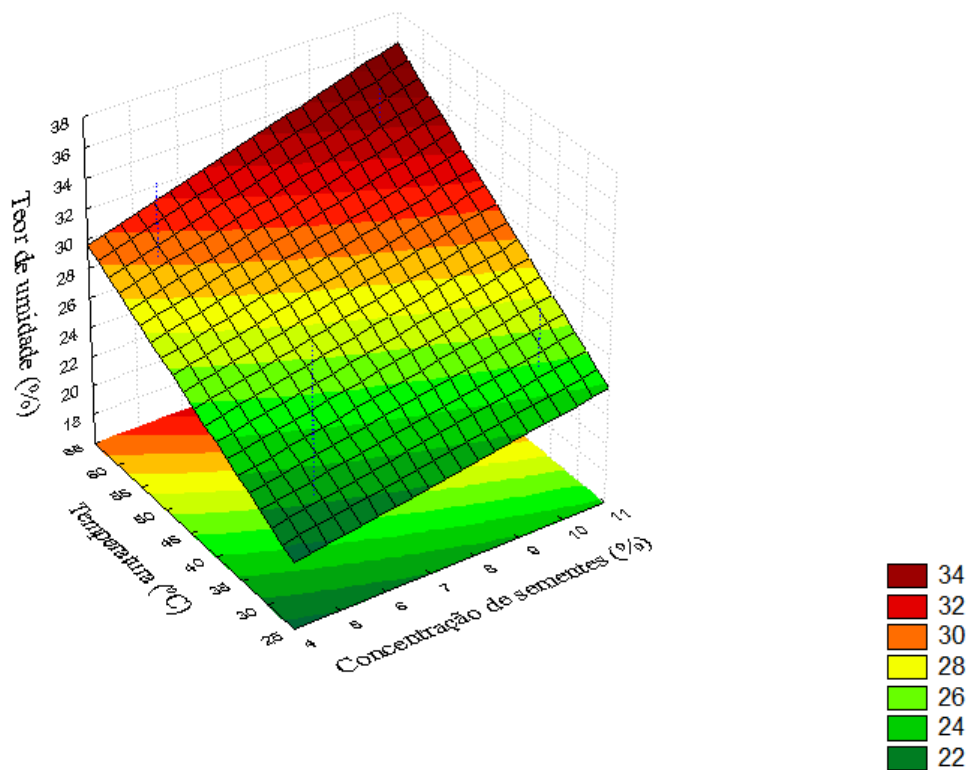


Figura 20 - Superfície de resposta para o teor de umidade nas sementes no processo de maceração em relação a solução de água

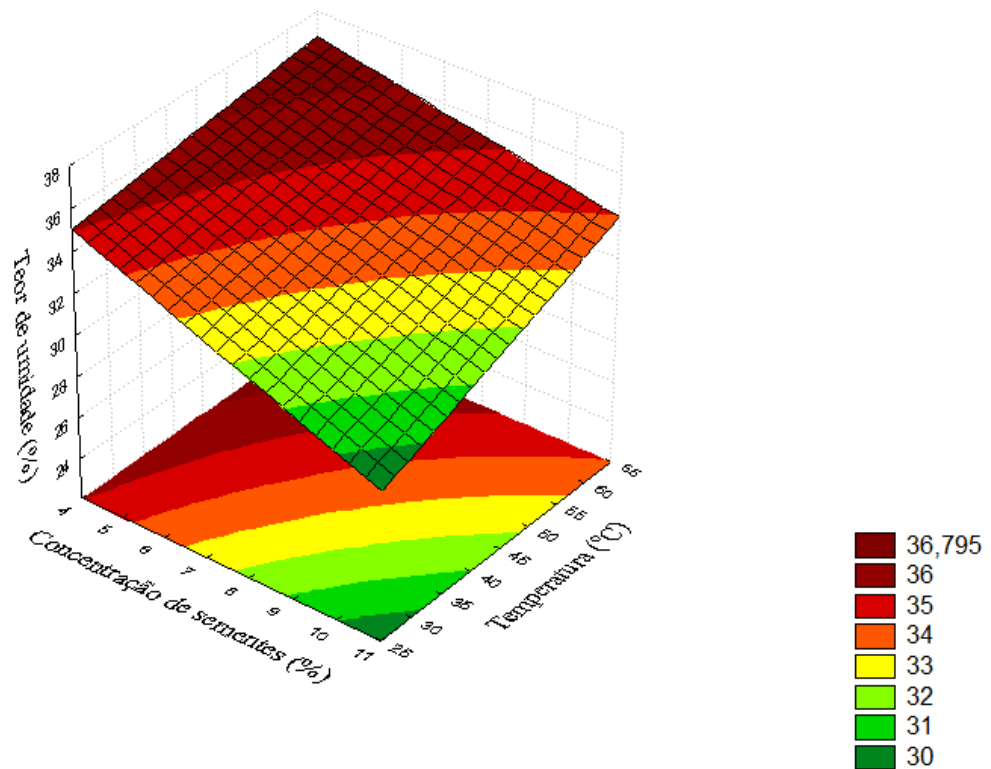


Figura 21 - Superfície de resposta para o teor de umidade nas sementes no processo de maceração em relação a solução de bicarbonato de sódio a 0,5%

No processo de maceração, fixando a solução de água e de bicarbonato de sódio a 0,5%, Figuras 20 e 21, respectivamente, observa-se através das superfícies de resposta geradas que quanto maior a temperatura no processo, maior será o teor de umidade após a maceração das sementes, porém têm-se que a melhor solução para o processo de maceração é a de bicarbonato de sódio a 0,5%.

Após maceradas, as sementes apresentaram diferentes quantidades de água absorvida e teor de umidade como mostra a Tabela 18.

Tabela 18 – Quantidade de água absorvida pelas sementes e teor de umidade após em 6 horas de maceração

Experimento	Água absorvida (%)[*]	Teor de umidade das sementes após maceração (%)[*]
1	34,50 ± 0,03 ^a	26,20 ± 1,24 ^a
2	33,62 ± 1,33 ^a	26,85 ± 0,07 ^a
3	42,88 ± 0,54 ^{be}	31,70 ± 1,98 ^b
4	41,13 ± 0,21 ^b	33,55 ± 1,34 ^b
5	38,47 ± 0,05 ^c	30,50 ± 2,12 ^{bc}
6	36,33 ± 0,65 ^d	28,55 ± 0,35 ^c
7	43,67 ± 0,07 ^e	33,75 ± 0,35 ^b
8	43,23 ± 0,93 ^e	33,85 ± 1,77 ^b

^{*}Média de duas repetições seguidas de seus respectivos desvios. Letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ($P < 0,05$) entre si segundo o teste de “t-student” a 5% de significância

O teor de umidade das sementes antes do processo de maceração (inicial) foi de 6,30% ($\pm 0,28$) e os experimentos distintos apresentaram taxa de absorção de água crescente com o decorrer do tempo, porém os experimentos que obtiveram maior percentagem de água absorvida foram os experimentos 7 e 8. Os experimentos que apresentaram maior teor de umidade das sementes após o processo de maceração, segundo a Tabela 18, foram os experimentos 7 e 8, sendo o experimento 8 o escolhido para obtenção do extrato solúvel das sementes da faveleira, pois sua solução de extração foi composta por bicarbonato de sódio a 0,5%, sendo considerada a melhor solução de extração no processo de maceração.

Lazzari (2006) analisando o processo de maceração de grãos de soja observou um aumento da umidade, que foi em média de 9,9% de umidade inicial e após 12 horas de maceração a temperatura ambiente passou a ter 61,5% de umidade.

A Figura 22 apresenta a cinética da quantidade de água absorvida pelas sementes da faveleira a cada hora de maceração para obtenção do extrato solúvel.

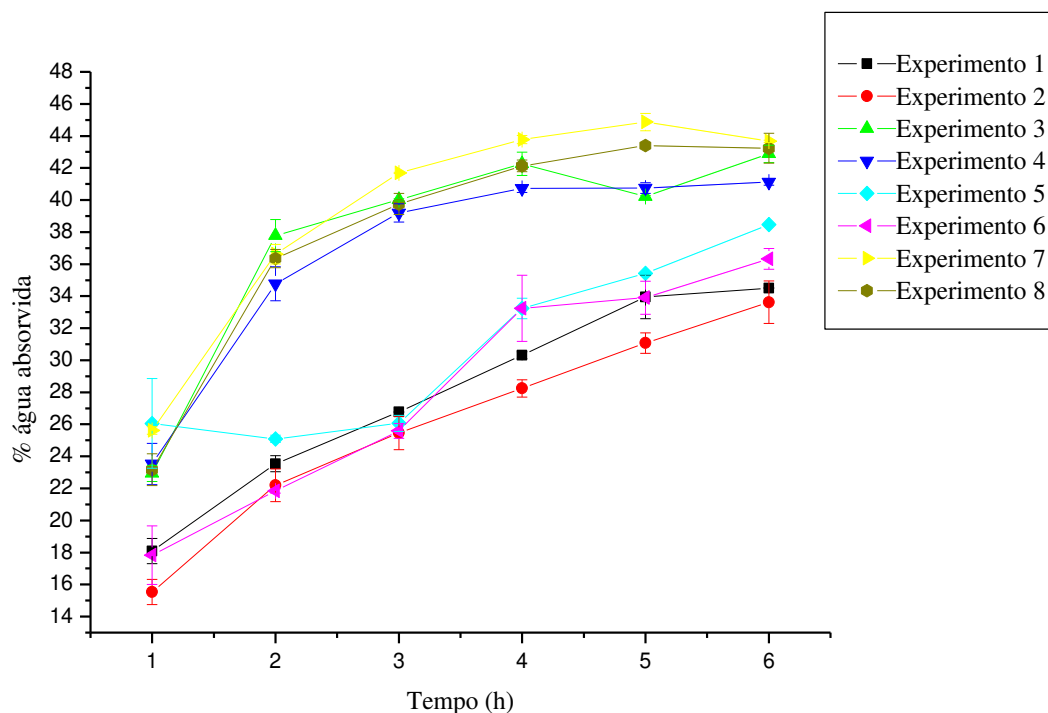


Figura 22 – Estudo cinético da porcentagem de absorção de água pelas sementes no decorrer do tempo de 6 horas

Observa-se na Figura 22 que em todos os experimentos realizados houve uma crescente absorção de água pelas sementes no processo de maceração, sendo os experimentos 3, 7 e 8, com perfil de absorção crescente e semelhantes e os que mais absorveram água em 6 horas.

Lestienne et al. (2005) estudando o grão de soja, observaram que o grão macerado antes de passar pelo processo de cocção se tornam mais macios, pois estes depois de cozidos por 1 hora atingem maciez equivalente a grãos não macerados cozidos por 1 ½ hora, observaram também que aumentando a temperatura do processo de maceração o grão absorve mais água, porém diminui os seus sólidos.

5.6.2 Caracterização química, física e físico-química do extrato solúvel das sementes da faveleira

O extrato solúvel das sementes da faveleira é o produto obtido por extração aquosa das sementes da faveleira no qual se encontram proteínas e carboidratos em suspensão, lipídios em emulsão, alguns minerais e açúcares em suspensão. A composição química do extrato da faveleira e suas características físicas e sensoriais são dependentes das variações inerentes à matéria-prima e ao processo tecnológico utilizado.

O extrato solúvel das sementes da faveleira apresentou-se sensorialmente agradável com aspecto semelhante ao leite, com aroma agradável e aspecto visualmente de coloração branca e sua análise físico-química está apresentada na Tabela 19.

Tabela 19 – Valores médios das variáveis físico-químicas do extrato solúvel das sementes de faveleira

Variáveis	Amostra
	Extrato solúvel das sementes da faveleira
Densidade (g/cm ³)	1,00 ± 0,01
Umidade (%)	95,05 ± 0,30
EST ¹ (%)	5,00 ± 0,31
Cinzas (%)	0,14 ± 0,02
Lipídios (%)	2,07 ± 0,01
Proteínas (%)	2,61 ± 0,36
°Brix	0,18 ± 0,05
Acidez (g/100g)	0,53 ± 0,05
pH	6,23 ± 0,11

Média das análises de três repetições (±desvio padrão). ¹Extrato seco total (EST)

O extrato solúvel das sementes da faveleira apresentou densidade relativa de 1,00 g/cm³, teor de umidade de 95,05% e extrato seco total de 5,00%, onde destes 2,07% são de

lipídios, 2,61% de proteínas e 0,14% de cinzas. Apresentou um conteúdo de sólidos solúveis totais de 0,18 °Brix, acidez de 0,53 g/100 g de amostra e pH de 6,23.

Oliveira (2009) verificou para o leite de cabra densidade de 1,03 g/cm³ e para o soro do leite de cabra 1,02 g/cm³, valores próximos ao encontrado neste estudo em relação ao extrato solúvel das sementes da faveleira.

Rodrigues (2003) estudando o extrato solúvel da soja observou em 100 g de extrato, de 0,4 a 2,0 g de carboidratos, 2,0 a 3,5 g de proteínas e 0,3 a 1,9 g de lipídios, valores próximos aos do extrato solúvel das sementes da faveleira. Rosenthal et al. (2002) observaram também para o extrato de soja, valores de pH de 6,5, teor de proteínas de 2,2 a 4,2%, teor de lipídios de 1,5 a 1,7%, extrato seco total de 9,3%, cinzas de 0,27 a 0,3% e 0,8% de carboidratos, neste caso, diferentes do encontrado para o extrato da faveleira.

5.6.3 Elaboração e caracterização da bebida láctea fermentada enriquecida com extrato solúvel da faveleira

A Figura 23 mostra os experimentos para a determinação de medidas de pH, acidez e número total de células viáveis (biomassa), realizadas a cada hora de experimento, a fim de se determinar a cinética de crescimento dos micro-organismos no produto elaborado.



Figura 23 – Experimentos segundo o delineamento experimental para cinética em estudo

A bebida láctea enriquecida com o extrato solúvel das sementes da faveleira apresentou visualmente coloração branco-amarelada, com textura e odor característicos deste tipo de produto, porém sobressaindo um aroma amendoado.

As Figuras 24, 25 e 26 apresentam o perfil de acidez e pH das amostras e o número de células viáveis (biomassa) a cada tempo de experimento.

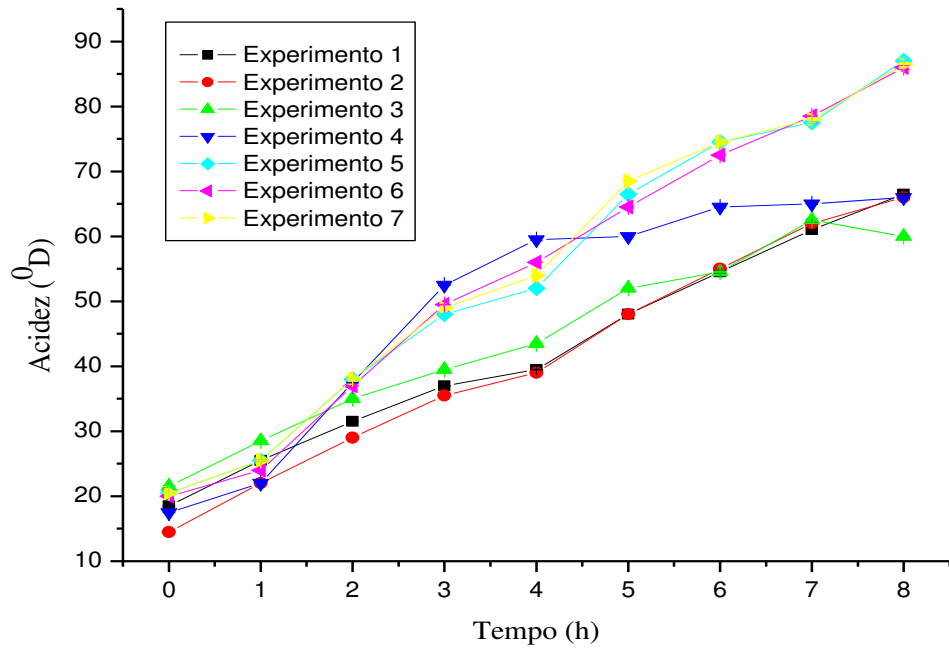


Figura 24 – Perfil de acidez (°D) dos experimentos em função do tempo

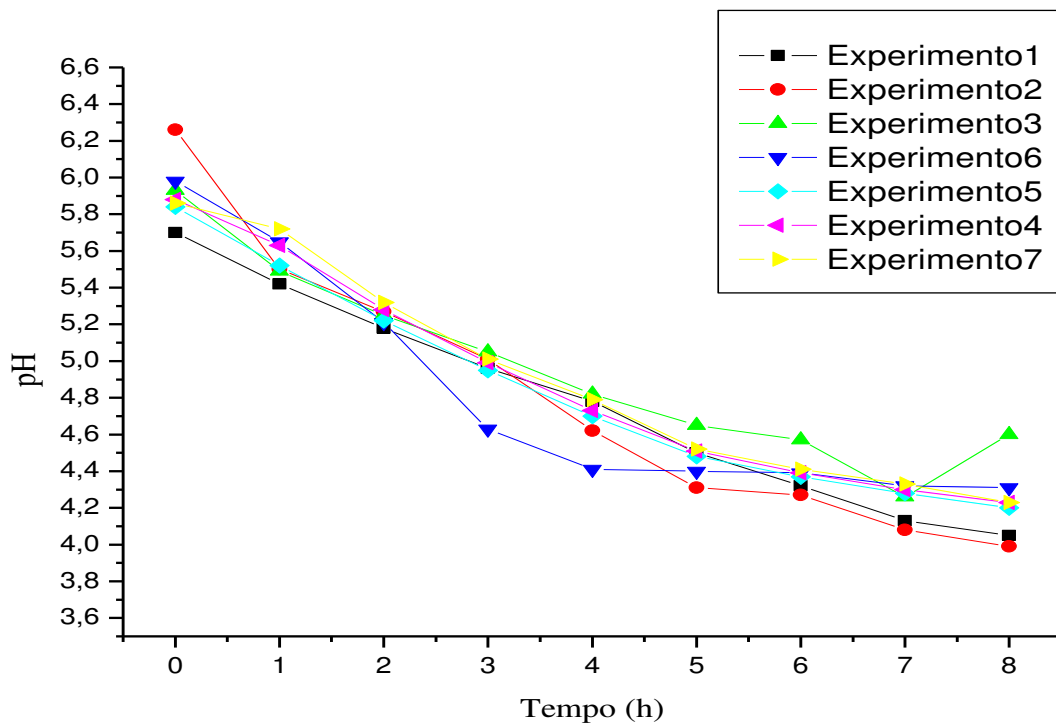


Figura 25 – Perfil do pH dos experimentos em função do tempo

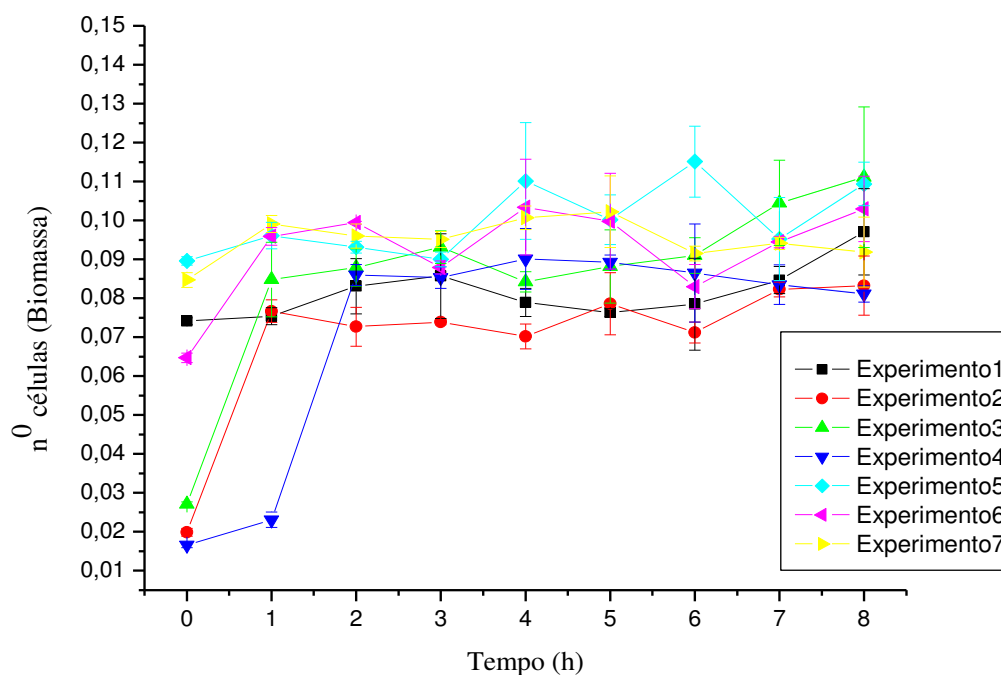


Figura 26 – Perfil de crescimento dos micro-organismos dos experimentos em função do tempo

Para a elaboração de uma bebida láctea fermentada é necessário que em 6 horas de fermentação a sua acidez esteja superior a 60 °D. Analisando a Figura 24 têm-se que os experimentos 5, 6 e 7, pontos centrais do delineamento experimental, obtiveram os maiores índices de acidez em 6 horas de fermentação, com 74,5, 72,5 e 74,5 °D, respectivamente, valores estes comprovados pelo pH dos experimentos (4,37, 4,39 e 4,41) da Figura 25, sendo por este motivo o escolhido para produção da bebida láctea enriquecida. Observando-se os valores, em 6 horas, da acidez, Figura 26, pode-se observar uma boa reprodutibilidade dos dados, pois os três experimentos são repetições nas mesmas condições. A Figura 26 apresenta o perfil de crescimento dos micro-organismos dos experimentos em função do tempo de fermentação e têm-se que o número de células viáveis foi maior nos experimentos 5, 6 e 7, com, respectivamente, 0,1151 g, 0,0830 g e 0,0915 g.

A Tabela 20 apresenta valores médios das análises físico-químicas da bebida láctea enriquecida produzida e de uma bebida láctea padrão (sem o extrato solúvel das sementes da faveleira).

Tabela 20 – Valores médios das variáveis físico-químicas da bebida láctea padrão e enriquecida com o extrato solúvel das sementes de faveleira

Parâmetros	Amostra	
	Bebida láctea enriquecida	Bebida láctea padrão
Umidade (%)	82,77 ± 0,25 ^a	84,15 ± 0,15 ^b
EST ¹ (%)	17,23 ± 0,25 ^a	15,85 ± 0,15 ^b
Proteínas (%)	3,30 ± 0,15 ^a	1,88 ± 0,20 ^b
Lipídios (%)	0,01 ± 0,01 ^a	1,74 ± 0,02 ^b
Carboidratos (%)	13,16 ± 0,01 ^a	11,74 ± 0,01 ^b
Cinzas (%)	0,65 ± 0,02 ^a	0,50 ± 0,01 ^b
Acidez (°D)	74,67 ± 1,15 ^a	64,00 ± 0,01 ^b
Biomassa (g)	0,11 ± 0,01 ^a	0,05 ± 0,01 ^b
pH	4,35 ± 0,01 ^a	3,87 ± 0,01 ^b

¹Extrato Seco Total. Resultados das análises com média de seis repetições (± desvio padrão). Letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de "t student" a 5% de significância

A composição da bebida láctea elaborada é similar à do leite tradicional, com as características fermentativas ocorridas sobre a lactose, glicose e adição de outros ingredientes (polpa, corantes, aromatizantes). A resolução N° 5 de 13 de novembro de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que descreve os padrões de qualidade e identidade de bebidas lácteas, não contempla alguns parâmetros químicos como umidade e cinzas (BRASIL, 2000).

A bebida láctea elaborada apresentou teor de umidade de 82,77%, 0,65% de cinzas, 0,01% de lipídios diferindo estatisticamente da bebida láctea padrão que apresentou 84,15% de umidade, 0,50% de cinzas e 1,74% de lipídios. Comparando o conteúdo de carboidrato da bebida láctea padrão com a enriquecida com o extrato observa-se que esta apresenta maior conteúdo de carboidratos que aquela. Com relação aos atributos físico-químicos, a bebida láctea elaborada apresentou menor acidez que a bebida láctea padrão e uma maior quantidade de biomassa. O teor de proteínas, de 3,30%, está dentro dos padrões da legislação que diz no mínimo de 1,8% de proteínas neste tipo de produto.

Das proteínas das sementes da faveleira resultam aminoácidos como a treonina (1,24 g de aminoácido/100 g de proteína), valina (1,67 de aminoácido/100 g de proteína) e leucina

(2,03g de aminoácido/100 g de proteína) e oligoelementos de características estabilizantes favorecendo a emulsão na bebida láctea.

Comparada aos iogurtes semi-sólidos do mercado (2,2% de proteínas, 3,8% de lactose; 14% de açúcar, 0,8% de sais minerais, 3% de polpa) a bebida láctea adicionada do extrato solúvel das sementes da faveleira, apresenta padrão físico-químico superior considerando-se a emulsão favorecida com a adição de leucina (higroscópia, estabilizante, espessante) presente no extrato das sementes da faveleira.

A capacidade emulsificante das proteínas está relacionada com a correlação existente entre propriedades emulsificantes e a superfície hidrofóbica das proteínas que influencia na estabilidade da emulsão e a formação da emulsão é facilitada pela redução da tensão interfacial entre a água e o óleo.

A caseína, principal proteína encontrada no leite, é segundo Santiago et al. (1998), uma proteína com estrutura quaternária complexa, diferente da estrutura da albumina e da proteína de soja. Por constituírem regiões hidrofóbicas e hidrofílicas, elas são rapidamente absorvidas na interface óleo - água e conseqüentemente produzem emulsões estáveis. Estas características fazem a caseína ser amplamente usada em sistemas alimentícios emulsificados.

O uso de proteínas vegetais em sistemas alimentares poderia melhorar a capacidade emulsificante e manutenção da emulsão (WANG e ZAYAS, 1992). A alta concentração da proteína pode aumentar a estabilidade da emulsão com diminuição da separação entre a água e o óleo.

Em estudo anterior (CAVALCANTI, 2007) observou-se que as capacidades emulsificantes, atividade emulsificante e estabilidade da emulsão das proteínas das sementes da faveleira e da caseína, nas mesmas condições, se mostraram dependentes do pH com menor capacidade emulsificação no pI (pH 4,0) e maior nos lados ácido e básico desse pH. Observamos também que as proteínas da faveleira em pH entre 3 e 4 apresentaram-se com capacidades superiores a caseína.

Com estes resultados das propriedades de emulsificação das proteínas das sementes da faveleira, comprovamos que na aplicação do extrato solúvel das sementes da faveleira em formulados lácteos poderemos obter produtos com melhor textura que os tradicionais sem precisar utilizar aditivos químicos.

As formulações base para as bebidas lácteas do mercado são adicionadas de soro em pó (lacto albuminas) ou formulados lácteos (preparo para uso direto), para enriquecimento nutricional e estabilidade. Os espessantes usados em produtos lácteos têm como principal

função realçar, atribuir e manter as características desejáveis de corpo como textura, viscosidade e aparência, o que melhora os atributos sensoriais do produto. Na bebida láctea adicionada do extrato das sementes da faveleira obtém-se melhor produto visual, melhor plasticidade, homogeneidade, textura e com formulação base de menor custo e melhor qualidade nutricional e ainda sem a adição de nenhum aditivo.

5.6.4 Avaliação sensorial da bebida láctea fermentada enriquecida com extrato solúvel das sementes da faveleira

A bebida láctea enriquecida foi submetida a teste de aceitação através dos atributos sabor, textura e odor, onde os escores médios estão representados na Tabela 21. Dos provadores que participaram deste estudo, 52,8% eram do sexo feminino e 47,2% do sexo masculino, com frequência de idade de 50,9% até 30 anos, 30,2% até 20 anos e 18,9% acima de 30 anos. Os provadores apresentaram grau de escolaridade de 79,2% cursando o 3º grau e 20,7% dos provadores com 3º grau completo. Com relação à frequência de consumo de bebida láctea ou iogurte, 30,2% dos provadores consumiam pelo menos uma vez por semana este tipo de produto, 28,3% consumiam de duas a três vezes por semana, 26,4% consumiam diariamente e 15,1% consumiam 1 ou 2 vezes por mês.

Tabela 21 – Valores médios da análise sensorial da bebida láctea enriquecida com o extrato solúvel das sementes da faveleira

Amostra	N	Atributos		
		Sabor	Textura	Odor
Bebida láctea com extrato solúvel da faveleira	53	8,0 ± 0,90	7,8 ± 0,93	7,8 ± 1,09

Análise realizada com 53 provadores não treinados utilizando escala hedônica de nove pontos variando de 1 – desgostei muitíssimo a 9 – gostei muitíssimo.

Observando a Tabela 22, podemos concluir que a bebida elaborada obteve boa aceitação com relação aos atributos avaliados, estando com relação ao sabor com valor médio igual a 8,0, situando-se entre os termos hedônicos “gostei muito” e “gostei muitíssimo”.

Quanto ao atributo textura, o produto obteve valor médio de 7,8, situando-se entre os termos hedônicos “gostei moderadamente” e “gostei muito” e o atributo odor obteve valor médio de 7,8, também entre os termos hedônicos “gostei moderadamente” a “gostei muitíssimo”.

A freqüência dos resultados (escala hedônica de 9 pontos) com relação aos atributos sabor, textura e odor está demonstrada nos gráficos das Figuras 27, 28 e 29.

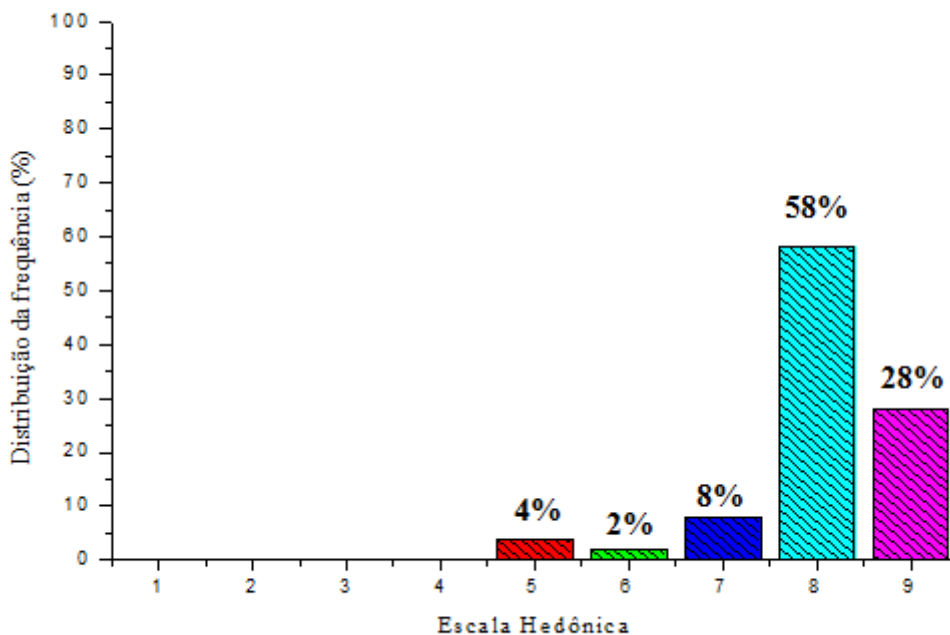


Figura 27 – Distribuição da frequência (%) para o atributo sabor em relação a escala hedônica de nove pontos

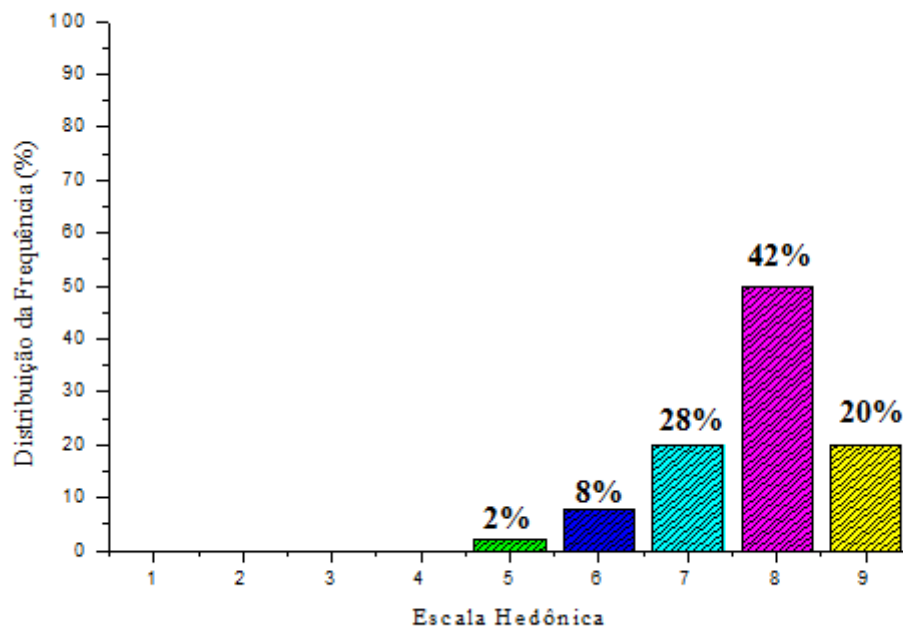


Figura 28 – Distribuição da frequência (%) para o atributo textura em relação a escala hedônica de nove pontos

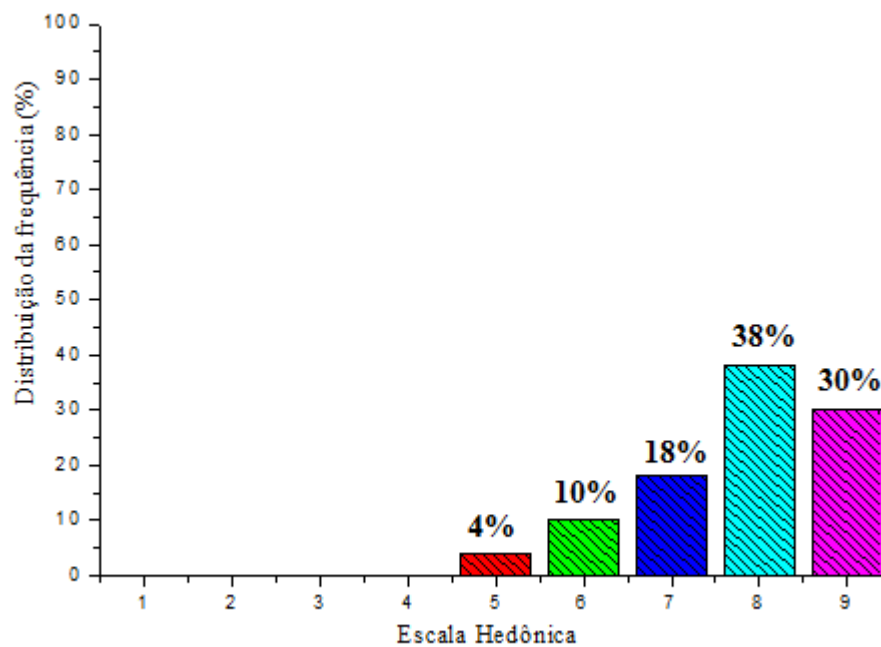


Figura 29 – Distribuição da frequência (%) para o atributo odor em relação a escala hedônica de nove pontos

O atributo sabor foi o que obteve maior frequência no termo hedônico “gostei muito” com 58% e 28% da frequência dos resultados no termo hedônico “gostei muitíssimo”, caracterizando uma boa aceitação do produto elaborado com relação a este atributo sensorial. Com relação a textura, o termo hedônico que apresentou maior frequência dos resultados entre os provadores foi “gostei muito” com frequência de 50%, seguido do termo “gostei muitíssimo” com 20%. O odor do produto obteve maior frequência no termo hedônico “gostei muito” com frequência de 38% e “gostei muitíssimo” com 30% de preferência.

Observa-se que para os atributos analisados, a frequência dos resultados sensoriais aceitáveis ou índice de aceitação, quando somados os pontos da escala de 6 “gostei ligeiramente” a 9 “gostei muitíssimo”, esteve superior a 70%. Segundo Silva et al. (2010) para ser considerada aceitável qualquer amostra analisada é necessário que se obtenham resultados com no mínimo de 70% de aprovação. Com relação ao índice de rejeição do produto, onde se soma as notas das escalas inferiores a termo hedônico 5 “nem gostei, nem desgostei”, a bebida láctea fermentada elaborada não apresentou índice de rejeição para nenhum dos atributos analisados.

Na Figura 30 encontra-se o gráfico da frequência dos provadores com relação a intenção de compra do produto elaborado.

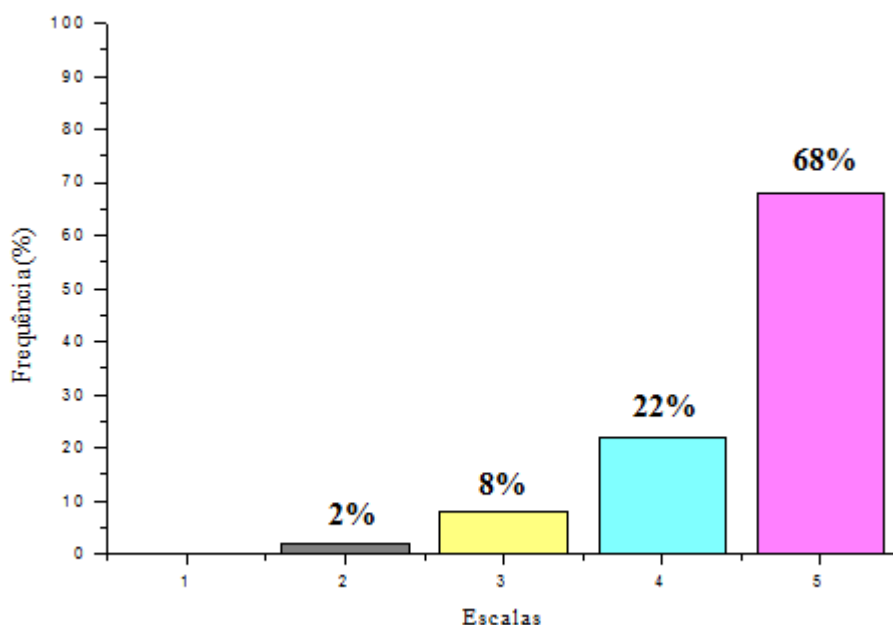


Figura 30 – Intenção de compra dos provadores para a bebida láctea enriquecida com extrato solúvel das sementes da faveleira

Na Figura 30, 68% dos provadores certamente comprariam o produto com valor médio de 4,6 ($\pm 0,73$). Foi pedido para que os provadores fizessem comentários a cerca do produto e o que mais observaram foi com relação a boa textura da bebida láctea e dentre os outros comentários, a maioria achou o produto agradável, com sabor de avelã e amêndoas, embora natural, e sem diferença da bebida láctea comercial.

5.6.5 Estudo da vida útil da bebida láctea fermentada enriquecida

Os produtos lácteos fermentados podem apresentar alterações no decorrer do período de armazenamento, relacionadas à mudança dos valores de pH e acidez, além do consumo de lactose, das modificações no aroma e da consistência. As variações como diminuição do pH e aumento da acidez são conseqüências da cultura iniciadora utilizada, do tempo e da temperatura de armazenamento e do metabolismo residual dos micro-organismos, assim como de técnicas empregadas durante o processamento para produção, acondicionamento e estocagem do fermentado.

A atividade metabólica das bactérias está relacionada com o valor de pH, que pode favorecer um determinado grupo em detrimento de outro. Em se tratando de fermentação com o uso da cultura de iogurte, após a inoculação, as bactérias do gênero *Lactobacillus spp*, crescem mais lentamente no início, mas permanecem viáveis por tempos maiores que as do gênero *Streptococcus spp*.

A bebida láctea enriquecida produzida foi armazenada sob refrigeração (± 15 °C) no período de 49 dias e foram analisados pH e acidez segundo mostram os gráficos das Figuras 31 e 32.

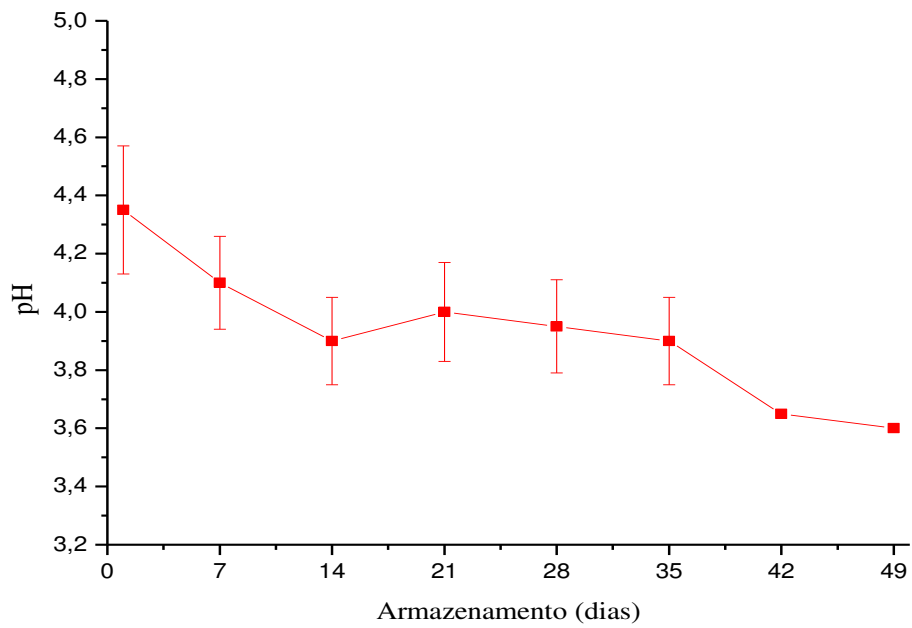


Figura 31 – Perfil de pH da bebida láctea fermentada enriquecida em função do tempo de armazenamento sob refrigeração

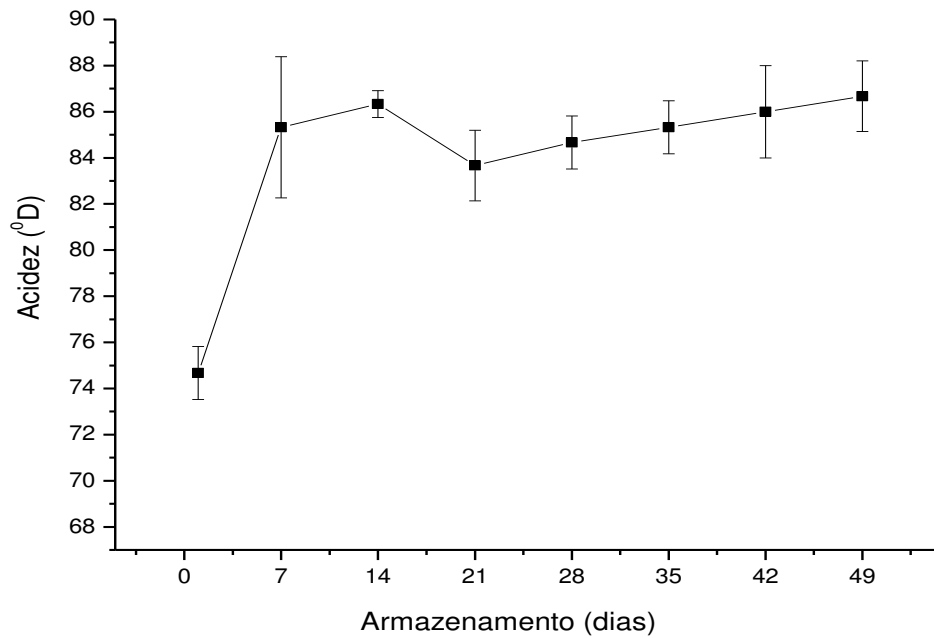


Figura 32 – Perfil de acidez (°D) da bebida láctea fermentada enriquecida em função do tempo de armazenamento sob refrigeração

No tempo zero do armazenamento da bebida láctea observou-se pH de 4,35 e acidez 74,6 °D, pouco abaixo do ponto isoelétrico das proteínas que é de pH 4,5 e acidez de aproximadamente 65 °D em bebidas lácteas comerciais, portanto dentro dos padrões normais comparativos em diferentes culturas.

Após 7 dias de armazenamento ocorreu uma diminuição no pH, passando de 4,35 para 4,10, esta variação pode ter acontecido devido ao crescimento acelerado dos microrganismos ocasionado pelo abaixamento térmico gradual resultando em produção de ácido láctico.

Com o desequilíbrio simbiótico o *Streptococcus thermophilus* predomina populacionalmente ocasionando produção mais rápida de ácido láctico por via das proteases enzimáticas (lactases, β -galactosidases resultantes de metabolitos transformativos). O *Lactobacillus bulgaricus*, que em simbiose apresenta menor condição de desenvolvimento por temperatura ideal maior (44-46 °C), iniciando o processo de resfriamento (43 °C) tende normalmente para a reação defensiva (preservação da espécie) com formação da camada de mucina e encapsulamento (período de latência).

De acordo com a Figura 32, a acidez da bebida láctea no tempo zero foi de 74,67 °D, estando dentro da normalidade quando comparado com as bebidas lácteas do mercado, que apresentam acidez normal entre 65-85 °D elaboradas com 6 a 8 horas de fermentação. O acentuado aumento da acidez (74,67 a 85,33 °D) nos primeiros 7 dias de armazenamento ocorreu provavelmente pela demora na refrigeração uniforme da amostra, evidenciando quebra simbiótica com favorecimento do *Streptococcus thermophilus*, por suas condições de crescimento à menor temperatura (temperatura mínima de desenvolvimento de 16 a 18 °C) que o *Lactobacillus bulgaricus* (temperatura mínima de desenvolvimento de 20-22 °C).

De acordo com os resultados das análises entre os dias 21 e 28 denotam ainda crescimento do *Lactobacillus bulgaricus*, suas enzimas e condições de sobrevivência menor que os *Streptococcus thermophilus*, entretanto esse aumento na acidez tende a estabilidade, como pode ser evidenciado a partir do 28º dia de armazenamento.

Do 7º ao 35º dia a acidez apresenta ligeira oscilação (74,67 a 85,33 °D), denotando estabilidade de crescimento e ação lenta das proteases sobre a acidez titulável, ainda do 35º ao 42º dia observa-se um ligeiro aumento da acidez de 85,33 para 86,00 °D, devido ação lenta das enzimas e do 42º ao 49º dia observa-se aumento na acidez (86,00 para 86,67 °D), provavelmente pela formação de aminoácidos oriundos dos polipeptídios na ação proteolítica normal.

As bebidas lácteas industrializadas possuem acidez entre 140 a 160 °D no final de 30 dias de mercado, ocasionando formação de sabor amargo, devido a produção de peptonas em excesso, e desequilíbrio celular da flora, com predominância de *Streptococcus*, além de alta produção de ácido láctico (super-acidificação).

O número de células viáveis de micro-organismos nos experimentos em função do tempo de armazenamento sob refrigeração está representado na Tabela 22.

Tabela 22 - Número de células viáveis (g) de micro-organismos na bebida láctea fermentada enriquecida em função do tempo de armazenamento sob refrigeração

Armazenamento (dias)	Massa celular (g)
0	0,110 ± 0,01
7	0,120 ± 0,01
14	0,125 ± 0,01
21	0,115 ± 0,01
28	0,120 ± 0,01
35	0,125 ± 0,01
42	0,125 ± 0,01
49	0,120 ± 0,01

Observa-se na Tabela 23 que a massa celular no tempo zero foi de 0,11g, resultado de fermentação simbiótica controlada termicamente com a temperatura de incubação. Após 7 dias de armazenamento, observa-se massa celular superior a 0,12 g, ocasionado pela lenta refrigeração nos primeiros dias de armazenamento, favorecendo o crescimento por diminuição térmica creditado aos *Streptococcus thermophilus*. As análises consecutivas demonstram massa celular equivalente, com estabilidade até o final do tempo de armazenamento (49 dias).

Com isso, verificamos que o uso do extrato solúvel das sementes da faveleira em bebidas lácteas fermentadas atua como um inibidor natural, estabilizando o produto na sua vida de prateleira, e com isso, tem-se um produto com maior tempo de vida útil com melhor qualidade sensorial, além de conferir ao produto uma característica de funcionalidade devido aos aminoácidos essenciais contidos nas sementes da faveleira.

6 CONCLUSÕES

Com os resultados analisados neste trabalho podemos concluir que a composição centesimal caracterizou as sementes da faveleira como uma oleaginosa típica, tendo a farinha das amêndoas com maior teor de proteínas e lipídios que a farinha das suas sementes.

A farinha das amêndoas da faveleira se mostrou com um valor nutricional adequado para ser usada como ingrediente funcional pelo seu teor de ácidos graxos poliinsaturados e conter todos os aminoácidos essenciais, porém, seu uso é mais indicado em adição a outra fonte complementar de aminoácidos, sendo mais indicada para alimentação de adultos pelo número de aminoácidos limitantes.

Quando acrescentados a farinha e as proteínas em pão de forma, este apresentou maior teor de proteínas e de lipídios com volume específico dentro dos padrões, sem diferenciar sensorialmente do pão convencional, mostrando que se pode enriquecer este tipo de produto sem modificar sensorialmente o produto. Porém, a quantidade de isolado protéico adicionada ao produto elaborado foi tão pequena que não se mostrou estatisticamente significativa quando adicionada ao pão de forma.

O extrato solúvel das sementes da faveleira apresentou aspecto semelhante ao leite, agradável sensorialmente e com acentuado sabor amendoado.

O extrato solúvel das sementes da faveleira como suplemento adicional em bebida láctea fermentadas incorpora elementos funcionais como aminoácidos essenciais e ácidos graxos insaturados, proteases vegetais, maior vida útil no mercado, além de inovação no setor lácteo.

A bebida láctea enriquecida com o extrato solúvel das sementes da faveleira apresentou bom índice de aceitação sensorial, boa intenção de compra, sem incidência de índice de rejeição do produto elaborado.

A utilização extrato solúvel das sementes da faveleira como componente de formulações para elaboração de bebidas lácteas apresenta aplicação como estabilizante/emulsificante, atuando como inibidor natural resultando em um produto com baixa acidez no tempo de armazenamento de 49 dias e sem formação estranha de sabor.

7 TRABALHOS FUTUROS

A partir dos resultados observados neste trabalho, as sementes da faveleira podem ser aproveitadas em outros tipos de produtos e para se comprovar sua alegação funcional precisa-se realizar testes nutricionais específicos. Além disso, poderemos utilizar as sementes da faveleira em processos fermentativos para produção de bebidas fermentadas alcoólicas ou como álcool carburante, como também utilizá-la em outros produtos alimentícios de uso cotidiano.

Se faz necessário estudar os compostos bioativos das sementes da faveleira e comprovar ainda mais seu uso como alimento funcional.

A partir dos estudos das propriedades funcionais das proteínas já realizados sugere-se o seu possível uso em produtos cárneos, podendo agir como agente emulsificante e estabilizante para este tipo de produto.

Quanto a obtenção do extrato solúvel das sementes, se faz necessário um detalhamento do processo com relação aos açúcares no decorrer do processo de maceração e uma otimização para obtenção de maior quantidade de nutrientes neste extrato, além de um estudo do seu melhor aproveitamento como estabilizante natural em produtos lácteos.

Como as sementes são ricas em óleo de excelente qualidade, um possível estudo seria a otimização do processo de extração do óleo e estudo do seu comportamento nos processos de fritura de alimentos com diminuição da rancidez hidrolítica nestes tipos de produtos.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIP - Associação Brasileira das Indústrias de Panificação. **Performance do setor de panificação e confeitaria brasileiro em 2010**. Disponível em: <<http://www.abip.org.br>>. Acesso em: março de 2011.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 12806 – Análise sensorial dos alimentos e bebidas**. São Paulo: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1993.

AGRA, M. F. **Plantas da medicina popular dos Cariris Velhos**. Paraíba, Brasil/João Pessoa: Editora União, 1996. 125p.

ANDRADE, L. D. de. **Plantas das caatingas**. Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro, Gráfica A tribuna de Santos Ltda, 1989. 243p.

ANJO, D. L. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, v.3, n.2, p.145-154, 2004.

ANTUNES, A. E. C.; MARASCA, E. T. G.; MORENO, I.; DOURADO, F. M.; RODRIGUES, L. G.; LERAYER, A. L. S. Desenvolvimento de *buttermilk* probiótico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.1, p.83-90, 2007.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria RDC nº 90, de 18 de outubro de 2000**. Aprova regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade do pão. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: março de 2011.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria RDC nº 398, de 30 de abril de 1999.** Aprova regulamento técnico para aprova o regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e/ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: julho de 2011.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis.** Washington, 2000. 1018p.

ARAÚJO, W. N.; SILVA, M. H.; MARTINEZ, T. C. N.; BANAS, S. L. B.; SILVEIRA, V. F. Determinação do número de bolores e leveduras no queijo Minas comercializado na região metropolitana de salvador – Bahia. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v. 1, n. 2, p. 10-14, 2001.

ARRIEL, E. F. **Divergência genética em *Cnidoscopus phyllacanthus* (Mart.) Pax. Et K. Hoffm.** 2004. 89f. Tese de doutorado (Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias) Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

ARRIEL, E. F.; BAKKE, O. A.; SILVA, A. P. B. Estimativa da herdabilidade em jurema-preta (*Mimosa hostilis*) para a característica acúleos. **Revista Brasileira de Genética**, v.18, n.3, p.129, 1995.

ARRIEL, E. F.; PAULO, M. C. S.; BAKKE, O. A.; ARAUJO, L. V. C.; ARRIEL, N. H. C. variação das características biométricas das sementes de 20 progenies de faveleira (*Cnidoscopus phyllacanthus* (Muell. Arg.) Pax et K. Hoffm.). **FOREST 2000.** Porto Seguro. Resumos expandidos. Rio de Janeiro: Biosfera, p.209-211. 2000.

AZEVÊDO, F. L. A. A. **Elaboração de pão de forma com adição de soro de leite em pó.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). 2007. 63p. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba. 2007.

BAGCHI, D; PREUSS, H. G.; KEHRER, J. A. Nutraceutical and functional food industries: aspects on safety and regulatory requirements. **Toxicology Letters**. v.150. p.1-2, 2004.

BARCELOS, M. F. P.; VILAS BOAS, E. V. B.; LIMA, M. A. C. Aspectos nutricionais de brotos de soja e de milho combinados. **Ciências agrotécnicas**, v.26, n.4, p.817-825, 2002.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I.; BRUNS, R. **Planejamento e otimização de experimentos.** UNICAMP, Campinas, 1996. 66p.

BEZERRA, G. E. Favela – Seu aproveitamento como forrageira. **Boletim Técnico**, Fortaleza, v.30, n.1, p.71- 87, 1972.

BLOKSMA, A. H. Dough structure, dough rheology, and baking quality. **Cereal Foods World**, v.35, p.237-244, 1990.

BORA, P. S.; RIBEIRO, D. Note: Influence of pH on the Extraction Yield and Functional Properties of Macadamia (*Macadamia Integrofolia*) Protein Isolates. **Food Science and Technology International**, v.10, p.263-267, 2004.

BORGES, J. T. S.; PIROZI, M. R.; DELLA LUCIA, S. M.; PEREIRA, P. C.; MORAES, A. R. F.; CASTRO, V. C. Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos.

Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos - CEPPA, v.24, n.1, p.145-162, 2006.

BORTOLOTTI, C. M. **Caracterização de farinhas de cevada e o efeito da sua incorporação sobre a qualidade do pão de forma**. 2009. 138p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, Rio Grande do Sul. 2009.

BOWLES, S. **Utilização do subproduto da obtenção de extrato de soja – Okara em pães do tipo francês**. 2005. 76p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, Paraná. 2005.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. 2.^a Ed. Imprensa Oficial do Ceará. 1960, v.VIII, 540 p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n.71 de 21 de setembro de 2004. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Lácteas. **Diário Oficial da União**, Brasília, Distrito Federal. Seção II. p.018- 21.

BRASIL. Instituto Adolfo Lutz. Ministério da saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Brasília, 4^o ed., 2005. 1018p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Resolução n.5, de 13 de novembro de 2000**. Regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados. Disponível em: <http://www.agais.com/normas/leite/leite_rtfiq_beb_lacteas.htm>. Acesso em: junho de 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Laboratório Nacional de Referência Animal (LANARA). **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: II Métodos físicos e químicos**. Brasília: Ministério da agricultura, 1981. v.2, 188 p.

BRASIL. Ministério da Saúde/ Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n.344 de 13 de dezembro de 2002. Regulamento técnico para a fortificação das farinhas de trigo e das farinhas de milho com ferro e ácido fólico. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. Seção I.

BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa n.16, de 23 de agosto de 2005. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea. **Diário Oficial da União**, 2005. Seção 1. p.7.

CALDAS, M. C. S. **Aproveitamento de soro de leite na elaboração de pão de forma**. 2007. 66p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, Paraíba. 2007.

CALDER, P. C. Long-chain n-3 fatty acids and inflammation: potential application in surgical and trauma patients. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v.36, n.4, p.433-446, 2003.

CANTUÁRIA, C. M.; RIBEIRO, S. C. A.; RIBEIRO, C. F. A.; PARK, K. J.; ARAUJO, E. A. F. Perfil sensorial de pães de forma enriquecidos com okara. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.10, n.2, p.111-120, 2008.

CARVALHO, P. O.; CAMPOS, P. R. B.; NOFFS, M. D.; OLIVEIRA, J. G.; SHIMIZU, M. T.; SILVA, D. M. Aplicação de lipases microbianas na obtenção de concentrados de ácidos graxos poliinsaturados, **Química Nova**, v.26, p.75-80. 2003.

CAVALCANTI, M. T. **Caracterização lipídica e protéica das amêndoas da faveleira (*Cnidocolus Phyllacanthus* (Mart.) Pax et K. Hoffm.) com e sem espinhos.** 2007. 88p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, 2007.

CAVALCANTI, M. T.; BORA, P. S. Análise das proteínas e estudo reológico dos isolados protéicos das amêndoas da faveleira (*Cnidocolus Phyllacanthus* (Mart.) Pax et K. Hoffm.) com e sem espinhos. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. v.69, n.2, p.243-251. 2010.

CAVALCANTI, M. T.; BORA, P. S.; CARVAJAL, J. C. L. Propriedades funcionais das proteínas de amêndoas da faveleira (*Cnidocolus Phyllacanthus* (Mart.) Pax et K. Hoffm.) com e sem espinhos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.3, p.597-602, 2009.

CAVALCANTI, M. T.; BORA, P. S.; FLORÊNCIO, I. M.; FLORENTINO, E. R. DA SILVA, F. L. H. Avaliação da estabilidade térmica das proteínas das amêndoas da faveleira(*Cnidocolus phyllacanthus* (Mart) Pax. et K. Hoffm). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, n.1, p.37-43, 2010.

CENTENAURO, G. S.; FEDDERN, V.; BONOW, E. T.; MELLADO, M. S. Enriquecimento de pão com proteínas de pescado. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27. n.3. 2007.

CHAVAN, U. D.; McKENZIE, D. B. E SHAHIDI, F. Protein classification of beach pea (*Lathyrus maritimus* L.). **Food Chemistry**, v.75, p.145–153, 2001.

CHINELATE, G. C. B.; TELLES, F. J. S.; VIEIRA, J. M. M.; MOURA, S. M.; BITU, L. A. Sólidos totais, viscosidade e teor de proteínas de bebidas lácteas fermentadas, produzidas no estado do Ceará. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.60, n.345, p.147-149, 2005.

DARRINGTON, H. **Tem years of food technology**. International Food Ingredients. n.4. p.59 – 56, 1995.

DUQUE, J. G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas**. 3^a ed., Mossoró- RN: ESAM – Fundação Guimarães Duque, v.CXLIII, p.337, 1980.

EL-ADAWY, T. A.; RAHMA, E. H.; EL-BEDAWAY, A. A.; GAFAR, A. F. Nutritional potential and functional properties of sweet and bitter lupin seed protein isolates. **Food Chemistry**, v.74, p.455–462, 2001.

EL-DASH, A. A. **Panificação: tecnologia, processamento e controle**. Campinas: Unicamp, 1990. Não paginado.

EL-DASH, A.; CAMARGO, C. O.; DIAZ, N. M. **Fundamentos da tecnologia de panificação**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciências e Tecnologia. Série Tecnologia Agroindustrial, v.6, 1982. 349 p.

ESTELLER, M. S. **Fabricação de pães com reduzido teor calórico e modificações reológicas ocorridas durante o armazenamento.** 2004. 238p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímica-Farmacêutica). Universidade de São Paulo, 2004.

ESTELLER, M. S.; AMARAL, R. L.; LANNES, S. C. S. Effect of sugar and fat replacers and the texture of braked goods. **Journal of Texture Studies**, USA, v.35, n.4, p.383-393, 2004.

FAO/WHO. Food and Agriculture Organization/World Health Organization. **Evaluation of protein quality.** Rome: FAO, Food Nutrition, 1991. (Report of the Joint FAO/WHO expert consultation on protein quality evaluation). Disponível em: <www.fao.org/> Acesso em junho de 2011.

FELICIANO, A. L. P. **Estudo da germinação de sementes e desenvolvimento de muda, acompanhada de descrições morfológicas de dez espécies arbóreas ocorrentes no Semi-árido Nordestino.** 1989. 114p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Viçosa, 1989.

FERREIRA, S. M. R.; OLIVEIRA, P. V.; PRETTO, D. Parâmetros de qualidade do pão francês. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos - CEPPA**, v.19, n.2, p.301-318, 2001.

FONSECA, E. W. N. **Elaboração da mucilagem do inhame (*Dioscorea spp*) como melhorador na produção de pão de forma.** Lavras, 2006, 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

GANDRA, K. M.; BIANCHI, M. D.; GODOY, V. P.; QUEIROZ, F. P. C.; STEEL, C. J. Aplicação de lipase e monoglicerídeo em pão de forma enriquecido com fibras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.1, p.182-192, 2008.

GORNALL, A. G.; BORDAWILL, C. S.; DAVID, M. M. The determination of protein by the biuret reaction. **Journal Biology Chemistry**, v.177, p.751-780, 1949.

GRANITO, M.; GUERRA, M. Efecto del uso de diferentes aditivos de panificación en la calidad de panes elaborados con harinas compuestas a base de harina de trigo y germen desgrasado de maíz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.17, n.2, p.181-187, 1997.

HILLIAM, M. Designer Foods: Current and future market developments in Europe and the USA. **International Food Ingredients**. Leatherhead Food Research Association, United Kingdom. n. 5, p.40, 1993.

HOSENEY, R. C. **Principios de ciencia y tecnología de los cereales**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1991. 246 p.

HUNG, S. C.; ZAYAS, J. F. Emulsifying capacity and emulsion stability of milk proteins and corn germ protein flour. **Journal and Food Science**, v.56, n.5, p.1216-1219, 1991.

ILYAS, M. The effect of iron fortification on the quality of fortified bread. **Sarhad Journal of Agricultural**, v.12, n.2, p.171-175, 1996.

KHALIL, M.; RAGAB, M.; ABD EL-AAL, M. H. Foaming properties of oilseed proteins. **Die Nahrung**, v.29, n.2, p.201-207, 1985.

KINSELLA, J. E. Functional properties of soy proteins. **Journal of American Oil Chemistry Society**, v.56, n.3, p.242-258, 1979.

KLOCKEMAN, D. M.; TOLEDO, R.; SIMS, K. A. Isolation and characterization of defatted canola meal protein. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.45, p.3867-3870, 1997.

KRUGER, C. L.; MANN, S. W. Safety evaluation of functional ingredients. **Food and Chemical Toxicology**, v.41, p.793-805, 2003.

KWAK, N.; JUKES, D. J. **Functional foods. Part 1: the development of a regulatory concept.** **Food Control**, v.12, p.99-107, 2001.

LAZZARI, E. N. **Análise de ácido fítico e minerais nos processos de maceração e cocção de soja.** Londrina, 2006. 53f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Universidade Estadual de Londrina, 2006.

LESTIENNE, I.; ICARDVERNIERE, C.; MOUQUET, C.; PICQ, C.; TRECHE, S. Effects of soaking whole cereal and legume seeds on iron, zinc and phytate contents. **Food Chemistry**, v.89, n.3, p.421-425, 2005.

LIMA, A. S.; MACIEL, J. F.; QUEIROGA, R. C. R. E.; NETO, E. A. L.; ANJOS, U. U.; FARIAS, R. L. G. Avaliação físico-química e sensorial de pães de forma enriquecidos com soro de leite em pó. **Revista de Instituto Adolfo Lutz**, v.68, n.3, p.366-372, 2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2. ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 92p. 1998.

LOURENS HATTINGH, A.; VILJOEN, B. Yogurt as probiotic carrier food. **International Dairy Journal**, v.11, n.1/2, p.1-17, 2001.

MACIEL, J. F.; BONOMO, P.; MELO NETO, B. A.; BARACHO, P. C.; SOUZA, M. R.; BONOMO, R. C. F.; SOUZA, A. O. Determinação de características físico-químicas de pão de forma elaborado com soro de queijo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.58, n.333, p.44-49, 2003.

MACIEL, J. F.; MELO NETO, B. A.; CARNEIRO, J. C. S.; BONOMO, P.; BONOMO, R. C. F. Efeito da adição de soro de queijo na aceitação sensorial de pão de forma. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.61, n.351, p.44-49, 2005.

McWATTERS, K. H.; HOLMES, M. R. Influence of moist heat on solubility and emulsification properties of soy and peanut flours. **Journal of Food Science**, v.44, n.3, p.774-776, 1979.

MELO, M. L. S.; NARAIN, N.; BORA, P. S. Fatty and amino acids composition of melon (*Cucumis melo* Var. *Saccharinus*) seeds. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.14, p.69-74, 2001.

MORAIS, E. A. **Proteínas da Semente de Favela (*Cnidoscopus phyllacanthus*, Pax & K. Hoffm)**. 1978. 75f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, Ceará. 1978.

MOREIRA, J. A. N.; SILVA, F. P.; COSTA, J. T. A.; KOKAY, L. Ocorrência de faveleiro sem espinho no Estado do Ceará, Brasil. **Ciência Agronômica**, v.4, n.1/2, p.51-55, 1974.

MOURA FÉ, J. A.; HOLANDA, L. F. F.; MARTINS, C. B.; MAIA, G. A. Estudos tecnológicos da faveleira (*Cnidocolus phyllacanthus* (Mart) Pax et Hoffm). **Ciência Agronômica**, v.7, n. 1/2, p.33-37, 1977.

MUNDIM, S. A. P. **Elaboração de iogurte funcional com leite de cabra, saborizado com frutos do cerrado e suplementado com inulina**. 2008. 133p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

MUNÕZ, A. M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation in quality control**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 240 p.

NÓBREGA, S. B. P. **A faveleira (*Cnidocolus quercifolius*) como fonte alternativa na alimentação humana e animal no Semi-Árido Paraibano**. 2001. 145p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, 2001.

OLIVEIRA, J. E. D.; MARCINI, J. S. **Ciências nutricionais**. Sarvier, 1998. 403p.

OLIVEIRA, M. E. G. **Desenvolvimento de Formulações de Bebidas Lácteas Fermentadas a partir de Soro e Leite de Cabra**. 2009. 76p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, Paraíba, 2009.

OLIVEIRA, O. F. **Algumas árvores do Município de Mossoró. Caatinga**, v.1, n.1, p.7-17, 1976.

OLIVEIRA, V. M. **Formulação de bebida láctea fermentada com diferentes concentrações de soro de queijo, enriquecida com ferro: caracterização físico-química, análises bacteriológicas e sensoriais.** 2006. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2006.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. **Necessidade de energia y de proteínas.** Ginebra: FAO/OMS/ONU, (Série de Informes Técnicos, 724). 1985. 220p.

PADILLA, F. C.; ALVAREZ, M. T.; ALFARO, M. J. Functional properties of barinas nut flour (*Caryodendron orinocense* Karst., Euphorbiaceae) compared to those of soybean. **Food Chemistry**, v.57, n.2, p.191-196, 1996.

PAVANELLI, A. P. Aditivos para panificação: conceitos e funcionalidade. ABIAM - Associação Brasileira da Indústria de Aditivos e Melhoradores para Alimentos e Bebidas. **Artigo técnico Oxitenó.** 2000.

PEREIRA, J. M. A. T. K.; SOUZA, N. L.; MINIM, V. P. R.; MINIM, L. A. Comparação de Técnicas estatísticas para avaliação da aceitabilidade sensorial de bebida láctea. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.61, n.351, p.17-20. 2006.

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

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

QUAGLIA, G. **Ciencia y tecnología de la panificación.** Zaragoza: Acribia, 1991. 485p.

QUEIROGA NETO, V. **Caracterização físico-química e nutricional do óleo e proteínas de amêndoas de fava de morcego (*Dipteryx lacunifera*, L.).** 2005. 150p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, 2005.

QUEIROGA NETO, V.; NARAIN, N.; SILVA, J. B.; BORA, P. S. Functional properties of raw and heat processed cashew nut (*Anacardium occidentale*, L.) kernel protein isolates. **Die Nahrung**, v.45, n.4, p.258-262, 2001.

QUÍLEZ, J.; RUIZ, J. A.; ROMERO, M. P. Relationships between sensory flavor evaluation and volatile and nonvolatile compounds in commercial wheat bread type baguette. **Journal Food Science**, v.71, n.6, p.423-427, 2006.

RAMOS, C. M. P.; BORA, P. S. B. Extraction and characteristics of Brazil nut (*Bertholletia excelsa* HBK) globulin. **Food Science Technology International**, v.9, n.4, p.265-270, 2003.

RIBEIRO FILHO, N. M.; CALDEIRA, V. P. S.; FLORÊNCIO, I. M.; AZEVEDO, D. O.; DANTAS, J. P. Avaliação comparada dos índices químicos nitrogênio e fósforo nas porções

morfológicas das espécimes de faveleira com espinhos e sem espinhos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.9, n.2, p.149-160, 2007.

RIBEIRO, D. **Caracterização dos lipídios e de proteínas das amêndoas de macadâmia (*Macadâmia integrifolia* Maiden e Betche)**. 2003. 93p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, 2003.

ROBERFROID, M. **Functional food concept and its application to prebiotics**. *Digestive and Liver Disease*. v. 34, Suppl. 2, p.105-10, 2002.

RODRIGUES, M. I.; IEMMA A. F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos**. 2. ed. Campinas: Casa do Pão Editora, 2009.

RODRIGUES, R. S. **Caracterização de extratos de soja obtidos de grãos, farinha integral e isolado protéico visando a formulação e avaliação biológica (em coelhos) de bebida funcional à base de soja e polpa de pêssego**. 2003. 177p. Tese. (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2003.

ROSENTHAL, A.; DELIZA, R.; CABRAL, L. M. C.; CABRAL, L. C.; FARIAS, C. A. A.; DOMINGUES, A. M. Effect of enzymatic treatment and filtration on sensory characteristics and physical stability of soymilk. **Food Control**, v.14, n.3, p.187-192, 2002.

SANTIAGO, L. G.; GONZÁLEZ, R. J.; RAMONDETTO, G. E.; BONALDO, A. G. Emulsifying ability of proteins evaluated by response surface methodology. **Lebensmittel Wissenschaft und-Technologie**, v.31, p.259-264, 1998.

SANTOS, J. C. O.; DANTAS, J. P.; MEDEIROS, C. A.; ATHAÍDE FILHO, P. F.; CONCEIÇÃO, M. M., SANTOS JR, J. R.; SOUZA, A. G. Thermoanalytical study of faveleira seeds (*Cnidocolus quercifolius*). **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 79, p. 271-275, 2005.

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

SGARBIERI, V. C.; PACHECO, M. T. B. Revisão: Alimentos funcionais fisiológicos. **Brazilian Journal Food Technological**, v.2, n.1 e 2, p.7-19, 1999.

SHAH, N. P. Probiotic bacteria: Enumeration and survival in dairy foods. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.894-907, 2000.

SILVA, E. V. C.; MEDEIROS, L. F. P. S.; MONTEIRO, D. B.; SILVA, G. F. Elaboração de bebida láctea pasteurizada sabor bacuri enriquecida com pólen. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v.4, n.1, p.1-9, 2010.

SILVA, S. I. **Euphorbiaceae da caatinga: distribuição de espécies e potencial oleaginoso**. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo. 1998.

SOARES JÚNIOR, M. S.; OLIVEIRA, W. M.; CALIARI, M.; VERA, R. Otimização da formulação de pães de forma preparados com diferentes proporções de farinha de trigo, fécula de mandioca e okara. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos - CEPPA**, v.24, n.1, p.221-248, 2006.

SOUZA, M. L.; MENEZES, H. C. Processamentos de amêndoa e torta de castanha-do-brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.1, p.120-128, 2004.

SOUZA, P. H. M.; SOUZA NETO, M. H.; MAIA, G. A. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim da SBCTA**, v.37, n.2, p.127-135, 2003.

SPSS. Inc. 11.0 for Windows [Computer program]; LEAD Technologies **SPSS Inc.**, 2001.

STATISTICA for Windows – Release 5.0. **StatSoft, Inc.** Tulsa, OK, EUA. 1995

STONE, H.; SIDEL, J. **Sensory evaluation practices**. New York: Academic Press, 1993. 338 p.

TAIPINA, M. S.; FONTS, M. A. S.; COHEN, V. H. Alimentos funcionais – nutracêuticos. **Higiene Alimentar**, v.16, n.100, p.28-29, 2002.

UNIVERSIDADE DE CAMPINAS (UNICAMP). **Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO**. 2.Ed. Campinas: Nepa – Unicamp, 2006. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela.php?ativo=tabela&PHPSESSID=bc1d93b20ee3e9af89a633537050f582>. Acesso em: junho de 2011.

USDEC NEWS. O uso de produtos de soro em iogurtes e produtos lácteos fermentados. **The United States Dairy Export Council**, v.2, n.2, p.1-2, 1999.

VELLOZO, E. P.; FAGIOLI, D.; SILVA, R. Pão enriquecido com ferro na prevenção da anemia de crianças matriculadas em creches da Prefeitura do Município de São Paulo. **Nutrição em Pauta**, v.11, p.32-42, 2003.

VIANNI, R.; BRAZ FILHO, R. Ácidos graxos naturais: Importância e ocorrência em alimentos. **Química Nova**, v.19, n.4, p.400-407, 1996.

WALZEM, R. L. Functional Foods. **Trends in Food Science and Technology**, v.15, p.518, 2004.

WANG, C. R.; ZAYAS, J. F. Emulsifying capacity and emulsion stability of soy proteins compared with corn germ protein flour. **Journal of Food Science**, v.57, n.3, p.726-731, 1992.

WATTS, B. M.; YLIMAKI, G. L.; JEFFERY, L. E.; ELIAS, L. G. **Métodos sensoriais básicos para la evaluación de alimentos**. Traducción: Oficina de Traducciones, Secretaria de Estado. Ottawa : Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. p.170, 1992.

YASUMATSU, K.; SAWADA, K.; MORITAKA, S. Whippings and emulsifying properties of soy bean products. **Agricultural and Biological Chemistry**, v.35, n.5, p.719-727, 1972.

YOUNG, V. R.; PELLETT, P. L. Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. **American Journal Clinic Nutricion**, v.59, p.1203S-1212S, 1994.

APÊNDICES

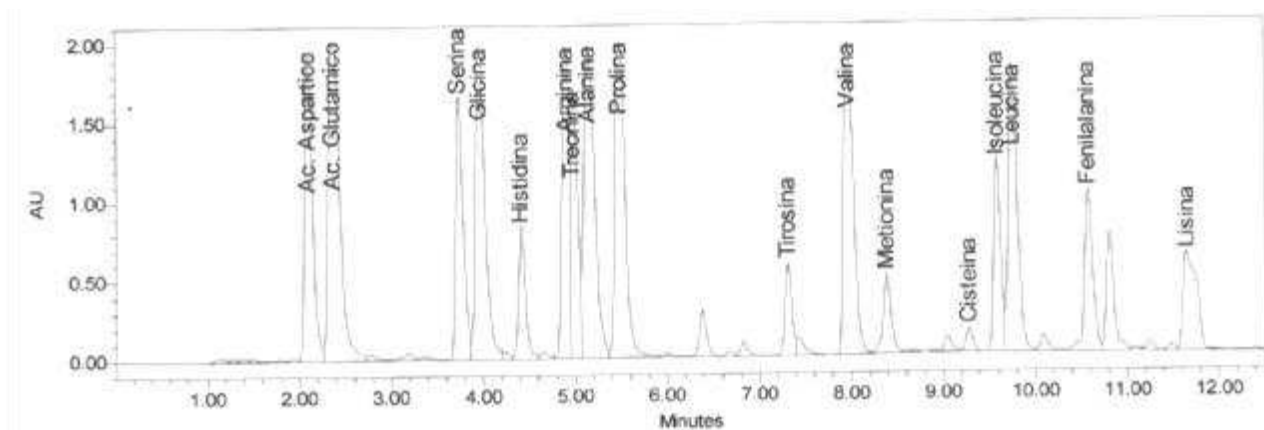


Figura A1 – Cromatograma da composição de aminoácidos na farinha desengordurada das amêndoas da faveleira.

Tabela A2 – Tabela dos valores de acidez nas bebidas lácteas fermentadas elaboradas em 8 horas de fermentação

Tempo	Acidez (°D) nos Experimento						
	1	2	3	4	5	6	7
0	18,5±0,05	14,5±0,05	21,5±0,15	17,5±0,05	20,5±0,05	20,0±0,01	20,5±0,05
1	25,5±0,05	22,0 ±0,01	28,5±0,05	22,0±0,10	25,5±0,05	24,0±0,01	25,5±0,05
2	31,5±0,05	29,0±0,10	35,0±0,10	37,5±0,05	38,0±0,10	37,0±0,01	38,0±0,10
3	37,0±0,01	35,5±0,05	39,5±0,05	52,5±0,05	48,0±0,10	49,5±0,05	49,0±0,01
4	39,5±0,05	39,0±0,01	43,5±0,05	59,5±0,15	52,0±0,10	56,0±0,01	54,0±0,10
5	48,0±0,01	48,0±0,20	52,0±0,20	60,0±0,01	66,5±0,15	64,5±0,15	68,5±0,15
6	54,5±0,15	55,0±0,10	54,5±0,05	64,5±0,15	74,5±0,05	72,5±0,05	74,5±0,05
7	61,0±0,01	62,0±0,20	62,5±0,25	65,0±0,10	77,5±0,15	78,5±0,05	78,0±0,10
8	66,5±0,15	66,0±0,01	60,0±0,10	66,0±0,10	87,0±0,10	86,0±0,30	86,5±0,05

Tabela A3 – Tabela dos valores de pH nas bebidas lácteas fermentadas elaboradas em 8 horas de fermentação

Tempo	pH nos Experimento						
	1	2	3	4	5	6	7
0	5,70	6,26	5,93	5,98	5,84	5,88	5,86
1	5,42	5,50	5,49	5,65	5,52	5,63	5,72
2	5,18	5,27	5,25	5,21	5,22	5,28	5,32
3	4,96	5,01	5,05	4,63	4,95	4,99	5,01
4	4,78	4,62	4,82	4,41	4,70	4,73	4,79
5	4,50	4,31	4,65	4,40	4,48	4,51	4,52
6	4,32	4,27	4,57	4,39	4,37	4,39	4,41
7	4,13	4,08	4,26	4,32	4,28	4,30	4,33
8	4,05	3,99	4,60	4,31	4,20	4,23	4,23

Tabela A4 – Tabela dos valores de massa celular nas bebidas lácteas fermentadas elaboradas em 8 horas de fermentação

Tempo	n° de células viáveis de micro-organismos						
	Experimentos						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,074±0,01	0,019±0,01	0,027±0,01	0,016±0,01	0,089±0,01	0,065±0,01	0,085±0,01
1	0,075±0,01	0,077±0,02	0,085±0,01	0,023±0,01	0,096±0,01	0,096±0,01	0,099±0,02
2	0,083±0,01	0,073±0,01	0,088±0,01	0,086±0,02	0,093±0,01	0,099±0,01	0,096±0,01
3	0,086±0,02	0,074±0,01	0,093±0,01	0,085±0,01	0,089±0,01	0,088±0,01	0,095±0,01
4	0,079±0,03	0,070±0,01	0,084±0,01	0,090±0,01	0,110±0,02	0,103±0,01	0,101±0,01
5	0,076±0,01	0,079±0,02	0,088±0,01	0,089±0,01	0,100±0,01	0,099±0,01	0,102±0,01
6	0,079±0,02	0,071±0,02	0,091±0,01	0,086±0,01	0,115±0,01	0,083±0,01	0,091±0,01
7	0,085±0,01	0,082±0,01	0,104±0,01	0,083±0,01	0,095±0,02	0,094±0,01	0,094±0,02
8	0,097±0,01	0,083±0,01	0,111±0,01	0,081±0,01	0,109±0,01	0,103±0,01	0,092±0,01

Tabela A5 – Tabela dos valores da massa celular, pH e acidez (°D) nas bebidas lácteas fermentadas elaboradas durante o armazenamento de 49 dias sob refrigeração.

Armazenamento (dias)	Massa celular (g)	pH	Acidez (°D)
0	0,110±0,01	4,35±0,22	75±1,15
7	0,120±0,01	4,10±0,16	85±3,06
14	0,125±0,01	3,90±0,15	86±0,58
21	0,115±0,01	4,00±0,17	84±1,53
28	0,120±0,01	3,95±0,16	85±1,15
35	0,125±0,01	3,90±0,15	85±1,15
42	0,125±0,01	3,65±0,02	86±2,00
49	0,120±0,01	3,60±0,04	87±1,53

Tabela A6 – Capacidade emulsificante, Atividade emulsificante e Estabilidade da emulsão das proteínas das sementes da faveleira e da caseína em função do pH

pH	Capacidade Emulsificante (mL		Atividade Emulsificante		Estabilidade da Emulsão	
	óleo / 0,1g proteína)		(%)		(%)	
	Caseína	Faveleira	Caseína	Faveleira	Caseína	Faveleira
2	73,08 ± 0,63 ^a	138,33 ± 2,89 ^b	48,37 ± 0,76 ^a	51,48 ± 2,31 ^a	47,16 ± 0,80 ^a	47,41 ± 1,70 ^a
4	48,17 ± 0,76 ^a	43,67 ± 1,15 ^b	4,19 ± 0,38 ^a	6,40 ± 0,75 ^a	3,59 ± 0,40 ^a	5,47 ± 0,98 ^b
6	51,67 ± 0,76 ^a	48,33 ± 2,89 ^b	6,86 ± 0,60 ^a	14,33 ± 0,95 ^b	6,13 ± 0,46 ^a	13,60 ± 0,72 ^b
8	98,42 ± 0,52 ^a	97,33 ± 2,08 ^a	51,54 ± 0,84 ^a	45,01 ± 1,49 ^b	50,77 ± 0,42 ^a	43,72 ± 2,13 ^b

Resultados das análises com média de três repetições (± desvio padrão). Médias seguidas pela mesma letra (na linha) não diferem pelo teste de “t-student” a 5% de significância.

ANEXOS



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

COMPROVANTE DE APROVAÇÃO

CAAE 0621.0.000.133-09

Pesquisadora: Mônica Tejo Cavalcanti

Andamento do projeto - CAAE - 0621.0.133.000-09

Título do Projeto de Pesquisa				
Elaboração de pão de forma enriquecido com a farinha e proteínas das amêndoas da faveleira, avaliação nutricional e sensorial				
Situação	Data Inicial no CEP	Data Final no CEP	Data Inicial na CONEP	Data Final na CONEP
Aprovado no CEP	22/12/2009 10:34:20	23/02/2010 14:02:28		

Descrição	Data	Documento	Nº do Doc	Origem
1 - Envio da Folha de Rosto pela Internet	09/12/2009 00:52:14	Folha de Rosto	FR310858	Pesquisador
2 - Recebimento de Protocolo pelo CEP (Check-List)	22/12/2009 10:34:20	Folha de Rosto	0621.0.133.000-09	CEP
3 - Protocolo Aprovado no CEP	23/02/2010 14:02:28	Folha de Rosto	0621.0.133.000-09	CEP

Doralúcia Pedrosa de Araújo

Coordenadora CEP-UEPB



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

COMPROVANTE DE APROVAÇÃO
CAAE 0580.0.133.000-10
Pesquisadora Responsável: Mônica Tejo Cavalcanti

Andamento do Projeto CAAE- 0580.0.133.000-10				
Título do Projeto de Pesquisa				
Obtenção do leite das sementes da faveleira, avaliação nutricional e sensorial				
Situação	Data Inicial no CEP	Data Final no CEP	Data Inicial na CONEP	Data Final na CONEP
Aprovado no CEP	26/11/2010 15:29:26	03/03/2011 09:00:26		
Descrição	Data	Documento	Nº do Doc	Origem
1 - Envio da Folha de Rosto pela Internet	03/11/2010 23:56:27	Folha de Rosto	FR – 383725	Pesquisador
2 - Recebimento de Protocolo pelo CEP (Check-List)	26/11/2010 15:29:26	Folha de Rosto	0580.0.133.000-10	CEP
3 - Protocolo Aprovado no CEP	03/03/2011 09:00:26	Folha de Rosto	0580.0.133.000-10	CEP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Profª Dra. Doralécia Pedrosa de Araújo
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa