

UNIVERSIDADE TIRADENTES – UNIT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS – PEP

**DESENVOLVIMENTO DE BARRA DE CEREAIS
FORMULADAS COM INGREDIENTES REGIONAIS**

Aluno: Edmilson Rebelo Torres.

Orientadores: Prof. Álvaro Silva Lima, D.Sc.

Profª. Cleide Mara Faria Soares, D.Sc.

ARACAJU, SE – BRASIL

ABRIL DE 2009

DESENVOLVIMENTO DE BARRA DE CEREAIS FORMULADAS COM
INGREDIENTES REGIONAIS

Edmilson Rebelo Torres

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PROCESSOS DA UNIVERSIDADE TIRADENTES COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
ENGENHARIA DE PROCESSOS.

Aprovada por:

Álvaro Silva Lima, D Sc.

Cleide Mara Faria Soares, D Sc.

Odelsia Leonor Sanchez de Alsina, D Sc. (Membro externo)

Juliana Cordeiro Cardoso, D Sc. (Membro externo)

Luanda Gimeno Marques, D Sc. (Membro interno)

ARACAJU, SE - BRASIL

ABRIL DE 2009

T693d Torres, Edmilson Rebelo.

Desenvolvimento de barra de cereais formuladas com ingredientes regionais. / Edmilson Rebelo Torres ; orientação [de] Álvaro Silva Lima, Cleide Mara Farias Soares. – Aracaju : [s.n.], 2009.

78 p. : il.

Inclui bibliografias

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) –
Universidade Tiradentes.

1. Tecnologia do alimento. 2. Barra de cereais. I. Lima, Álvaro Silva (orient.). II. Soares, Cleide Mara Farias (orient.). III. Título.

CDU: 664.23

À minha família.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Álvaro Silva Lima e a Prof.^a Dr.^a Cleide Mara Faria Soares, pela orientação, conselhos e paciência.

A Prof.^a Dr.^a Juliana Cordeiro Cardoso, pelo apoio no Laboratório de Produtos Naturais e Sintéticos.

Ao Biomédico Roneval Felix de Santana e aos alunos de iniciação científica Everton Santana Castro e Yara Karoline dos Santos Souto, pelo companheirismo na realização deste trabalho.

A todos meus colegas e ao corpo docente do mestrado.

Aos estagiários e funcionários do ITP.

Aos meus amigos pelo suporte emocional.

À Universidade Tiradentes, ao Instituto de Tecnologia e Pesquisa, ao Banco do Nordeste, e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio à realização deste trabalho.

Resumo da Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Processos da Universidade Tiradentes como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Processos.

Edmilson Rebelo Torres

DESENVOLVIMENTO DE BARRA DE CEREAIS FORMULADAS COM INGREDIENTES REGIONAIS

O consumo de “fast-foods” e lanches rápidos têm aumentado nos últimos anos, entre eles as barras de cereais se destacam por oferecer um alimento de fácil consumo, estável, variedade de sabores e com atributos de alimento saudável. Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de formulações de barras de cereais contendo os ingredientes regionais jenipapo e semente de jaca. A secagem da polpa do jenipapo foi realizada nas temperaturas de 50, 60, 70, 80, 90 e 100 °C em estufa com circulação de ar forçado, a temperatura mais adequada para a secagem do jenipapo foi a de 50 °C por 6 h, cuja cinética de secagem foi representada utilizando os modelos semi-empíricos de Lewis, Booker, Handerson & Henderson, Page e Overhults. O modelo de Overhults e Page foram os que tiveram melhor ajuste aos dados experimentais. A incorporação do jenipapo seco nas barras de cereais foi realizada nas proporções de 5, 10 e 15%, a proporção de 5% apresentou as melhores notas para os atributos sensoriais. Para o cozimento da semente de jaca, foram estudados os tempos de 50, 60, 70 e 80 min, o tempo escolhido para o cozimento das sementes de jaca foi o de 70 min, o qual apresentou características textuométricas semelhantes. A barra de cereais foi formulada com incorporação das sementes cozidas nas proporções de 5, 10 e 15%, as quais foram estatisticamente semelhantes entre si ($p \leq 0,05$), dessa forma a proporção de 15% foi escolhida por apresentar maior incorporação possível. As barras de cereais incorporadas com os ingredientes regionais quando comparadas pela composição físico-química, análise sensorial e textuométrica com as barras de cereais comerciais são similares e sem perda da identidade sensorial e das propriedades físico-químicas.

Palavras chaves: barra de cereais, *Genipa americana L.*, *Artocarpus heterophyllus*.

Abstract of Dissertation presented to the Process Engineering Graduate Program of Universidade Tiradentes as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

Edmilson Rebelo Torres

DEVELOPMENT OF THE CEREAL BAR MADE WITH REGIONAL INGREDIENTS.

The consumption of "fast-foods and snacks have increased in recent years, between them the cereal bars if they detach for offering a food of easy consumption, stable, variety of flavors and with attributes of healthy food. This work had as objective the development of formulations of cereal bars containing the regional ingredients like jenipapo and jackfruit seed. The drying of the pulp jenipapo was performed at temperatures of 50, 60, 70, 80, 90 and 100 ° C in an oven with forced air circulation, the most appropriate temperature for the drying of the jenipapo was 50 ° C for 6 h, whose kinetics of drying was represented using the semi-empirical models of Lewis, Booker, Henderson & Handerson, Page and Overhults. The models of Overhults and Page had the best adjustments to the experimental data. The incorporation of the dry jenipapo in the cereal bars was made in the proportions of 5, 10 and 15%, the proportion of 5% presented the best notes for the sensorial attributes. The cooking of the jackfruit seed was studied in the times of 50, 60, 70 and 80 min, the time chosen for the cooking was 70 min, which presented texture characteristics similar to cereal bars. The cereal bars was formulated with incorporation of the seeds cooked in proportions of 5, 10 and 15%, which were statistically similar ($p \leq 0.05$), the proportion of 15% was chosen with the objective of a larger incorporation possible. The cereal bars incorporated with the regional ingredients when compared by the the physico-chemical composition, sensory analysis and texture, , with the cereal bars commercial are similar, therefore they do not present loss of the sensorial identity and of the physico-chemical composition.

Keywords: cereal bars, *Genipa americana L.*, *Artocarpus heterophyllus*.

Sumário

1. Introdução	14
2. Objetivos	16
2.1. Objetivo geral	16
2.2. Objetivos específicos	16
3. Revisão da literatura	17
3.1. Barra de Cereais	17
3.2. Matérias-primas	22
3.2.1. Jenipapo	22
3.2.2. Jaca	23
3.2.3. Mel	25
3.3. Aportes funcionais	26
3.3.1. Fibra Alimentar	27
3.3.2. Ferro	29
3.4. Secagem	31
3.5. Análise sensorial	35
4. Material e Métodos	38
4.1. Matérias-primas	38
4.2. Processamento das matérias-primas	38
4.2.1. Secagem de Jenipapo	38
4.2.2. Cozimento da semente de jaca	40
4.3. Formulação das barras de cereais	40
4.4. Comparação com barras de cereais de mercado	42
4.5. Caracterização das matérias-primas e barras de cereais	42
4.5.1. Determinação de umidade	42
4.5.2. Determinação de cinzas	42
4.5.3. Determinação de proteína	42
4.5.4. Determinação dos lipídios	43
4.5.5. Determinação de pH e acidez titulável	43
4.5.6. Determinação de fibras	43
4.5.7. Determinação de carboidratos	43
4.5.8. Determinação de energia	44
4.5.9. Atividade de água (a_w)	44
4.5.10. Composição mineral	44
4.6. Análise sensorial	44
4.7. Análise texturométrica	45
4.1. Análise estatística	45
5. Resultados e Discussão	47
5.1. Secagem do jenipapo	47
5.1.1. Avaliação dos modelos matemáticos.	47
5.1.2. Composição centesimal aproximada do jenipapo	56
5.2. Barra de cereais com jenipapo.	58
5.3. Cozimento das sementes de jaca.	60
5.4. Barras de cereais com semente de jaca.	62
5.5. Comparação das barras de cereais formuladas e comerciais.	64

6. Conclusão -----	69
7. Sugestões para futuros trabalhos-----	70
8. Referências Bibliográficas-----	71

Índice de Figuras

Figura 1 - Fruto da <i>Genipa americana</i> L (http://www.paty.posto7.com.br/xingu.htm).-----	22
Figura 2 - <i>Artocarpus integrifolia</i> (http://www.tropical-biology.org)-----	24
Figura 3 - Sementes da <i>Artocarpus integrifolia</i> (http://www.flickr.com/photos/daks).-----	24
Figura 4 - Fluxograma do processamento das barras de cereais.-----	41
Figura 5 - Ficha utilizada no teste de aceitação e intenção de compra -----	46
Figura 6 - Gráfico da análise de textura instrumental, fornecida pelo Software Texture Expert. -----	46
Figura 7 - Perda de massa da polpa de jenipapo em diferentes temperaturas durante o tempo de 30 horas. -----	47
Figura 8 - Valores experimentais para o teor de umidade adimensionalizado do processo de secagem do jenipapo em diferentes temperaturas durante o tempo de 30 horas. -----	48
Figura 9 - Aparência das amostras secas nas temperaturas de estudo após 30 horas. -----	49
Figura 10 - Valores experimentais para o teor de umidade adimensionalizado do processo de secagem do jenipapo em diferentes temperaturas durante o tempo de 8 horas.-----	50
Figura 11 - Aparência das amostras secas nas temperaturas de estudo após 8 horas. -----	50
Figura 12 - Distribuição de resíduos para os modelos estudados. (a) - Lewis, (b) - Brooker, (c) - Henderson & Henderson, (d) - Page e (e) – Overhults.-----	53
Figura 13 - Curvas do adimensional de umidade em função do tempo para a temperatura de 50°C.-----	54
Figura 14 -Curvas do adimensional de umidade em função do tempo para a temperatura de 60°C.-----	54
Figura 15 -Curvas do adimensional de umidade em função do tempo para a temperatura de 70°C.-----	55
Figura 16 -Curvas do adimensional de umidade em função do tempo para a temperatura de 80°C.-----	55
Figura 17 -Curvas do adimensional de umidade em função do tempo para a temperatura de 90°C.-----	56
Figura 18 - Curvas do adimensional de umidade em função do tempo para a temperatura de 100°C. -----	56

Figura 19 - Intenção de compra para as barras de cereais formuladas com jenipapo. 1 – certamente não compraria, 2 – provavelmente não compraria, 3 – não sei se compraria, 4 – eu provavelmente compraria e 5 – eu certamente compraria. ----- 59

Figura 20 - Intenção de compra para as barras de cereais formuladas com semente de jaca. 1 – certamente não compraria, 2 – provavelmente não compraria, 3 – não sei se compraria, 4 – eu provavelmente compraria e 5 – eu certamente compraria. ----- 63

Figura 21 - Aparência das barras de cereal base, comerciais 1 e 2 e incorporadas com ingredientes regionais, jenipapo 5% e semente de jaca 15%. ----- 66

Figura 22 - Intenção de compra para as barras de cereais base, formuladas com ingredientes regionais e comerciais. 1 – certamente não compraria, 2 – provavelmente não compraria, 3 – não sei se compraria, 4 – eu provavelmente compraria e 5 – eu certamente compraria. ----- 66

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Exemplos de barras de cereais patenteadas nos últimos anos. -----	19
Tabela 2 - Composição físico-química do jenipapo segundo diferentes autores. -----	23
Tabela 3 - Composição físico-química da semente de jaca.-----	25
Tabela 4 - Composição físico-química do mel silvestre. -----	26
Quadro 1 - Classificação das fibras de acordo com a hidrosolubilidade. -----	28
Tabela 5 - Modelos semi-empíricos para descrever a cinética de secagem. -----	39
Tabela 6 - Ingredientes da formulação base da barra de cereais. -----	41
Tabela 7 - Percentual de encolhimento das amostras de jenipapo após 30h de processo de secagem.-----	49
Tabela 8 - Percentual de encolhimento das amostras de jenipapo após 8h do processo de secagem.-----	51
Tabela 9 - Parâmetros estatísticos dos modelos matemáticos. -----	52
Tabela 10 - Parâmetros estatísticos dos modelos matemáticos. -----	52
Tabela 11 - Composição físico-química da polpa de jenipapo seca à 50°C por 6 horas (B.U.). 57	
Tabela 12 - Composição mineral do jenipapo após processo de secagem à 50°C por 6 horas. 58	
Tabela 13 - Notas sensoriais do teste de aceitação e intenção de compra para barras de cereais formuladas com jenipapo. -----	59
Tabela 14 - Composição físico-química da barra de cereal formulada com 5% de jenipapo seco.-----	60
Tabela 15 - Composição mineral da barra de cereal formulada com 5% de jenipapo seco.--	60
Tabela 16 - Textura instrumental da semente de jaca cozida. -----	61
Tabela 17 - Textura instrumental de barras de cereais -----	61
Tabela 18 - Composição físico-química da semente de jaca cozida por 70min. -----	62
Tabela 19 - Composição mineral da semente de jaca cozida por 70min. -----	62
Tabela 20 – Notas sensoriais de aceitação para barras de cereais formuladas com semente de jaca. -----	63
Tabela 21 - Composição físico-química da barra de cereal formulada com 15% de semente de jaca. -----	63

Tabela 22 - Composição mineral da barra de cereal formulada com 15% de semente de jaca.	64
Tabela 23 - Notas sensoriais de aceitação e intenção de compra para barras de cereais. ----	65
Tabela 24 - Textura instrumental das barras de cereais. -----	67
Tabela 25 - Composição físico-química das barras de cereais. -----	68

1. Introdução

O aumento significativo no consumo de “fast-foods” e lanches têm sido verificados nos últimos anos, revelando uma tendência de mudança no estilo de vida da população. Isto se deve às facilidades encontradas para a aquisição de alimentos pré-prontos, prontos e congelados no mercado. Dentre estes alimentos destacam-se os “snacks”, os quais são definidos como pequenas refeições, leves ou substanciais, podendo estar relacionados com os atributos “saudável” e/ou “diversão”. Vários são os produtos classificados como “snack”, dentre os quais se podem citar as mini-pizzas, biscoitos, pipocas e as barras de cereais (BRITO *et al.*, 2004).

Barras de cereais foram introduzidas há cerca de uma década no Brasil como uma alternativa “saudável” de confeito, quando consumidores se mostravam mais interessados em saúde e dietas. Alternativa saudável às barras de chocolate, o produto foi direcionado no Brasil inicialmente aos adeptos de esportes radicais e, com o tempo, conquistou até executivos (FREITAS & MORETTI, 2006). Atualmente é amplamente distribuída como lanche em viagens aéreas. Desde a introdução das barras de cereais nos países do Reino Unido em 1981, o mercado vem crescendo substancialmente e em 1987 foi estimado em 45 milhões de libras esterlinas (FREITAS, 2005).

No início da década de 90, os principais consumidores de barras eram os esportistas. Atualmente, o consumo também é feito por pessoas não atletas e observa-se a produção de barras para segmentos de mercado específicos, como barras contendo vitaminas e minerais específicos para mulheres; barras formuladas visando à saúde da próstata do homem; barras para diabéticos, que estabilizam o nível de açúcar do sangue; e barras que auxiliam no combate à osteoporose, são exemplos das novas barras produzidas para segmentos específicos (MATSUURA, 2005).

A maior dificuldade de obtenção de uma boa barra de cereal é a combinação dos diversos ingredientes com funcionalidade específica tais como vitaminas, minerais, proteínas, grãos, fibras, agentes espessantes, adoçantes e aromatizantes, e transformá-los em um produto com sabor, textura e aparência aceitável, ao mesmo tempo em que se tenta atingir objetivos nutricionais específicos (LIMA, 2004). Devido a essa dificuldade a maioria dos processos de formulação de barras de cereais são patenteados.

Com o tempo para as refeições cada vez mais curto e com uma tendência de comer uma variedade cada vez menor de alimentos, dessa forma a variedade de nutrientes também

diminui, e para que se tenha uma boa saúde a dieta precisa ser bastante equilibrada. Alguns alimentos são formulados de forma a suprir algumas deficiências ou melhorar a absorção de nutrientes, e/ou alguma outra ação ao ponto de conseguirem um benefício fisiológico no indivíduo, promovendo a saúde e reduzindo o risco a certas doenças.

O Brasil como é um país tropical de terras férteis, possui um número muito grande de frutas nativas de grande valor nutricional, com altos teores de vitaminas e minerais, sendo usadas pela população há séculos como uma forma de complementar a dieta diária. Frutas são alimentos frágeis e com alta perecibilidade, e a fim de conseguir conservar pelo maior tempo possível o fruto “in natura” ou suas propriedades nutricionais, vários métodos são apresentados, como a refrigeração, fabricação de doces, sucos, geléias, desidratação, etc.

Mesmo com a atual crise devido ao aumento dos preços dos alimentos, o desperdício em toda a cadeia de produção de alimentos é muito grande. Muito do que é considerado resíduo (cascas, sementes, caules, etc.), a nível industrial e doméstico, tem como destino à alimentação animal ou em muitos casos o lixo. Muitas pesquisas são realizadas com o objetivo de minimizar esses desperdícios e agregar valor a um produto, que antes teria pouco ou nenhum valor, processando e utilizando para formulação de produtos já conhecidos ou novos produtos.

Com a criação de novos produtos, modificação em suas formulações e complementação de produtos existentes, torna-se necessário à avaliação de aceitabilidade da população a esse produto. A análise sensorial é uma ferramenta importante nesse processo, conseguindo mediante a utilização de métodos específicos avaliar a qualidade do produto através dos órgãos dos sentidos.

Este trabalho é justificado pelo desenvolvimento e estudo de um alimento utilizando como matérias-primas ingredientes regionais de baixo ou nenhum custo, que possam vir a agregar valor nutricional ao alimento e o desenvolvimento da comunidade local, além de contribuir com novas pesquisas na área e criar referência bibliográfica para futuros estudos destas matérias-primas.

2. Objetivos

2.1. Objetivo geral

Desenvolver formulações de barras de cereais contendo ingredientes regionais.

2.2. Objetivos específicos

Como objetivos específicos do estudo de desenvolvimento de barras de cereais utilizando ingredientes regionais têm-se:

- Estudar a secagem de jenipapo;
- Preparar semente de jaca para utilização como ingrediente para barra de cereal;
- Caracterizar as matérias-primas quanto sua composição centesimal e suas propriedades físico-químicas;
- Desenvolvimento da barra de cereais com os ingredientes regionais (jenipapo e semente de jaca) e
- Caracterizar as barras de cereais quanto sua composição centesimal, suas propriedades físico-químicas e sensoriais.

3. Revisão da literatura

3.1. Barra de Cereais

A dieta alimentar do consumidor, focada na preocupação de alimentos mais saudáveis, tem impulsionado o mercado que cresce cerca de 20% ao ano por exemplo para as das barras de cereais. No cenário brasileiro, no qual a economia passava por um momento recessivo, este é um crescimento significativo (BARBOSA, 2001). Este crescimento é principalmente devido à tendência de consumo de alimentos saudáveis com alto teor de fibra e baixo teor de gordura (MATSUURA, 2005).

O consumo de alimentos “snacks” apresenta um crescimento constante. Nos EUA, 98% da população adulta consomem este tipo de produto, chegando a 9,7 kg por habitante por ano, sendo que 62,5% dos consumidores de barras de cereais encontram-se na faixa entre 15 e 24 anos (BUENO, 2005). O consumidor deste produto é bastante elitizado, em sua maioria da classe A, seguido em número bem menor pelas classes B e C. Isto se deve provavelmente ao preço final do produto, que girava em torno de US\$ 0,40 em 2001 (BARBOSA, 2001).

Em 1992, foi lançada a primeira barra de cereais no Brasil. O produto – talvez inovador demais para a época – não foi bem aceito pelo consumidor, e somente alguns anos depois as barras de cereais foram ganhando espaço, chegando a um crescimento de 25% ao ano, atraindo para este mercado empresas importantes do ramo alimentício (BARBOSA, 2001).

Algumas tendências bem documentadas no setor de alimentos que beneficiam o mercado de barra de cereais são: o declínio das tradicionais refeições em família; o aumento do conhecimento em saúde, que resultou no aumento na demanda de alimentos considerados saudáveis; o aumento no tempo de lazer e tempo gasto em casa que aumentou a demanda por “snacks”; o aumento na renda disponível em certos setores da população que tem aumentado às chances das pessoas experimentarem novos produtos (FREITAS, 2005).

As barras de cereais apresentam formato retangular e tamanho pequeno, que com o passar dos anos tem se modificado, passando de um produto “duro” e crocante para um produto “macio” e mastigável. Atualmente também é oferecido coberto com chocolate. Os consumidores associam as barras a produtos saudáveis e tem no sabor a principal razão de compra. Os atributos sensoriais de aroma, gosto, textura e aparência também foram citados

como importantes para influenciar a intenção de compra dos consumidores (MATSUURA, 2005).

Os principais aspectos considerados na elaboração da barra de cereais incluem a escolha do cereal (aveia, trigo, arroz, cevada, milho), a seleção do carboidrato apropriado de forma a manter o equilíbrio entre o sabor e a vida-de-prateleira, o enriquecimento com vários nutrientes, sua estabilidade no processamento e o uso de fibra alimentar (GUTKOSKI *et al.*, 2007).

Na literatura apresentam-se diferentes tipos de ingredientes para formulação das barras de cereais, em sua maioria as formulações possuem três grupos, os ingredientes secos, aglutinantes e os compostos de revestimento.

Segundo COLEMAN *et al.* (2007), no método de fabricar uma barra de cereal, as proporções entre os grupos de ingredientes: são 20-60% de grão integral do grupo de aveia, trigo, flocos de trigo, cevada, flocos de cevada com casca, sorgo e milho, 35-60% de aglutinante, que pode incluir composições de carboidratos que consistem em suco de cana, xarope de arroz integral, caramelo, oligofrutose, inulina e misturas dos mesmos, e 5-40% de compostos de revestimento podendo conter gordura, carboidratos, flavorizantes e fibras, sendo misturado com o aglutinante, aplicado sobre a barra de cereal por chuveiramento ou cobertura, ou ambos, como forma de melhorar o sabor, evitar o ressecamento da barra de cereal, e para ajudar a manter a vida de prateleira.

RAMAKRISHNA *et al.* (2005), patentearam a invenção que provê uma formulação de barra de cereal moderna que inclui açúcar mascavo ou açúcar de 30 a 50%; xarope de glucose de 25 a 45%; gordura de 0 a 15%; produtos de arroz extrusado de 8 a 20%; amidos modificados de 0,5 a 5.0%; amendoins torrados de 0 a 15%; e água de 5 a 12%, todas as porcentagens estão expressas em termos de massa.

SIROHI *et al.* (2000), apresentaram em sua patente uma formulação de barras de cereais contendo 5,5 a 27,5% de sólidos não gordurosos do leite (leite desnatado), 2,5 a 25% de gordura do leite (leite fresco, leite condensado e/ou leite em pó) ou gordura vegetal, 30 a 60% de material amiláceo (cevada, aveia, arroz e/ou milho), 5 a 30% de açúcares (sucrose, frutose, glucose e/ou açúcar invertido), 2,5 a 15% de umectantes (glicerol e/ou sorbitol) e 1 a 7% de água residual.

ALRED *et al.* (2006), apresentam uma composição caracterizada por 1 a 25% de proteínas (proteínas lácteas), carboidratos de 2 a 60% (farinha de arroz, amido de tapioca e/ou amidos modificados), gordura de 0,1 a 20% (gordura vegetal e/ou óleos de sementes) e

ingredientes opcionais como emulsificantes lecitinas e derivados de ovos (0,05 a 10%), como aromatizantes (vanila, chocolate, coco, malte, iogurte).

Algumas patentes de barras de cereais são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1 - Exemplos de barras de cereais patenteadas nos últimos anos.

Depositante	Constituintes	Referência
Kraft Foods Holding, Inc.	Caramelo com fibra, revestimento flavorizado com chocolate, xarope de arroz integral, xarope de maltitol, xarope de suco de cana evaporado, xarope natural e artificial, inulina, licor de chocolate, sal, antioxidante, sucralose, nugget multi-grão extrusado, aveia trilhada, flocos de cevada, flocos de trigo, nugget de proteína de soja extrusado e revestimento de composto flavorizado com chocolate.	COLEMAN <i>et al.</i> (2007)
Unilever N. V.	Xarope de glucose, xarope de polidestrose, xarope de insulina, açúcar, pasta de pectose, óleo de coco, lectina, glicerol, xarope invertido, pasta de tâmara, óleo de milho, aromatizantes colorantes, manugel, carbonato de cálcio, flocos de aveia e flocos de coco adoçado e picados	ALDRED <i>et al.</i> (2006)
Societe des produits Nestle S.A.	Leite desnatado em pó, xarope de glicose, xarope de sorbitol, açúcar invertido, leite condensado, cloreto de sódio, gordura vegetal hidrogenada, mistura de mono e digliceridio vegetais, glicerine e água.	SIROHI <i>et al.</i> (2001)
The Quaker Oats Company	Granola, aveia integral laminada, arroz extrusado, pedaços secos framboesa, pedaços de morangos secos, flavorizante de morango e solução protéica aquosa.	MESU <i>et al.</i> (2008)
Universidade Estadual de Maringá	Flocos de arroz, farelo de arroz, aveia em flocos, sementes de linhaça, isoflavona, leite de soja em pó, xarope de glicose, casca de maracujá e casca de abacaxi.	SOUZA <i>et al.</i> (2008)
Council of Scientific & Industrial Research	Açúcar mascavo; xarope de glucose; gordura; arroz inchado e expandido, amidos modificados; amendoins torrados e água.	RAMAKRI SHNA <i>et al.</i> (2005)
Kraft Foods Holding, Inc.	Flocos de trigo, aveia tostada, flocos de arroz, granola, flocos de milho, amêndoas, carbonato de cálcio, vitaminas, xarope de milho, compostos de revestimento, polidextrose, caramelo, glicerina, óleo vegetal, mel, ácido cítrico, sal, lecitina de soja, água e flavorizante.	COLEMAN <i>et al.</i> (2007)

No Brasil, o desperdício de alimentos ocorre desde a produção até sua comercialização e utilização, sendo 20% na colheita, 8% no transporte e armazenamento, 15% na indústria de processamento e 1% no varejo, com mais cerca de 20% de perdas no processamento culinário e nos hábitos alimentares, as perdas totalizam 64% em toda a cadeia (INSTITUTO AKATU, 2003). O estudo para utilização de produtos e/ou sub-produtos de pouca ou nenhuma utilização comercial/industrial, ou até mesmo dos resíduos industriais servem como base para formulação de novos produtos (LIMA & MARCELLINI, 2006).

Vários trabalhos têm proposto diferentes-matérias primas para produção de barras de cereais, como:

a) Amarantho

O amarantho (*Amaranthus cruentus* L.), é um pseudocereal produzido e consumido principalmente na América Central, pode ser considerado excelente base para desenvolvimento de novos produtos alimentícios por apresentar alto valor nutricional e algumas propriedades de alimento funcional.

A capacidade de expansão do grão de amarantho foi descoberta na capital do Império Asteca há milhares de anos. O vapor de água produzido preenche os poros dos grânulos de amido, aumentando a temperatura e a pressão. Esse fenômeno gelatiniza os grânulos de amido e rompe o pericarpo, levando a expansão dos poros. Um atrativo do amarantho é o teor de proteína que varia de 14 a 20%. É uma quantidade superior dentre outros cereais, que têm em média 10%. A quantidade de fibra alimentar varia de 9 a 16% , valores superiores ao encontrado no trigo, milho ou aveia. As barras de cereais formuladas com amarantho obtiveram 11,1% de proteína, 3,98% de lipídios, 73,9% de amido total, 0,88% de fibra solúvel e 6,3% de fibra insolúvel, 1,54% de resíduo mineral fixo e 6,92% de umidade, e uma boa aceitação sensorial (COELHO, 2006).

b) Caju

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), pertence à família *Anacardiaceae* e é considerado uma das culturas de maior importância econômica do Nordeste, sendo cultivado principalmente nos estados do Ceará (68%), Rio Grande do Norte (11%) e Piauí (8%). De uma forma simples pode-se dizer que o caju, constituído da castanha (fruto verdadeiro) e do

pedúnculo ou pseudofruto. As amêndoas de castanhas de caju são excelentes fontes de vitamina E, contendo, ainda, vitaminas do complexo B e minerais, estando associadas à prevenção de câncer. O pseudofruto, de estrutura carnosa, suculenta, é rico em vitamina C e minerais. Foram utilizados caju liofilizado, caju saturado, secagem direta ao sol, secagem a ar em estufas e secagem em secador solar. Foram empregadas, na formulação de barras de cereais, produtos como a farinha, xerém e grânulos, o óleo e a torta, todos os ingredientes obtidos da amêndoa de castanha de caju, bem como a fibra originária da extração do suco do caju, após sucessivas lavagens e secagem para a sua preparação. Além destas matérias-primas, utilizaram-se, como fonte de glicídios, o mel de caju e de abelha, o açúcar mascavo e flocos de arroz. Como resultado, foram obtidas barras de cereais formuladas com o pedúnculo desidratado em estufa com 8,26% de umidade, 9,43% de proteínas, 1,59% de cinzas, 9,10% de lipídios totais e 5,45% de fibras, com uma boa aceitação sensorial (LIMA, 2004).

c) Maracujá

O Brasil é um grande produtor mundial de maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener). No país, a fruta é utilizada principalmente para o consumo “in natura” e fabricação de sucos. Possui aproximadamente um terço de seu peso em suco, sendo o restante, casca, albedo e sementes, considerados como resíduo industrial. O albedo de maracujá amarelo, utilizado na formulação das barras, foi tratado e utilizado juntamente com outros ingredientes para a formulação da barra de cereais com os resultados médios de 6% de proteínas, 4% de lipídios, 89% de carboidratos e 0,9% de cinzas (MATSUURA, 2005).

d) Nêspira

A nêspira (*Eriobotrya japonica* Lindl.), da família Rosaceae, também conhecida como ameixa-amarela ou ameixa-japonesa, é uma fruta do tipo pomo como maçã, pêra e marmelo. É uma fruta rica em vitamina C e sais minerais, como cálcio e fósforo. As barras de cereais formuladas com as sementes tostadas e nêspira seca obtiveram resultados de 12,05% de umidade, 1,21% de cinzas, 1,53% de lipídios, 4,34% de proteínas, 80,87% de carboidratos, 1,93% de fibra bruta e 7,86% de fibra alimentar (BUENO, 2005).

3.2. Matérias-primas

Na região nordeste, principalmente no estado de Sergipe, outras opções para formulação de barra de cereais podem ser utilizadas como aditivos para complemento alimentar, aumentando o valor agregado do produto final.

3.2.1. Jenipapo

O jenipapeiro (*Genipa americana* L.), pertencente à família “Rubiaceae”, é considerado uma espécie vegetal de importância econômica, tanto pela sua essência florestal; quanto pela utilização dos seus frutos na produção de alimentos. Sua distribuição geográfica no Brasil abrange desde a Ilha de Marajó até São Paulo e Mato Grosso. Fora do Brasil, sua distribuição também é vasta, estendendo-se do México às Antilhas (SILVA *et al.*, 1998).

Os frutos com 8 a 10 cm de comprimento e 6 a 7 cm de diâmetro, pesando 200 – 400g, são constituídos por uma casca enrugada, espessa, mole, parda ou pardacenta – amarelada, que representa 9,56% do total do fruto e 73,81% de polpa, com odor característico muito forte, sabor doce acidulado, envolvendo numerosas sementes achatadas (16,63%), como mostra a Figura 1 (ANDRADE *et al.*, 2003). O jenipapo raramente é consumido tal com se encontra na natureza. É servido passado na frigideira com manteiga e depois adoçado com bastante açúcar e pó de canela. O fruto maduro é utilizado para compotas, cristalizados, sorvetes e refrescos; se colocado em infusão de álcool, por dias obtém um saboroso licor; e, se submetido à fermentação, tem-se um vinho também muito saboroso (SILVA *et al.*, 1998)



Figura 1 - Fruto da *Genipa americana* L (<http://www.paty.posto7.com.br/xingu.htm>).

NAVES *et al.* (1995) determinaram a composição física de frutos do jenipapeiro de ocorrência no cerrado de Goiás, e observaram uma grande variação nos valores de massa de fruto de $198,18 \pm 22,22$ g, diâmetro longitudinal de $7,33 \pm 0,43$ cm; diâmetro transversal de

6,41 ± 0,31 cm, volume de 227,29 ± 24,88 cm³ e apresentam um número de sementes de 192,62 ± 38,70 unidades.

A composição centesimal do jenipapo observada por diferentes autores pode ser verificada na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição físico-química do jenipapo segundo diferentes autores.

Componente (%)	Andrade (2003)	Brasil (2002)	Franco (1999)
Umidade	81,53	-	-
Cinzas	1,03	-	-
Proteínas	0,72	5,20	1,18
Lipídios	1,55	0,30	0,44
Fibras Totais	-	9,40	-
Carboidratos	-	25,70	18,27
Energia (kcal/100g)	-	113	81,7

3.2.2. Jaca

A espécie *Artocarpus integrifolia*, Figura 2, também conhecida como *Artocarpus heterophyllus* Lam., popularmente conhecida como jaca, é originária das florestas tropicais da Índia, mas também é encontrada no sudeste asiático e Filipinas. Foi trazida para o leste africano, Brasil e Suriname, tornando-se muito popular. É uma espécie adaptada ao clima tropical úmido e resiste a baixas temperaturas. Apesar de necessitar de um habitat ensolarado e úmido, não tolera estiagem, nem solos encharcados. É cultivada sem grandes cuidados, apenas mantida em abundante umidade. Geralmente, a árvore adquire grandes proporções (cerca de 20 metros de altura), possui flores masculina e feminina diferenciadas e folhas longas, verde escuras, lustrosas e espessas. O fruto de jaca é o maior fruto nascido em árvores do mundo, chegando a pesar mais de 30 kg (TRINDADE, 2005).

Os enormes frutos que são produzidos por diferentes variedades de jaqueira são muito apreciados nas regiões tropicais da Ásia, África e América. O fruto, ou seja, a jaca se destaca como maior fruta do mundo alcança até 50 kg e 70 cm de comprimento e 40 cm de diâmetro. É um fruto composto, por sincarpo, globoso, oval ou alongado, formado por uma reunião de frutos simples soldados em torno de um eixo central (Figura 2). A casca possui cor amarelo-acastanhada quando o fruto está maduro e a fruta apresenta aroma peculiar e forte. As

sementes são numerosas variando de 100 até 500 em um único fruto. No Brasil são cultivados três tipos de variedades: jaca dura, mole e manteiga. A jaqueira é uma planta de clima quente e úmido e se desenvolve em quase todos os tipos de solo (VIEIRA, 2002).



Figura 2 - *Artocarpus integrifolia* (<http://www.tropical-biology.org>)

Comumente, também se degusta os nacos de fruta verde. Após cozinhar, fritar ou torrar; as sementes (Figura 3) são apreciadas torradas e degustadas como castanhas e da polpa se faz um licor bem encorpado (TRINDADE, 2005). Os frutos verdes podem ser usados na culinária como verduras e as sementes são comestíveis e bastante nutritivas. Cozidas assemelham-se a castanhas e moídas produzem uma farinha com alto valor nutritivo, podendo ser útil na fabricação de biscoitos, bolos e outros produtos de panificação (LIMA & MARCELINI, 2006).



Figura 3 - Sementes da *Artocarpus integrifolia* (<http://www.flickr.com/photos/daks>).

As sementes de jaqueira possuem composição físico-química de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3 - Composição físico-química da semente de jaca.

Componente (%)	Franco (1999)	Silva <i>et al.</i> (2006)
Umidade	81,53	52 a 58
Cinzas	-	1,2 a 1,5
Proteínas	3,5	6,6
Lipídios	0,3	0,4
Fibras Totais	-	1,5
Carboidratos	30,0	38,4
Energia (kcal/100g)	136,0	-

3.2.3. Mel

Entende-se que mel é um produto da abelha, a única capaz de produzi-lo. Esta observação é importante, haja vista a elaboração artificial de certos produtos, como a glicose de milho, comercializados como mel, ou utilizados para sua adulteração. Assim, pode-se definir o mel como o produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou, também, das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colméia (SILVA *et al.*, 2004).

O mel no Brasil pode ser produzido durante todo o ano devido a sua flora diversificada, por consequência do país possuir um vasto território e uma variabilidade climática grande. Como o mel é resultado da desidratação e transformação do néctar, a quantidade de mel que pode ser obtida de uma determinada planta varia com os fatores que influenciam a produção e a concentração de néctar e, ainda, com a concentração e proporções de seus carboidratos, com a quantidade de flores da área e com o número de dias em que as flores estão secretando néctar. A composição do mel depende, basicamente, da composição do néctar de cada espécie vegetal produtora, conferindo-lhe características específicas enquanto que as condições climáticas e o manejo do apicultor têm influência menor (MARCHINI *et al.*, 2007)

É um alimento de fácil digestão e assimilação, constituindo-se numa fonte de energia que contribui para o equilíbrio dos processos biológicos por conter em proporções adequadas, fermentos, vitaminas, ácidos, aminoácidos, substâncias bactericidas e aromáticas. Sua composição varia dependendo da flora visitada e das condições climáticas da região onde foi produzido (KOMATSU *et al.*, 2002). A composição físico-química de méis silvestres, citada por diversos autores é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 - Composição físico-química do mel silvestre.

Componente	Marchini <i>et al.</i> (2007)	Silva <i>et al.</i> (2004)	Marchini <i>et al.</i> (2005)
Umidade (%)	18,81	19,6	19,10
Cinzas (%)	0,26	0,11	0,25
Proteínas (%)	0,20	-	0,19
Açúcar total (%)	68,20	-	75,20
pH	3,39	4,68	3,20
Acidez (mEq Kg ⁻¹)	27,79	31,03	30,10

3.3. Aportes funcionais

Pela resolução ANVISA/MS nº 18 de 30 de Abril de 1999 os alimentos chamados funcionais devem seguir as seguintes considerações: “Alegação de propriedade funcional: é aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano”. “Alegação de propriedade de saúde: é aquela que afirma, sugere ou implica a existência de relação entre o alimento ou ingrediente com doença ou condição relacionada à saúde”.

As barras de cereais podem ser consideradas como alimentos funcionais, desde que possuam em sua composição concentração adequada de substâncias para esta finalidade. Uma definição abrangente de alimento funcional seria qualquer alimento natural ou preparado pelo homem, que contenha uma ou mais substâncias classificadas como nutrientes ou não-nutrientes, capazes de atuar no metabolismo e na fisiologia humana, promovendo efeitos benéficos à saúde, retardando, inclusive, processos patológicos que conduzem a doenças crônicas e/ou degenerativas, melhorando a qualidade e a expectativa de vida das pessoas.

Dentre os componentes dos alimentos com funcionalidade fisiológica pode-se citar: os polissacarídeos, as fibras, os ácidos graxos poliinsaturados da família ômega-3 (ácido eicosapentaenóico – EPA e o ácido docosahexaenóico - DHA); algumas vitaminas; minerais essenciais; proteínas e peptídeos, e, entre os não-nutrientes: os oligossacarídeos; os flavonóides, como as isoflavonas da soja; os carotenóides, como o licopeno do tomate; os fitosteróis; as bactérias lácticas; compostos organosulfurados; compostos fenólicos; limonóides e substâncias indólicas (LEORO, 2007).

3.3.1. Fibra Alimentar

Atualmente, a definição mais amplamente aceita é a que designa fibra alimentar como sendo a parte dos vegetais resistente à digestão enzimática e às secreções do trato gastrointestinal humano. Compreende um grupo heterogêneo de compostos carboidratos associados e outros componentes, de fundamental importância na estrutura das plantas (BUENO, 2005).

A origem das fibras está nas células vegetais que têm sua maturação caracterizada pelo desenvolvimento de substâncias indigeríveis, principalmente celulose e lignina. Os vegetais de tecido vascular possuem quantidades significativas de lignina no talo, tronco e folhas. Já, nos vegetais de rápido crescimento, os tecidos jovens são ricos em hemicelulose e pectina. As fibras são constituídas por associações de polímeros de alta massa molecular, que são macromoléculas compreendendo em dois grupos químicos, aqueles com estrutura de polissacarídeos vegetais como: celulose, hemicelulose e pectina, e outro grupo sem a estrutura de polissacarídeos vegetais, como: a lignina, assim como gomas e mucilagens (SANTANA, 2005).

As diferentes fibras podem ser classificadas de acordo com a sua solubilidade em água. As fibras solúveis são compostas por polissacarídios não amiláceos, tais como: glucanas, gomas e pectinas, apresentam a tendência de formação de géis quando em contato com a água. São altamente fermentáveis e tem alta viscosidade. As fibras insolúveis são pouco fermentáveis e não são viscosas (COSTA, 2004), como exemplo pode-se citar a celulose, a lignina e algumas hemiceluloses. LEORO (2007) classifica as fibras de acordo com hidrosolubilidade conforme ao Quadro 1.

Quadro 1 - Classificação das fibras de acordo com a hidrosolubilidade.

Fibras	Lignina		Não hidrossolúveis ("fibras insolúveis")
	Polissacarídeos "não-amiláceos"	Celulose	
		Hemicelulose (tipo B)	
		Hemicelulose (tipo A) Pectinas Gomas Mucilagens Outros polissacarídeos	Hidrossolúveis ("fibras solúveis")
Substâncias semelhantes às fibras	Inulina		Hidrossolúveis em sua maioria
	Frutooligossacarídeos		
	Amido resistente		
	Açúcares não absorvidos		

Fonte: LEORO, 2007

Segundo MATSUURA (2005), os efeitos mais amplamente reconhecidos das fibras alimentares relacionam-se a sua função no trato gastro-intestinal. Os efeitos laxante e na saúde do trato gastro-intestinal são os benefícios primários, principalmente das fibras insolúveis, que podem reduzir os riscos de surgimento de doenças gastrointestinais. O mesmo autor descrever outros efeitos como:

- Diminuição da pressão intra-luminal necessária para a evacuação, devido à maior umidade do bolo fecal;
- Favorecem a motilidade gastro-intestinal e diminuem o tempo de trânsito intestinal, protegendo o trato da exposição prolongada a substâncias tóxicas, que podem ser carcinogênicas;
- Aumentam o bolo fecal, diluindo as substâncias indesejáveis e reduzindo seus efeitos potenciais; e
- Promovem o aumento da multiplicação microbiana, que possibilita o uso de compostos nitrogenados não aproveitados e a formação de ácidos graxos de cadeia curta, como o ácido butírico, utilizados por colônias da mucosa, consequentemente contribuindo para o equilíbrio do ecossistema do lúmen do cólon, protegendo sua integridade e evitando danos.

As fibras solúveis como pectinas, gomas e algumas hemiceluloses, têm como fontes frutas, verduras, aveia, cevada e leguminosas, e possui como ações fisiológicas o retardo na absorção de glicose, redução no tempo de esvaziamento gástrico (maior saciedade), diminuição dos níveis de colesterol sanguíneo e proteção contra o câncer de intestino. As fibras insolúveis como a lignina, celulose e a maioria das hemiceluloses, têm como fontes verduras, farelo de trigo e cereais integrais, e possui como ações fisiológicas o aumento do bolo fecal, estímulo ao bom funcionamento intestinal e prevenção de constipação intestinal (BUENO, 2005).

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) recomenda a ingestão de 25 gramas de fibra alimentar por dia para uma dieta de 2000 kcal (ANVISA RDC 360, 2003) e descreve dois termos para rotulagem referentes ao teor de fibras – “fonte de fibras” ou “alto teor de fibras”. O primeiro equivale a um valor mínimo de 3 g de fibras por cada 100 g de produto sólido, enquanto que o segundo equivale a um valor mínimo de 6 g de fibras por cada 100 g de produto sólido (ANVISA PORTARIA 27, 1998).

3.3.2. Ferro

O ferro é um importante mineral que exerce a função estrutural na hemoglobina, proteína responsável por transportar o oxigênio para o sangue, elétrons para dentro das células e como parte integrante de sistemas enzimáticos em vários tecidos (OLIVEIRA, 2006).

O processo de depleção do ferro é caracterizado por alterações bioquímicas que refletem na insuficiência de ferro para produção normal de hemoglobina afetando seus depósitos (PAIVA *et al.*, 2000), resultando na anemia ferropriva caracterizada pela diminuição no tamanho e número das hemáceas ou na quantidade de hemoglobina, limitando o transporte de oxigênio (O₂) e gás carbônico (CO₂), causando prejuízos funcionais ao organismo (KRAUSE, 2002).

A anemia ferropriva, desordem nutricional mais prevalente em todo o mundo, é resultado do balanço negativo prolongado de ferro ou por falha do organismo em atender às necessidades fisiológicas aumentadas (SIMÕES, 2003). Estudos realizados no Brasil apontam que a anemia ferropriva é predominante em mulheres em idade fértil e gestante (30% a 40%) e apontam prevalências de 15% a 50% entre crianças (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

A anemia é considerada problema de saúde pública por apresentar prejuízos à saúde, entre eles deficiências no desenvolvimento mental e psicomotor das crianças, aumento da morbimortalidade materna e infantil, queda no desempenho do indivíduo no trabalho, redução à resistência às infecções, fraqueza, tontura e diminuição da capacidade respiratória (PAIVA *et al.*, 2000).

A recomendação diária de ferro para homens é de 10 mg, enquanto para mulheres é de 15 mg. Essas recomendações podem ser alcançadas através de uma alimentação equilibrada, contendo uma variedade de alimentos fontes de ferro como: carnes e vísceras, feijões, vegetais, melão escuro, gemas de ovo, cereais e frutas (KRAUSE, 2002).

A carência de ferro é a principal responsável pelas elevadas prevalências de anemia encontradas e a anemia é a doença de maior prevalência em todo o Mundo, principalmente na população infantil e em mulheres grávidas de países em desenvolvimento (ZANCUL, 2004). A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que o número de pessoas anêmicas em todo o mundo aproxime-se de dois bilhões e que a maioria dos casos de anemia seja causada por deficiência de ferro II. No Brasil, estudos de base populacional mostram prevalências de anemia superiores a 30% (ASSUNÇÃO e SANTOS, 2007), de acordo com estimativa do Ministério da Saúde, cerca de 45% das crianças de até 5 anos (10 milhões de pessoas) têm anemia. As conseqüências fisiológicas são insuficiência no transporte de oxigênio, no metabolismo oxidativo, no metabolismo nuclear e na transcrição de gene, causando desde prejuízo no desenvolvimento intelectual e comportamental, como na baixa resistência imunológica (NABESHIMA *et al.*, 2005).

Esforços substanciais têm ocorrido para se implementar programas para reduzir a deficiência de ferro e a anemia ferropriva, sendo a suplementação uma importante estratégia para a prevenção e o tratamento da anemia em todo o mundo (SIMÕES, 2003). Segundo a Portaria nº. 31, de 13 de janeiro de 1998, considera-se um alimento fortificado ou enriquecido quando é adicionado nutrientes com o objetivo de reforçar o valor nutritivo ou corrigir deficiências de um ou mais nutrientes (ANVISA PORTARIA 31, 1998).

A fortificação de alimentos é uma maneira de suprir a deficiência de micronutrientes, sendo uma alternativa de intervenção recomendada principalmente para localidades onde se encontram elevadas prevalências, a prática da fortificação pode ser utilizada para toda a população ou direcionada a grupos populacionais específicos, com a adição de vitaminas e minerais, como tem sido utilizada há bastante tempo. No mundo industrializado, a fortificação

de alimentos processados, tem se mostrado uma maneira muito eficiente de reduzir os riscos de deficiências de micronutrientes da população em geral (ZANCUL, 2004).

Brasil, como uma ação de prevenção da anemia ferropriva, foi criada a Resolução RDC n° 344, de 13 de dezembro de 2002. Esta resolução determina que, a partir de junho de 2004, todas as farinhas de trigo e milho sejam adicionadas de ferro e ácido fólico, contendo no mínimo 4,2 mg de ferro/ 100 g de farinha e 150 mcg de ácido fólico/100 g de farinha. No que diz respeito ao ferro, a legislação permite a utilização dos compostos de grau alimentício, nas formas de sulfato ferroso desidratado (seco); fumarato ferroso; ferro reduzido – 325 mesh Tyler; ferro eletrolítico – 325 mesh Tyler; EDTA de ferro e sódio (NaFeEDTA); ferro bisglicina quelato e outros compostos de biodisponibilidade não inferior a dos compostos permitidos. O ferro reduzido é um dos ingredientes mais utilizados em produtos a base de farinha de trigo, principalmente devido ao baixo custo, ser inerte, não promover a rancidez ou interferir no crescimento dos pães, a cor escura deste composto não altera a cor da farinha, podendo, no máximo, causar um leve escurecimento (NABESHIMA *et al.*, 2005).

3.4. Secagem

Um dos procedimentos mais importantes de conservação de alimentos, através da diminuição de sua atividade de água (a_w), é a desidratação ou secagem. Considerando que a maioria dos produtos vegetais é constituído por mais de 80% de água, o processo de secagem implica em uma considerável redução de custos em transporte e manipulação do produto, além de prolongar a sua vida de prateleira (MOURA *et al.*, 2004).

A desidratação é uma das operações unitárias mais relevantes e desafiadoras no processamento de alimentos, na qual água é removida para inibir o crescimento de microrganismos, assim como evitar a ocorrência de reações químicas. A remoção de água tem sido usada durante séculos como um modo de preservação de alimentos. A secagem ao sol é um processo importante para a desidratação de grãos e legumes produzindo mudanças estruturais pequenas, que até mesmo a viabilidade de suas sementes é preservada. O conteúdo de água de um alimento é frequentemente expresso em termos de atividade de água, que é definida como a pressão parcial de vapor do material dividida pela pressão de vapor da água pura, sob a mesma temperatura (OLIVEIRA, 2007). A secagem é utilizada em vários países com o objetivo de preservar a atividade enzimática original, reduzir e/ou evitar a

contaminação por microrganismos como produtos de origem biotecnológica. A secagem é definida como sendo a remoção de uma substância volátil (comumente, mas não exclusivamente, a água) de um produto sólido, ou seja, a operação na qual a atividade de água de um determinado produto é diminuída pela remoção de água por sua vaporização. A água presente no sólido é chamada de umidade. Assim, a secagem é um processo complexo envolvendo transferência de calor e massa (BIAZUS *et al.*, 2006).

A habilidade de crescimento dos microrganismos é reduzida quando a atividade de água diminui. O limite mais baixo de a_w para deterioração de bactérias- leveduras e fungos é em torno de 0,90, 0,85-0,90, 0,80, respectivamente. Entretanto, os organismos de maior importância na preservação de alimentos incluem muitos cujo crescimento pode ocorrer a níveis muito mais baixos de a_w , são os denominados halófilos, xerófilos e osmófilos, que alteram alimentos com a_w entre 0,85 e 0,60, tais como farinhas, cereais e vegetais desidratados. Em alimentos com a_w inferior a 0,60, os microrganismos não se multiplicam embora possam seguir sendo viáveis por muito tempo (OLIVEIRA, 2007).

A redução do teor de água dos grãos envolve simultaneamente processos de transferência de calor e massa, o que pode alterar de forma substancial a qualidade e as propriedades físicas do produto, dependendo do método e das condições de secagem (RIBEIRO *et al.*, 2005).

Para evaporar a umidade do sólido é necessário fornecimento de calor, bem como um meio de transporte para remover o vapor de água formado na superfície do material a ser seco. O processo de secagem pode envolver três fenômenos de transferência de calor: convecção, condução e radiação. A transferência de calor por convecção é o meio mais utilizado na secagem convencional, nela um fluxo de ar aquecido passa através da camada do material. Durante o processo, a umidade migra do interior para a superfície do produto, de onde se evapora para o ambiente. O processo de secagem normalmente afeta prejudicialmente a estrutura do alimento, bem como causa alteração na cor por perda de componentes e reações de escurecimento enzimático e não enzimáticos (reações químicas), além da perda de nutrientes voláteis, tudo isso em decorrência da exposição do produto a altas temperaturas por um tempo longo (VALENTE, 2007).

Segundo INCROPERA *et al.* (2003) a evolução das transferências simultâneas de calor e de massa no decorrer do processo de secagem faz com que esta seja dividida em três períodos descritos a seguir:

Período de indução (período até entrar em regime operacional): Ocorre a adequação do produto às condições de secagem. No início do processo, a temperatura do produto é inferior à do ar de secagem e a pressão parcial de vapor de água na superfície do produto é baixa. Conseqüentemente, a transferência de massa e a taxa de secagem também são. À medida que o ar entra em contato com o produto, temperatura deste aumenta, havendo uma elevação na pressão de vapor de água e na velocidade de secagem. Esse processo continua até a transferência de calor compensar exatamente a transferência de massa;

Período de taxa constante: Neste período, tem-se que a quantidade de água disponível no interior do sólido é grande, fazendo com que o movimento de água em seu interior ocorra com velocidade suficiente para manter as condições de saturação na superfície. Dessa forma, a transferência de umidade ocorre como se fosse a evaporação de uma massa líquida, sem haver influência direta do sólido na taxa de secagem. A pressão de vapor da água na superfície é igual à pressão de vapor da água pura na temperatura do produto (temperatura de bulbo úmido). Conseqüentemente, a velocidade de secagem é constante. O término deste período ocorre quando a migração de água do interior para a superfície não consegue compensar a taxa de evaporação da água superficial;

Período de taxa decrescente: A transferência de calor não é mais compensada pela transferência de massa e o movimento do líquido do interior do sólido é insuficiente para manter a taxa de evaporação na superfície deste. Como consequência, a velocidade de secagem começa a decrescer e há uma elevação da temperatura da superfície, tendendo à temperatura do ar de secagem. O fator limitante neste período é a migração interna de água. A secagem continua até que atinja a umidade de equilíbrio.

Alguns modelos matemáticos empíricos e teóricos têm sido propostos para o ajuste das curvas de umidade de equilíbrio de vários produtos, em função da atividade de água e também da temperatura do ar, em que, dentre os mais comuns e por sua relativa precisão e generalidade de uso, podem ser citados o de BET, GAB, Halsey, Oswin e Smith (SILVA *et al.*, 2002).

Segundo VALENTE (2007), geralmente, os modelos empíricos são uma expressão da lei de resfriamento de Newton, aplicada à transferência de massa durante a secagem, e assumindo que as condições sejam isotérmicas e que a transferência de umidade se restrinja à

superfície do produto. Durante o processo de secagem de materiais higroscópicos porosos no período de taxa de secagem decrescente, a taxa de secagem é proporcional ao teor de água livre no material. O modelo exponencial proposto por Lewis pode ser observado a seguir:

$$\frac{dX}{dt} = -K \times (X_t - X_{eq}) \quad (1)$$

sendo, K = constante de secagem (s^{-1}), X_t = umidade média no tempo (g água/ g matéria seca); e X_{eq} = umidade de equilíbrio (g água/ g matéria seca).

Dentre os modelos empíricos se destacam os modelos exponenciais. Todas as equações da curva de secagem utilizam o adimensional de umidade (Y) como variável dependente, que está em função do tempo de secagem.

$$Y = \frac{X_t - X_{eq}}{X_0 - X_{eq}} \quad (2)$$

sendo; X_t = umidade média no tempo (g água/ g matéria seca); X_{eq} = umidade de equilíbrio (g água/ g matéria seca); X_0 = umidade inicial da amostra (g água/ g matéria seca).

Desconsiderando-se os efeitos no interior do material, a equação de Lewis presume que toda a resistência ao transporte de umidade encontra-se na camada limite (KUROZAWA, 2005). A equação 3 é normalmente utilizada na forma integrada e expressa da seguinte forma:

Modelo exponencial:

$$Y = \exp(-K * t) \quad (3)$$

As equações semi-empíricas para o estudo da cinética de secagem de alimentos mais utilizados, além da equação exponencial (3), são:

Modelo proposto por Brooker:

$$Y = a * \exp(-K * t) \quad (4)$$

Modelo proposto por Page:

$$Y = \exp(-K * t^n) \quad (5)$$

CORREA *et al.* (2007) avaliaram as curvas de secagem do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e ajustaram 12 modelos matemáticos aos valores experimentais, a secagem foi realizada em condições controladas de temperatura (35;45; 55°C) e umidade relativa do ar de secagem de 40 ±2% fornecidos por meio de unidade condicionadora de atmosfera. O fluxo de ar foi monitorado com o auxílio de um anemômetro de fio quente e mantido constante em torno de 4 m³ s⁻¹ m⁻², a temperatura e a umidade relativa do ar foram monitoradas por meio de psicrômetro instalado próximo às bandejas, contendo as amostras. Os modelos utilizados relacionam a razão de umidade do produto (adimensional), o tempo de secagem (h), as constantes de secagem (h⁻¹). A conclusão do trabalho foi obtida analisando o coeficiente de determinação, erro médio estimado e relativo, a distribuição aleatória dos resíduos e os coeficientes dos modelos, sendo os modelos que melhor representaram o fenômeno de secagem do feijão os de Page, Midilli, Henderson e Pabis modificado e Dois Termos.

3.5. Análise sensorial

A elaboração de um produto de qualidade envolve vários aspectos, principalmente em se tratando de alimentos, em que as características nutricionais, sensoriais e a sua aparência são importantes. Existem testes que são altamente correlacionados com a qualidade e aceitabilidade do produto, e esses são largamente usados na indústria alimentícia como medida de qualidade e inspeção dos produtos (BOURNE, 2002).

A análise sensorial é um conjunto de métodos e técnicas que permitem perceber, identificar e apreciar, mediante os órgãos dos sentidos, determinado número de propriedades sensoriais dos alimentos e objetos (COSTA, 2004). A análise sensorial teve a sua importância reconhecida nas décadas de 60 e 70, coincidindo com a expansão da indústria alimentícia. A sensação resultante da interação dos sentidos, na análise sensorial, permite a avaliação da qualidade do produto. Normalmente, é usada para verificar a preferência do consumidor, diferença de preferências entre diferentes amostras, seleção de um processo adequado de

produção, determinação do grau ou nível de qualidade de um produto e, finalmente, no desenvolvimento de novos produtos (COELHO, 2006).

Segundo BUENO (2005) a tendência do homem é apreciar os atributos de um alimento na seguinte ordem: aparência, odor/aroma/fragrância, consistência, textura e sabor. A análise sensorial se utiliza dessa capacidade para avaliar os alimentos e bebidas, empregando metodologia apropriada, com auxílio do tratamento estatístico aos dados obtidos. Na avaliação de atributos dos produtos alimentícios utilizam-se escalas, que determinam a intensidade de cada característica sensorial presente na amostra. A ideia central nestes testes é criar uma impressão de continuidade na faixa de variação de algum atributo específico que contribua para a qualidade sensorial do produto.

A aparência é frequentemente o único atributo em que se baseia a decisão de rejeitar ou não um alimento. Características gerais como a cor, envolvem os componentes físicos e fisiológicos com relação à percepção do olho com o comprimento de onda da luz, que varia de 400 a 500 nm (azul), 500 a 600 nm (verde e amarelo) e de 600 a 800 (vermelho). A deterioração de alimentos é quase sempre acompanhada de mudança de cor; tamanho e forma podem também ser indicadores de defeitos assim como textura da superfície (BUENO, 2005).

O odor de um produto é percebido quando seus componentes voláteis entram na cavidade nasal e são percebidos pelo sistema olfatório. Considera-se como aroma o odor de um alimento. Os julgadores devem ser informados que a otimização da percepção de odores é obtida por meio de inspirações moderadas e de curta duração um a dois segundos, justificado pelo fato que após 2 segundos os receptores se adaptam ao estímulo e é necessário aguardar de 5 a 20 segundos ou mais antes de que uma nova inspiração possa produzir uma percepção completa de odor (COSTA, 2004).

Textura é definida como todas as propriedades reológicas e estruturais de um alimento perceptíveis pelos receptores mecânicos, táteis, e eventualmente pelos receptores visuais e auditivos. Texturas de crocância são particularmente importantes em frutas e vegetais, pois o consumidor associa as mesmas com o produto fresco. Textura também pode ser definida como sendo a estrutura do alimento e como se sente o alimento na cavidade bucal, na manipulação e durante a mastigação. O som percebido ao morder é um fator importante para a crocância (BUENO, 2005). A textura de um alimento se deve a vários componentes e elementos estruturais arranjados e combinados em uma micro e macroestrutura e às manifestações externas dessa estrutura em termos de fluxo e propriedades mecânicas. O estudo da textura de um alimento é importante para a avaliação de resistência dos produtos

sob ação mecânica, determinação das propriedades de fluxo durante o processamento, manuseio e armazenamento e estabelecimento do comportamento estrutural do alimento quando consumido (COELHO, 2006).

Sabor é uma sensação originada na integração ou inter-relação de sinais produzidos como consequência dos sentidos de olfato e do gosto e de sensações químicas que levam à "irritação" da mucosa bucal, estimulados por um alimento ou bebida. Para o sentido do gosto, ao contrário do que ocorre para os odores, os quais podem ser classificados em diversas categorias, são reconhecidos somente cinco gostos básicos: doce, salgado, ácido, amargo e umami (COSTA, 2004).

4. Material e Métodos

4.1. Matérias-primas

Os jenipapos e as sementes de jaca foram adquiridos no mercado local da cidade de Aracaju-SE, acondicionados em sacos plásticos, transportados em recipiente térmico até o Laboratório de Pesquisa em Alimentos (LPA) do Instituto de Tecnologia e Pesquisa (ITP). Os ingredientes secos para a formulação da barra de cereais (farelo de aveia e flocos de arroz), aglutinantes (xarope de glicose) foram adquiridos em supermercados locais e o mel foi oriundo de apiários localizados no alto sertão sergipano.

4.2. Processamento das matérias-primas

4.2.1. Secagem de Jenipapo

Durante o processo de obtenção dos frutos foi feita a seleção quanto ao estado físico e de maturação, estágio semi-maduro. Após esta etapa, os frutos foram lavados em água corrente para retirada de sujidades, em seguida sanitizados com água clorada 200ppm por 15 minutos e lavados com água potável para retirada do excesso de cloro.

O descasque, corte e retirada das sementes foram feitos com utensílios de aço inox. A polpa obtida foi cortada em cubos de aproximadamente 7 mm de largura e a espessura variou de acordo com a espessura da polpa.

A secagem dos cubos foi realizada em estufa com circulação e renovação de ar (Marconi MA035) nas temperaturas de 50, 60, 70, 80, 90 e 100 °C ($\pm 3^\circ\text{C}$). As amostras foram retiradas em intervalos de 1 hora, resfriadas em dessecador e pesadas em balança analítica (Mettler Toledo), até o tempo total de 30 horas. Todo o processo foi realizado em triplicata.

Os dados obtidos com a secagem foram utilizados para à avaliação de modelos matemáticos (Tabela 5) que melhor descrevesse a variação da massa durante a secagem da polpa de jenipapo. O cálculo da umidade de equilíbrio consistiu em se conduzir a secagem da amostra até que se alcançasse o peso constante da mesma, a umidade do material correspondente a este ponto da secagem é a própria umidade de equilíbrio. O teor de umidade adimensionalizado foi obtido pela Equação 6.

$$X_r = \frac{X_t - X_{eq}}{X_0 - X_{eq}} \quad (6)$$

sendo: X_r = teor de umidade adimensionalizado; X_t = umidade média no tempo (g água/ g matéria seca); X_{eq} = umidade de equilíbrio (g água/ g matéria seca); X_0 = umidade inicial da amostra (g água/ g matéria seca).

Os modelos matemáticos foram ajustados utilizando o programa Statistica versão 7.0 (StatSoft Inc.) para a estimativa dos parâmetros, Tabela 5.

Tabela 5 - Modelos semi-empíricos para descrever a cinética de secagem.

Referência	Ano	Equação Padrão
Lewis	1921	$X_r = \exp(-K * t)$ $K = A * \exp(-B/T)$
Brooker	1974	$X_r = C * \exp(-K * t)$ $K = A * \exp(-B/T)$
Henderson & Henderson	1968	$X_r = C * \left[\exp(-K * t) + \left(\frac{1}{9}\right) * \exp(-9 * K * t) \right]$ $K = A * \exp(-B/T)$
Page	1949	$X_r = \exp(-K * t^n)$ $K = A * \exp(-B/T)$
Overhults	1973	$X_r = \exp\left(- (K * t)^n\right)$ $K = \exp(A + (B/T))$

Fonte: LEHN e PINTO (2004)

sendo, o parâmetro K é conhecido como constante de secagem, t é o tempo, A, B, C e n são parâmetros estatísticos e T é a temperatura (°K).

A avaliação do modelo que melhor descreveu a variação da massa durante o processo de secagem da polpa de jenipapo foi realizada pela análise do coeficiente de determinação

(R²) e do erro médio relativo (P) como mostra a Equação 7, e da verificação do comportamento da distribuição dos resíduos.

$$SE = \sqrt{\frac{\sum(Y-\hat{Y})^2}{GLR}} \quad (7)$$

sendo, Y é o valor observado experimentalmente; \hat{Y} é o valor calculado pelo modelo; e GLR é o grau de liberdade do modelo (número de observações menos o número de parâmetros do modelo).

O volume dos cubos de polpa de jenipapo foi obtido pela medição de seus três eixos ortogonais (comprimento, largura e espessura) com auxílio de um paquímetro (Starren 125ME), e multiplicados para obtenção de um volume médio dos cubos do experimento. Para o cálculo do encolhimento, os cubos foram medidos antes e depois da secagem e o valor expresso em porcentagem.

4.2.2. Cozimento da semente de jaca

As sementes de jaca foram lavadas em água corrente para retirada do tegumento e de sujidades, sanitizadas em água clorada 200 ppm por 15 minutos e lavadas com água potável para retirada do excesso de cloro. Foram secas em temperatura de 40°C por 1 hora em estufa com circulação e renovação de ar e posterior retirada da película.

A fim de se obter uma melhor textura dessa matéria-prima, foi realizado o cozimento das sementes na temperatura de ebulição, nos tempos de 50, 60, 70 e 80 minutos; secagem a 40°C por 1 hora em estufa com circulação e renovação de ar para retirada do excesso de umidade. O corte foi executado com o auxílio de faca de aço inox de forma a conseguir farelos de semente de jaca. A escolha do melhor tempo de cozimento das sementes foi realizada por meio da análise texturométrica e comparação com os parâmetros (dureza e crocância) de barras de cereais adquiridas no mercado.

4.3. Formulação das barras de cereais

As barras de cereais tiveram formulação base compostas por ingredientes secos e aglutinantes, como mostra a Tabela 6 (GUTKOSKI *et al*, 2007;FREITAS *et al* 2006). As

incorporações dos ingredientes regionais foram feitas nas proporções de 5, 10 e 15% (p/p), substituindo o farelo de aveia da formulação base.

Tabela 6 - Ingredientes da formulação base da barra de cereais.

Ingredientes secos	(g/100 g)
Farelo de aveia	35
Flocos de arroz	15
Ingredientes aglutinantes	
Xarope de glicose	25
Mel	25

Primeiramente foram homogeneizados separadamente os ingredientes secos e os aglutinantes. Estes últimos foram concentrados em temperatura de aproximadamente 95°C por 2 min, em seguida foram adicionados os ingredientes secos. A modelagem das barras foi realizada utilizando um molde vazado de forma que o tamanho das barras fosse padronizado em 9x3x1,5 cm, e o resfriamento foi feito a -20°C por 10min. As barras de cereais assim obtidas foram acondicionadas em embalagem de alumínio e armazenadas em lugar seco e arejado e na temperatura ambiente (Figura 4).

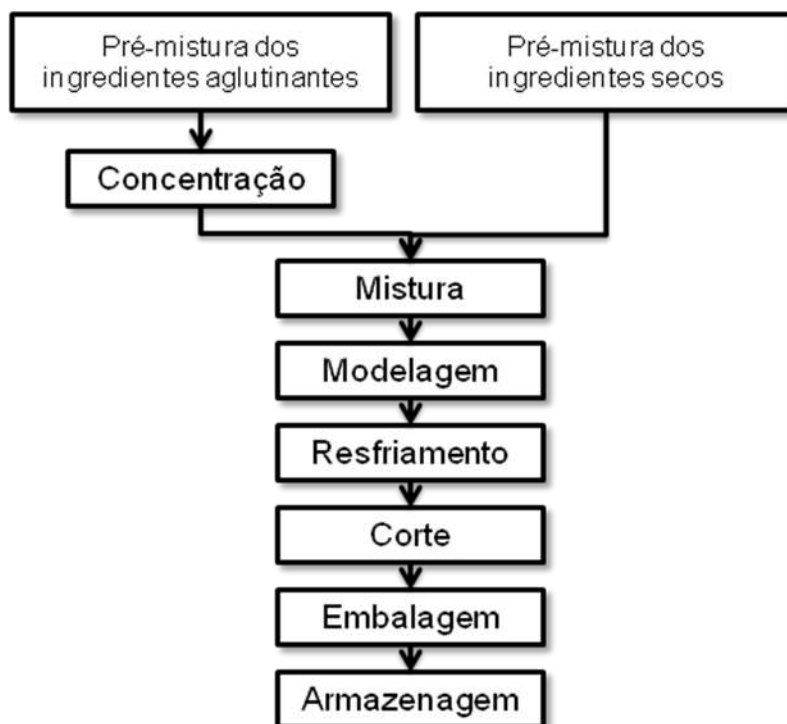


Figura 4 - Fluxograma do processamento das barras de cereais.

4.4. Comparação com barras de cereais de mercado

As melhores formulações de barras de cereais desenvolvidas de acordo com o item 4.3 foram utilizadas nos experimentos de comparação sensorial e físico-química com duas barras de cereais comerciais.

4.5. Caracterização das matérias-primas e barras de cereais

A análise de composição baseou-se nas metodologias propostas por (IAL, 2005).

4.5.1. Determinação de umidade

Baseou-se na determinação da perda de massa de uma amostra de 2 – 5 g de farinha, em estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, até peso constante.

4.5.2. Determinação de cinzas

Foi feita por meio de incineração de 2 – 5 g de amostra em uma mufla a 550°C , sendo os resíduos resultantes, os compostos inorgânicos (K, Na, Ca, Mg, Al, Fe). O material foi deixado na mufla até que o resíduo apresentasse uma coloração branca ou cinza claro.

4.5.3. Determinação de proteína

Foi quantificado pelo método de Kjeldahl, o qual está baseado na determinação do teor de nitrogênio da amostra. Esse método compreende três etapas: digestão da amostra, destilação e titulação. No primeiro momento, foi feita a digestão de 0,2g de amostra, a qual foi pesada, digerida com ácido sulfúrico concentrado na presença de 1,5g de catalisador (96% K_2SO_4 + 4% $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Em seguida, ocorre a reação do bissulfato de amônio formado com hidróxido de sódio para a liberação de amônia, sob a forma de borato de amônio. A amônia é então liberada, dentro de um volume conhecido de ácido bórico. O borato de amônio formado é dosado com uma solução padronizada de ácido clorídrico para obtenção do teor de nitrogênio. A conversão do teor de nitrogênio em proteína foi feita através do fator de conversão 6,25, utilizado para a farinha de trigo.

4.5.4. Determinação dos lipídios

A metodologia utilizada foi à extração de lipídios de alíquota de 6g de amostra, em extrator do tipo Soxhlet. O método está baseado na solubilidade dos lipídeos em solventes apolares em equipamento de refluxo, com a adição de éter de petróleo PA.

4.5.5. Determinação de pH e acidez titulável

Transferiu-se uma alíquota de 10 g da amostra para um becker de 200 ml e adicionou 80 mL de água destilada, homogeneizando em um agitador magnético por 30 min, deixou-se decantar por 10 min. Filtrou-se a vácuo e transferiu-se o filtrado para um balão de 100mL. Adicionou-se 60mL de água destilada na amostra, homogeneizando-a, deixou-se decantar e fez-se uma nova filtração a vácuo, transferindo o filtrado para o balão de 100 mL, já contendo o filtrado obtido anteriormente e completou-se o volume com água destilada. Homogeneizou-se a amostra, transferiu-se uma alíquota de 20 mL para um becker de 50 mL e foi feita uma titulação potenciométrica. Utilizou-se um pHmetro da Digimcd DM-20, para medida do pH e uma solução de NaOH 0,1N para a titulação potenciométrica até pH 8,10.

4.5.6. Determinação de fibras

Utilizou-se a amostra desengordurada, obtida do processo de determinação de lipídios. A amostra foi submetida a uma digestão ácida com solução de ácido sulfúrico 1,25%, em seguida foi feita uma digestão alcalina com solução de hidróxido de sódio 1,25%. Filtrou-se a amostra a vácuo e todo resíduo restante da hidrólise foi lavado com água destilada, e incinerado em mufla a 550°C até a formação de cinzas.

4.5.7. Determinação de carboidratos

É determinado pelo método da diferença no qual o teor é obtido através equação 8.

$$\text{Carboidrato} = 100 - \text{umidade} - \text{cinzas} - \text{proteínas} - \text{lipídios} - \text{fibras} \quad (8)$$

4.5.8. Determinação de energia

Com base na composição das barras alimentícias, utilizaram-se fatores de conversão de Atwater: 4kcal/g (proteína), 4kcal/g (carboidratos) e 9kcal/g (lipídios), como mostra a equação 9.

$$\text{Energia} = 4 \times \text{carboidratos} + 9 \times \text{lipídios} + 4 \times \text{proteínas} \quad (9)$$

4.5.9. Atividade de água (a_w)

Para a determinação da a_w foi utilizado um higrômetro de ponto de orvalho (Aqualab, Decagon. Modelo 3TE), com padrão de a_w de 0,500, em temperatura de 25°C.

4.5.10. Composição mineral

Alíquotas de 0,2 g de cinzas foram diluídas em 5 ml de ácido nítrico concentrado, levado para uma placa de aquecimento com $\pm 80^\circ\text{C}$, para dissolver por completo. Transfere o conteúdo para um balão de 100 ml e completa o volume com ácido nítrico 5%.

Os parâmetros, ferro total, potássio total, sódio total e cálcio total foram determinados por absorção atômica, através de um espectrômetro da Perkin Elmer (AA 300), com os comprimentos de onda de 248,3, 769,9, 589,0 e 422,7 nm respectivamente.

O parâmetro fósforo total foi determinado por absorção molecular, através de um espectrofotômetro (UV/VIS) B572 da micronal.

4.6. Análise sensorial

As formulações de barras de cereais foram avaliadas por 30 provadores não-treinados, foram aleatoriamente convidados a participar do estudo pessoas da faixa etária entre 18 e 60 anos, de ambos os gêneros, que possuíam habito de consumir barras de cereais. Pessoas com aversão aos ingredientes foram excluídas. Empregou-se o teste afetivo de aceitabilidade, as notas dos atributos sensoriais seguiu uma escala hedônica estruturada de 9 pontos, ancorada nos seus extremos, com os termos: "adorei" e "detestei", quanto à aceitação global, e "certamente compraria" e "certamente não compraria", para intenção de compra. Ficha

representada na Figura 5. As amostras foram analisadas após 4 dias de armazenadas. Junto com as amostras foi fornecida água à temperatura ambiente e um biscoito tipo água e sal a fim de eliminar a interferência de sabor residual na avaliação entre as amostras.

4.7. Análise texturométrica

A determinação da textura foi realizada utilizando-se Texturômetro TA.XT2 (Stable Micro System), acoplado ao Software Texture Expert com célula tipo *probe* TA-45. Determinou-se a dureza (g) e o crocância (g/s) empregando-se velocidade do teste de 1mm/s e distância de 8mm. Na Figura 6 é demonstrado um exemplo do gráfico fornecido pelo software, no qual a dureza é medida como o pico de força (grama-força) e a crocância (grama-força por segundo) é o cálculo do gradiente da distância entre o ponto inicial e o pico de força. Empregou-se como amostra a barra inteira (25g) com área 9x3x1,5cm., foram realizadas três determinações, 2 pontos nas extremidades e 1 no centro da barra. As barras foram analisadas após 4 dias de armazenadas.

4.1. Análise estatística

Os dados foram analisados usando o software Statistica versão 7.0 (StatSoft Inc.). A análise de variância (ANOVA) foi usada para detectar a diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras. Foram utilizados os testes de Tukey para determinar os valores médios significativos.

O desvio padrão para a determinação de carboidratos e valor energético foi obtido pela técnica da propagação do erro, segundo a equação 11.

$$\sigma_y^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial y}{\partial x_i} \right)^2 \sigma_{x_i}^2 \quad (11)$$

Em que σ_y é o desvio padrão da função y , σ é o desvio padrão da função x_i , ∂y é a derivada parcial da variável y e ∂x_i é a derivada parcial da variável x_i (SANTOS, 2008).

Ficha de teste de aceitação e intenção de compra			
Nome: _____		Data: ____/____/____	

Avalie utilizando a escala abaixo, o quanto você GOSTOU ou DESGOSTOU de cada atributo do produto.

9 - gostei extremamente
8 - gostei muito
7 - gostei moderadamente
6 - gostei ligeiramente
5 - nem gostei e nem desgostei
4 - desgostei ligeiramente
3 - desgostei moderadamente
2 - desgostei muito
1 - desgostei extremamente

Amostra			
Aparência			
Sabor			
Textura			
Aspecto Global			

Indique a INTENÇÃO DE COMPRA do produto, utilizando-se a escala abaixo:

5- certamente eu compraria
4- provavelmente eu compraria
3- talvez eu compraria
2- provavelmente eu não compraria
1 - certamente eu não compraria

Amostra			
Intenção de compra			

Figura 5 - Ficha utilizada no teste de aceitação e intenção de compra

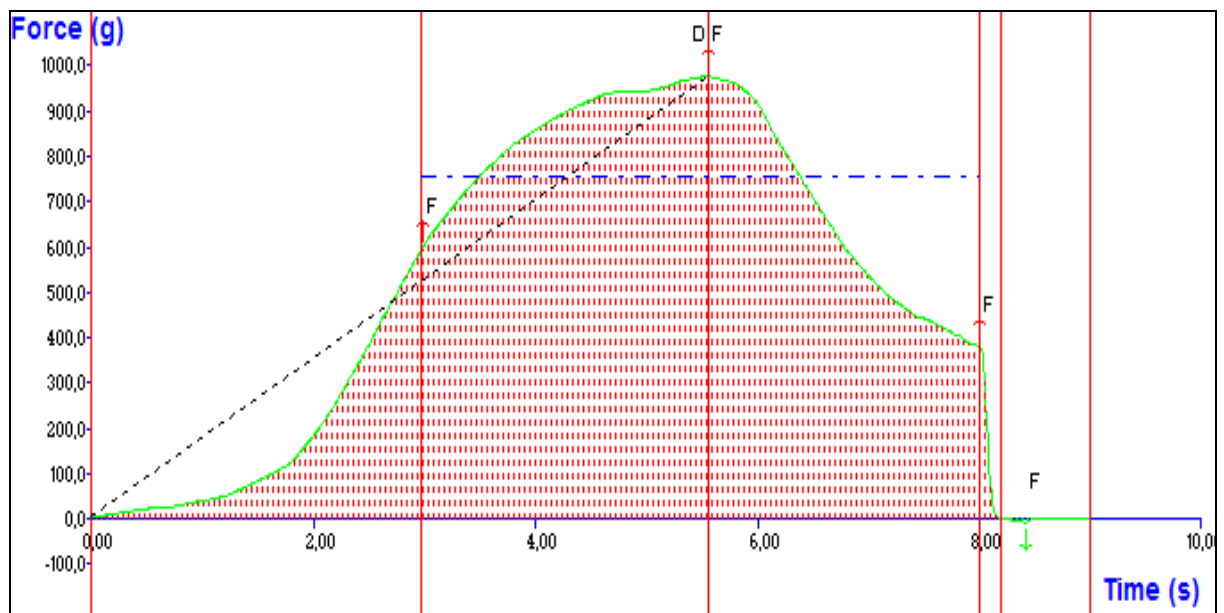


Figura 6 - Gráfico da análise de textura instrumental, fornecida pelo Software Texture Expert.

5. Resultados e Discussão

Neste capítulo são apresentados e analisados os principais resultados obtidos durante o desenvolvimento deste trabalho.

5.1. Secagem do jenipapo

No processo de obtenção da barra de cereal, avaliou-se primeiramente a etapa de secagem do jenipapo. Após o processo de sanitização dos jenipapos, realizou obteve-se a polpa por meio da separação das cascas, sementes e polpa. A fruta apresentou $15,27 \pm 2,03\%$ de cascas; $38,21 \pm 2,78\%$ de sementes e $46,46 \pm 4,11\%$ de polpa. ANDRADE (2005) observou conteúdos diferentes para o jenipapo oriundo de Recife-PE, apresentando 9,56% de casca, 73,81% de polpa e 16,63% de sementes. Esta diferença é explicada pela diferença de fatores como solo, clima, tratos culturais, e outros.

5.1.1. Avaliação dos modelos matemáticos.

Nesta seção são apresentados e discutidos os resultados obtidos na secagem do jenipapo quanto aos modelos matemáticos.

A polpa do jenipapo foi cortada em cubos e secas em estufa com recirculação de ar forçado nas temperaturas entre 50 e 100°C, tendo como umidade inicial 81,28% e umidade final 23,00%.

Os valores experimentais para perda de massa (%) da polpa de jenipapo durante um tempo de secagem de 30 horas são mostrados na Figura 7.

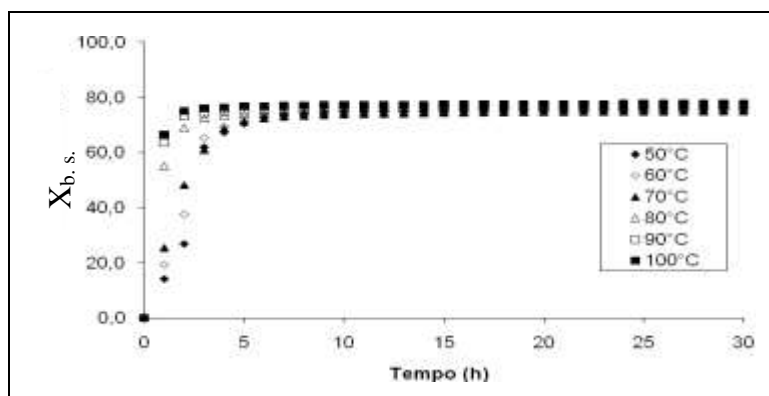


Figura 7 - Perda de massa da polpa de jenipapo em diferentes temperaturas durante o tempo de 30 horas.

Os valores experimentais para a perda de massa entram em equilíbrio em tempos diferentes, e à medida que a temperatura aumenta este tempo diminui, como era de se esperar. Para as temperaturas de 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C e 100°C os tempos foram 15h, 14h, 12h, 9h, 8h e 7h, respectivamente. Já a Figura 8 apresentam os valores médios do adimensional de umidade (X_r) da secagem da polpa de jenipapo nas diversas temperaturas estudadas. Observou-se que apenas utilizando este tempo, poder-se-ia escolher a temperatura de 100°C, porém a análise da aparência do secado permite observar que em temperaturas acima de 70°C verifica-se escurecimento não enzimático decorrente da reação de Maillard entre proteínas e carboidratos, e acima de 80°C o secado apresenta ponto de tosta, como pode ser observado na Figura 9. SANTOS (2008) também observou esses fenômenos no processo de secagem de casca de maracujá para temperaturas acima de 70°C. VALENTE (2007) em sua pesquisa analisou os atributos de cor para a secagem de abacaxi e observou que temperaturas acima de 70°C deveriam ser evitadas por aumentar o escurecimento da fruta.

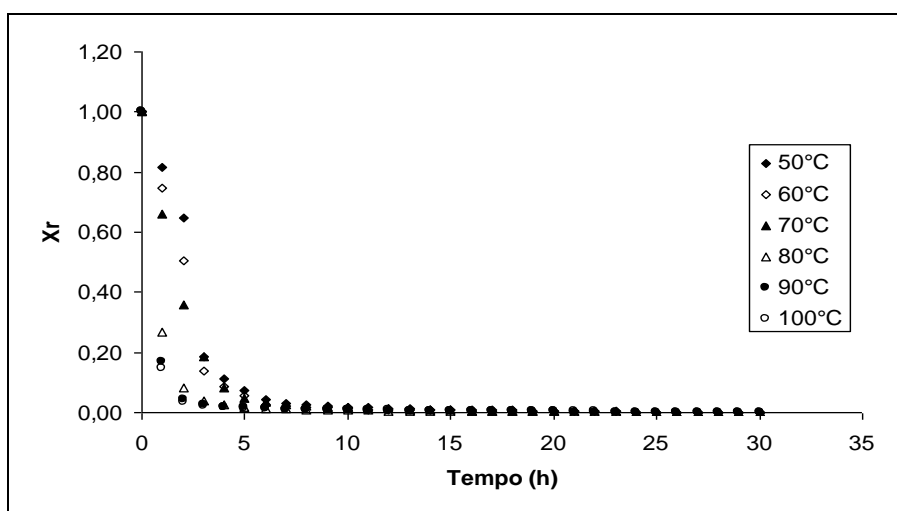


Figura 8 - Valores experimentais para o teor de umidade adimensionalizado do processo de secagem do jenipapo em diferentes temperaturas durante o tempo de 30 horas.

Com a perda de umidade foi verificado uma redução uniforme do volume ocupado pelo cubo da polpa de jenipapo, a diminuição foi expressa em termos do encolhimento das amostras, que para os secados em diferentes temperaturas apresentaram pouca diferença, sendo em média de $50,18 \pm 4,51\%$, como mostra a Tabela 7. Essa semelhança do encolhimento é devido ao tempo de secagem elevado e aos secados já estarem em equilíbrio e toda a água possível já ter sido eliminada. Este fenômeno foi verificado para diversas matérias-primas e reportados por vários autores, como RIBEIRO *et al.* (2005) que estudou a contração volumétrica de grãos de soja em cerca de 11,3% e CORRÊA *et al.* (2006) para a

contração volumétrica de grãos de trigo durante a secagem em cerca de 26,3% de redução do seu volume inicial.

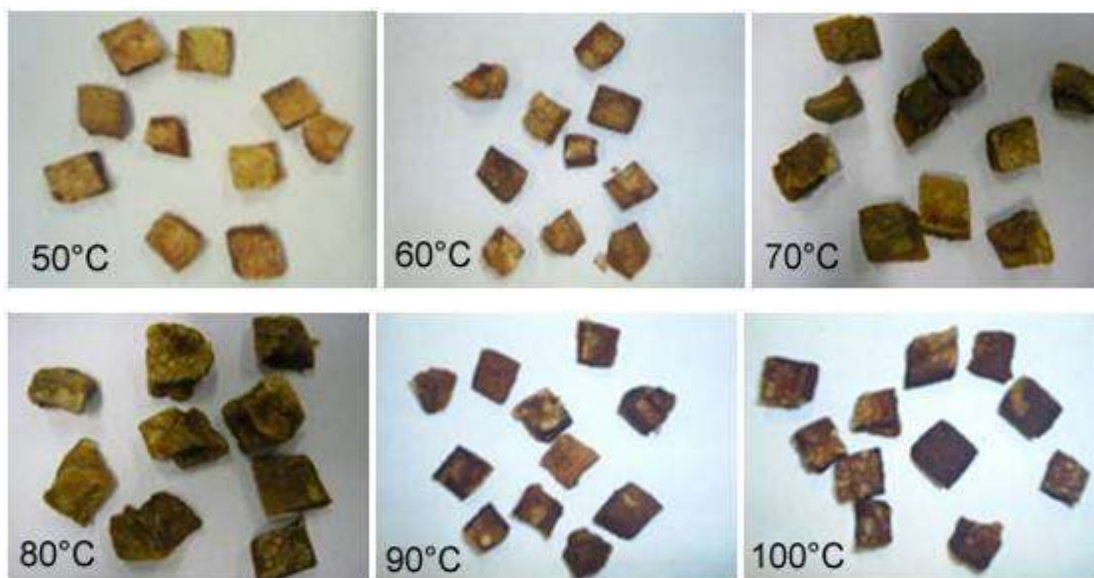


Figura 9 - Aparência das amostras secas nas temperaturas de estudo após 30 horas.

Tabela 7 - Percentual de encolhimento das amostras de jenipapo após 30h de processo de secagem.

Temperatura (°C)	Encolhimento médio (%)
50	49,91
60	50,60
70	44,80
80	58,23
90	47,45
100	50,07

Como as perdas de massa nas temperaturas de 50, 60 e 70°C não ultrapassaram a 4% após 8h de processo, repetiu-se o processo de secagem até esse tempo. A Figura 10 mostra que não há diferença de teor de umidade adimensionalizado nas temperaturas utilizadas, e que o tempo de entrada de equilíbrio para as temperaturas foi de 6h. A aparência do secado (Figura 11) não apresenta escurecimento enzimático e tosta para as temperaturas de 50 e 60°C. Por esta razão e por racionalização de gastos energéticos no processo escolheu-se como variáveis o temperatura de 50°C e tempo de 6h para a secagem de jenipapo.

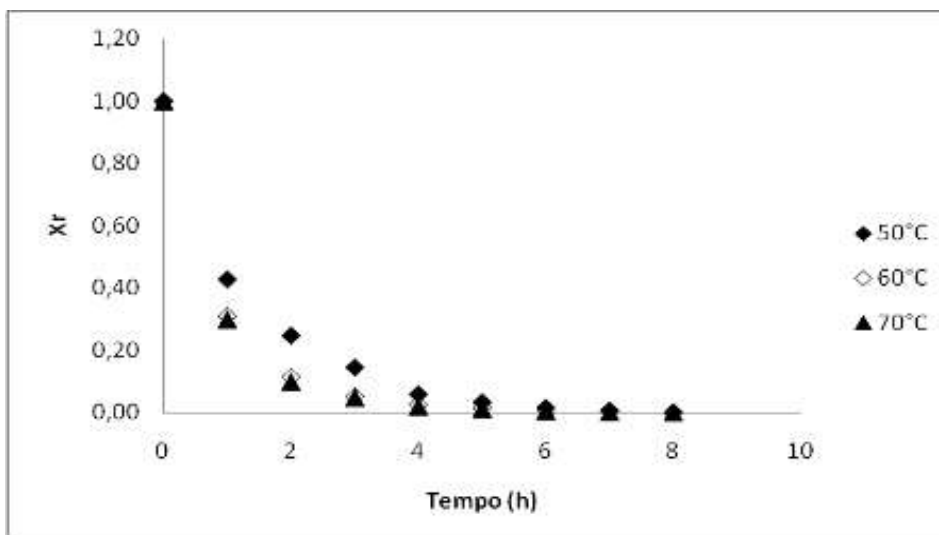


Figura 10 - Valores experimentais para o teor de umidade adimensionalizado do processo de secagem do jenipapo em diferentes temperaturas durante o tempo de 8 horas.

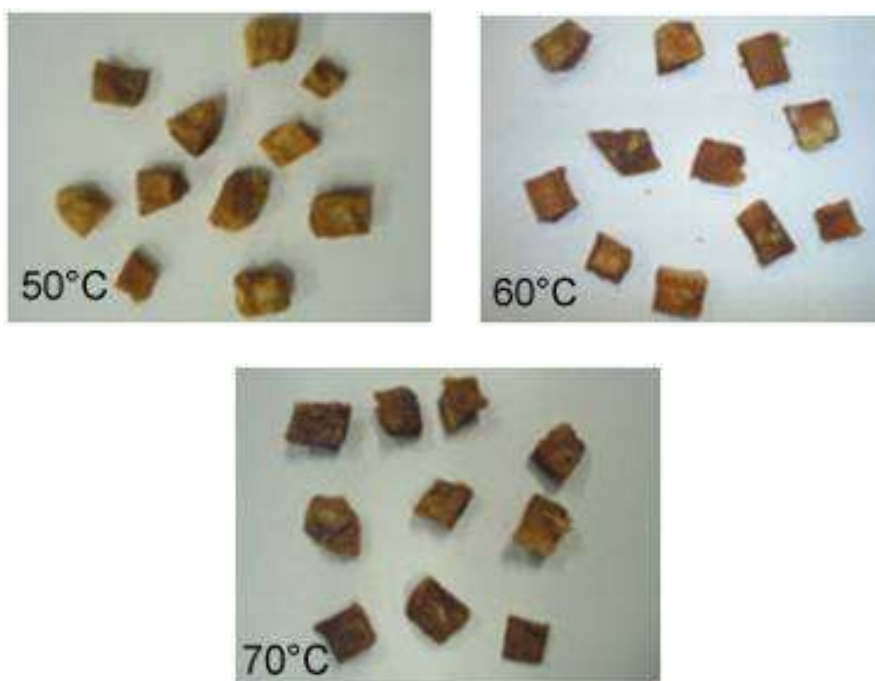


Figura 11 - Aparência das amostras secas nas temperaturas de estudo após 8 horas.

Assim como no primeiro experimento de secagem, o encolhimento médio das amostras do segundo experimento foram similares e apresentaram valor médio de $48,99 \pm 2,13\%$, como apresentado na Tabela 8. Com menos tempo de secagem o encolhimento em média foi 1,19% menor, porém levando-se em consideração os desvios obtidos, nota-se que não há diferenças de encolhimento, isso devido à entrada do equilíbrio já ter ocorrido desde 4h de processamento. O tempo para chegar ao equilíbrio foi menor no segundo processo de

secagem devido a uma variação de parâmetros não controlados, como a umidade do ar e velocidade do ar forçado, terem influenciado o processo.

Tabela 8 - Percentual de encolhimento das amostras de jenipapo após 8h do processo de secagem.

Temperatura	Encolhimento médio (%)
50°C	49,24
60°C	46,74
70°C	50,98

Para avaliar os modelos propostos para o estudo da secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70°C os parâmetros estatísticos, os coeficientes de correlação (R^2), os erros médio estimado (SE) foram avaliados e apresentados na Tabela 9, já os gráficos da distribuição dos resíduos podem ser vistos na Figura 12.

Os coeficientes de correlação (R^2) variaram entre 0,9723 e 0,9992, representando de forma satisfatória o processo de secagem nas temperaturas entre 50 e 70°C. Os valores dos erros médios estimados (SE) foram menores para os modelos de Page e Overhults, os quais mostraram uma distribuição aleatória dos resíduos. Desta forma, os modelos de Page e Overhults representam muito bem a secagem de jenipapo.

Ainda sobre a distribuição de resíduos dos modelos estudados, percebe-se que os modelos de Lewis, Brooker e Henderson & Henderson possuem uma distribuição tendenciosa, não sendo considerados como bons ajustes para o processo de secagem de jenipapo, e menos tendenciosas nos modelos de Page e Overhults. CORRÊA *et al.* (2007) secando de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em camada delgada nas temperaturas de 35, 45 e 55°C e AZOUBEL *et al.* (2008) para secagem de manga "Tommy Atkins" nas temperaturas de 50°C, 60°C e 70°C, observaram bons ajustes aos dados experimentais do modelo de Page. Por outro lado Biazus *et al.* (2006) estudando a secagem de malte de Zé mays em temperaturas de 54, 65 e 76°C observaram que o modelo de Henderson & Henderson era o mais adequado para processos, já SANTOS (2008) também verificou que os modelos de Page e Overhults eram os mais satisfatório para os dados de secagem de casca de maracujá nsa temperaturas entre 50 e 100°C.

Tabela 9 - Parâmetros estatísticos dos modelos matemáticos.

Modelos	R ² (%)	SE (decimal)	Distribuição de resíduos
Lewis	0,9755	0,0220	Tendenciosa
Brooker	0,9782	0,0203	Tendenciosa
Henderson & Henderson	0,9723	0,0223	Tendenciosa
Page	0,9932	0,0116	Menos tendenciosa
Overhults	0,9932	0,0116	Menos tendenciosa

Modelos	R ² (%)	SE (decimal)	Distribuição de resíduos
Lewis	0,9854	0,0159	Tendenciosa
Brooker	0,9868	0,0145	Tendenciosa
Henderson & Henderson	0,9950	0,0186	Tendenciosa
Page	0,9964	0,0079	Menos tendenciosa
Overhults	0,9964	0,0079	Menos tendenciosa

Modelos	R ² (%)	SE (decimal)	Distribuição de resíduos
Lewis	0,9971	0,0067	Tendenciosa
Brooker	0,9974	0,0064	Tendenciosa
Henderson & Henderson	0,9822	0,0109	Tendenciosa
Page	0,9992	0,0036	Menos tendenciosa
Overhults	0,9992	0,0036	Menos tendenciosa

Tabela 10 - Parâmetros estatísticos dos modelos matemáticos.

Modelos	A	B	C	n
Lewis	87682,41	4001,86		
Brooker	80408,88	3976,46	1,03	
Henderson & Henderson	46336,36	3784,33	1,03	
Page	26265789,32	6074,99		1,63
Overhults	10,28	-3662,47		1,56

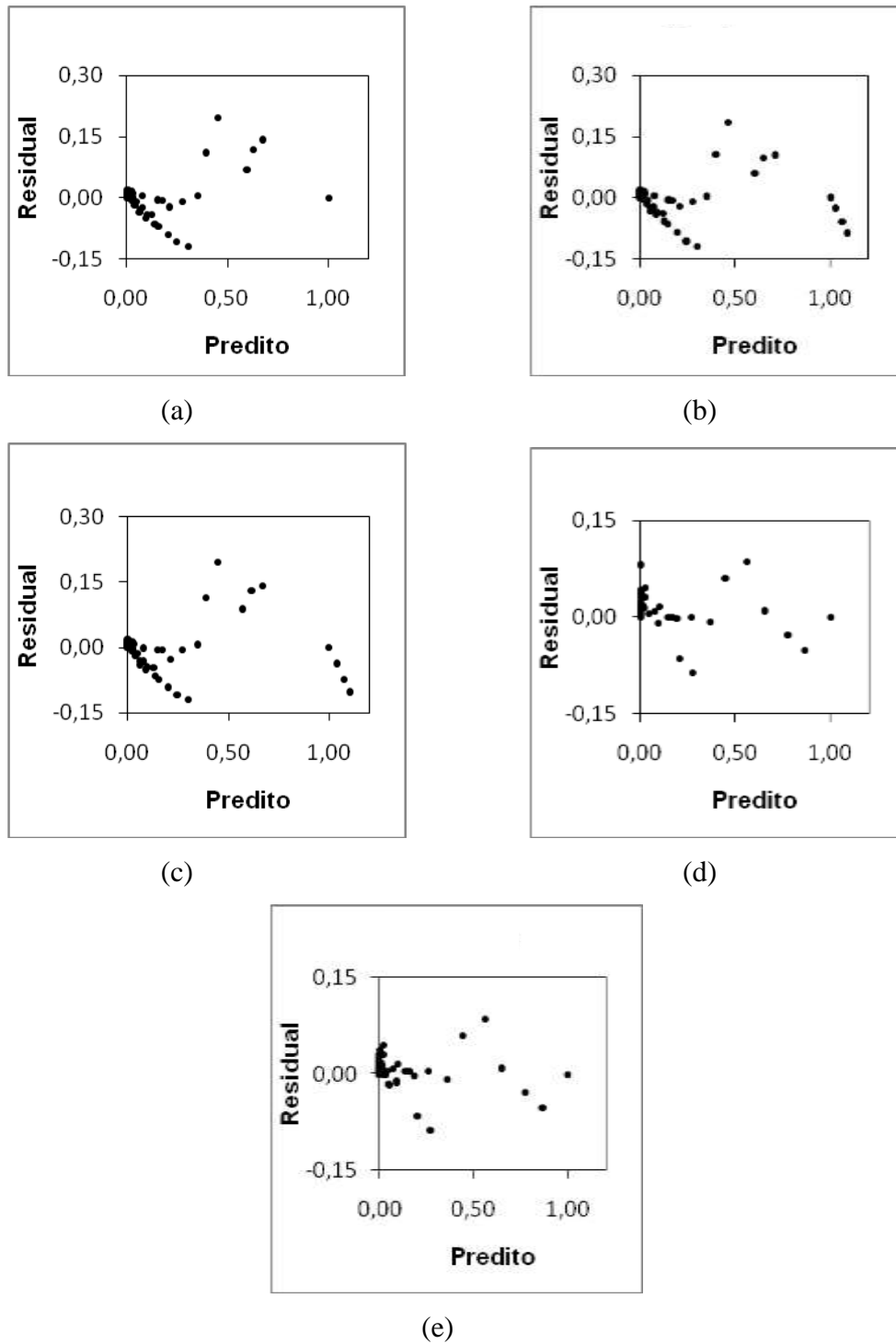


Figura 12 - Distribuição de resíduos para os modelos estudados. (a) - Lewis, (b) - Brooker, (c) - Henderson & Henderson, (d) - Page e (e) – Overhults, para todas as temperaturas.

As Figuras 17 a 22 mostram os dados do adimensional de umidade experimental e o ajuste dos modelos em cada temperatura estudada, confirmando que, apesar da pouca diferença entre os modelos, os de Page e Overhults são os mais representativos.

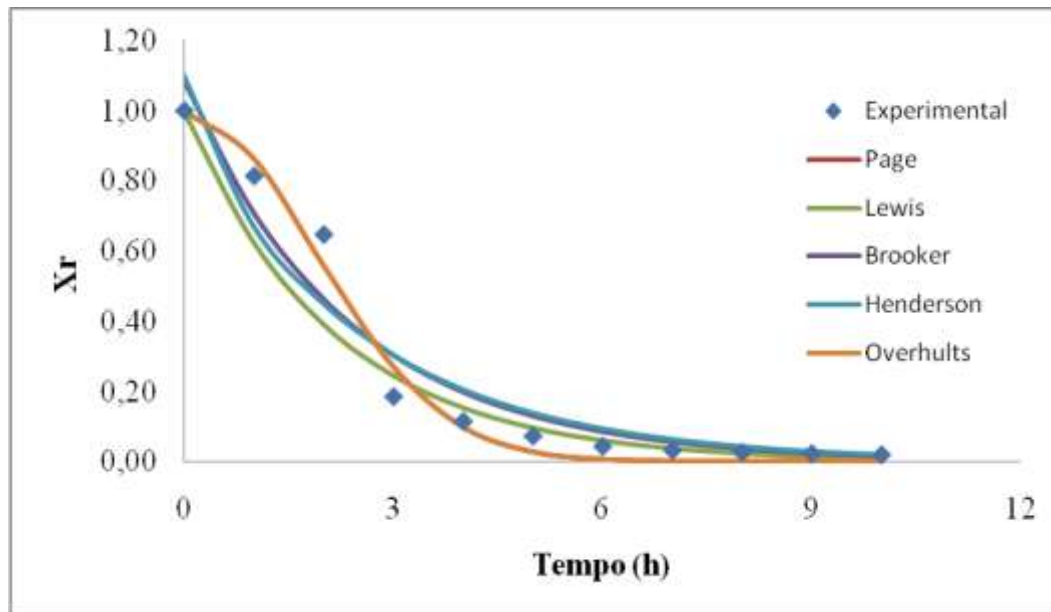


Figura 13 - Curvas do adimensional de umidade em função do tempo para a temperatura de 50°C.

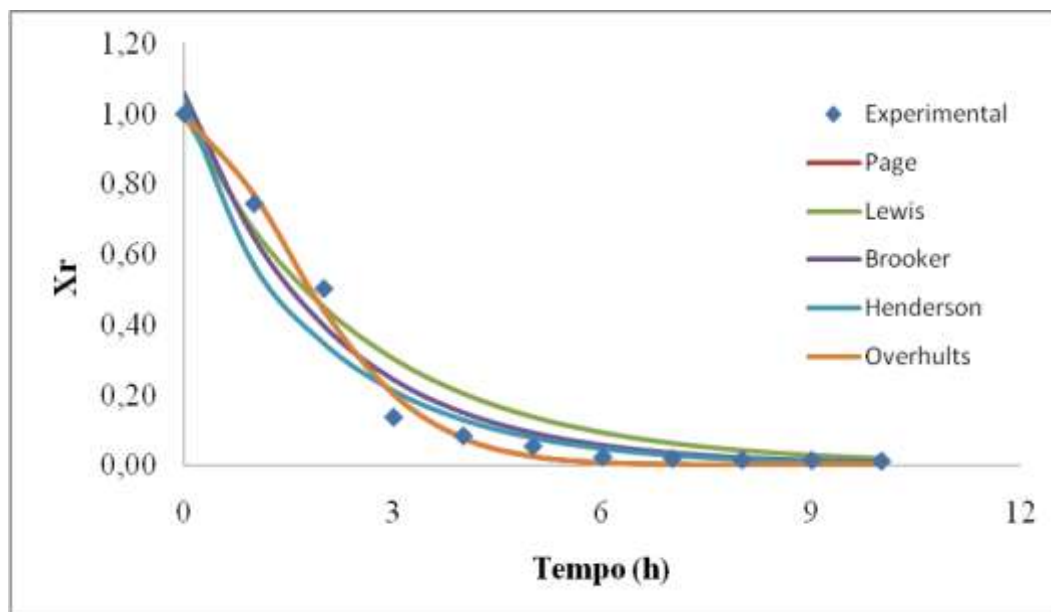


Figura 14 -Curvas do adimensional de umidade em função do tempo para a temperatura de 60°C.

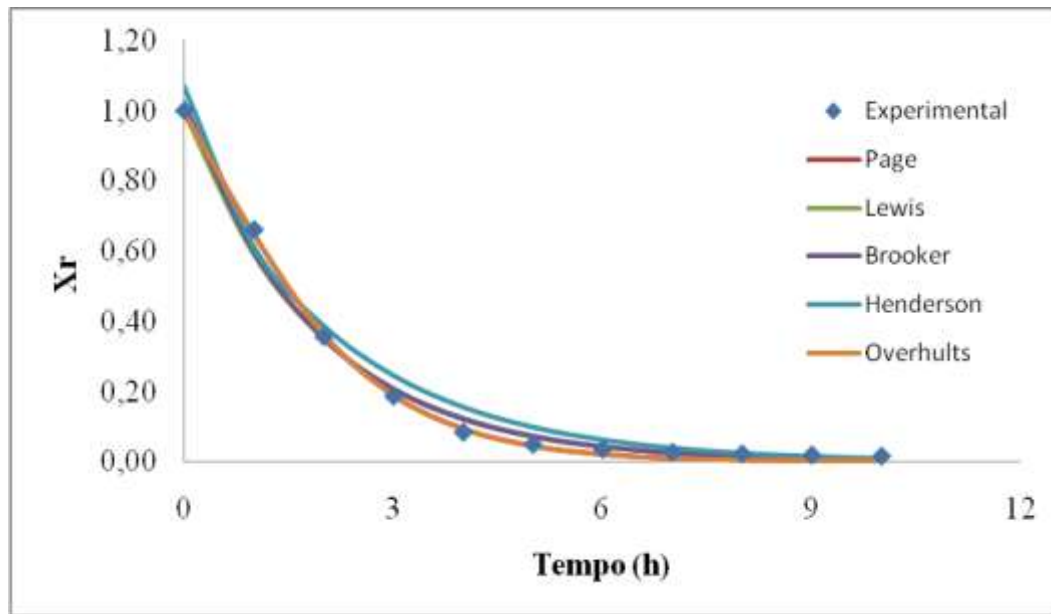


Figura 15 -Curvas do adimensional de umidade em função do tempo para a temperatura de 70°C.

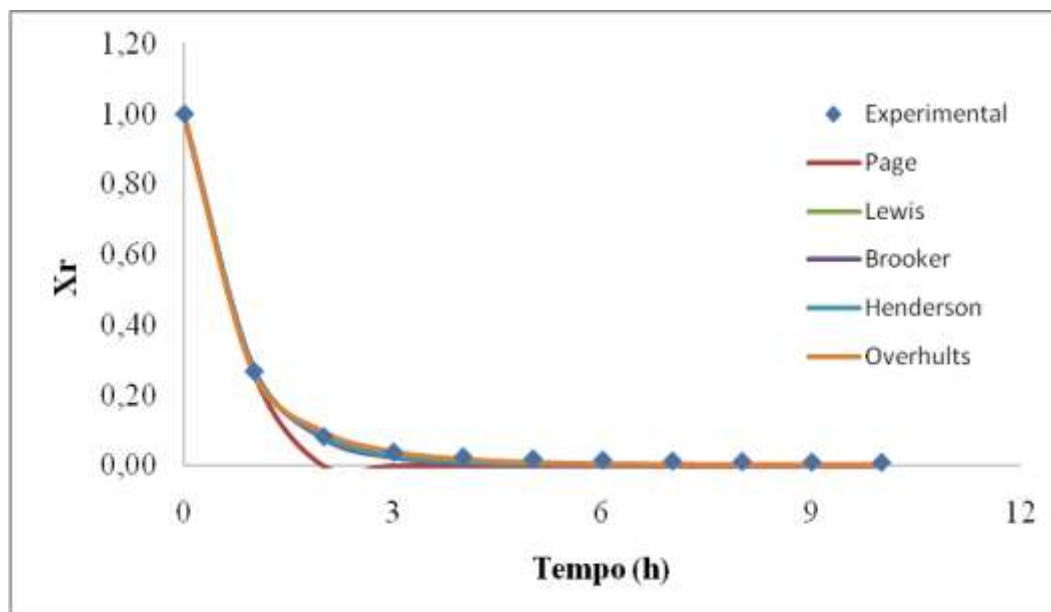


Figura 16 -Curvas do adimensional de umidade em função do tempo para a temperatura de 80°C.

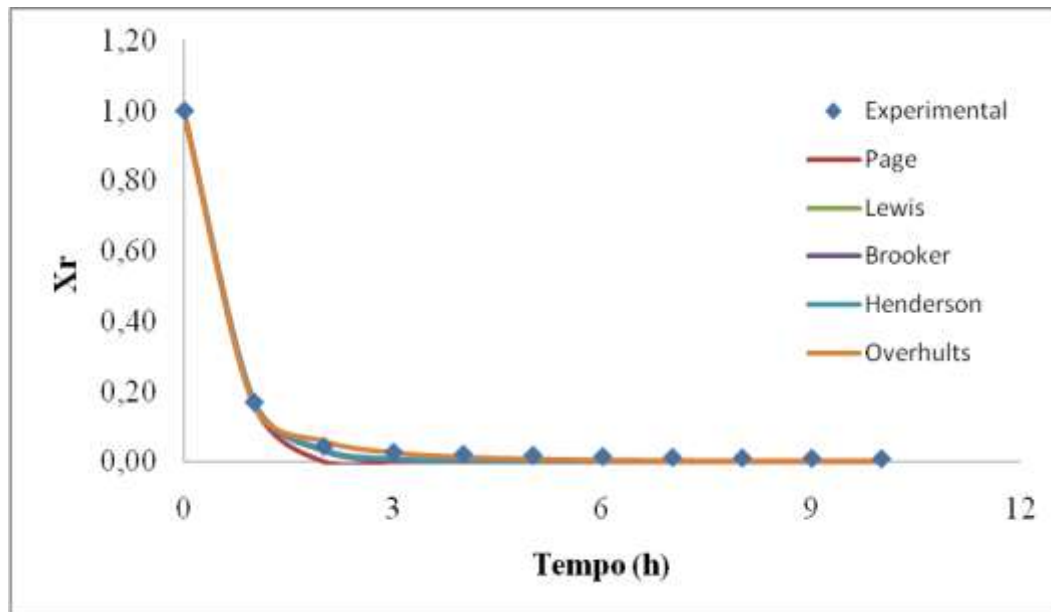


Figura 17 - Curvas do adimensional de umidade em função do tempo para a temperatura de 90°C.

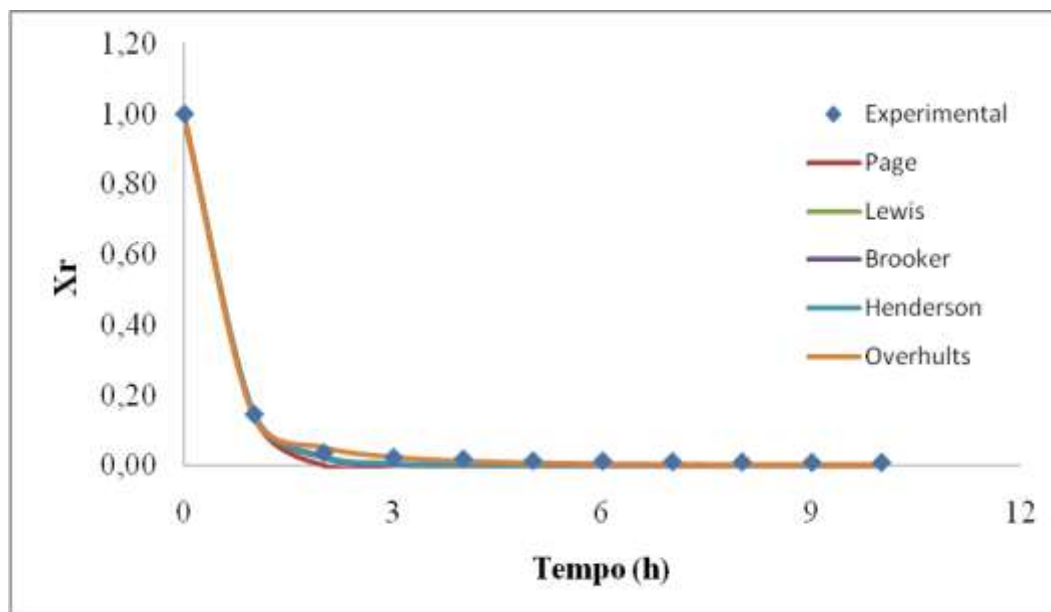


Figura 18 - Curvas do adimensional de umidade em função do tempo para a temperatura de 100°C.

5.1.2. Composição centesimal aproximada do jenipapo

A caracterização da polpa de jenipapo *in natura* e após o processo de secagem é apresentada na Tabela 11 (B.U.) e a composição mineral apresentada na Tabela 12. O processo de secagem concentra os constituintes da polpa de jenipapo, porém a redução dos lipídios é devido à provável volatilização de alguns dos ácidos graxos presentes na amostra. Por outro lado, a perda de umidade propiciou uma redução de atividade de água a 0,56 abaixo do valor crítico para crescimento microbiano de leveduras osmofílicas.

Tabela 11 - Composição físico-química da polpa de jenipapo seca à 50°C por 6 horas (B.U.).

Constituinte (%)	<i>In natura</i>	Seco
Umidade	81,28 ± 0,14	23,00 ± 0,38
Cinzas	1,05 ± 0,06	3,38 ± 0,10
Proteínas	0,04 ± 0,01	0,09 ± 0,01
Lipídios	4,55 ± 0,21	2,83 ± 0,26
Fibras Totais	2,08 ± 0,01	9,24 ± 0,09
Carboidratos	11,01 ± 0,26	61,45 ± 0,48
Energia (kcal/100g)	85,15 ± 0,82	271,67 ± 1,24
pH	3,14 ± 0,03	3,42 ± 0,06
Acidez Total Titulável (g ácido cítrico/ 100g)	3,45 ± 0,03	1,49 ± 0,06
Sólidos Solúveis (°Brix)	1,50 ± 0,00	5,57 ± 0,06
a _w	0,95 ± 0,01	0,56 ± 0,00

Segundo ANDRADE *et al.* (2003), os jenipapos comercializados na cidade de Recife-Pernambuco apresentaram teores de umidade (81,53%) e cinzas (1,03%) em concordância com resultados encontrados neste trabalho, entretanto os teores de proteínas (0,5%) e lipídios (1,55%) estão discrepantes do observado neste trabalho. Já SILVA *et al.* (1998) encontraram valores muito abaixo para acidez (0,98% em ácido cítrico) e extremamente elevado de sólidos (20° Brix) encontrados para jenipapo fresco comercializado em Maranguape-Ceará no estado de vez. No entanto o valor do pH (4,0) foi próximo ao deste trabalho.

Em termos minerais, destaca-se os teores de potássio (575,94 mg/100 g), de cálcio (624,94 mg/100 g) e para ferro total (3,22 mg/100 g). FRANCO (1999) relata valores

inferiores para jenipapo de cálcio (33 mg/100 g) e fósforo (29 mg/100 g) e valor similar de ferro (3,4 mg/100 g).

Estas variações com dados da literatura podem ser atribuídos as condições climáticas, características de solos e variedade do fruto.

Para o produto seco, BRASIL (2002) atribui valores de 5,2% de proteínas, 0,30% de lipídios, 25,70% de carboidratos, 9,40% de fibras e 113 kcal de energia, as quais são bem distintos dos obtidos com a secagem a 50°C por 6h, deste trabalho.

Tabela 12 - Composição mineral do jenipapo após processo de secagem à 50°C por 6 horas.

Constituintes	(mg/100 g)
Ferro total	3,22 ± 0,04
Potássio total	575,94 ± 9,45
Sódio total	33,04 ± 2,86
Cálcio total	624,94 ± 35,26
Fósforo total	61,48 ± 3,57

5.2. Barra de cereais com jenipapo.

Barras de cereais foram formuladas com jenipapo nas concentrações de 5%, 10% e 15% foram analisadas pelo teste afetivo de aceitabilidade (Tabela 13). Para 5% de incorporação as notas corresponderam à gostei moderadamente, para 10% de incorporação as notas corresponderam à gostei ligeiramente e 15% de incorporação à nem gostei nem desgostei. Observou-se que as concentrações de 10% e 15% não diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) em todos os parâmetros analisados, já a concentração de 5% não diferiu significativamente da concentração de 10% nos parâmetros de aparência e impressão global. Os resultados da intenção de compra (Figura 19) confirmam os resultados do teste de aceitação, no qual aumento da incorporação de jenipapo na barra de cereal diminui a possibilidade de compra, para 5% indica que provavelmente os produtos formulados serão comprados pelo painel de provadores, em contraste com a nota para a incorporação de 15% indicando que os provadores provavelmente não comprariam o produto. Desta forma escolheu-se a composição de 5% para incorporar nas barras de cereais e determinar a composição centesimal.

Tabela 13 - Notas sensoriais do teste de aceitação e intenção de compra para barras de cereais formuladas com jenipapo.

Incorporação	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Global
5%	7,07 ^a	6,47 ^a	7,13 ^a	6,67 ^a	6,63 ^a
10%	6,10 ^{a b}	5,43 ^b	5,73 ^b	5,07 ^b	5,90 ^{a b}
15%	5,27 ^b	5,30 ^b	4,80 ^b	4,73 ^b	4,67 ^b

*Médias acompanhadas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si significativamente ($p \leq 0,05$).

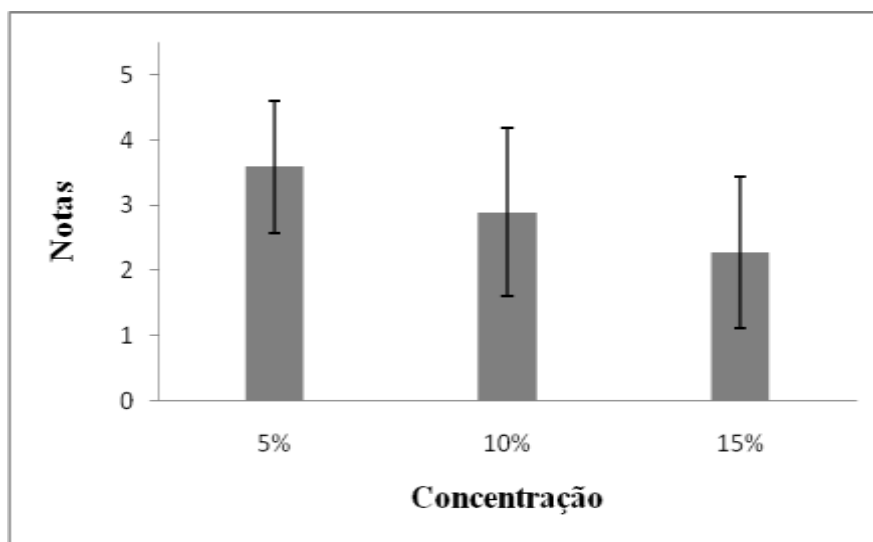


Figura 19 - Intenção de compra para as barras de cereais formuladas com jenipapo. 1 - certamente não compraria, 2 - provavelmente não compraria, 3 - não sei se compraria, 4 - eu provavelmente compraria e 5 - eu certamente compraria.

Os resultados para a composição físico-químico e mineral da barra de cereais formulada com 5% de jenipapo seco são apresentados na Tabela 14 e Tabela 15, respectivamente. Pode-se observar que o produto obtido tem um baixo valor de atividade de água, o que proporciona um alimento dentro de uma faixa ($<0,60$) segura em termos microbiológicos. Os resultados mostram um baixo valor de proteína e um valor alto de fibras totais (14,72%) conforme a portaria 22/98 da ANVISA (1998) a barra é considerada como alimento de alto teor de fibra, pois apresenta mais que 6 g/100 g. Para a composição mineral, destacam-se os valores de potássio (27,51 mg/100 g), cálcio (34,21 mg/100 g) e fósforo (2,94 mg/100 g), quando comparados com as barras de cereais funcional sabor banana do trabalho de FREITAS & MORETTI (2006) que obteve 0,497 mg/100 g de potássio, 0,082 mg/100 g de cálcio e 0,497 mg/100 g de fósforo, porém para os valores de ferro o autor obteve o valor de 5,105 mg/100 g, o que foi superior ao encontrado neste trabalho.

Tabela 14 - Composição físico-química da barra de cereal formulada com 5% de jenipapo seco.

Constituintes	(%)
Umidade	23,46 ± 0,61
Cinzas	0,89 ± 0,02
Proteínas	0,05 ± 0,01
Lipídios	4,27 ± 0,27
Fibras Totais	11,72 ± 0,32
Carboidratos	59,61 ± 0,74
Energia (kcal/100g)	277,02 ± 1,68
a _w	0,45 ± 0,15

Tabela 15 - Composição mineral da barra de cereal formulada com 5% de jenipapo seco.

Constituintes	(mg/100g)
Ferro total	0,21 ± 0,01
Potássio total	27,51 ± 1,46
Sódio total	1,05 ± 0,08
Cálcio total	34,21 ± 2,03
Fósforo total	2,94 ± 0,15

5.3. Cozimento das sementes de jaca.

As sementes cozidas foram submetidas a uma análise texturométrica instrumental e os valores obtidos são mostrados na Tabela 16. Por meio da análise observa-se que os valores de dureza (g) e crocância (g/s) diminuem com o aumento do tempo de cozimento, o que era esperado, pois o cozimento propicia a desagregação da estrutura e conseqüentemente o amolecimento da semente. A Tabela 17 apresenta valores destes parâmetros para diferentes barras de cereais, em medida que os valores de dureza e crocância são 2366,8 ± 900,10 (g) e 810,6 ± 133,05 (g/s), respectivamente.

Para a incorporação da semente de jaca cozida em barra de cereais escolheu-se o tempo de 70 min de ebulição devido à proximidade dos valores de dureza e crocância médio

de barra de cereais, de necessitar menor tempo e energia gasta para aquecimento quando comparada ao tempo de cozimento de 80 min.

Tabela 16 - Textura instrumental da semente de jaca cozida.

Tempo (min)	Dureza (g)	Crôcancia (g/s)
50	4.081,60 ± 1.358,29	1.151,63 ± 313,90
60	2.547,30 ± 271,33	879,72 ± 292,16
70	2.283,40 ± 789,02	856,43 ± 158,73
80	2.226,56 ± 518,86	817,04 ± 198,29

Tabela 17 - Textura instrumental de barras de cereais.

Barras	Dureza (g)	Crôcancia (g/s)
<i>Special K</i>	1847	994
<i>Cinnamon Krunchers</i>	1704	771
<i>NutriGrain</i>	2523	691
<i>Nature Valley</i>	3875	901
<i>Quaker</i>	1885	696
Média	2366,8 ± 900,10	810,6 ± 133,05

Fonte: SCARSDALE E HAMILTON, (2005)

A composição físico-química da semente de jaca cozida por 70min é apresentada na Tabela 18 e a composição mineral na 0. Mesmo após a secagem para a remoção do excesso de umidade observou-se que o valor de umidade ficou elevado (61,17%), nota-se também um baixo valor de proteína (0,07%). A fibra alimentar foi um dos constituintes que se sobressaíram no valor nutricional da semente de jaca cozida, a qual apresentou um teor de 9,78%, neste produto. No entanto, sabe-se que a fibra interfere na utilização de minerais, pois, no complexo molecular da mesma, algumas substancias podem agir como agentes quelantes de minerais (MADRUGA *et al.* 2004). Para a composição mineral se destaca o potássio com 20,02 mg/100 g, enquanto a formulação de FREITAS & MORETTI (2006) obteve apenas 0,497 mg/100 g de potássio.

Tabela 18 - Composição físico-química da semente de jaca cozida por 70min.

Constituintes	Valores (%)
Umidade	61,17 ± 0,09
Cinzas	1,15 ± 0,01
Proteínas	0,07 ± 0,01
Lipídios	16,68 ± 0,36
Fibras Totais	9,78 ± 0,30
Carboidratos	11,16 ± 0,22
Energia (kcal/100g)	195,03 ± 1,44

Tabela 19 - Composição mineral da semente de jaca cozida por 70min.

Constituintes	(mg/100 g)
Ferro total	0,21 ± 0,01
Potássio total	20,02 ± 0,46
Sódio total	1,14 ± 0,06
Cálcio total	0,25 ± 0,02
Fósforo total	0,18 ± 0,01

5.4. Barras de cereais com semente de jaca.

As barras de cereais formuladas com semente de jaca nas concentrações de 5%, 10% e 15% foram analisadas pelo teste afetivo de aceitabilidade (Tabela 20), observou-se que todas as concentrações não diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) em todos os parâmetros analisados. Para os resultados obtidos as notas dos atributos sensoriais para a maioria dos casos ficou acima do gostei moderadamente. Os resultados da intenção de compra (Figura 20) foram similares para todas as incorporações (aproximadamente 3,7) indicando a probabilidade de compra do produto. Dessa forma a concentração de 15% de incorporação de semente de jaca foi escolhida, com o objetivo de acrescentar o máximo de ingrediente regional possível na formulação da barra de cereal.

Tabela 20 – Notas sensoriais de aceitação para barras de cereais formuladas com semente de jaca.

Incorporação	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Global
5%	7,43 ^a	7,50 ^a	7,43 ^a	6,70 ^a	7,17 ^a
10%	6,80 ^a	7,20 ^a	7,30 ^a	6,47 ^a	7,10 ^a
15%	7,30 ^a	7,23 ^a	6,93 ^a	6,17 ^a	6,97 ^a

*Médias acompanhadas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si significativamente ($p \leq 0,05$).

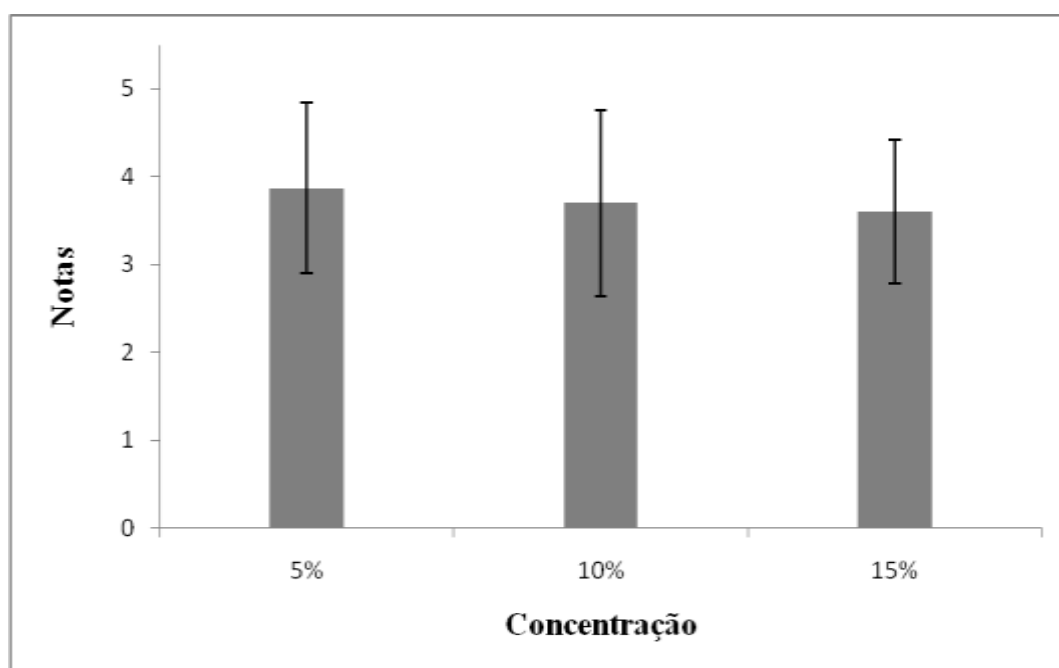


Figura 20 - Intenção de compra para as barras de cereais formuladas com semente de jaca. 1 - certamente não compraria, 2 - provavelmente não compraria, 3 - não sei se compraria, 4 - eu provavelmente compraria e 5 - eu certamente compraria.

A composição físico-química da barra de cereal formulada com 15% de semente de jaca é apresentada na Tabela 21 e a composição mineral na Tabela 22.

Tabela 21 - Composição físico-química da barra de cereal formulada com 15% de semente de jaca.

Componentes	Valores (%)
Umidade	18,56 ± 0,52
Cinzas	0,73 ± 0,05
Proteínas	0,03 ± 0,00
Lipídios	3,61 ± 0,25
Fibras Totais	15,47 ± 0,25
Carboidratos	61,61 ± 0,63
Energia (kcal/100g)	278,99 ± 1,48
a_w	0,46 ± 0,19

Tabela 22 - Composição mineral da barra de cereal formulada com 15% de semente de jaca.

Constituintes	(mg/100 g)
Ferro total	0,02 ± 0,01
Potássio total	2,81 ± 0,06
Sódio total	0,15 ± 0,01
Cálcio total	0,02 ± 0,00
Fósforo total	0,01 ± 0,00

5.5. Comparação das barras de cereais formuladas e comerciais.

As barras de cereais formuladas com ingredientes regionais selecionadas (com semente de jaca 15% e jenipapo 5%) foram comparadas com duas barras de cereais comerciais, a comercial 1 sabor banana com mel contendo na formulação os componentes xarope de glucose, aveia em flocos, banana passa, flocos de arroz, farinha de soja, amido modificado, gordura vegetal de palma, mel, açúcar, canela, sal, acidulante ácido cítrico e estabilizante lecitina de soja, e a comercial 2 sabor banana com mel contendo glucose, flocos de arroz, banana passa, aveia em flocos, maltodextrina, flocos de milho, purê de banana, açúcar cristal, óleo de palma, açúcar mascavo, mel, sal, estabilizantes lecitina de soja e bicarbonato de sódio e antioxidante tocoferol.

Os resultados da análise sensorial das barras de cereais (Tabela 23) indicaram que para o atributo aparência não houve diferença significativa entre elas a um nível de significância de 95%. Observando a Figura 21 nota-se que as barras com jenipapo, semente de jaca e a base

(formuladas) são extremamente semelhantes, já a Comercial 1 e 2 apresentaram um filme de recobrimento formado pelos componentes aglutinantes. Apesar disso os provadores não verificaram diferença na análise de aceitação.

As barras formuladas e a barra base foram semelhantes estatisticamente ($p \leq 0,05$), já a comparação global entre as barras formuladas e as barras comerciais nota-se semelhança entre elas, individualizando os atributos as semelhanças ora é com a barra comercial 1 ora com a 2. Esta semelhança é comprovada pela análise de intenção de compra, na qual as barras com jenipapo (5%) e semente de jaca (15%), base e a comercial 1 tiveram notas correspondentes a provavelmente compraria e a comercial 2 de certamente compraria, como mostra a Figura 22. FREITAS & MORETTI (2006) obtiveram notas média para análise sensorial de barras de cereais funcional sabor banana inferiores a todas as formulações do trabalho, sendo de 6,39 para aparência, 6,42 para sabor, 5,29 para textura e 6,14 para impressão global. GUTKOSKI *et al.* (2007) em seu trabalho sobre barras de cereais à base de aveia obteve novas médias para intenção de compra 3,94, o que está ligeiramente superior a média das formulações com ingredientes regionais (3,60) sem considerar os desvios.

Tabela 23 - Notas sensoriais de aceitação e intenção de compra para barras de cereais.

Barras	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Global
Base	7,40 ^a	7,10 ^{a b}	7,20 ^{a b}	7,13 ^{a b}	7,10 ^{a b c}
Comercial 1	7,13 ^a	7,60 ^a	8,13 ^a	7,40 ^a	7,73 ^a
Comercial 2	7,10 ^a	6,37 ^b	6,43 ^b	6,70 ^{a b}	6,70 ^{b c}
Semente de Jaca 15%	7,30 ^a	7,23 ^{a c}	6,93 ^b	6,17 ^b	6,97 ^{a b c}
Jenipapo 5%	7,07 ^a	6,47 ^{b c}	7,13 ^b	6,67 ^{a b}	6,63 ^{b c}

*Médias acompanhadas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si significativamente ($p \leq 0,05$).

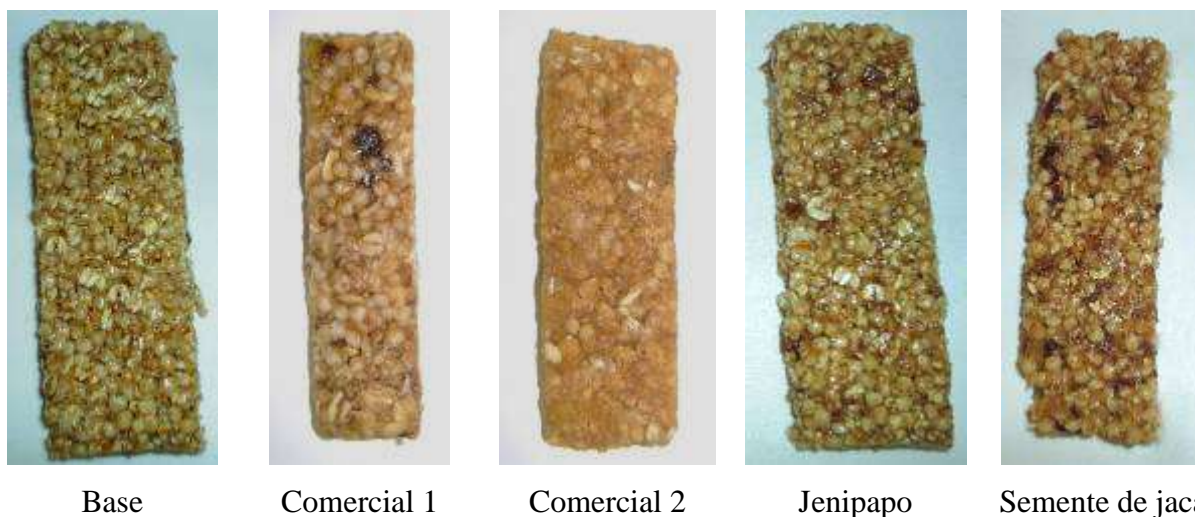


Figura 21 - Aparência das barras de cereal base, comerciais 1 e 2 e incorporadas com ingredientes regionais, jenipapo 5% e semente de jaca 15%.

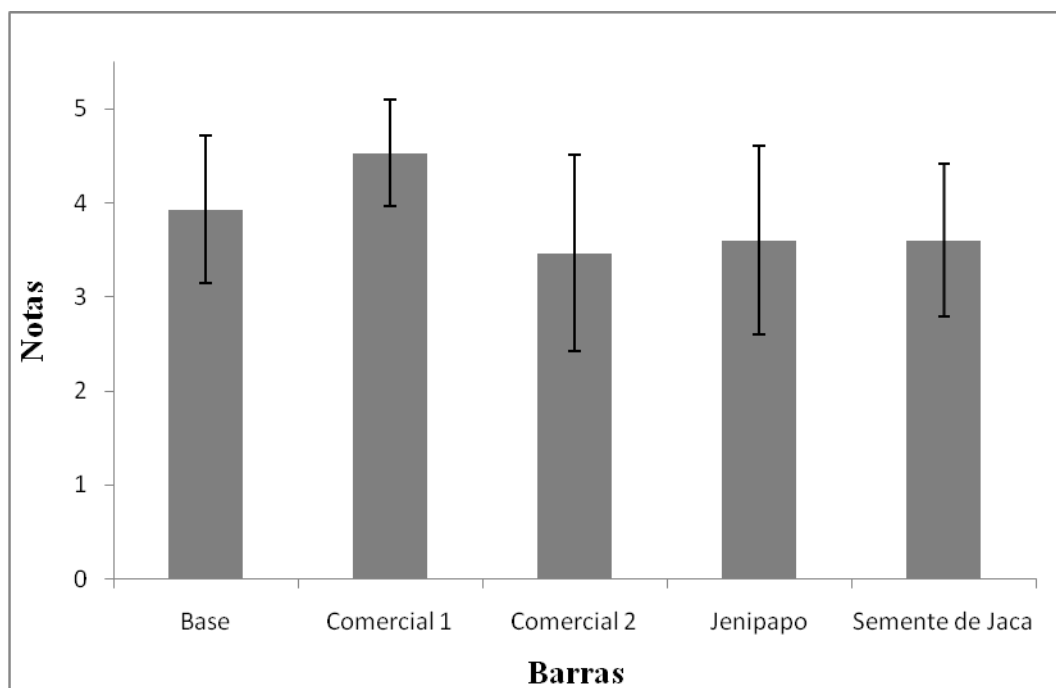


Figura 22 - Intenção de compra para as barras de cereais base, formuladas com ingredientes regionais e comerciais. 1 - certamente não compraria, 2 - provavelmente não compraria, 3 - não sei se compraria, 4 - eu provavelmente compraria e 5 - eu certamente compraria.

Os dados obtidos na análise texturométrica são apresentados na Tabela 24. Os valores de dureza variaram entre 942,01 (g) e 1900,04 (g), porém não diferiram estatisticamente ($p \leq 0,05$) entre si. Para o atributo crocância a variação foi de 156,27 (g/s) a 456,58 (g/s). As barras com jenipapo a 5% e base foram similares e as formuladas assemelham-se com as barras comerciais. Comparando a análise sensorial de textura com a textura instrumental das

barras de cereais selecionadas podemos observar que a barra comercial 1 que obteve maior nota no parâmetro textura da análise sensorial, obteve valor médio de dureza e crocância inferior às demais barras, porém não é possível concluir que para valores mais baixos de dureza e crocância as notas sensoriais são melhores, pois as notas sensoriais para textura das barras base, comercial 1, comercial 2 e semente de jaca não diferiram significativamente ($p \leq 0,05$).

Alguns autores relatam valores de dureza em suas pesquisas. Entre eles, PAIVA (2008) obteve dureza média de 1670,90 (g) para barras de cereais com base de quimera de arroz e resíduos agroindustriais. FREITAS (2005) obteve dureza média de 1182,7 (g) para barras de cereais com base de proteína texturizada de soja e gérmen de trigo torrado e MATSUURA (2005) obteve dureza média de 1701,26 (g) para barras de cereais com base de albedo de maracujá. Existe uma grande variação de valores para dureza das barras de cereais, isso devido a dificuldade de se conseguir repetitividade das análises, e a grande variedade de formulações e seus componentes, entretanto esses valores ficaram próximos aos valores encontrados neste trabalho.

Tabela 24 - Textura instrumental das barras de cereais.

Barras	Dureza (g)	Crocância (g/s)
Base	1101,80 ± 331,12 ^a	294,72 ± 76,57 ^c
Comercial 1	942,01 ± 245,92 ^a	156,27 ± 45,88 ^a
Comercial 2	1900,04 ± 254,51 ^b	367,38 ± 85,13 ^{b,c}
Jenipapo 5%	1794,93 ± 572,12 ^b	456,58 ± 193,50 ^{a,c}
Semente de Jaca 15%	1137,42 ± 275,19 ^a	258,99 ± 75,60 ^b

*Médias acompanhadas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si significativamente ($p \leq 0,05$).

A composição físico-química das barras estudadas são apresentadas na Figura 20. Verifica-se que os teores de fibras totais das barras contendo jenipapo 5% e semente de jaca 15% foram 19,2 e 25,5 vezes maior que a barra base, respectivamente. Comparativamente aos produtos comerciais 1 tem-se 13,8 e 18,2 vezes maior, respectivamente e para a barra comercial 2 esses valores são 6, e 8,5 vezes maior. Desta forma percebe-se que as barras comerciais não podem ser consideradas como fonte de fibras, que é uma das principais propostas desde trabalho, e as barras formuladas podem ser consideradas como alimentos ricos em fibras. Para os outros parâmetros não é perceptível de forma global diferenças, haja

vista que para alguns parâmetros a semelhança com 95% de confiança ocorre para comercial². Verifica-se no entanto valores muito baixos de proteínas em média foram 0,05%. A incorporação dos produtos regionais possibilita menores teores de carboidratos, redução de aproximadamente 14% para valores de energia. Alguns autores relatam em suas pesquisas os valores físico-químicos de suas barras de cereais, como LIMA (2004) para barras de cereais de caju com valores de umidade 7,40%, proteínas 9,73%, cinzas 1,63%, lipídeos 9,70% e fibras 5,84%, FREITAS & MORETTI (2006) para barras de cereais com base de proteína texturizada de soja e gérmen de trigo torrado com valores de umidade 10,71%, proteínas 15,31%, cinzas 2,20%, lipídeos 5,64%, fibras 5,17% e carboidratos 60,97 e GUTKOSKI (2007) para barras de cereais com base de aveia com valores de proteínas 9,79%, lipídios 5,17%, fibras 10,69% e carboidratos 58,88%. Comparativamente esses teores são próximos aos obtidos com as barras formuladas, entretanto o valor protéico esta muito abaixo do encontrado nas barras formuladas.

Tabela 25 - Composição físico-química das barras de cereais.

Componentes	Base (%)	Comercial 1	Comercial 2	Jenipapo (%)	Semente de Jaca (%)
Umidade	21,82 ± 0,14 ^{a c}	15,40 ± 1,26 ^b	18,99 ± 2,59 ^{b c}	23,46 ± 0,61 ^a	18,56 ^{b c} ± 0,52
Cinzas	0,88 ± 0,01 ^{a c}	1,20 ± 0,01 ^b	1,42 ± 0,01 ^c	0,89 ± 0,02 ^a	0,75 ^d ± 0,05
Proteínas	0,04 ± 0,00 ^a	0,05 ^a ± 0,00	0,05 ± 0,00 ^a	0,05 ± 0,01 ^a	0,03 ^a ± 0,00
Lipídios	3,35 ± 0,14 ^b	10,45 ± 0,44 ^d	6,66 ± 1,52 ^c	4,27 ± 0,27 ^{a b c}	3,61 ^{a b} ± 0,25
Fibras Totais	0,61 ± 0,04 ^a	0,85 ± 0,19 ^a	1,81 ± 0,14 ^b	11,72 ± 0,32 ^d	15,47 ^c ± 0,25
Carboidratos	73,31 ± 0,20	71,68 ± 1,51	71,08 ± 3,01	59,61 ± 0,74	61,61 ± 0,63
Energia (kcal/100g)	323,50 ± 0,58	380,96 ± 3,29	344,42 ± 7,55	277,02 ± 1,68	278,99 ± 1,48

*Médias acompanhadas de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si significativamente ($p \leq 0,05$).

6. Conclusão

As seguintes conclusões podem ser obtidas com a análise dos resultados:

1. A temperatura e o tempo mais adequados para a secagem do jenipapo é a de 50°C e 6h, por proporcionar uma aparência sem escurecimento enzimático e tosta, e desidratação satisfatória.

2. Para a cinética de secagem do jenipapo, foi observado que o modelo de Overhults e Page são os que têm melhor ajuste aos dados experimentais para todas as temperaturas estudadas, por apresentar bons valores de coeficiente de correlação, erro médio estimado e uma distribuição de resíduos menos tendenciosa.

3. A incorporação do jenipapo seco na proporção de 5% nas barras de cereais como é a mais adequada do ponto de vista sensorial.

4. O tempo de cozimento das sementes de jaca de 70 min deixa as características texturométrica da semente mais adequada, para a incorporação às barras de cereais.

5. A incorporação da semente de jaca na proporção de 15% nas barras de cereais é a mais adequada sensorialmente, por proporcionar uma maior adição das sementes.

6. As barras de cereais incorporadas com os ingredientes regionais quando comparadas com as barras de cereais comerciais e barra de cereal base, demonstram ser possível a incorporação de ingredientes regionais sem perda da identidade sensorial e das propriedades físico-químico.

7. As barras de cereais formuladas podem ser consideradas como fonte de fibras e tem reduzido em 14% o valor calórico do produto em relação às comerciais.

7. Sugestões para futuros trabalhos

Para dar continuidade ao estudo realizado, recomendam-se as seguintes etapas:

1. Estudar novos métodos para secagem de jenipapo e incorporação em barras de cereais.
2. Estudar uma maior incorporação de semente de jaca cozida em barras de cereais.
3. Avaliar a viabilidade econômica da metodologia para produção de barra de cereais utilizando jenipapo seco ou semente de jaca cozida.
4. Produzir novos produtos utilizando jenipapo seco e semente de jaca cozida.
5. Estudar o tempo de prateleira das barras com produtos regionais.
6. Realizar análise de custos.

8. Referências Bibliográficas

ALDRED, D. L.; AMERONGEN, I. A.; BODOR, J.; MELA, D. J.; RAYMENT, P. Unilever N.V. Composição comestível, produto de barra nutricional, massa ou cereal, uso de um alginato e método de indução de saciedade em um ser humano ou animal. Int A23L. BR PI 0412623-8 A, 18 ago. 2004, 29 set. 2006. Revista da Propriedade Industrial, Rio de Janeiro, n.1864.

ANDRADE, S. A. C. **Otimização da desidratação osmótica do jenipapo (*Genipa americana* L.). Tese de doutorado, UFPE, Recife, PE, Brasil, 2005.**

ANDRADE, S. A. C; METRI, J. C.; NETO, B. B.; GUERRA, N. B. Desidratação osmótica do jenipapo (*Genipa americana* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas 23(2), p276-281, 2003.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 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, constante do anexo desta portaria. Resolução n. 18, de 30 de abril de 1999. D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 03 de maio de 1999.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar. Portaria n. 27, de 13 de janeiro de 1998. Diário Oficial da União; Poder Executivo, 13 de janeiro de 1998.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova o Regulamento Técnico referente a Alimentos Adicionados de Nutrientes Essenciais. Portaria n. 31, de 13 de janeiro de 1998. Diário Oficial da União; Poder Executivo, 13 de janeiro de 1998.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 2003.

ASSUNÇÃO, M. C. F.; SANTOS, I. S. Efeito da fortificação de alimentos com ferro sobre anemia em crianças: um estudo de revisão. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 23(2):269-281, fev. 2007.

AZOUBEL, P. M.; CABRAL, A. C. P. L. F.; SILVA, M. D. B.; OLIVEIRA, S. B. Modelagem matemática da cinética de secagem de manda "Tommy Atkins". *Congresso Brasileiro de Engenharia Química*, Recife, Pernambuco, Brasil, set. 2008.

BARBOSA, M. Na onda da barra. Com uma gestão alternativa e um produto campeão de vendas, Nutrimental afasta a crise e volta a ser uma empresa saudável [on line]. Disponível na internet via

http://www.terra.com.br/istoedinheiro/224/negocios/224_na_onda_da_barra.htm. Arquivo capturado em 10 de outubro de 2007. Disponível desde 2001.

BIAZUS, J.P.M.; SOUZA, R.R.; SANTANA, J.C.C.; TAMBOURGI, E.B. Otimização da secagem do malte de *Zea mays*. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*, 26(4) p. 787-792, 2006.

BOURNE, M. **Food texture and viscosity**, concept and measurement. 2nd ed. Academic Press, p. 107-187, 2002.

BRASIL, Ministério da Saúde. Alimentos regionais brasileiros. Secretaria de Políticas de Saúde, Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. – 1. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2002.

BRITO, I.; CAMPOS, J.; SOUZA, T.; WAKIYAMA, C.; AZEREDO, G.. Elaboração e avaliação global de barras de cereais caseiras. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, América do Sul, 22(1) p.35-50, 2004.

BUENO, R. O. G. **Características de qualidade de biscoitos e barras de cereais ricos em fibra alimentar a partir de farinha de semente e polpa de nêspera**. Dissertação de mestrado, UFPR, Curitiba, PR, Brasil, 2005.

COELHO, K. D. **Desenvolvimento e avaliação da aceitação de cereais matinais e barras de cereais à base de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.)**. Dissertação de mestrado, USP, São Paulo, SP, Brasil, 2006.

COLEMAN, E. C.; SCHMID, A. H.; KATZ, M. C.; BIRNEY, S. Kraft Foods Holdings. Barra de cereal, e, método para fabricar uma barra de cereal. A23L 1/164.BR.PI 0604519-7 A. 01 nov. 2006, 28 ago. 2007. Revista da Propriedade Industrial, Rio de Janeiro, n.1912, p. 66.

COLEMAN, E. C.; BIRNEY, S. R.; ALTOMARE, R. E. Kraft Foods Holdings. Methodes de confection de barres cerealieres a texture amelioree. A23L 1/164. CA 2583897 A1. 4 abr. 2007, 10 out. 2007. Office de La Propriété Intellectuelle Du Canada.

CORRÊA, P.C.; RESENDE, O.; MARTINAZZO, A. P.; GONELI, A.L.D.; BOTELHO, F.M. Modelagem matemática para a descrição do processo de secagem do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em camadas delgadas. *Engenharia Agrícola*. 27(2) p.501-510, 2007.

CORRÊA, P. C.; RIBEIRO, D. M.; RESENDE, O.; BOTELHO, F. M. Determinação e modelagem das propriedades físicas e da contração volumétrica do trigo, durante a secagem. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10(3) p. 665-670, 2006.

COSTA, L. A. **Caracterização do resíduo da fabricação de farinha de mandioca e seu aproveitamento no desenvolvimento de um alimento em barra**. Dissertação de mestrado, UFSC, Florianópolis, SC, Brasil, 2004.

FRANCO G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1999.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1999.

FREITAS, D. G. C. **Desenvolvimento e estudo da estabilidade de barra de cereais de elevado teor protéico e vitamínico.** Tese de doutorado, UNICAMP, Campinas, SP, Brasil, 2005.

FREITAS D. G.C.; MORETTI, R. H. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor protéico e vitamínico. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 26(2), p. 318-324, 2006.

GUTKOSKI, L. C.; BONAMIGO, J. M. A.; TEIXEIRA, D. M. F; PEDÓ, I. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar, *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 27(2), p. 355-363, 2007.

IAL - INSTITUTO ADOLF LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos.** 4 ed. São Paulo, 2005. p. 1018.

INCROPERA, F. P.; DEWITT, D. P.. **Fundamentos de transferência de calor e de massa.** 5. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003.

INSTITUTO AKATU. Caderno Temático – A nutrição e o consumo consciente. São Paulo: Instituto Akatu, 2003.

KOMATSU, S. S., MARCHINI L. C., MORETI, A C. de C. C. Análises físico-químicas de amostras de méis de flores silvestres, de eucalipto e de laranjeira, produzidos por *Apis mellifera* L., 1758 (*hymenoptera, apidae*) no estado de São Paulo. 2. Conteúdo de açúcares e de proteína. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 22(2), p. 143-146, 2002.

KRAUSE. **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia.** 10. ed. São Paulo: Roca, 2002.

KUROZAWA, L. E.. **Efeito das condições de processo na cinética de secagem de cogumelo (*Agaricus blazei*).** Dissertação de Mestrado, UNICAMP, Campinas, SP, Brasil, 2005.

LEHN, D.N.; PINTO, L.A.A. Isotermas de equilíbrio e curvas de secagem para arroz em casca em silos de armazenamento. *Engenharia Agrícola*, 12 (3). p. 177-191, 2004.

LEORO, M. G. V. **Desenvolvimento de cereal matinal extrusado orgânico à base de farinha de milho e farelo de maracujá**. Dissertação de Mestrado, UNICAMP, Campinas, SP, Brasil, 2007.

LIMA, A.C. **Estudo para a agregação de calor aos produtos de caju: elaboração de formulações de frutas e castanha em barras**. Tese de Doutorado, UNICAMP, Campinas, SP, 2004.

LIMA, A.S.; MARCELLINI, P.S. Food from agroindustrial residues. In: Carioca, J. O. B.; Marx, F.; Jonas, R. **Preceptions on food and nutrition**, 1 ed , Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora Ltda., 2006.

MADRUGA, M. S.; SANTOS, H. B.; BION, F. M. Avaliação nutricional de uma dieta suplementada com multimistura: estudo em ratos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 24(1), p. 129-133, 2004.

MATSUURA, F. C. A. U. **Estudo do albedo de maracujá e de seu aproveitamento em barra de cereais**. Tese de doutorado, UNICAMP, Campinas, SP, Brasil, 2005.

MARCHINI, L. C., OTSUK, I. P., MORETI, A. C. C. C., SODRÉ, G. S. Physicochemical composition of apis meüifera honey samples from são paulo state, Brazil. *Química Nova*, 30(7) p. 1653-1657, 2007.

MESU, G. J.; FISHER, W. J. The Quaker Oats Company. Cereal bar having a crunchy texture. A23L 1/164. WO 2008/07617 A1. 3 dez. 2007, 12 jun. 2008. World Intellectual Property Organization.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Guia Alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável**. Secretaria de Atenção à Saúde, Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

MOURA, R. S. F.; GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; SOUSA, A. G.; SILVA, M. M.; OLIVEIRA, A. M. V. Modelagem matemática para isotermas em polpa de caju. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*. 4(2), p.32-40, 2004.

NAVES, R.V.; ALMEIDA NETO, J.X.; ROCHA, M.R., BORGES, J.D.; CARVALHO, G.C.; CHAVES. L.J.; SILVA, V.A. Determinação de características físicas em frutas e teor de nutrientes, em folhas e o solo, de três espécies frutíferas de ocorrência natural nos cerrados de Goiás. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 25 (2) p. 107-114, 1995.

NABESHIMA, E. H.; ORMENESE, R. C. S. C.; MONTENEGRO, F. M.; TODA, E.; SADAHIRA, M. S. Propriedades tecnológicas e sensoriais de pães fortificados com ferro. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 25(3) p. 506-511, 2005.

OLIVEIRA, J. E. D. **Ciências Nutricionais**. São Paulo: Sarvier, 2006.

OLIVEIRA, M. **Efeito da composição química, origem e grau de maturação sobre a cor e a crocância da banana nanica obtida por secagem HTST**. Dissertação de Mestrado, UNICAMP, Campinas, SP, Brasil, 2007.

PAIVA, A.A.; RONDÓ, P.H.C.; SHINOHARA, E.M.G. Parâmetros para avaliação do estado nutricional de ferro. *Revista de Saúde Pública*. 34 p.421-426, 2000.

PAIVA, A. P. **Estudos tecnológico, químico, físico-químico e sensorial de barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais**. Dissertação de Mestrado, UFLA, Minas Gerais, MG, 2008.

RAMAKRISHNA, C.; REDDY, Y.; REDDY, S. Council of Scientific & Industrial Research. Cereal bar formulation and process therefor. A23L 1/164. EUA WO 2005/063047 A1. 31 dez. 2003, 14 jul. 2005. World Intellectual Property Organization.

RIBEIRO, D. M.; CORREA, P. C.; RODRIGUES, D. H.; GONELI A. L. D. Análise da variação das propriedades físicas dos grãos de soja durante o processo de secagem. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 25 (3) p 611-617, 2005.

SANTANA, M. F. S. **Caracterização físico-química de fibra alimentar de laranja e maracujá.** Tese de doutorado, UNICAMP, Campinas, SP, Brasil, 2005.

SANTOS, A.V. **Obtenção e incorporação de farinha de casca de maracujá na produção de bolos de chocolate.** Dissertação de Mestrado, UNIT, Aracaju, SE, 2008.

SOUZA, N. E.; VISENTAINER, M. C. M.; OLIVEIRA, A. N.; MATSUSHITA, M. Universidade Estadual de Maringá. Processo de obtenção de barra de cereal utilizando casca de frutas e sementes de linhaça. A23L 1/164. BR PI 0701170-9 A. 16 mar. 2007, 4 nov. 2008. *Revista da Propriedade Industrial*, Rio de Janeiro, n.1974.

SCARSDALE, F. R., HAMILTON, P. D. *TA.XTPlus Texture Analyzer Study: Cereal & Granola Bars.* Texture Technologies Corp, 2005.

SILVA, A. P.; LIMA, C. L. C.; VIEITES, R. L. Caracterização química e física do jenipapo (*Genipa americana* L.) armazenado. *Scientia Agricola*, Piracicaba, SP, 55(1), p. 29-34, 1998.

SILVA, C. L., QUEIROZ, A. J. M., FIGUEREDO, R. M. F. Caracterização físico-química de méis produzidos no Estado do Piauí para diferentes floradas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 8(1) p. 260-265, 2004.

SILVA, J. V.; JORDAO FILHO, J.; RIBEIRO, M. L. G; SILVA, E. L.. Efeitos da inclusão do farelo de sementes de jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) na ração sobre a produção, pigmentação da gema e umidade fecal em codornas. *Ciência e Agrotecnologia* 31(2) p. 523-530, 2006.

SILVA, M.M.; GOUVEIA, J.P.G.; ALMEIDA, F.A. C. Dessorção e calor isostérico em polpa de manga. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 6(1) p.123-127, 2002.

SIROHI, D. P.; SIEVERT, B.; DESJARDINS, J. J.; GEOFFROY, G. Societe des produits Nestle S.A. Cereal bar. A23L 1/164. FR EP 1 151 676 A1, 1 mai 200, 7 nov. 2001. European Patent Office.

SILVA, A.P.; LIMA, C.L.C.; VIEITES, R.L. Caracterização química e física do jenipapo (*Genipina americana* L.) armazenado. *Sciencia Agrícola*. 55(1) p.: 29-34, 1998.

SIMÕES, M. C. C. **Anemia ferropriva em crianças de 1 a 5 anos internadas com pneumonia: suplementação com ferro hematínico.** Tese de Doutorado, UNICAMP, São Paulo, SP, 2003.

TRINDADE, M. B. **Purificação, caracterização e estudos estruturais de duas lectinas ligantes de quitina das sementes do gênero *Artocarpus*.** Tese de doutorado, UNICAMP, Campinas, SP, Brasil, 2005.

VALENTE, P. P. S. S. **Desidratação osmótica e secagem de abacaxi (*Ananás Comosus* (L.) Merrill), variedade pérola.** Dissertação de Mestrado, UNICAMP, Campinas, SP, Brasil, 2007.

VIEIRA NETO, R. D. N. **Frutíferas potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas.** Embrapa Tabuleiros Costeiros / Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe-Emdagro. p. 71-86, Aracaju, 2002.

ZANCUL, M. S. Fortificação de Alimentos com Ferro e Vitamina A. **Medicina**, Ribeirão Preto, 37: p. 45-50, 20