



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

DESENVOLVIMENTO, OTIMIZAÇÃO E ACEITABILIDADE DE EXTRATO
HIDROSSOLÚVEL DA AMÊNDOA DA CASTANHA DE CAJU (*Anacardium*
occidentale L.)

ANA CRISTINA DA SILVA MORAIS

Orientadora: Profa. Dra. Maria do Carmo Passos Rodrigues

FORTALEZA-CE

2009

ANA CRISTINA DA SILVA MORAIS

**DESENVOLVIMENTO, OTIMIZAÇÃO E ACEITABILIDADE DE EXTRATO
HIDROSSOLÚVEL DA AMÊNDOA DA CASTANHA DE CAJU (*Anacardium
occidentale* L.)**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

**Orientadora: Profa. Dra. Maria do Carmo
Passos Rodrigues**

FORTALEZA-CE

2009

ANA CRISTINA DA SILVA MORAIS

**DESENVOLVIMENTO, OTIMIZAÇÃO E ACEITABILIDADE DE EXTRATO
HIDROSSOLÚVEL DA AMÊNDOA DA CASTANHA DE CAJU (*Anacardium
occidentale* L.)**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovada em: ____/____/____

Ana Cristina da Silva Morais

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Maria do Carmo Passos Rodrigues (Orientadora)

Universidade Federal do Ceará-UFC

Profa. Dra. Dorasilvia Ferreira Pontes

Universidade Federal do Ceará-UFC

Profa. Dra. Marlene Nunes Damaceno

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE

*Aos meus pais, Humberto Morais e Maria Zélia Morais,
pelas lições de vida e pela credibilidade associada a mim.*

Ana Cristina

AGRADECIMENTOS

A Deus, por fazer de mim uma pessoa movida pelos desafios, que não exita em enfrentar as dificuldades, procurando retirar de cada uma delas uma lição de vida.

À Universidade Federal do Ceará, onde passei os últimos sete anos. Onde me tornei adulta, graduada e agora pós-graduada. Orgulho-me de fazer parte da sua história.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela oportunidade de ampliar meus conhecimentos.

À CAPES, pelo apoio financeiro concedido através de bolsa de mestrado, antes da minha admissão como funcionária pública.

À professora Maria do Carmo Passos Rodrigues, pela amizade, orientação e oportunidade em desenvolver este projeto de sua linha de pesquisa.

Ao diretor da minha instituição de trabalho, IFCE - Campus Limoeiro do Norte, José Façanha, pela compreensão durante o período de finalização da dissertação.

À empresa Cascaju Agroindustrial S/A, pela doação das amêndoas da castanha de caju, viabilizando a realização da pesquisa.

Às professoras Sílvia Maria de Freitas, Dorasílvia Ferreira Pontes e Marlene Nunes Damaceno pela participação nas bancas de qualificação e defesa, bem como pelas contribuições fornecidas.

Aos meus pais, pois me deram o maior de todos os presentes, a vida, e mais que isso, me ensinaram a vivê-la com dignidade. A vocês, que se doaram inteiros e, muitas vezes, renunciaram as suas vidas em função da minha.

Ao Eduardo Maia, por toda a atenção, carinho e amor dedicados a mim. Agradeço pelo apoio diante das dificuldades, pelo incentivo para que eu realize meus sonhos e pela compreensão nos muitos momentos em que estive ausente, indisponível ou até mesmo estressada.

À Marina e à Flávia, bolsistas PIBIC do laboratório de Análise Sensorial/UFC, por auxiliarem nas análises laboratoriais. A minha eterna gratidão.

Às técnicas do laboratório de Química de Alimentos do IFCE - Campus Limoeiro do Norte, Luana e Kéllbia, por todo o apoio prestado nas análises realizadas no referido laboratório.

A todos os meus verdadeiros amigos e colegas de trabalho do IFCE, Anna Érika, Ariosvana, Márcia, Rafaela e Renata, que me fazem companhia semanalmente, me aconselham sobre assuntos pessoais e profissionais, torcem por mim e enchem as minhas semanas de trabalho de alegria.

Aos meus familiares, por sentirem a minha ausência durante esse período de dupla jornada e algumas vezes perdoá-la. Por torcerem e se orgulharem de todas as minhas conquistas.

Aos meus amigos, por reservarem para mim momentos de grande descontração, além de ouvirem minhas lamentações e/ou alegrias.

A todos os professores que passaram pela minha vida, seja no colégio ou na universidade. Todos, em maior ou menor grau, contribuíram para a formação da profissional e ser humano que hoje sou.

"Um pessimista vê uma dificuldade em cada oportunidade;
um otimista vê uma oportunidade em cada dificuldade."

(Sir Winston Churchill)

RESUMO

O cultivo e processamento da castanha de caju são realizados predominantemente no estado do Ceará, sendo este o principal exportador brasileiro da amêndoa da castanha de caju (ACC). No entanto, o processo de beneficiamento da castanha de caju utilizado neste estado resulta em um alto percentual de amêndoas quebradas e, conseqüentemente, em depreciação do seu preço em relação às amêndoas inteiras. Diante disso, esta pesquisa teve como objetivo utilizar amêndoas quebradas para a produção de um extrato hidrossolúvel de amêndoa de castanha de caju (EHACC) de forma a diversificar o mercado da ACC e agregar valor às amêndoas quebradas. Verificaram-se, através de teste sensorial discriminativo, diferenças significativas ($p \leq 0,001$) entre as amêndoas quebradas classificadas como bandas (S1), batoques (B1) e pedaços (P1) a fim de selecionar a matéria-prima deste estudo. Utilizou-se na etapa de desenvolvimento do produto o planejamento experimental do tipo delineamento composto central rotacional (DCCR) para avaliar os efeitos da temperatura da água de extração e do percentual de adição de água sobre os teores de proteínas, lipídios, cinzas, sólidos totais e carboidratos. Avaliou-se a aceitabilidade sensorial e o ideal de doçura de quatro amostras do produto com adição de 2%, 3%, 4% e 5% de sacarose, identificadas EHC2, EHC3, EHC4 e EHC5, respectivamente, bem como os teores de cálcio, ferro, fósforo e selênio, a composição centesimal, o valor calórico e a composição centesimal do resíduo obtido no processamento do produto. As amêndoas quebradas classificadas como bandas (S1) e batoques (B1) não apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,001$) sendo desta forma definidas como matéria-prima do extrato hidrossolúvel da ACC. Na composição centesimal das amêndoas verificou-se a predominância, em ordem decrescente, de lipídios, carboidratos e proteínas. Através das superfícies de respostas obtidas na etapa de planejamento experimental, definiram-se o percentual de água (600%) e a temperatura da água (30°C) como condições de processo para fornecerem teor de proteínas similar ao do leite bovino. Na etapa de avaliação sensorial, as amostras com os maiores percentuais de sacarose apresentaram maiores níveis de aceitação e através de regressão linear foi definido o valor de 4,2% de adição de sacarose como ponto de idealidade de doçura do produto. O produto adoçado apresentou valor médio de pH 6,09 e, comparativamente ao leite bovino integral, teores de proteínas e carboidratos similares, teores de lipídios, ferro e selênio maiores e de cinzas, cálcio e fósforo menores. O valor calórico do produto é de 95,72 kcal/100g. O resíduo obtido durante o processamento do extrato hidrossolúvel da ACC apresentou valores elevados de umidade e carboidratos. Em conclusão, o extrato hidrossolúvel da ACC apresentou boa aceitabilidade e caracterização físico-química adequada, exceto em teor de cálcio, para ser utilizado como bebida alternativa ao leite bovino na dieta de pessoas com problemas relacionados à ingestão de lactose (açúcar do leite) e na dieta de outros grupos populacionais.

Palavras-chave: amêndoa da castanha de caju, extrato hidrossolúvel, otimização, aceitação sensorial

ABSTRACT

The culture and processing of the cashew nut are made predominantly in the Ceará state, having been this the main Brazilian exporter of the cashew nut almond (CNA). However, the process used in the state results in a greater percentile of broken almonds and, consequently, in a depreciation of the price in relation to the entire. Thus, this research had as objective to use broken almonds for the production of a vegetal hidrossoluble extract in view to diversify the market of the CNA and to add value to broken almonds. Was verified through discriminative sensory test if had significant difference ($p \leq 0,001$) between broken almonds classified as splits (S1), butts (B1) and pieces (P1) in view to select the raw material of this research. In the stage of product development was used experimental planning to evaluate the effects of the extraction water temperature and of the percentage of water added during the processing on the amount of crude protein, crude fat, ash, solids and carbohydrate. Was evaluated the sensory acceptability and the ideal sweetness of four product samples, with 2%, 3%, 4% and 5% of sucrose added, correspondent to samples EHC2, EHC3, EHC4 and EHC5, respectively, as well as the amount of calcium, iron, phosphorous and selenium, the centesimal composition, the caloric value and the residue centesimal composition. The broken almonds classified as splits (S1) and butts (B1) had not presented significant difference ($p \leq 0,001$) being defined as raw material of the CNA hidrossoluble extract. In the centesimal composition of these it was verified predominance of, in decreasing sequence, crude fat, carbohydrate and crude protein. Through the response surfaces gotten in the stage of experimental planning was defined the ratio of 600% of water (proportion almonds:water of 1:6) and the temperature of 30°C as conditions of process to supply the milk protein amount. In the stage of sensory evaluation, the samples with the greater percentiles of sucrose had presented greater levels of acceptance, being defined the value of 4,2% of sucrose as the ideal. The sweetened product presented protein and carbohydrate amount similar to the milk while crude fat amount was greater than integral milk and ash smaller than. The product average pH was 6,09. It still presented iron and selenium amounts bigger than milk and calcium and phosphorous amounts smaller than milk. The product caloric value was 95,72 kcal/100g. The residue gotten during the processing of the CNA hidrossoluble extract presents predominantly moisture and carbohydrate. In conclusion, the CNA hidrossoluble extract presented good acceptance and physicochemical composition adjusted, except in the calcium amount, to be used as an alternative to the cow milk in the diet of persons with problems related with the lactose ingestion and in the diet of others populations groups.

Key-words: cashew nut almond, hidrossoluble extract, optimizing, sensory acceptance

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	12
LISTA DE TABELAS	16
1 INTRODUÇÃO	18
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	21
2.1 O cajueiro	21
2.2 A castanha de caju	24
2.3 A amêndoa da castanha de caju (ACC).....	26
2.4 Beneficiamento da castanha de caju	28
2.5 Especificações das amêndoas da castanha de caju	35
2.6 Mercado da amêndoa da castanha de caju.....	42
2.7 Produção e exportação da amêndoa da castanha de caju.....	45
2.8 Análise sensorial	49
2.8.1 Testes discriminativos	50
2.8.1.1 Teste triangular	50
2.8.2 Seleção de julgadores para testes discriminativos pela análise sequencial de Wald	51
2.8.3 Testes afetivos	52
2.8.3.1 Teste de aceitação com escala hedônica.....	52
2.8.3.2 Teste da escala relativa ao ideal.....	52
2.8.3.3 Teste de escalas de atitude ou consumo	53
2.9 Planejamento experimental fatorial – Metodologia de superfície de resposta (RSM).....	53
2.10 Intolerância à lactose.....	55
3 MATERIAIS E MÉTODOS	57
3.1 Materiais.....	57
3.2 Métodos.....	57
3.2.1 Seleção de provadores	57
3.2.2 Teste sensorial discriminativo	59
3.2.3 Caracterização físico-química das amêndoas da castanha de caju (ACC)	60
3.2.4 Planejamento experimental (otimização)	60
3.2.5 Avaliação sensorial com consumidores.....	62

3.2.6	Caracterização físico-química do extrato hidrossolúvel da ACC.....	64
3.2.7	Determinação de minerais no extrato hidrossolúvel da ACC.....	66
3.2.8	Valor calórico do extrato hidrossolúvel da ACC.....	67
3.2.9	Composição centesimal do resíduo.....	67
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	69
4.1	Seleção de provadores	69
4.2	Teste sensorial discriminativo	71
4.3	Caracterização físico-química das amêndoas da castanha de caju (ACC)	72
4.4	Planejamento experimental (otimização)	74
4.5	Avaliação sensorial com consumidores.....	80
4.5.1	Caracterização dos provadores	80
4.5.2	Teste de aceitação das amostras	85
4.5.3	Atitude de consumo	91
4.5.4	Atitude de compra.....	92
4.5.5	Determinação da concentração ideal de sacarose.....	93
4.6	Caracterização físico-química do extrato hidrossolúvel da ACC	97
4.7	Determinação de minerais no extrato hidrossolúvel da ACC	98
4.8	Valor calórico do extrato hidrossolúvel da ACC	99
4.9	Composição centesimal do resíduo.....	99
5	CONCLUSÕES E SUGESTÕES	101
	REFERÊNCIAS	103
	ANEXOS	110

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Cajueiro anão precoce.....	21
FIGURA 2	Produtos intermediários e produtos finais derivados do cajueiro	23
FIGURA 3	O caju e os seus componentes (castanha e pedúnculo) e o cajueiro gigante (nativo) ao fundo.....	24
FIGURA 4	Constituintes da castanha de caju	25
FIGURA 5	Fluxograma do processo de beneficiamento da castanha de caju. Processo mecanizado (esquerda) e processo semimecanizado (direita)	29
FIGURA 6	Castanha de caju <i>in natura</i>	30
FIGURA 7	Calibragem das castanhas de caju <i>in natura</i> por tamanho.....	31
FIGURA 8	Esquema de funcionamento de um decortificador giratório	32
FIGURA 9	Máquina para corte manual da castanha utilizada no processo semimecanizado	33
FIGURA 10	Corte da castanha de caju utilizando máquina manual	33
FIGURA 11	Amêndoas da castanha de caju: SLW1, SLW2, LW1, LW2, W1 240 e W2 240	38
FIGURA 12	Amêndoas da castanha de caju: W1 320, W2 320, W1 450, W2 450, W3 e W4	39
FIGURA 13	Amêndoas da castanha de caju: S1, S2, B1, B2, P1, P2	40
FIGURA 14	Amêndoas da castanha de caju: SP1, SP2, G e X.....	41
FIGURA 15	Amêndoas da castanha de caju por tipos de acordo com a coloração e características da superfície	42
FIGURA 16	Diferenças nos processos de extração da amêndoa da castanha de caju.....	44
FIGURA 17	Comparativo de exportações de quilograma líquido de amêndoa de castanha de caju entre o estado do Ceará e o total nacional.....	47
FIGURA 18	Fluxograma do processo de obtenção do extrato hidrossolúvel da ACC antes da otimização	58
FIGURA 19	Fluxograma do processo de obtenção do extrato hidrossolúvel da ACC após otimização	65
FIGURA 20	Resultado do desempenho de candidatos selecionados para compor a equipe dos testes discriminativos (provador 1 a provador 6).....	69

FIGURA 21	Resultado do desempenho dos candidatos selecionados para compor a equipe dos testes discriminativos (provador 7 a provador 12).....	70
FIGURA 22	Percentual de proteína do extrato hidrossolúvel da ACC em função da temperatura e da proporção de água	74
FIGURA 23	Percentual de lipídios do extrato hidrossolúvel da ACC em função da temperatura e da proporção de água	75
FIGURA 24	Percentual de cinzas do extrato hidrossolúvel da ACC em função da temperatura e da proporção de água	76
FIGURA 25	Percentual de sólidos totais do extrato hidrossolúvel da ACC em função da temperatura e da proporção de água	77
FIGURA 26	Percentual de carboidratos do extrato hidrossolúvel da ACC em função da temperatura e da proporção de água	78
FIGURA 27	Distribuição dos provadores por sexo.....	80
FIGURA 28	Distribuição dos provadores por grau de escolaridade	81
FIGURA 29	Distribuição dos provadores por faixa etária	81
FIGURA 30	Distribuição dos provadores por grau de gostar de amêndoa da castanha de caju	82
FIGURA 31	Distribuição dos provadores por frequência de consumo de amêndoa da castanha de caju	82
FIGURA 32	Distribuição dos provadores por forma de consumo habitual de amêndoa da castanha de caju	83
FIGURA 33	Distribuição dos provadores por ausência ou presença de problemas relacionados à ingestão de leite.....	84
FIGURA 34	Distribuição dos provadores por hábito de consumo de produtos alternativos ao leite.....	84
FIGURA 35	Distribuição de frequência dos provadores para a avaliação da aceitação do atributo aparência das quatro amostras de extrato hidrossolúvel da ACC (EHC2: 2% de sacarose; EHC3: 3% de sacarose; EHC4; 4% de sacarose; EHC5: 5% de sacarose); Escala (1=desgostei muitíssimo; 5=nem gostei, nem desgostei; 9=gostei muitíssimo).....	85
FIGURA 36	Distribuição de frequência dos provadores para a avaliação da aceitação do atributo aroma das quatro amostras de extrato hidrossolúvel da ACC (EHC2: 2% de sacarose; EHC3: 3% de sacarose; EHC4; 4% de sacarose; EHC5: 5% de	

	sacarose); Escala: 1=desgostei muitíssimo; 5=nem gostei nem desgostei; 9=gostei muitíssimo).....	86
FIGURA 37	Distribuição de frequência dos provadores para a avaliação da aceitação do atributo sabor das quatro amostras de extrato hidrossolúvel da ACC (EHC2: 2% de sacarose; EHC3: 3% de sacarose; EHC4; 4% de sacarose; EHC5: 5% de sacarose). Escala: 1=desgostei muitíssimo; 5=nem gostei, nem desgostei; 9=gostei muitíssimo).....	87
FIGURA 38	Distribuição de frequência dos provadores para a avaliação da aceitação do atributo corpo das quatro amostras de extrato hidrossolúvel da ACC (EHC2: 2% de sacarose; EHC3: 3% de sacarose; EHC4; 4% de sacarose; EHC5: 5% de sacarose). Escala: 1=desgostei muitíssimo; 5=nem gostei, nem desgostei; 9=gostei muitíssimo).....	88
FIGURA 39	Distribuição de frequência dos provadores para a avaliação da impressão geral das quatro amostras de extrato hidrossolúvel da ACC (EHC2: 2% de sacarose; EHC3: 3% de sacarose; EHC4; 4% de sacarose; EHC5: 5% de sacarose). Escala: 1=desgostei muitíssimo; 5=nem gostei, nem desgostei; 9=gostei muitíssimo)	89
FIGURA 40	Distribuição de frequência dos provadores para a atitude de consumo das quatro amostras de extrato hidrossolúvel da ACC (EHC2: 2% de sacarose; EHC3: 3% de sacarose; EHC4; 4% de sacarose; EHC5: 5% de sacarose).....	91
FIGURA 41	Distribuição de frequência dos provadores para a atitude de compra das quatro amostras de extrato hidrossolúvel da ACC (EHC2: 2% de sacarose; EHC3: 3% de sacarose; EHC4; 4% de sacarose; EHC5: 5% de sacarose). Escala (1=certamente não compraria; 3=talvez comprasse, talvez não comprasse; 5=certamente compraria)	92
FIGURA 42	Percentual de respostas por categoria da escala relativa ao ideal (4= extremamente mais doce que o ideal; 0= ideal; -4= extremamente menos doce que o ideal) para as quatro amostras de extrato hidrossolúvel da ACC (EHC2: 2% de sacarose; EHC3: 3% de sacarose; EHC4; 4% de sacarose; EHC5: 5% de sacarose).....	94
FIGURA 43	Concentração ideal de sacarose para o extrato hidrossolúvel da ACC obtida com o uso da escala relativa ao ideal (4= extremamente mais doce que o ideal; 0= ideal; -4= extremamente menos doce que o ideal).....	96

FIGURA 44 Percentual de respostas em cada categoria da escala relativa ao ideal (escala: +4= extremamente mais doce que o ideal; 0= ideal; -4= extremamente menos doce que o ideal) para as amostras de extrato hidrossolúvel da ACC com diferentes concentrações de sacarose..... 97

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Evolução da área plantada, produção e produtividade da castanha de caju no Ceará	23
TABELA 2	Características da fração lipídica da amêndoa da castanha de caju	27
TABELA 3	Calibragem da castanha de caju <i>in natura</i> por tamanho	31
TABELA 4	Classificação da castanha de caju <i>in natura</i> por tamanho (classe)	35
TABELA 5	Classificação internacional das amêndoas da castanha de caju beneficiadas segundo o tamanho e integridade.....	37
TABELA 6	Dados sobre a produção e comercialização da amêndoa da castanha de caju em função da área plantada no estado do Ceará	45
TABELA 7	Quantidade de amêndoas da castanha de caju produzidas pelos principais estados produtores do País, em toneladas	45
TABELA 8	Exportações de amêndoas da castanha de caju do estado do Ceará e o total nacional	46
TABELA 9	Cotação de mercado das amêndoas da castanha de caju de acordo com a classificação internacional	48
TABELA 10	Variáveis independentes e valores reais e codificados do planejamento experimental.....	62
TABELA 11	Médias, desvios padrão e resultados do teste de Tukey ($p \leq 0,05$) da composição centesimal das amêndoas da castanha de caju de diferentes classificações, em base úmida (g/100g de amostra)	72
TABELA 12	Médias e resultados do teste de Tukey ($p \leq 0,05$) da composição centesimal das amêndoas da castanha de caju de diferentes classificações e dos padrões da USDA, em base úmida (g/100g de amostra)	72
TABELA 13	Médias, desvios padrão e resultados do teste Tukey ($p \leq 0,05$) das quatro amostras de extrato hidrossolúvel da ACC (EHC2: 2% de sacarose; EHC3: 3% de sacarose; EHC4; 4% de sacarose; EHC5: 5% de sacarose)	90
TABELA 14	Percentual de respostas por categoria da escala relativa ao ideal para as quatro amostras de extrato hidrossolúvel da ACC (EHC2: 2% de sacarose; EHC3: 3% de sacarose; EHC4; 4% de sacarose; EHC5: 5% de sacarose)	94
TABELA 15	Médias e desvios padrão da composição centesimal do extrato hidrossolúvel da ACC, em base úmida (g/100g de amostra)	97

TABELA 16	Teor de alguns minerais do extrato hidrossolúvel da ACC, da amêndoa e do leite bovino integral	98
TABELA 17	Médias e respectivos desvios padrão da composição centesimal do resíduo resultante do processamento do extrato hidrossolúvel da ACC, em base úmida (g/100g de amostra)	100

1 INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva da castanha de caju no Brasil é um segmento típico da região Nordeste e tem na sua amêndoa um dos principais produtos de exportação (MOURA; MAGALHÃES, 2008). A indústria de processamento da referida castanha, está localizada no Nordeste brasileiro, especialmente no estado do Ceará, o principal exportador brasileiro da amêndoa da castanha de caju (ACC) (NASSAR; MARINO; HERRMANN, 2001; FIGUEIRÊDO JÚNIOR, 2006).

A amêndoa da castanha de caju representa 10% da composição do caju, possui grande valor nutritivo, sendo rica em proteínas, carboidratos, gordura insaturada, fibras, fósforo, ferro, cálcio, zinco e magnésio (GAZOLLA et al., 2006; PAIVA; GARRUTTI; SILVA NETO, 2000).

A riqueza em proteínas é um dos principais destaques da amêndoa da castanha de caju que apresenta em sua composição nove aminoácidos essenciais. A sua fração lipídica é composta predominantemente de ácidos graxos monoinsaturados (ácido oléico), cujo consumo pode influenciar na redução do teor de colesterol no sangue (ANDRADE NETO, 2006).

A maior demanda pela ACC brasileira é do mercado norte-americano, seguido do europeu e canadense. Somente cerca de 15% do total produzido é absorvido pelo mercado interno, sendo utilizado em fábricas de sorvetes e chocolates, supermercados e padarias (MOURA; MAGALHÃES, 2008).

O mercado de ACC é dividido em dois segmentos: o que exige amêndoas inteiras, brancas e isentas de manchas ou injúrias para inserção no mercado, e outro menos exigente com relação à qualidade, que utiliza os tipos quebrados, tostados ou manchados como insumo nos produtos de confeitaria e padaria, com baixo custo de produção (ANDRADE NETO, 2006).

Extrair as amêndoas das castanhas de caju, com uma máxima quantidade de amêndoas inteiras, representa uma atividade crítica para o contexto econômico do Nordeste brasileiro (PINHEIRO et al., 2006). Uma vez que o Brasil possui uma indústria de beneficiamento de

castanha de caju deficiente. Cerca de 40% a 45% das amêndoas são quebradas durante o processamento, levando a uma queda no preço médio de exportação de cerca de 27% em relação à cotação internacional (ANDRADE NETO, 2006).

O maior ou menor percentual de amêndoas quebradas no beneficiamento está relacionado ao tipo de processamento para extração da amêndoa. A etapa que determina este percentual é a de quebra da casca da castanha, tecnicamente denominada de decorticação. Os principais processos de beneficiamento da castanha de caju existentes, o mecanizado (tradicional) e o semimecanizado (das minifábricas), diferem, principalmente, nesta etapa (FIGUEIRÊDO JÚNIOR, 2006).

A tecnologia predominante no Brasil utiliza o corte mecanizado, cujo índice de amêndoas quebradas é o maior entre os processos existentes. Em virtude da grande diferença de preços entre amêndoas inteiras e quebradas, o processo de corte utilizado pela maioria das fábricas de castanha de caju brasileiras constitui a principal barreira à ampliação dos seus lucros (PAULA PESSOA; LEITE, 1998).

Diante disso, torna-se importante realizar estudos para a utilização de amêndoas da castanha de caju quebradas no desenvolvimento de novos produtos com valores industriais e nutricionais agregados.

As amêndoas da castanha de caju poderiam ser utilizadas para a obtenção de uma bebida alternativa ao consumo de leite bovino. O leite é, teoricamente, um complemento dietético de grande valor nutritivo, por conter proteínas de boa qualidade, sais minerais, gorduras e um açúcar (lactose). É fonte de cálcio, fósforo e potássio (FRANCO, 2000). Os programas nutricionais e as indústrias de laticínios têm incentivado o consumo de leite em todas as partes do mundo. Entretanto, algumas pessoas manifestam perda progressiva da lactase intestinal após o desmame, condição que é conhecida como deficiência de lactase do adulto ou má absorção de lactose do adulto (SEVÁ-PEREIRA, 1996).

O mercado brasileiro atual dispõe do extrato hidrossolúvel de soja, denominado popularmente de “leite de soja”. Alguns estudos têm sido realizados, em escala de laboratório, para obtenção do extrato hidrossolúvel da castanha do Brasil, entre estes destacam-se o de Felberg et al. (2002) e Cardarelli e Oliveira (2000), na região norte do País. No entanto, não

há relatos de estudos direcionados a obtenção de extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju.

As características sensoriais da ACC reforçam a possibilidade desse novo produto alcançar aceitabilidade satisfatória junto aos consumidores e constituir-se uma alternativa de consumo para vegetarianos, pessoas alérgicas a produtos de origem animal, mas principalmente, para quem possui problemas relacionados à ingestão de leite, como má absorção da lactose.

Deficiência de digerir e absorver quantidades significativas de lactose, o açúcar do leite, podem levar a sintomas digestivos de gravidade variável após a ingestão de leite, incluindo dores abdominais, inchaço, flatulência excessiva e evacuação de água (SWAGERTY; WALLING; KLEIN, 2002).

Portanto, uma excelente alternativa seria a substituição do leite bovino por extratos hidrossolúveis vegetais que proporcionem os mesmos benefícios nutricionais deste, bem como outros benefícios adicionais.

Existem alternativas para que pessoas que apresentam má absorção de lactose possam utilizar o leite na dieta. Uma delas é a substituição do leite bovino pelo queijo ou manteiga, visto que esses derivados do leite têm pouca lactose (menos do que 0,2%). Outra opção é o consumo de leite bovino cuja lactose sofreu hidrólise prévia por lactase preparada a partir de *Aspergillus niger* ou *Saccharomyces lactis*, no entanto este ainda produz sintomatologia, mesmo sendo significativamente menor que a do leite comum.

Assim, esta pesquisa teve como objetivos utilizar amêndoas da castanha de caju quebradas durante o processo de beneficiamento, de qualidade microbiológica satisfatória, como matéria-prima para obtenção de um extrato hidrossolúvel e estudar sua otimização e aceitabilidade através da avaliação de parâmetros físico-químicos e sensoriais.

Acredita-se desta forma que este estudo poderá contribuir para o desenvolvimento de novos produtos para a alimentação humana oriundos da amêndoa da castanha de caju, os quais possam complementar a dieta da população brasileira com uma boa fonte nutricional, inclusive em programas institucionais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O cajueiro

O cajueiro, nome científico *Anacardium occidentale L.* (Linnaeus), pertencente à família *Anacardiaceae*, é uma árvore com troncos tortuosos, originária do norte e nordeste do Brasil. Atinge entre cinco e dez metros de altura, mas em condições muito propícias pode chegar a vinte metros (GAZOLLA et al., 2006). Dependendo das características edafo-climáticas mais propícias, torna-se uma árvore baixa, atarracada, tortuosa e engalhada a partir da base (ANDRADE NETO, 2006).

Nos últimos 20 anos, o desenvolvimento consistente de melhorias genéticas e de técnicas de manejo adequadas para o cajueiro tem permitido moldar a estatura da planta para a colheita, regular o tamanho e a cor da amêndoa e do pseudofruto, acelerar o início da produção e aumentar a produtividade dos pomares. O potencial de ganhos para os produtores que utilizam clones do cajueiro anão precoce (Figura 1), que incorpora todos esses avanços tecnológicos, é muito elevado em comparação com as plantas originais, frondosas, cultivadas de forma semi-extrativista (PAULA PESSOA, 2003).



Figura 1- Cajueiro anão precoce.

Fonte: Caju (2005).

Mesmo com as novas tecnologias, o cultivo ainda requer consideráveis imobilizações iniciais, apresenta longo período de maturação para o investimento e é sensível ao preço da castanha (FIGUEIRÊDO JÚNIOR, 2006).

Os cajuais hoje existentes estão espalhados por todo o Nordeste do País, mas, em grande parte, concentrados nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte. Os cajuais são de dois tipos: (i) Bosques naturais, plantações desordenadas para fins de reflorestamento, sem qualquer trato cultural e (ii) Cultivo, de cajueiro anão precoce (enxertado ou não) e de cajueiro gigante (nativo) (NASSAR; MARINO; HERRMANN, 2001).

A produção da cajucultura no Brasil acontece na época de seca do ano, justamente no período de entressafra das demais espécies cultivadas na região nordeste (MOURA; MAGALHÃES, 2008).

O cajueiro é cultivado em países em via de desenvolvimento (ANDRADE NETO, 2006). Atualmente as maiores áreas plantadas são encontradas no Brasil, na Índia, no Vietnã e na Nigéria (PARREIRAS, 2007). Por outro lado, o consumo deste produto ocorre em países de elevada renda, dos quais, Estados Unidos (maior importador e consumidor mundial), e alguns países europeus, são os principais consumidores (ANDRADE NETO, 2006).

Já o processamento, que resulta na amêndoa da castanha de caju, segue concentrado em três países, nesta ordem de importância: Índia, que importa quase toda a produção africana, Vietnã e Brasil, que industrializam basicamente as suas produções próprias. Nos últimos 10 anos, o Brasil não só deixou de disputar com a Índia a liderança na produção de castanha de caju, como foi ultrapassado pelo Vietnã e agora é desafiado por países africanos (FIGUEIRÊDO JÚNIOR, 2006).

No Brasil, a exploração de importância econômica concentra-se na região Nordeste, principalmente no Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte (PAULA PESSOA; LEITE, 1998). O Estado do Ceará responde por mais de 50% da produção regional de castanha de caju, sendo considerado o maior produtor do País (FONTENELE; PEIXOTO, 2001).

A Tabela 1 apresenta a evolução da área, da produção e da produtividade da castanha de caju no Ceará durante os anos de 2003 a 2007.

Tabela 1 - Evolução da área plantada, produção e produtividade da castanha de caju no Ceará.

ANO	ÁREA (ha)	PRODUÇÃO (t)	PRODUTIVIDADE (kg/ha)
2003	364.601	108.051	296
2004	366.583	86.576	236
2005	368.911	66.090	179
2006	371.032	130.544	351
2007	376.141	53.420	142

Fonte: IBGE (2008).

Verifica-se que a área plantada no estado do Ceará possuiu valor aproximado constante entre os anos citados. O mesmo não é verificado para a produção e a produtividade demonstrando discordância com o total cultivado.

Conforme se observa na Figura 2, do cajueiro pode ser obtido um conjunto de produtos, dentre os quais o principal é a sua castanha de onde se extrai a amêndoa, utilizada como alimento humano em formas variadas (FIGUEIRÊDO JÚNIOR, 2006).

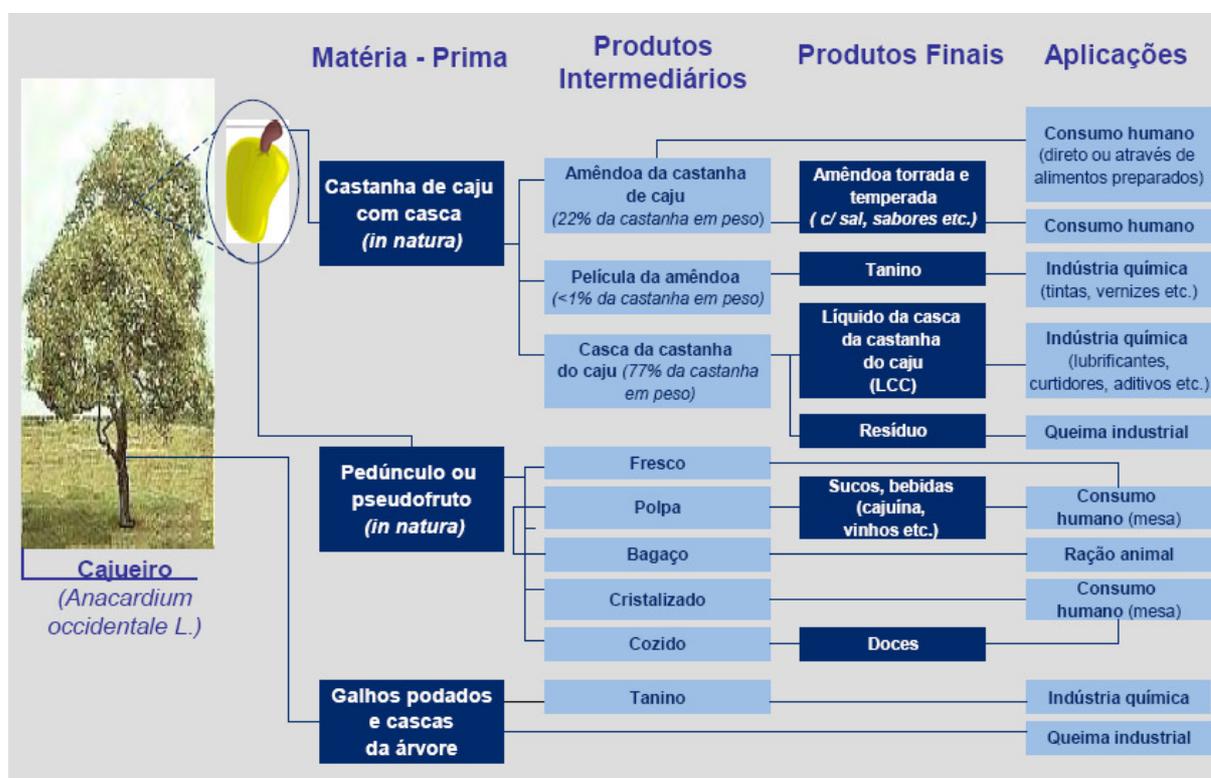


Figura 2 - Produtos intermediários e produtos finais derivados do cajueiro.

Fonte: Leite (1994).

O pedúnculo ou pseudofruto, mostrado na Figura 3, apresenta a menor percentagem de industrialização. Estima-se que o seu aproveitamento esteja em torno de 12%, sendo o segmento de processamento de suco integral o mais representativo no aproveitamento industrial desta matéria-prima (PAIVA; GARRUTTI; SILVA NETO, 2000).



Figura 3 – O caju e os seus componentes (castanha e pedúnculo) e o cajueiro gigante (nativo) ao fundo.
Fonte: USAID (2006a).

2.2 A castanha de caju

A castanha, o fruto verdadeiro do caju, é a sua parte mais importante em termos comerciais. Dela aproveitam-se principalmente a amêndoa (ACC) e o líquido da casca da castanha (LCC), este muito empregado na indústria química, na produção de plásticos, isolantes e vernizes, entre outras aplicações (PARREIRAS, 2007).

A castanha é constituída de três partes: casca, película e amêndoa (PAIVA; GARRUTTI; SILVA NETO, 2000):

- **A casca**, que representa 65-70% do peso da castanha, é constituída por um epicarpo coriáceo, atravessado por um mesocarpo esponjoso, cujos alvéolos são preenchidos por um líquido cáustico e inflamável - o LCC (líquido da casca da castanha);

- A **película**, ou tegumento da amêndoa, que representa cerca de 3% do peso da castanha, é rica em tanino;

- A **amêndoa**, que é a parte comestível da castanha, formada por dois cotilédones de cor marfim, representa cerca de 28-30% do seu peso, porém no processo industrial o rendimento médio é de apenas 21%.

A Figura 4 ilustra estes constituintes da castanha de caju.



Figura 4 - Constituintes da castanha de caju.

Fonte: Paiva, Garrutti e Silva Neto (2000).

Lima (2003), referindo-se à composição dos componentes da castanha apresenta os seguintes dados: 25 – 28% de amêndoa, 2 – 5% de película, 20 – 25% de LCC e 45– 50% de casca.

Da castanha (o fruto verdadeiro) após a obtenção da amêndoa (ACC) e do líquido da casca da castanha de caju (LCC), a casca pode ser usada como combustível nas caldeiras das próprias fábricas de processamento de castanha. Da película que cobre a amêndoa, pode ser extraído o tanino (ANDRADE NETO, 2006).

O peso de uma castanha pode variar desde 2g até 30g. A maioria das castanhas que chegam às indústrias apresenta um peso médio em torno de 7g (PAIVA; GARRUTTI; SILVA NETO, 2000).

2.3 A amêndoa da castanha de caju (ACC)

Segundo o *United States Department of Agriculture - USDA* (2008) a amêndoa da castanha de caju crua possui 18,22% de proteína, 43,85% de lipídios totais, 5,20% de umidade, 2,54% de cinzas, 30,19% de carboidratos onde 23,49% é de amido, sendo muito rica em minerais e vitaminas essenciais. Lima, García e Lima (2004) encontraram valores semelhantes de lipídios totais e cinzas, 46,64% e 2,50%, respectivamente. No entanto, observaram 24,5% de proteína e 3,29% de umidade, valores divergentes dos fornecidos pelo USDA. Akinhanmi, Atasié e Akintokun (2008) encontraram resultados bem divergentes dos anteriores. O teor de proteína foi 36,3%, lipídios 49,1%, umidade 7,2%, cinzas 2,8%, fibra total 3,2% e carboidratos por diferença 1,4%. Tais resultados podem ser explicados pela espécie do cajueiro de onde a castanha foi obtida e pelos tratamentos culturais aos quais este foi submetido. Melo et al. (1998), avaliando a composição centesimal de ACC cruas, encontraram 5,05% de umidade, 2,40% de cinzas, 22,11% de proteínas, 46,28% de lipídios totais, 7,93% de açúcares totais e 16,07% de amido, resultados pouco semelhantes aos fornecidos pelo USDA (2008). Além disso, as amêndoas apresentaram pH próximo a neutralidade (6,20) e 0,96% de acidez em ácido oléico.

Cerca de 41,3% da porção protéica da ACC é composta de aminoácidos essenciais apresentando todos os aminoácidos essenciais e a maior parte dos não-essenciais. Entre os aminoácidos não essenciais, o ácido glutâmico, o ácido aspártico e a arginina estão presentes em maior proporção (NANDI, 1998).

Lima, García e Lima (2004) estudando a fração lipídica da ACC, verificaram a presença de ácido palmítico (8,77%), ácido palmitoléico (0,42%), ácido esteárico (7,62%), ácido linoléico (21,53%), ácido oléico (60,30%), ácido linolênico (0,49%) e ácido araquidônico (0,57%). Lameira, Coelho e Mothe (1997) avaliando a composição em ácidos graxos observaram ácido palmítico (10,75%), ácido esteárico (8,77%), ácido margárico (0,18%), ácido araquídico (0,49%), ácido palmitoléico (0,38%), ácido oléico (61,38%), ácido linoléico (18,04%) e ácido linolênico (traços). Filho et al. (1991), estudaram a composição percentual de ácidos graxos na fração lipídica da amêndoa da castanha de caju e encontraram ácido palmítico (8,57-8,90%), ácido esteárico (9,69-12,15%), ácido linoléico (17,27-19,60%) e ácido oléico (60,23-62,01%). Todos os autores citados constataram a predominância do ácido oléico.

Observou-se também a predominância de ácidos graxos insaturados com valores da relação insaturados/saturados (I/S) próximos a quatro. Do ponto de vista nutricional a amêndoa da castanha de caju apresenta composição de ácidos graxos adequada, contendo grande proporção de ácidos graxos insaturados que reduzem o teor de colesterol do sangue (FILHO et al., 1991).

Lima, García e Lima (2004) avaliando a fração lipídica (óleo) da amêndoa da castanha de caju verificaram que esta apresentava boa estabilidade (48 horas) sob condições de alta temperatura (110°C e saturação de oxigênio), típica de lipídios com predominância de ácidos graxos saturados. Isso se deve a predominância de ácido oleico (60,30%), um monoinsaturado, e linoléico (21,53%), um diinsaturado. Esses ácidos graxos apresentam maior estabilidade à oxidação quando comparados com o ácido linolênico (três duplas ligações). Tal fato pode explicar a alta estabilidade do óleo da amêndoa da castanha de caju observada na pesquisa. A presença do ácido linoléico, sob o ponto de vista nutricional, é favorável por ser considerado ácido graxo essencial. Quanto à análise de tocoferóis foram encontrados teores de 10,58 mg/100 g de óleo. Estes resultados podem ser verificados na Tabela a seguir.

Tabela 2 - Características da fração lipídica da amêndoa da castanha de caju.

DETERMINAÇÕES	VALORES
Tocoferóis totais (mg/100g óleo)	10,58
Índice de estabilidade OSI (horas)	48
Ácidos graxos saturados (%)	17,26
Ácidos graxos insaturados (%)	82,74

Fonte: Lima, García e Lima (2004).

Akinhanmi, Atasi e Akintokun (2008), estudando as propriedades físico-químicas do óleo da amêndoa da castanha de caju, encontraram valor de gravidade específica de 0,962, indicando que este é menos denso que a água, e de índice de refração 1,458. O índice de iodo encontrado foi de 41,3 mg/100g, fato que pode ser explicado não pelo elevado teor de ácidos graxos saturados e sim pelo elevado teor de monoinsaturados. O índice de saponificação obtido foi 137 mg KOH/g, mostrando que o óleo não é indicado para a produção de sabão.

Segundo a base de dados do *United States Department of Agriculture - USDA* (2008), a amêndoa da castanha de caju crua é fonte de minerais, entre estes, ferro, fósforo, magnésio, cálcio, potássio e também selênio. Entre as principais vitaminas presentes na amêndoa estão a vitamina E, K, B6 e a vitamina C.

2.4 Beneficiamento da castanha de caju

No beneficiamento da castanha de caju, o aproveitamento industrial ainda é muito limitado à produção da amêndoa inteira e salgada/torrada (ANDRADE NETO, 2006).

Podem ser identificados dois processos com diferenças substanciais na quebra da casca da castanha (tecnicamente denominada de decorticação): o mecanizado tradicional e o semimecanizado (das minifábricas). Enquanto no processo tradicional, as castanhas com casca são cozidas no seu próprio líquido (LCC), depois ressecadas para serem submetidas ao processo de retirada da casca por impacto, nas minifábricas, as castanhas são autoclavadas, estufadas e depois seguem para a quebra semimanual da casca, que também pode ser automatizada (FIGUEIRÊDO JÚNIOR, 2006). Um terceiro processo pode ainda ser citado, o processo manual, processo artesanal utilizado na Índia e no Vietnã.

Com relação à segunda diferença entre os processos, o produto oriundo do sistema tradicional apresenta manchas e coloração escura devido ao contato com o LCC, enquanto que as amêndoas beneficiadas pelo sistema semimecanizado possuem coloração alva (ou marfim-pálida) e são isentas de manchas. Estas características se refletem também na diferença de sabor entre ambos os tipos do produto (ARAÚJO, 2005). Isso implica em um maior preço para o *mix* resultante, e em maior margem para o processador (USAID, 2006a).

O processo de beneficiamento da castanha de caju é mostrado na Figura 5, destacando-se as diferenças entre os processos mecanizado e semimecanizado, respectivamente.

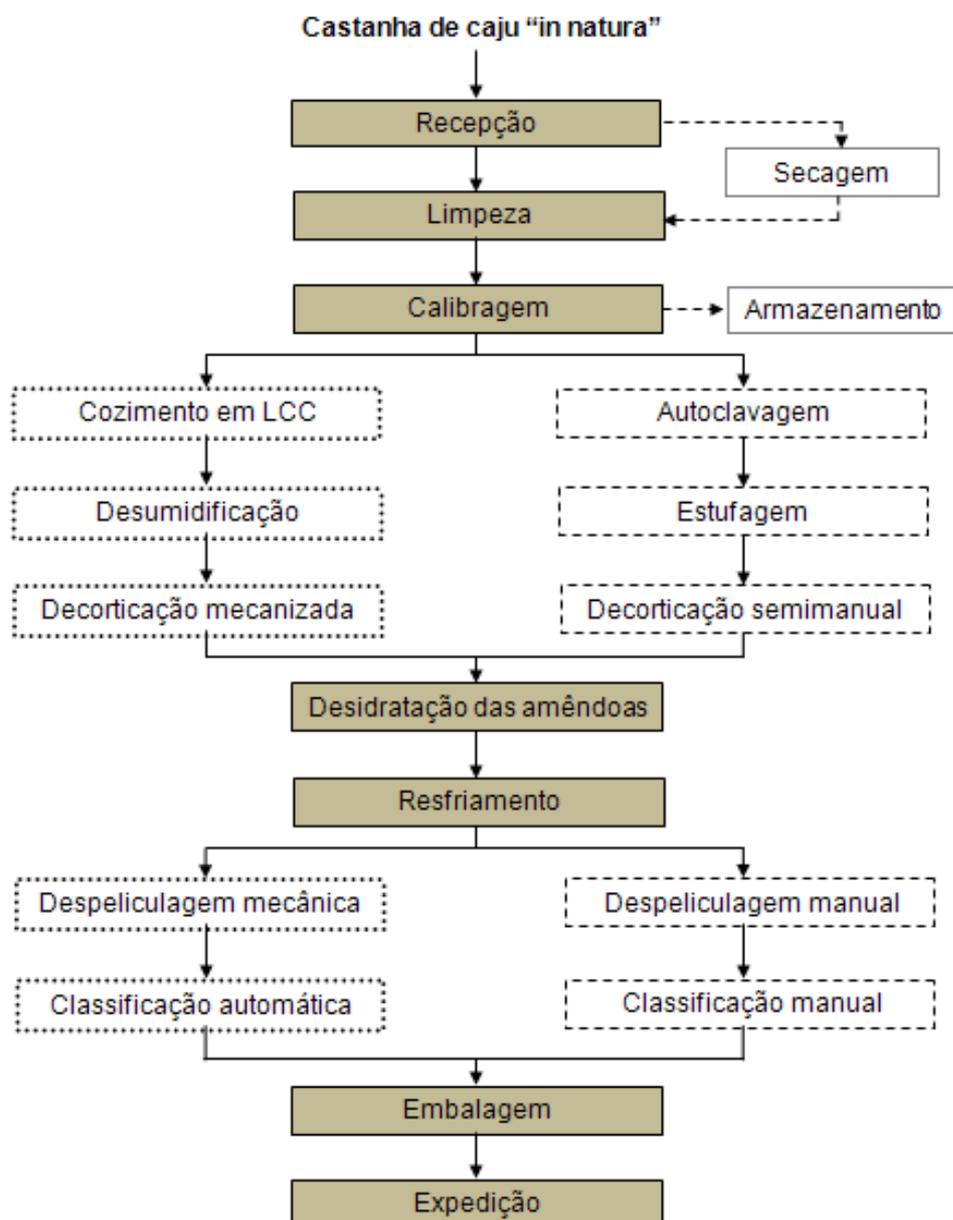


Figura 5 - Fluxograma do processo de beneficiamento da castanha de caju. Processo mecanizado (esquerda) e processo semimecanizado (direita).

Fonte: Elaboração própria do autor.

As etapas do beneficiamento da castanha de caju, mostradas na Figura 5, são descritas a seguir:

Recepção

A castanha *in natura* (Figura 6) é recebida e separada em tipos conforme sua origem, safra, tamanho e umidade (PINHEIRO et al., 2006).



Figura 6 - Castanha de caju *in natura*.

Fonte: Pinheiro et al. (2006).

Secagem

A primeira etapa do beneficiamento é a secagem. Devido à necessidade de formação de estoque para a continuidade da atividade durante a entressafra, as castanhas devem secar para evitar deterioração no período de estocagem. Estas são amontoadas em camadas de até 30 cm do solo, por até cinco dias, devendo obter umidade de 7 a 9% (ARAÚJO, 2005).

Limpeza

A limpeza pode ser efetuada em peneiras manuais ou em chapas perfuradas utilizadas para a calibragem (ANDRADE NETO, 2006). Neste momento as castanhas são despojadas de impurezas e materiais estranhos, para evitar a contaminação (ARAÚJO, 2005).

Calibragem (classificação)

Essa operação, chamada de calibragem, consiste em separar as castanhas por tamanho, em chapas perfuradas de calibres diversos (PAIVA; GARRUTTI; SILVA NETO, 2000). A classificação das castanhas, de acordo com o diâmetro da peneira (tamanho) é feita conforme mostrado na Tabela 3 e Figura 7.

Tabela 3 - Calibragem da castanha de caju *in natura* por tamanho.

CASTANHA	DIÂMETRO PENEIRA
Grande	27 mm
Média	24 mm
Pequena	18 mm
Cajuí	<18 mm

Fonte: Paiva, Garrutti e Silva Neto (2000).



Figura 7 - Calibragem das castanhas de caju *in natura* por tamanho.

Fonte: Paiva, Garrutti e Silva Neto (2000).

Armazenamento

Após os processos anteriores, as castanhas estão aptas para o armazenamento por um período superior a um ano, sendo indicado o uso de sacos empilhados sobre estrados de madeira, em local, arejado, limpo e seco, sem contato com água (ANDRADE NETO, 2006).

Cozimento ou autoclavagem

No processo mecanizado, as castanhas com casca são cozidas no seu próprio líquido (LCC), depois ressecadas para serem submetidas ao processo de retirada da casca por impacto. No processo semimecanizado, as castanhas são autoclavadas, estufadas e depois seguem para

a quebra semimanual da casca, que também pode ser automatizada (FIGUEIRÊDO JÚNIOR, 2006).

Desumidificação ou estufagem

As castanhas agora passam pelo resfriamento para se atingir um nível aceitável de temperatura para a etapa de decorticação que será realizada em seguida (PINHEIRO et al., 2006). Depois de cozidas, as castanhas são colocadas em local arejado, para resfriamento, o que facilita a quebra durante o corte. Essa operação é realizada deixando-se as castanhas em lugar arejado por algumas horas (ANDRADE NETO, 2006).

Decorticação mecanizada por impacto ou semi-manual

Consiste na quebra da casca da castanha para posterior extração da amêndoa (ANDRADE NETO, 2006). Na decorticação pelo processo mecanizado utiliza-se um equipamento, denominado decortificador giratório (Figura 8), que através de um impacto mecânico permite a abertura da casca e a retirada da amêndoa presente no seu interior (PINHEIRO et al., 2006).

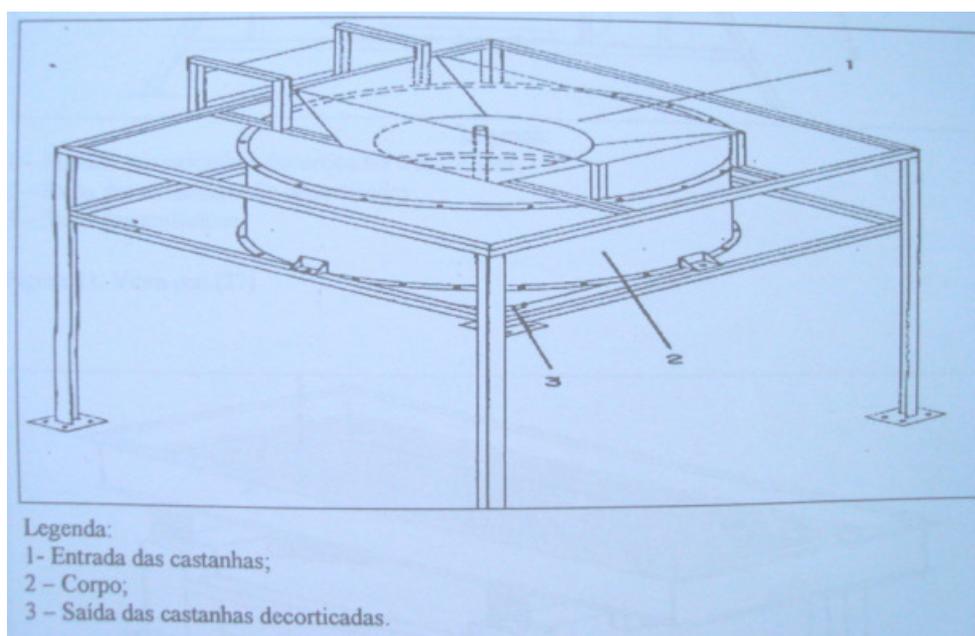


Figura 8 - Esquema de funcionamento de um decortificador giratório.

Fonte: Paiva, Garrutti e Silva Neto (2000).

No processo semimecanizado, a etapa é realizada em máquinas de corte (Figura 9), ajustadas aos tipos classificados anteriormente e montadas em mesas apropriadas. Conforme se observa na Figura 10, nas máquinas trabalham duas operárias: uma corta e outra, munida de estilete, retira as amêndoas que ficam aderidas à casca (PAIVA; GARRUTTI; SILVA NETO, 2000).

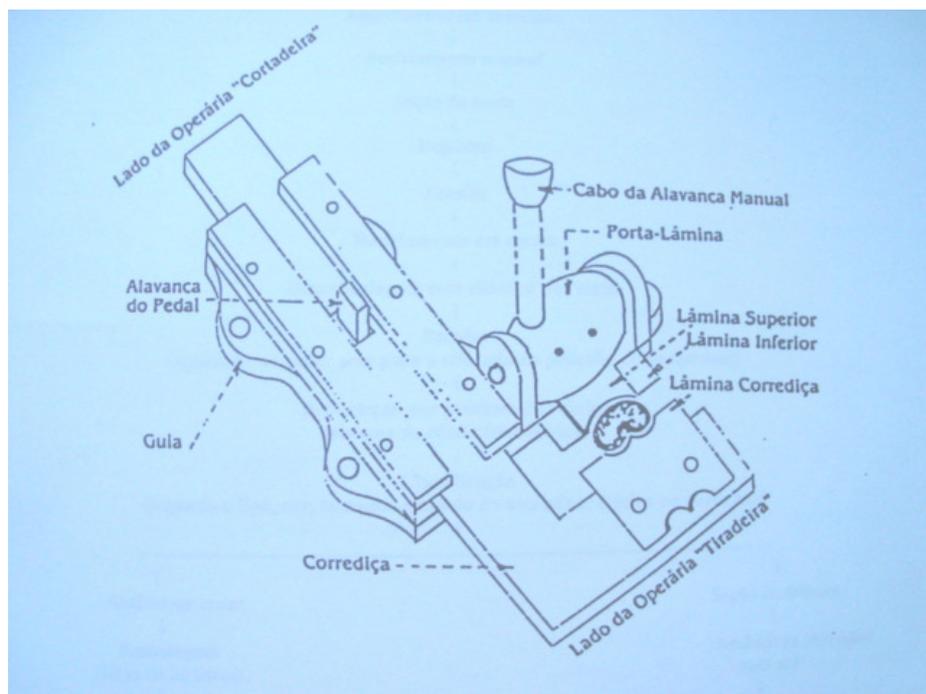


Figura 9 - Máquina para corte manual da castanha utilizada no processo semimecanizado.
Fonte: Paiva, Garrutti e Silva Neto (2000).



Figura 10 - Corte da castanha de caju utilizando máquina manual.
Fonte: Paiva, Garrutti e Silva Neto (2000).

Desidratação das amêndoas

Esta etapa visa reduzir a umidade da amêndoa por volta de 3,5% a 4,0%. Com isso, a película, que até então estava fortemente aderida à amêndoa, torna-se quebradiça, facilitando sua soltura. A desidratação é realizada em estufas com circulação de ar quente (60°C a 70°C), por um período de 6 a 8 horas (ANDRADE NETO, 2006).

Resfriamento

O resfriamento pode ser realizado sobre mesas ou nas próprias bandejas, em suportes apropriados, por cerca de 2 horas em temperatura ambiente, com o objetivo de preparar o produto para a retirada da película (ANDRADE NETO, 2006).

Despeliculagem mecânica ou manual

A película pode ser removida com simples torção de dedos, sendo que em alguns casos pode-se utilizar estiletes de metal para a retirada de partes da película mais aderentes. No caso da despeliculagem mecânica, utiliza-se um cilindro despeliculador de escovas para aumentar a produtividade da operação (PAIVA; GARRUTTI; SILVA NETO, 2000).

Classificação automática ou manual

As amêndoas devem ser classificadas basicamente pelo tamanho, integridade e cor, podendo também, serem divididas em bandas, batoques, pedaços, grânulos, xerém e farinha. A operação é realizada em mesas com bancadas revestidas de fórmica ou de tecido grosso de cor clara. Desta maneira as amêndoas são manuseadas em superfície macia que atua como filtro, retendo a poeira existente nelas (ANDRADE NETO, 2006).

Embalagem

A embalagem é realizada utilizando-se um sistema de vácuo ou de injeção de gás carbônico, visando assegurar a integridade da amêndoa até a chegada ao consumidor final (PINHEIRO et al., 2006).

As amêndoas cruas são acondicionadas em sacos aluminizados com capacidade de 22,68 kg, que são colocados em caixas de papelão de modo a garantir a integridade do produto durante o transporte e a armazenagem. As amêndoas torradas, por seu turno, são embaladas em latas de folhas-de-flandres, com peso variando de 100 a 400 g. Assim, estão prontas para a comercialização (PAIVA; GARRUTTI; SILVA NETO, 2000).

A etapa de classificação das amêndoas da castanha de caju define o valor comercial destas, estabelecido conforme os padrões da *Association of Food Industries* - AFI e da legislação nacional.

2.5 Especificações das amêndoas da castanha de caju

A aferição da qualidade da castanha de caju *in natura* e da sua amêndoa era regulamentada mediante classificação nos termos da Portaria nº 644/1975 editada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (ARAÚJO, 2005). No entanto, no ano de 2009 entrou em vigor a Portaria nº 51, de 06 de março de 2009 que visa estabelecer o Regulamento Técnico da Amêndoa da Castanha de Caju, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem, na forma dos Anexos a presente Instrução Normativa. Com isso, a Portaria nº 644 foi revogada.

A Tabela 4 apresenta a classificação das castanhas de caju *in natura* quanto ao tamanho. Além desta divisão, as castanhas devem ser separadas em duas categorias: castanhas provenientes do cajueiro comum e castanhas provenientes do cajueiro anão precoce. Esta separação, porém, ainda não está sendo implementada, continuando no campo das propostas.

Tabela 4 - Classificação da castanha de caju *in natura* por tamanho (classe).

CLASSE	QUANT. DE CASTANHAS/kg
Grande	Até 90 Unidades
Média	De 91 a 140 Unidades
Pequena	De 141 a 220 Unidades
Miúda	De 221 a 300 Unidades

Fonte: Araújo (2005).

Além das classes citadas na Tabela acima, quando houver acima de 300 castanhas por quilograma, estas serão consideradas cajuís, que são castanhas com diâmetro inferior a 18mm (ARAÚJO, 2005).

Os requisitos de qualidade da amêndoa da castanha de caju são definidos em função do tamanho, da granulometria, da coloração da amêndoa, bem como dos limites máximos de tolerância estabelecidos. A amêndoa da castanha de caju será classificada em classes, subclasses e tipos (BRASIL, 2009).

Segundo a *Association of Food Industries* - AFI, após o beneficiamento, as amêndoas são classificadas basicamente pelo tamanho, integridade e cor. A classificação é feita pelas empresas beneficiadoras de acordo com os critérios estabelecidos pelo importador. Segundo o tamanho das amêndoas (relação da quantidade em 453,59g, equivalente a uma libra) estas podem ser classificadas em classes conforme descrito a seguir (AFI, 1999).

a) Inteira (Wholes-W): Uma amêndoa de castanha de caju é classificada como inteira se tem o formato característico de uma amêndoa de castanha de caju e no máximo 1/8 da amêndoa foi quebrada. Um número maior que 7/8 de amêndoas ou bandas, que prejudica a aparência do grupo amostral, pode ser a base para reivindicação (AFI, 1999).

b) Bandas (Splits-S): Metade da amêndoa da castanha de caju que foi dividida longitudinalmente, ocasionando a quebra de no máximo 1/8 do cotilédone (AFI, 1999).

c) Batoques (Butts-B): Amêndoa que foi quebrada transversalmente em menos de 7/8, mas não mais que 3/8 e os cotilédones ainda estão naturalmente unidos (AFI, 1999).

d) Pedacos (Pieces-P): constituída de pedaços de amêndoas de tamanhos variados (AFI, 1999).

e) Grânulo (Granules-G): produto que vazar na peneira de malha 8 (oito) ou 2,36 mm (dois vírgula trinta e seis milímetros), e que ficar retido na peneira de malha 10 (dez) ou 1,70 mm (um vírgula setenta milímetros) de abertura, confeccionada em fio 24 SWG (BRASIL, 2009).

f) Xerém (X): produto que vazar na peneira de malha 10 (dez) ou 1,70 mm (um vírgula setenta milímetros), e que ficar retido na peneira de malha 14 (quatorze) ou 1,19 mm (um vírgula dezenove milímetros), confeccionada em fio 26 SWG (BRASIL, 2009).

g) Farinha (F): produto que vazar na peneira de malha 14 (quatorze) ou 1,19mm (um vírgula dezenove milímetros), confeccionada em fio 26 SWG (BRASIL, 2009).

As denominações em inglês e português das classes das amêndoas da castanha de caju, de acordo com o tamanho e a integridade, podem ser vistas na Tabela 5.

Tabela 5 - Classificação internacional das amêndoas da castanha de caju beneficiadas segundo o tamanho e integridade.

CLASSE	DENOMINAÇÃO	DENOMINAÇÃO EM PORTUGUÊS
SLW	Super large wholes	Inteira superior especial
LW	Large whole	Inteira especial
W	Wholes	Inteira
SW	Small whole	Inteira pequena
WM	Mixed whole	Inteira misturada
S	Splits	Banda
B	Butts	Batoque
P	Large pieces	Pedaço grande
PM	-	Pedaço médio
SP	Small pieces	Pedaço pequeno
SSP	-	Pedaço super pequeno
G	Granules	Grânulo
X	Small granules	Xerém
F	Meal/fluor	Farinha

Fonte: Adaptado de AFI Specifications for Cashews nut, 1999.

Tradução: Araújo (2005).

As Figuras 11 a 14 mostram a padronização das amêndoas da castanha de caju quando beneficiadas, conforme a Tabela anterior, em ordem decrescente de integridade e valor comercial.



SLW1 – Inteira superior especial – Tipo 1



SLW2 – Inteira superior especial – Tipo 2



LW1 – Inteira especial – Tipo 1



LW2 – Inteira especial – Tipo 2



W1 240 – Inteira – Tipo 1



W2 240 – Inteira – Tipo 2

Figura 11 - Amêndoas da castanha de caju: SLW1, SLW2, LW1, LW2, W1 240 e W2 240.

Fonte: Cascaju (2008).



W1 320 – Inteira – Tipo 1



W2 320 – Inteira – Tipo 2



W1 450 – Inteira – Tipo 1



W2 450 – Inteira – Tipo 2



W3 – Inteira – Tipo 3



W4 – Inteira – Tipo 4

Figura 12 - Amêndoas da castanha de caju: W1 320, W2 320, W1 450, W2 450, W3 e W4.

Fonte: Cascaju (2008).



S1 – Banda – Tipo 1



S2 – Banda – Tipo 2



B1 – Batoque – Tipo 1



B2 – Batoque – Tipo 2



P1 – Pedaco grande – Tipo 1



P2 – Pedaco grande – Tipo 2

Figura 13 - Amêndoas da castanha de caju: S1, S2, B1, B2, P1, P2.

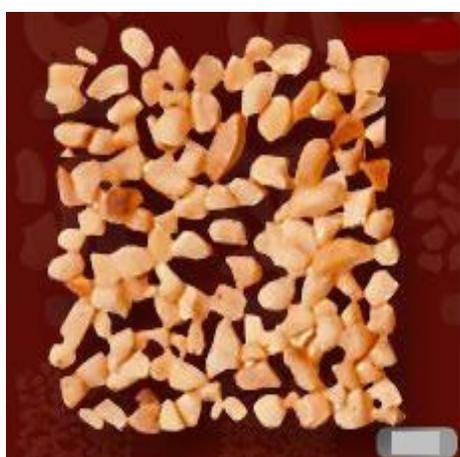
Fonte: Cascaju (2008).



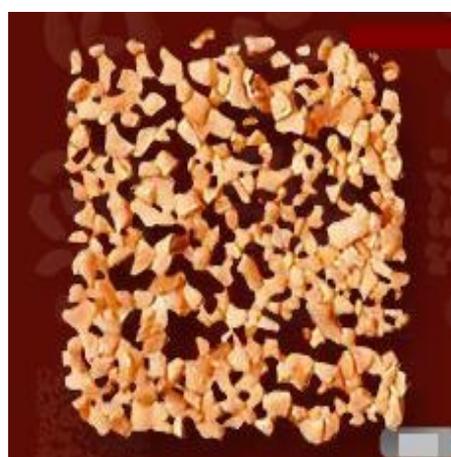
SP1 – Peçaço médio – Tipo 1



SP2 – Peçaço médio – Tipo 2



G – Grânulo



X – Xerém

Figura 14 - Amêndoas da castanha de caju: SP1, SP2, G e X.

Fonte: Cascaju (2008).

A amêndoa da castanha de caju será classificada em tipos, definidos em função da cor da amêndoa e dos limites máximos de tolerâncias de defeitos previstos na Instrução Normativa, observando o que segue com relação à cor (BRASIL, 2009):

- Tipo 1 (primeira qualidade): amêndoas de cor alva ou marfim pálido;
- Tipo 2 (segunda qualidade): amêndoas de cor marfim fechada ou ligeiramente amarelada;

- Tipo 3 (terceira qualidade): de cor creme ou ligeiramente tostada, podendo ser ainda ligeiramente arroxeadas;
- Tipo 4 (quarta qualidade): constituído de amêndoas com cor idêntica à dos tipos 1 e 2, admitindo-se pontos pretos (brocadas) ou pequenas manchas em um ou em ambos os cotilédones;
- Tipo 5 (quinta qualidade): constituído de amêndoas inteiras, com coloração variada, podendo ser amareladas, acentuadamente brocadas, tostadas ou arroxeadas, admitindo-se também, amêndoas manchadas, imaturas e cortadas.

As características da superfície e a coloração de cada tipo podem ser observadas na Figura a seguir.



Figura 15 - Amêndoas da castanha de caju por tipos de acordo com a coloração e características da superfície.

Fonte: Cascaju (2008).

2.6 Mercado da amêndoa da castanha de caju

O mercado internacional para os produtos do cajueiro está estruturado ao redor dos derivados da castanha de caju, que é amêndoa de castanha de caju (ACC) e os derivados do pedúnculo, do qual se faz suco e diversos tipos de doces e bebidas. Não há mercados abertos para os derivados do pedúnculo embora existam registros de exportações brasileiras de suco de caju (NASSAR; MARINO; HERRMANN, 2001).

Do total da produção brasileira de amêndoas, estima-se, no setor de cajucultura, que apenas 20% são destinados ao consumo interno e os 80% restantes são exportados (FIGUEIRÊDO JÚNIOR, 2006). A demanda pela ACC brasileira, de acordo com agentes do setor, é dividida da seguinte forma: 15% para o mercado interno (fábricas de sorvete, chocolate, supermercados e padarias) e, 85% (oitenta e cinco por cento) absorvidos pelos mercados; americano (70%), europeu (10%) e canadense (5%) (MOURA; MAGALHÃES, 2008).

Nas exportações da amêndoa da castanha de caju semibeneficiada, os fatores chave de compra não variam significativamente de país para país, e são estabelecidos principalmente pelos importadores/*traders*. A qualidade das amêndoas em relação às condições contratuais de integridade, tamanho, cor e sabor, obedecem aos padrões de tolerância da *Association of Food Industries* - AFI, associação americana que define os padrões para exportação (USAID, 2006a).

O mercado de ACC pode ser dividido em dois segmentos: o que exige amêndoas inteiras, brancas e totalmente isentas de manchas ou injúrias, e outro menos exigente com relação à qualidade, calcados nos tipos quebrados, tostados ou manchados. No primeiro, a quantidade constitui o principal meio de agregação de valor e inserção no mercado. No segundo, é mais evidente a concorrência via preços. Neste caso, é utilizada como insumo nos produtos de confeitaria e padaria. Isto condiciona esse segmento à sistemática de um mercado de commodity, onde baixos custos de produção/processamento são essenciais para a participação no mercado (ANDRADE NETO, 2006).

O percentual de amêndoas quebradas está relacionado ao processo utilizado para a extração da amêndoa: o mecanizado tradicional ou o semimecanizado (das minifábricas). Conforme pode ser observado na Figura 16, a diferença básica está no processo de decorticação (quebra da casca da castanha). No processo mecanizado tradicional, as castanhas com casca são cozidas no seu próprio líquido (LCC), depois ressecadas para serem submetidas ao processo de retirada da casca por impacto. No processo semimecanizado as castanhas são autoclavadas, estufadas e depois seguem para a quebra semimanual da casca, que também pode ser automatizada (FIGUEIRÊDO JÚNIOR, 2006).

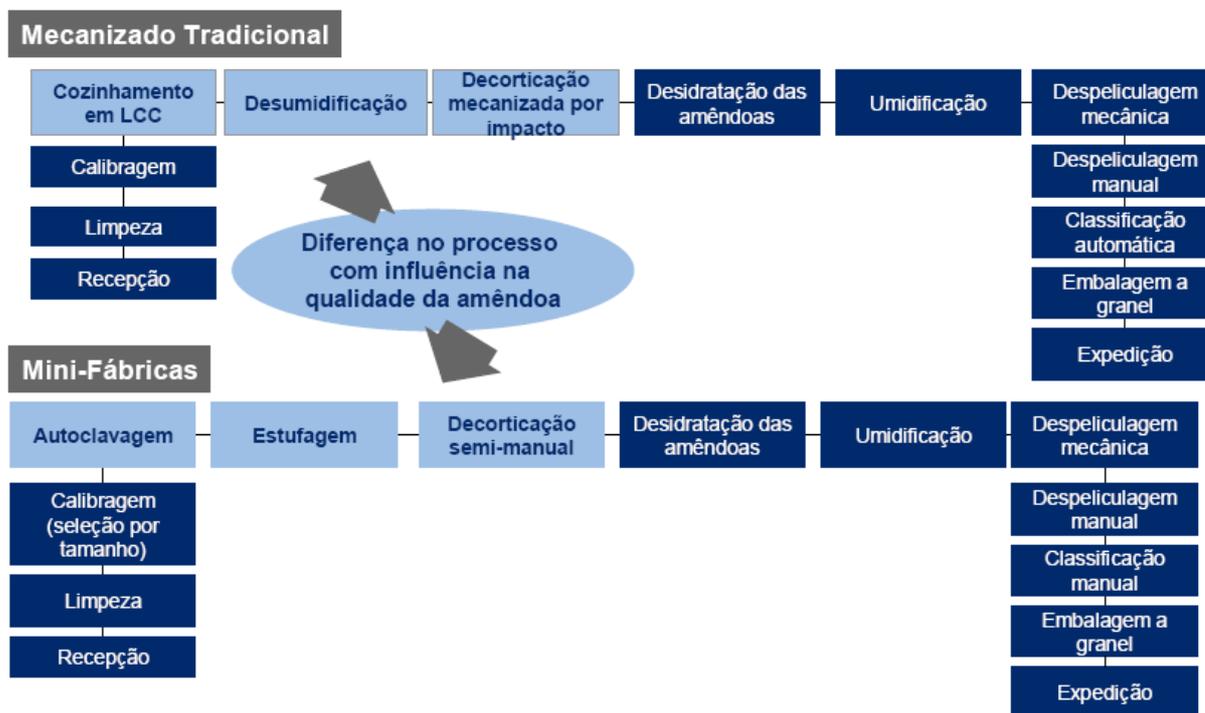


Figura 16 - Diferenças nos processos de extração da amêndoa da castanha de caju.

Fonte: Figueirêdo Júnior (2006).

Praticamente toda a exportação brasileira é de amêndoa semibeneficiada (USAID, 2006b). A tecnologia predominante utiliza o corte mecanizado, cujo índice de amêndoas quebradas é estimado em 45%, enquanto a Índia, que utiliza o corte manual, tem um rendimento de 85%. Em virtude da grande diferença de preços entre amêndoas inteiras e quebradas, o processo de corte utilizado pela maioria das fábricas de castanha de caju brasileiras constitui o principal “gargalo” tecnológico à ampliação dos seus lucros (PAULA PESSOA; LEITE, 1998).

Apesar da considerável importância de que se reveste essa atividade agroindustrial, constata-se que o seu potencial de crescimento econômico permanece pouco explorado. O aumento da produção de castanha vem ocorrendo em proporções sempre inferiores ao aumento da área cultivada, o que indica um decréscimo de produtividade (ANDRADE NETO, 2006).

A Tabela a seguir mostra a quantidade de amêndoa da castanha de caju produzida, o rendimento médio e o valor da produção em função da área plantada no Estado do Ceará.

Tabela 6 - Dados sobre a produção e comercialização da amêndoa da castanha de caju em função da área plantada no estado do Ceará.

	2003	2004	2005	2006	2007
Área plantada (ha)	364.601	366.583	368.911	371.032	376.141
Quantidade produzida (t)	108.051	86.576	66.090	130.544	53.420
Rendimento médio (kg/ha)	296	236	179	351	142
Valor da produção (mil reais)	107.213	115.815	69.140	115.862	43.365

Fonte: IBGE (2008).

Observa-se que no decorrer dos anos de 2003 a 2007, conforme foi ocorrendo o aumento da área plantada, foram decaindo a quantidade de amêndoas produzidas, o rendimento médio e o valor da produção. Tal fato demonstra uma deficiência na articulação da cadeia da castanha de caju no Estado do Ceará.

2.7 Produção e exportação da amêndoa da castanha de caju

A indústria de processamento de castanha de caju está localizada no Nordeste brasileiro, especialmente predominando no Ceará. Há empresas de grande porte no Rio Grande do Norte e Piauí e diversas empresas de pequeno porte, nesse caso presentes também no Maranhão. É uma indústria construída a partir de incentivos fiscais iniciados nos anos 60 depois da criação da SUDENE (Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste) (NASSAR; MARINO; HERRMANN, 2001).

Na Tabela 7 verifica-se a quantidade de amêndoas da castanha de caju produzidas pelos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí, principais produtores brasileiros, e o total da produção nacional nos anos de 2003 a 2007.

Tabela 7 - Quantidade de amêndoas da castanha de caju produzidas pelos principais estados produtores do País, em toneladas.

PAÍS OU UNIDADE DA FEDERAÇÃO	ANO				
	2003	2004	2005	2006	2007
Brasil	183.094	187.839	152.751	243.770	140.675
Ceará	108.051	86.576	66.090	130.544	53.420
Rio Grande do Norte	29.089	38.898	41.675	47.862	40.408
Piauí	26.662	44.130	24.497	41.853	23.774

Fonte: IBGE (2008).

Observa-se que o estado do Ceará responde pela maior parte da quantidade de amêndoas da castanha de caju produzidas no Brasil, chegando a representar mais de 50% do total produzido no ano de 2006.

Por abrigar quase 90% da capacidade instalada de processamento nacional e dispor de uma boa infra-estrutura de portos, o Ceará posiciona-se como o principal exportador de amêndoa da castanha de caju brasileiro, com quase 80% do volume e do faturamento das exportações nacionais (USAID, 2006a).

Na Tabela 8 são mostrados os dados de exportação do estado e do Brasil. Na Figura 17 é feita uma comparação entre o quilograma líquido de ACC exportado pelo estado do Ceará e pelo Brasil.

Tabela 8- Exportações de amêndoas da castanha de caju do estado do Ceará e o total nacional.

ANO	CEARÁ			BRASIL		
	US\$ FOB	kg LÍQUIDO	CONTAINERS	US\$ FOB	kg LÍQUIDO	CONTAINERS
2001	87.919.755	23.199.238	1.461	112.251.250	29.356.397	1.849
2002	79.986.254	22.423.608	1.412	105.131.659	30.114.329	1.897
2003	109.947.173	31.725.401	1.998	143.759.914	41.568.892	2.618
2004	142.109.570	36.071.227	2.272	186.375.523	47.441.525	2.988
2005	136.506.184	30.500.787	1.921	187.126.443	41.856.059	2.636
2006	136.161.472	31.378.478	1.976	187.537.640	43.231.464	2.723
2007	180.001.278	40.877.697	-	225.194.990	51.556.489	-
2008	146.323.751	26.003.040	-	196.061.498	35.410.246	-

Fonte: SECEX (2009).

Observa-se através da Tabela 8 que o estado do Ceará respondeu por pelo menos 50% do faturamento anual do País com exportações da amêndoa da castanha de caju durante os anos de 2001 a 2008.

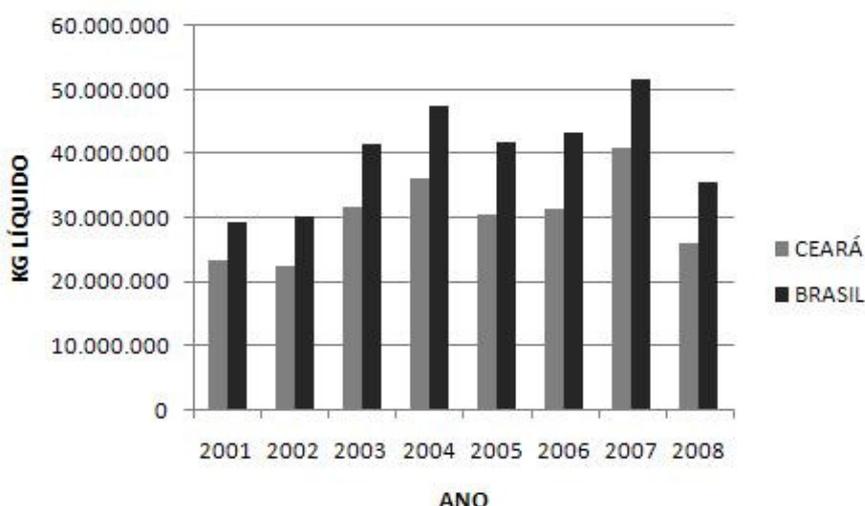


Figura 17 - Comparativo de exportações de quilograma líquido da amêndoa da castanha de caju entre o estado do Ceará e o total nacional.

Fonte: Sindicaju (2009).

Conforme a Figura 17 verifica-se que praticamente a totalidade da quantidade de amêndoas exportadas pelo Brasil é proveniente do estado do Ceará.

A capacidade instalada de processamento de castanha de caju, por sua vez, está localizada principalmente na região metropolitana de Fortaleza e é da ordem de 270 mil ton/ano, com ociosidade oscilando em torno de 30% e podendo chegar a 50% em anos de menor safra, quando a matéria-prima não é suficiente e a importação da castanha não compensa (FIGUEIRÊDO JÚNIOR, 2006).

A obtenção de amêndoas inteiras, totalmente despelculadas, de coloração alva ou marfim-pálida, sem manchas, deve ser o principal objetivo da indústria processadora de castanha. O tamanho das amêndoas também tem sido importante item no sistema de classificação. O mercado possui uma diversidade elevada de tipos e amêndoas, com cotações diferenciadas. O Brasil possui uma indústria de beneficiamento de castanha de caju deficiente. Cerca de 40% a 45% das amêndoas são quebradas durante o processamento, levando a uma queda no preço médio de exportação em relação à cotação internacional mostrada na Tabela 9 (ANDRADE NETO, 2006).

Tabela 9 - Cotação de mercado das amêndoas da castanha de caju de acordo com a classificação internacional.

Classificação da amêndoa	FOB por libra* (US\$)
SLW1- Inteira superior especial Tipo 1	3.10
LW1 – Inteira especial Tipo 1	2.85
LW2 – Inteira especial Tipo 2	2.70
W1 240 – Inteira Tipo 1	2.65
W2 240 – Inteira Tipo 2	2.55
W1 320 – Inteira Tipo 1	2.30
W2 320 – Inteira Tipo 2	2.20
W3 – Inteira Tipo 3	2.05
P1 – Peçaço grande Tipo 1	1.30

Fonte: Amberwood Trading Ltd. (2009).

*1 libra corresponde a 453,59g.

Observa-se que a amêndoa de maior valor comercial (SLW1), referente a 3,10 dólares por libra, trata-se de uma amêndoa inteira. Entretanto, a amêndoa quebrada classificada como P1 tem um valor muito inferior comparado ao da SLW1, apenas 1,30 dólares por libra. Como as duas são do tipo 1, conclui-se que a redução do preço é ocasionada pelo fato desta última tratar-se de amêndoa quebrada.

No mercado internacional de amêndoa, os produtores mundiais, incluindo o Brasil, atuam como fornecedores do produto que será processado para consumo final no país de destino. Se o destino do produto for o mercado de aperitivos, a amêndoa passa por torra e salga. Se o destino for para chocolates e sobremesas, a amêndoa é quebrada e utilizada *in natura* ou torrada. Não se sabe da existência de comércio internacional para produtos prontos e embalados. As barreiras à entrada impostas pelas indústrias de torrefação nos países de destino são grandes, especialmente pelos investimentos em marca e na logística de suprimento para aquisição das diferentes amêndoas que compõem os *mixes* (NASSAR; MARINO; HERRMANN, 2001).

Os Estados Unidos são os maiores compradores de castanha de caju, responsável por 73,3% do valor exportado pelo Brasil, na sequência vem Canadá (4,6%) e Itália (3,6%) (CEARÁ, 2008).

Enquanto o foco do negócio de castanha de caju no Brasil tem sido o mercado externo, verifica-se que o mercado interno, destino de apenas 20% das amêndoas de castanha de caju, apresenta um elevado potencial de crescimento, podendo mais do que dobrar em volume, quando comparado com os mercados domésticos dos seus principais concorrentes, Índia e Vietnã (FIGUEIRÊDO JÚNIOR, 2006).

Como resultado, percebe-se uma tendência de queda de preços que, aliada à valorização do real, põe grande pressão sobre os processadores brasileiros, cuja maioria já oferta amêndoas com menor índice de inteiras, menos valorizadas. Os Estados Unidos continuam a ser o principal comprador das amêndoas brasileiras, mas países da Europa e do Oriente Médio vêm lentamente ganhando participação no volume exportado. Todos estes importadores estão cada vez mais exigentes quanto aos padrões de qualidade da amêndoa, o que vem a favorecer os maiores processadores (FIGUEIRÊDO JÚNIOR, 2006).

2.8 Análise sensorial

Nos últimos anos houve um grande crescimento da industrialização de alimentos e do desenvolvimento de novos produtos. Com isso, surgiu o questionamento sobre a capacidade dos poucos especialistas disponíveis cobrirem a avaliação de todos os produtos e ainda sobre a significância do julgamento de somente dois ou três indivíduos. Observou-se que o nível de qualidade definido pelos especialistas não refletia necessariamente as atitudes dos consumidores. Daí a intensificação do interesse dos profissionais da área de alimentos em medir a qualidade sensorial (FARIA; YOTSUYANAGI, 2008).

A análise sensorial foi definida pelo *Institute of Food Technologists* (IFT) como uma disciplina científica utilizada para medir, analisar, interpretar reações de características dos alimentos e dos materiais, ou seja, como essas reações são percebidas pelos órgãos da visão, olfato, tato, audição e gustação (DUTCOSKY, 1996).

Os métodos sensoriais podem ser classificados em dois grandes grupos: os que consideram a resposta objetiva, onde estão incluídos os testes discriminativos, e aqueles de resposta subjetiva, do qual fazem parte os testes de aceitabilidade e preferência (ALMEIDA et al., 1999).

2.8.1 Testes discriminativos

O objetivo dos testes discriminativos é avaliar efeitos específicos por meio de discriminação simples, ou seja, avaliar se as amostras são iguais ou diferentes. Estes métodos são aplicáveis tanto para controle de qualidade quanto para desenvolvimento de produtos, quando se quer saber o possível efeito de novos ingredientes ou de diferentes processos sobre as características sensoriais do produto. São testes discriminativos o triangular, duo-trio, comparação pareada, comparação múltipla ou diferença do controle, ordenação, entre outros (FARIA; YOTSUYANAGI, 2008).

2.8.1.1 Teste triangular

Testes triangulares são extensivamente utilizados na análise de alimentos para determinar se diferenças entre dois produtos podem ser sensorialmente detectadas (BI, 2001). É particularmente útil quando diferentes tratamentos produzem alterações no produto que não podem ser caracterizadas simplesmente por meio de um ou dois atributos e têm sua aplicação limitada quando o produto pode causar fadiga sensorial, adaptação dos sentidos ou efeito residual na percepção da amostra seguinte (FARIA; YOTSUYANAGI, 2008). Os julgadores precisam selecionar a amostra diferente de um grupo de três, duas idênticas e uma diferente. A interpretação estatística do teste é baseada na lei binomial com $p=1/3$ (hipótese nula, não há diferença significativa entre os dois produtos testados) (BI, 2001; ABNT, 1993).

Quando o número de respostas corretas de um teste triangular iguala ou excede o valor crítico compatível em um dado nível de probabilidade com uma distribuição binomial com parâmetro $1/3$, a hipótese nula é rejeitada e diferenças significativas entre amostras são inferidas (ABNT, 1993; CARBONELL; CARBONELL; IZQUIERDO, 2007). Mas somente o valor hipotético de $1/3$ do parâmetro binomial é rejeitado, não a natureza binomial dos resultados observados. Isso implica considerar que os julgadores são também permutáveis desde que todos eles tenham uma probabilidade comum p (maior que $1/3$) de dar uma resposta correta (CARBONELL; CARBONELL; IZQUIERDO, 2007).

O objetivo do teste triangular é detectar diferença sutil entre amostras. O julgador ideal é alguém com total experiência e completamente motivado. Como ambos, experiência ou falta de motivação podem aumentar com o número de testes feitos, quando se utiliza estes testes

visando à seleção de julgadores, os resultados são avaliados de forma a dar mais importância positiva para sucessos (acertos) e mais importância negativa para fracassos no fim das séries de testes do que no início (BAYARRI et al., 2008).

Replicações são totalmente convenientes com julgadores identificados cuja habilidade de discriminar pode ser avaliada e sempre aperfeiçoada por treinamento. Além disso, julgadores especialistas familiarizados com produtos alimentícios podem ser muito efetivos em encontrar diferenças sutis, por isso a conclusão dos testes triangulares sobre diferença significativa (ou não significativa) entre amostras é menos significativa com consumidores (CARBONELL; CARBONELL; IZQUIERDO, 2007).

2.8.2 Seleção de julgadores para testes discriminativos pela análise seqüencial de Wald

Para serem selecionados, candidatos recrutados e pré-selecionados devem ser submetidos a uma série de testes visando familiarizar os julgadores com os métodos e produtos, além de permitir a seleção dos candidatos com adequada acuidade sensorial (FARIA; YOTSUYANAGI, 2008). Os testes utilizados na seleção de julgadores para testes de diferença são o triangular, o pareado e o duo-trio (CHAVES, 2001). As diferenças entre as amostras nos testes de seleção devem ser similares àquelas que serão encontradas nas análises finais dos produtos pelos julgadores (FARIA; YOTSUYANAGI, 2008).

A forma mais usual de seleção dos candidatos é de acordo com a porcentagem de acertos. Aqueles que obtiverem mais de 60% de respostas corretas são selecionados. No entanto, para que este critério seja adotado, o candidato necessita realizar entre 20 e 24 testes (FARIA; YOTSUYANAGI, 2008). A aplicação da análise seqüencial de Wald na seleção apresenta a vantagem da economia de tempo e de material, tendo em vista que os candidatos com maior potencial podem ser selecionados com um menor número de testes (CHAVES, 2001).

A análise seqüencial de Wald consiste em aumentar “x” (número de testes) de 1, seja a resposta do teste de diferença correta ou não, e “y” (número de respostas corretas acumuladas) de 1 para a resposta correta e de 0 (zero) para a incorreta. Os testes continuam até que um ponto atinja ou cruze uma das retas (reta superior - de aceitação ou reta inferior - de rejeição),

momento em que uma decisão é tomada. O candidato é aceito ou rejeitado como provador (SHIROSE; MORI, 1996).

Segundo Bayarri et al. (2008), o nível de discriminação do julgador depende do número total de sucessos prévios, mas não da ordem em que eles ocorrem. Contudo, parece que a ordem precisa ser relacionada em algum grau com o comportamento do julgador.

2.8.3 Testes afetivos

Os testes afetivos, também chamados de testes de consumidores, são importantes em diversas etapas associadas ao desenvolvimento de produtos. Na otimização de produtos algumas características destes são melhoradas por meio de alteração no processo de produção ou uso de ingredientes, tal como aumento da intensidade de um aroma ou sabor fundamental do produto. Os testes com consumidores permitem verificar como os atributos direcionam a aceitação global no mercado (FARIA; YOTSUYANAGI, 2008).

2.8.3.1 Teste de aceitação com escala hedônica

Com o teste da escala hedônica, o indivíduo expressa o grau de gostar ou de desgostar de um determinado produto, de forma globalizada ou em relação a um atributo específico. As escalas mais utilizadas são as de sete e nove pontos, que contêm os termos definidos situados entre “gostei muitíssimo” e “desgostei muitíssimo” contendo um ponto intermediário com o termo “nem gostei; nem desgostei”. Os dados coletados podem ser avaliados estatisticamente pela análise de variância univariada (ANOVA) e comparação das médias de pares de amostras pelo teste de Tukey. Recomenda-se entre 50 e 100 julgadores. O delineamento experimental a ser utilizado deve ser previamente escolhido, podendo-se optar pelo de blocos completos balanceados ou casualizados ou blocos incompletos balanceados ou casualizados (IAL, 2004).

2.8.3.2 Teste da escala relativa ao ideal

Neste teste o nível de adequação de atributos como cor, doçura, sabor de baunilha é avaliado utilizando a escala relativa ao ideal “just about right” (JAR). Esse procedimento permite determinar o quanto a amostra varia ou se aproxima da intensidade ideal do atributo (VILLEGAS et al., 2009).

Geralmente, a escala possui de três a cinco pontos, podendo conter termos opostos como, por exemplo, “muito fraco” a “muito forte” e no centro da escala o termo “ideal”, de tal forma que tenha números iguais de categorias de ambos os lados (ABNT, 1998). Geralmente, os dados obtidos são avaliados na forma de porcentagem de julgamentos, podendo ser utilizado um limite de 70% de respostas para o termo “ideal”. Os resultados também podem ser apresentados em gráfico de frequências das respostas, através de histogramas; pelo teste Qui-quadrado, comparando-se a distribuição das respostas das amostras avaliadas com uma amostra-padrão ou por regressão linear simples (IAL, 2004).

As escalas “Just About Right” permitem avaliar a intensidade de um atributo relativo a um critério mental dos julgadores, não podendo ser analisada pela resposta média, já que as escalas podem ser desbalanceadas, de acordo com as intensidades relativas e adequacidade de cada atributo na mente do consumidor. Diante de tal fato, recomenda-se calcular a porcentagem de respostas de cada categoria do atributo (FARIA; YOTSUYANAGI, 2008).

2.8.3.3 Teste de escalas de atitude e consumo

Por meio das escalas de atitude e de consumo, o indivíduo expressa sua vontade em consumir, adquirir ou comprar, um produto que lhe é oferecido. As escalas mais utilizadas são as verbais de cinco a sete pontos. Os termos definidos podem se situar, por exemplo, entre “provavelmente compraria” a “provavelmente não compraria” e, no ponto intermediário “talvez compraria, talvez não compraria”. É importante que a escala possua número balanceado de categorias entre o ponto intermediário e os extremos. Os dados são avaliados pelas frequências através dos gráficos de histogramas (ABNT, 1998).

2.9 Planejamento experimental fatorial - Metodologia de superfície de resposta (RSM)

Para determinar a influência de variáveis dentro de um problema, deve-se montar um experimento anterior à otimização do sistema, e através dos resultados obtidos, retirar a maior quantidade possível de informações. Para isso, utiliza-se e implementa-se no computador a técnica de planejamento experimental fatorial ou fatorial fracionado (MONTGOMERY, 2005).

Experimentos delineados em esquemas fatoriais são aqueles que envolvem combinações entre os níveis de dois ou mais fatores. O experimento fatorial, indicado 2^k , ocorre quando temos k fatores, todos com dois níveis. No fatorial fracionado, indicado 2^{k-p} onde k é o número de variáveis do problema e p responsável pela fração, os fatores também só podem assumir dois níveis. Para tornar possível a execução, ao menos aproximada, da inferência estatística, é usual que sejam feitos alguns ensaios no ponto central do espaço experimental, assim poderá haver o cálculo de resíduos e, conseqüentemente do erro padrão (RODRIGUES; IEMMA, 2005).

Para a aplicação das técnicas de planejamento e análise de experimentos industriais devem ser definidas as variáveis de resposta (variáveis dependentes) que sofrem algum efeito nos testes quando estímulos são introduzidos propositadamente nos fatores que regulam ou ajustam os processos de fabricação. Nos experimentos podem existir uma ou mais variáveis de resposta que são importantes de se avaliar. Os fatores de controle e os níveis desses fatores são alterados deliberadamente no experimento. Os níveis são identificados por nível baixo (-1) e nível alto (+1) e são as condições de operação dos fatores de controle investigados (MONTGOMERY, 1991).

No plano de experimentos fatorial todas as possibilidades são analisadas, incluindo todas as interações possíveis. O efeito principal de uma variável (fator) é aquele associado à sensibilidade do sistema a esta variável isolada, enquanto o efeito de interação é o efeito que uma variável tem sobre o sistema quando associada à outra variável (MONTGOMERY, 2005).

Esses efeitos podem ser visualizados através de uma superfície de resposta. De acordo com Myers e Montgomery (1995), a Metodologia de Superfície de Resposta (*RSM – Response Surface Methodology*) é uma coleção de técnicas matemáticas e estatísticas que são utilizadas para modelar e analisar problemas nos quais a resposta de interesse é influenciada por muitas variáveis e nos quais a resposta deva alcançar um valor ótimo. A análise de uma superfície de resposta é feita em termos de uma superfície ajustada. Se tal superfície é adequada, sua análise será aproximadamente equivalente a análise da superfície real. Portanto, o objetivo da RSM é determinar as condições ótimas de operação para um sistema ou determinar a região do espaço fatorial na qual as necessidades operacionais sejam satisfeitas.

2.10 Intolerância à lactose

Em uma dieta ocidental os hidratos de carbono representam cerca de 50% das calorias e estão representados por amido (50%), sacarose (30%), lactose (6%), maltose (1-2%) e outros (12%). Os dissacarídeos (lactose, sacarose e maltose) alcançam uma proporção importante, especialmente no lactante onde a única fonte de alimentação é o leite (ALLIENDE G., 2007).

Lactose tem grande aplicação na indústria de alimentos. É utilizada em doces, confeitaria e pães por causa das suas propriedades: promove boa textura, liga e cor (VESA; MARTEAU; KORPELA, 2000).

No entanto, algumas pessoas apresentam má absorção da lactose da dieta, mais conhecida como intolerância à lactose. Pessoas com esse problema são incapazes de digerir quantidades significantes de lactose por conta de uma quantidade inadequada da enzima lactase (SWAGERTY; WALLING; KLEIN, 2002). Para ser absorvida, a lactose necessita ser hidrolizada no intestino por essa β -galactosidase. A enzima é encontrada em maior abundância no jejuno e hidrolisa especificamente a lactose (VESA; MARTEAU; KORPELA, 2000).

Pessoas com essa deficiência, ao consumirem um copo de leite, podem apresentar sintomas severos ou não, de acordo com o grau de intolerância à lactose. Alguns sintomas são distensão abdominal, diarreia, gás, flatulência, vômitos e náuseas. A suspensão da ingestão de leite e derivados por pessoas diagnosticadas com intolerância à lactose leva ao desaparecimento dos sintomas (ALLIENDE G., 2007; LOVELACE; BARR, 2005).

Segundo Swagerty, Walling e Klein (2002) todos os mamíferos da Terra têm um dramático decréscimo de lactase após o desmame. Os humanos perdem de 90% a 95% dos níveis de lactase da infância e têm um contínuo declínio durante o curso da vida. Portanto, a intolerância à lactose é uma fisiologia normal.

A condição ocorre em três tipos principais: deficiência de lactose primária, secundária e congênita. A forma mais comum é a primária (hipolactasia do adulto). A secundária ou hipolactasia adquirida pode levar a alguma doença gastrointestinal. A intolerância à lactose congênita é rara (SWAGERTY; WALLING; KLEIN, 2002).

A prevalência de intolerância à lactose é de cerca de 50% na América do sul, África e Ásia, chegando a 100% em alguns países Asiáticos. Nos Estados Unidos, a prevalência é de 15% entre os brancos, 53% entre os mexicanos-americanos e 80% na população negra. Na Europa varia de 2% na Escandinávia até 70% na Sicília. Austrália e Nova Zelândia têm prevalência de 6% e 9%, respectivamente. Em geral, pode-se dizer que cerca de dois terços da população mundial é lactose intolerante (VESA; MARTEAU; KORPELA, 2000).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Na etapa de seleção de provadores utilizaram-se amêndoas da castanha de caju (ACC) em pedaços e água mineral, obtidas no comércio local da cidade de Fortaleza – CE, para a obtenção das amostras de extrato hidrossolúvel e embalagens de polietileno com capacidade para 200 mL para o envase em todas as etapas.

Durante a etapa do teste discriminativo foram utilizadas, para o preparo das amostras de extrato hidrossolúvel, amêndoas da castanha de caju classificadas como S1 (bandas tipo 1), B1 (batoques tipo 1) e P1 (pedaços tipo 1), de acordo com a *Association of Food Industries - AFI* (1999). Nas demais etapas utilizou-se somente ACC classificadas como S1 (bandas tipo 1) e B1 (batoques tipo 1). Todas essas amêndoas foram doadas pela empresa beneficiadora Cascaju Agroindustrial S/A.

Foram caracterizadas as amêndoas da castanha de caju classificadas como S1 (bandas tipo 1) e B1 (batoques tipo 1). As amêndoas foram recebidas embaladas a vácuo em embalagem de polietileno metalizada, com capacidade para 10 quilogramas. Posteriormente, foram fracionadas e embaladas a vácuo em embalagem de polietileno com capacidade para 300 gramas e acondicionadas em embalagem secundária de polietileno metalizada.

Em todas as etapas foi utilizada água mineral, adquirida no comércio local, para a obtenção das amostras de extrato hidrossolúvel da ACC, excetuando-se a etapa de determinação de minerais, onde utilizou-se água deionizada.

A partir da etapa de avaliação sensorial as amostras foram formuladas com carboximetilcelulose (CMC), sal e sacarose.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Seleção de provadores

Processamento das amostras

Para a etapa de seleção de provadores a serem utilizados no teste sensorial discriminativo foram processadas três amostras que diferiam apenas pela proporção de amêndoas da castanha de caju (ACC) em relação à água. O processamento foi realizado conforme a Figura 18.

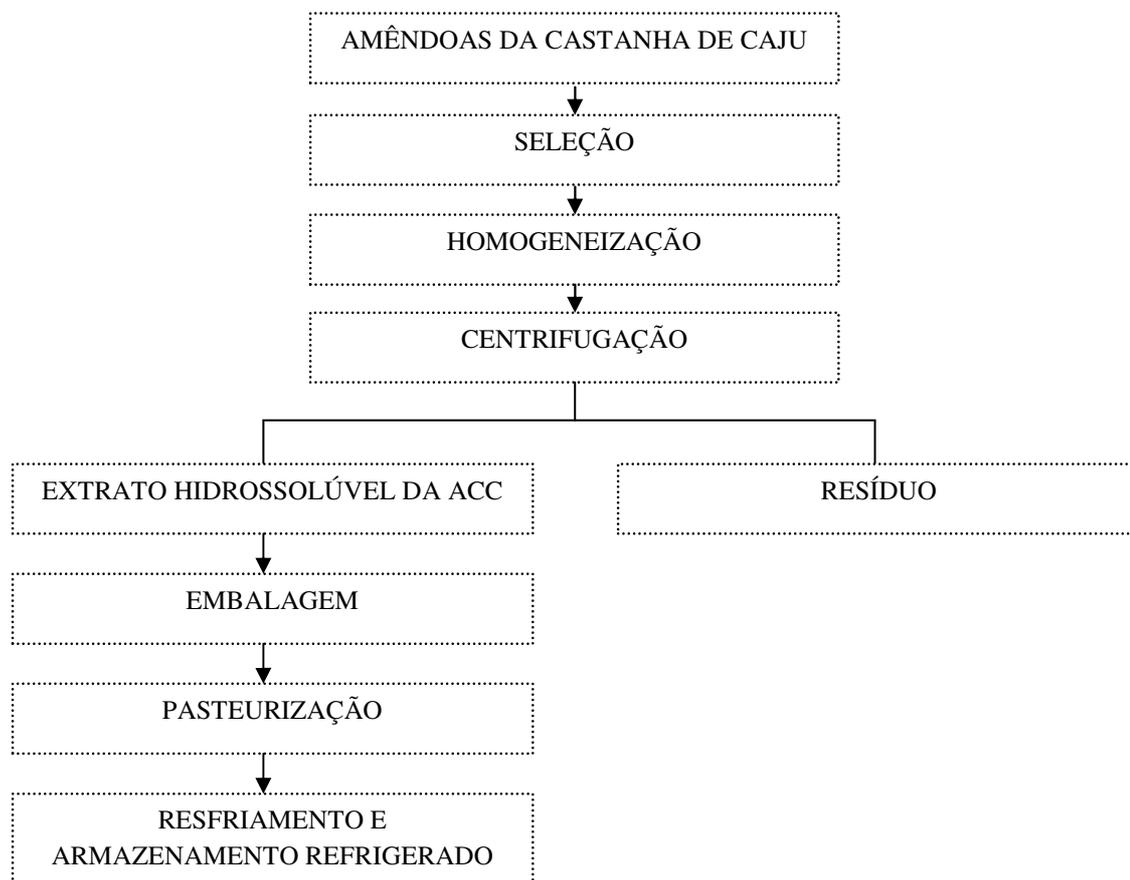


Figura 18 - Fluxograma do processo de obtenção do extrato hidrossolúvel da ACC antes da otimização.

As etapas do fluxograma são descritas a seguir.

O critério de seleção das amêndoas foi ausência de manchas e pontos escuros na superfície visando à obtenção de um produto com coloração branca. Os extratos foram produzidos triturando-se amêndoas selecionadas com diferentes proporções de água mineral a 17000 rpm por 3 minutos. As proporções (amêndoas:água) utilizadas foram 1:6, 1:8 e 1:10. Após a trituração realizou-se centrifugação por 30 segundos a baixa rotação para a remoção dos componentes mais grosseiros (resíduo) que poderiam sedimentar durante o armazenamento.

As amostras foram envasadas em embalagens de polietileno com capacidade para 200 mL que foram seladas termicamente. Em seguida foram pasteurizadas a $72^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 20 minutos em banho-maria (FELBERG et al., 2002; CARDARELLI; OLIVEIRA, 2000), submetidas a choque térmico em banho de gelo e armazenadas sob refrigeração.

Metodologia

Os julgadores foram selecionados a partir de 22 voluntários recrutados, aplicando-se doze testes triangulares (CHAVES, 2001). Nos seis primeiros testes utilizaram-se amostras de extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju preparadas nas proporções 1:6 e 1:8. Nos demais testes foram utilizados extratos preparados nas proporções 1:6 e 1:10, aplicando-se iguais números de testes com cada par de amostras. Alguns julgadores que não foram selecionados nem rejeitados ao fim dos doze testes, realizaram testes extras a fim de atingirem o número mínimo de acertos para serem selecionados.

Os resultados foram estatisticamente avaliados pela análise seqüencial de Wald, segundo o método gráfico. A decisão foi baseada no teste de hipóteses: $H_0: p_1 \leq p_0$; $H_1: p_1 > p_0$, e utilizados os valores $p_0=0,33$ (máxima inabilidade aceitável), $p_1=0,66$ (mínima habilidade aceitável), para os riscos $\alpha=0,05$ (probabilidade de selecionar um candidato inaceitável) e $\beta=0,05$ (probabilidade de não selecionar um candidato aceitável) (CHAVES, 2001). As amostras foram apresentadas aos candidatos nas seis possíveis combinações (AAB; BAA; ABA; BBA; BAB; ABB).

3.2.2 Teste sensorial discriminativo

Processamento das amostras

As amostras de extrato hidrossolúvel da ACC utilizadas no teste discriminativo diferiam apenas pela classificação das amêndoas da castanha de caju utilizadas como matéria-prima. As três amostras foram preparadas triturando-se as amêndoas com água mineral na proporção 1:8 a 17000 rpm por três minutos, seguida de centrifugação por 30 segundos a baixa rotação.

O envase foi realizado em embalagens de polietileno com selagem térmica que em seguida foram pasteurizados a $72^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 20 minutos em banho-maria, resfriados por

imersão em gelo e armazenados sob refrigeração (FELBERG et al., 2002; CARDARELLI; OLIVEIRA, 2000).

Metodologia

Avaliou-se através de testes triangulares se havia diferença entre bandas e batoques, bandas e pedaços, batoques e pedaços, como matéria-prima para produção do extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju. Os 12 julgadores selecionados avaliaram três combinações de amostras de extrato hidrossolúvel da ACC em triplicata, totalizando 36 respostas para cada combinação de amostras. Cada provador recebeu as amostras em ordem balanceada e casualizada.

3.2.3 Caracterização físico-química das amêndoas da castanha de caju (ACC)

Metodologias

Tendo em vista a definição de bandas (S1) e batoques (B1) como matéria-prima para obtenção do extrato hidrossolúvel da ACC, foi realizada a caracterização físico-química das mesmas. Para tal fim foram realizadas as determinações de umidade, cinzas e lipídios totais conforme metodologias de Carvalho & Jong (2002), proteínas conforme metodologia da AOAC (1990), utilizando o fator de conversão 6,25, e carboidratos por diferença. A determinação do teor de amido, da acidez titulável da fração lipídica, expressa em ácido oléico e do pH foram feitas conforme metodologias do IAL (2004).

Foram retiradas amêndoas da castanha de caju de cinco pontos diferentes do lote e em seguida feita a homogeneização. A análise de lipídios totais foi realizada em duplicata enquanto as demais análises foram realizadas em triplicata. A comparação entre as médias dos resultados obtidos para as amêndoas foi analisada através de teste de Tukey a 5% de significância.

3.2.4 Planejamento experimental (otimização)

Processamento das amostras

Para produção das amostras utilizadas na etapa de otimização, as amêndoas foram adicionadas em diferentes proporções em relação à água, sendo a quantidade de amêndoas pesada numa razão de ½ de bandas e ½ de batoques. As amêndoas foram trituradas com água mineral à 17000 rpm por três minutos. Em seguida, o extrato foi centrifugado a baixa rotação por 30 segundos para separação do resíduo.

Após essa etapa, o extrato foi envasado em embalagens de polietileno e selado termicamente. As embalagens foram submetidas à temperatura de $72^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 20 minutos em banho-maria, sofrendo choque térmico em banho de gelo ao fim do processo, sendo em seguida armazenadas sob refrigeração (FELBERG et al., 2002, CARDARELLI; OLIVEIRA, 2000).

Metodologia

A metodologia de superfície de resposta (RSM) foi utilizada para verificar a relação entre a temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$) e o percentual de água utilizada na extração. Empregou-se um planejamento fatorial completo (2^2) com três repetições no ponto central, perfazendo um total de 11 ensaios (RODRIGUES; IEMMA, 2005).

Para obter o delineamento foi utilizado o programa Statistica 7.0. As variáveis independentes (fatores) foram a temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$) e o percentual de água adicionada para a obtenção do extrato hidrossolúvel da ACC, enquanto as variáveis dependentes (respostas), foram os teores de proteínas, lipídios, cinzas, sólidos totais e carboidratos.

As análises de sólidos totais (diferença do teor de umidade) e cinzas foram realizadas conforme IAL (2004), proteínas pelo método de micro Kjeldahl utilizando o fator de conversão 6,25, conforme metodologia do IAL (1985), lipídios totais pelo método Bligh & Dyer (1959) e carboidratos por diferença. A avaliação do teor de lipídios foi realizada em duplicata, as demais análises foram feitas em triplicata.

O delineamento experimental para duas variáveis independentes (temperatura da água e percentual de água) resultando em 4 pontos fatoriais, 4 pontos axiais e 3 pontos centrais está mostrado na Tabela 10, em valores reais e codificados, respectivamente.

Tabela 10 – Variáveis independentes e valores reais e codificados do planejamento experimental.

Ensaio	Temperatura da água (°C)		Percentual de água adicionada	
	Valor real	Valor codificado	Valor real	Valor codificado
1	40	-1,00000	400	-1,00000
2	40	-1,00000	800	1,00000
3	80	1,00000	400	-1,00000
4	80	1,00000	800	1,00000
5	31,7	-1,41421	600	0,00000
6	88,3	1,41421	600	0,00000
7	60	0,00000	317,2	-1,41421
8	60	0,00000	882,8	1,41421
9	60	0,00000	600	0,00000
10	60	0,00000	600	0,00000
11	60	0,00000	600	0,00000

Os limites dos valores reais foram escolhidos de acordo com trabalho realizado por Felberg et al. (2002), bem como baseado em ensaios preliminares.

3.2.5 Avaliação sensorial com consumidores

Processamento das amostras

As amêndoas ($\frac{1}{2}$ bandas e $\frac{1}{2}$ batoques) foram pesadas, trituradas com água mineral a 17000 rpm por três minutos. Em seguida, o extrato foi centrifugado a baixa rotação por 30 segundos e na seqüência formulado com carboximetilcelulose (0,2%), sal (0,1%) e com quatro diferentes concentrações de sacarose, respectivamente, 2%, 3%, 4% e 5%. Essas concentrações foram definidas com base em trabalho realizado por Felberg et al. (2002), com extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha do Brasil despelculada, bem como em testes preliminares.

Após a formulação foi realizada uma homogeneização a 17000 rpm por três minutos e as amostras foram envasadas em embalagens de polietileno e seladas termicamente. Em seguida procedeu-se a pasteurização por 20 minutos em banho-maria, sofrendo choque térmico em banho de gelo ao fim do processo e armazenamento sob refrigeração (FELBERG et al., 2002, CARDARELLI; OLIVEIRA, 2000).

Metodologias

Inicialmente, um questionário de recrutamento foi entregue aos consumidores. Neste questionário foram avaliados faixa etária dos entrevistados, sexo, escolaridade, o quanto gostava ou não de ACC, a frequência e a forma de consumo de ACC, a incidência de problemas relacionados à ingestão de leite bovino e o hábito de consumo de produtos alternativos ao leite, bem como sua frequência de consumo.

Os testes de aceitação foram realizados em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará (UFC), utilizando-se 104 provadores não treinados.

O delineamento utilizado foi de blocos completos balanceados e a apresentação das amostras foi de forma monádica seqüencial. As amostras foram servidas em copos plásticos, em quantidades padronizadas (30 mL), sob temperatura de refrigeração e codificadas com números de três dígitos aleatorizados. Água à temperatura ambiente foi fornecida para limpeza do palato entre a avaliação das amostras (VICKERS, 1988; STONE; SIDEL, 1993).

Utilizou-se a escala hedônica estruturada mista de nove pontos (1=desgostei muitíssimo; 5=nem gostei nem desgostei; 9=gostei muitíssimo) para avaliação da aceitação, segundo Meilgaard, Civille e Carr (1987).

Avaliou-se também a atitude de consumo através de escala de nove pontos (1=beberia se fosse obrigado; 5=não gosto, mas beberia em alguma ocasião; 9=beberia sempre que tivesse oportunidade) e a atitude de compra dos provadores em relação às quatro amostras de extrato hidrossolúvel da ACC, através de escala de cinco pontos (1=certamente não compraria; 3=talvez comprasse, talvez não; 5=certamente compraria).

O nível de adequação do teor de sacarose foi verificado utilizando-se a escala relativa ao ideal de nove pontos (-4=extremamente menos doce que o ideal; 0=ideal; +4=extremamente mais doce que o ideal). Esse procedimento permitiu determinar o quanto as amostras variaram ou se aproximaram da intensidade do atributo considerado como ideal pelo consumidor (VILLEGAS et al., 2009).

As amostras foram apresentadas de forma monádica, sendo testadas as concentrações de 2%, 3%, 4% e 5% de sacarose (FELBERG et al., 2002), identificadas como EHC2, EHC3, EHC4 e EHC5, respectivamente.

Com base nos resultados de aceitação obtidos, foram construídos histogramas de frequência com os valores atribuídos para cada amostra. Os dados referentes à aceitação das quatro amostras foram também submetidos à análise de variância (ANOVA), tendo-se como causas de variação amostras e provadores, e ao teste de médias de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando-se o programa estatístico Origin versão 7.0. Com os resultados da atitude de consumo e da atitude de compra elaboraram-se histogramas com colunas empilhadas.

Para definição da concentração ideal de sacarose a ser adicionada ao extrato hidrossolúvel da ACC foram calculadas as médias das notas obtidas no teste da escala relativa ao ideal e com estas traçou-se um gráfico em função da concentração de sacarose de cada amostra. Através de regressão linear obteve-se a equação da reta e o ponto onde esta intercepta o eixo x, correspondente à concentração ideal de sacarose (VICKERS, 1988).

3.2.6 Caracterização físico-química do extrato hidrossolúvel da ACC

Processamento das amostras

Após a otimização e definição do processamento final foi realizada a caracterização do extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju obtido a partir deste processo cujo fluxograma pode ser visualizado na Figura 19.

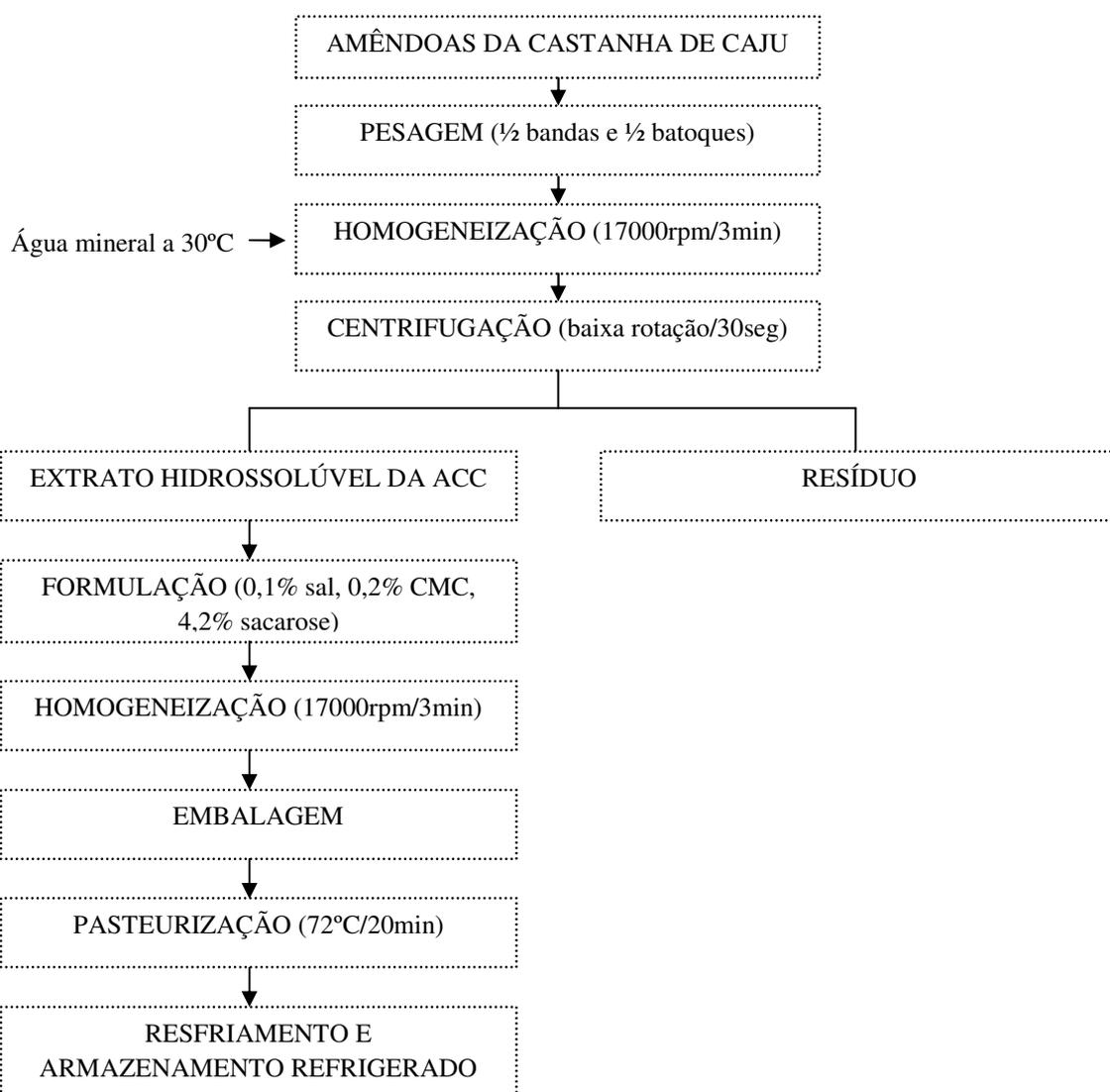


Figura 19 - Fluxograma do processo de obtenção do extrato hidrossolúvel da ACC após otimização.

O processo otimizado utiliza amêndoas e água mineral na proporção 1:6, sendo a quantidade de amêndoa pesada numa razão de $\frac{1}{2}$ de bandas e $\frac{1}{2}$ de batoques. As amêndoas foram trituradas com a água mineral em liquidificador industrial à velocidade de 17000 rpm por 3 minutos. Em seguida, o extrato foi centrifugado a baixa rotação por 30 segundos para separação do resíduo.

Após a separação do resíduo, o extrato foi formulado com carboximetilcelulose (0,2%), sal (0,1%) e sacarose (4,2%) seguido da homogeneização em liquidificador industrial a 17000 rpm por 3 minutos. O envase foi realizado em embalagens de polietileno com capacidade para 100 mL que sofreram selagem térmica. Em seguida realizou-se tratamento térmico submetendo as embalagens à temperatura de $72^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 20 minutos, em banho-maria. Ao

fim do tratamento procedeu-se o resfriamento em banho de gelo e armazenagem sob refrigeração (FELBERG et al., 2002, CARDARELLI; OLIVEIRA, 2000).

Metodologias

Para a caracterização do extrato hidrossolúvel da ACC otimizado, foram realizadas as determinações de umidade e cinzas, conforme IAL (2004), proteínas pelo método de micro Kjeldahl utilizando o fator de conversão 6,25, conforme metodologia do IAL (1985), lipídios totais pelo método Bligh & Dyer (1959), carboidratos por diferença e pH através de medida direta em potenciômetro conforme IAL (2004). As análises foram realizadas com cinco repetições em triplicata, com exceção da determinação de lipídios que foi em duplicata.

3.2.7 Determinação de minerais no extrato hidrossolúvel da ACC

Processamento das amostras

Para a determinação de minerais foi processada amostra conforme o processo final, definido após otimização (Figura 19), no entanto utilizou-se água deionizada a fim de determinar somente os minerais fornecidos pela matéria-prima, a ACC. A amostra foi produzida com amêndoas retiradas de cinco pontos diferentes da embalagem.

Metodologias

Foram determinados os teores de cálcio, ferro, fósforo e selênio, tendo em vista que o extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju é uma proposta de alternativa ao consumo de leite bovino. Sabe-se que este último é uma das principais fontes de cálcio da dieta, possuindo ainda quantidades consideráveis de ferro, fósforo e selênio (FRANCO, 2000).

As análises de cálcio, ferro e fósforo foram realizadas por espectrometria de absorção atômica com chama e a de selênio com forno de grafite conforme metodologias da *American Public Health Association* (1998).

3.2.8 Valor calórico do extrato hidrossolúvel da ACC

Processamento das amostras

O produto a partir do qual foi calculado o valor calórico resultou do processamento final otimizado, onde se triturou amêndoas e água mineral na proporção 1:6 (½ de bandas e ½ de batoques) a 17000 rpm por 3 minutos. Em seguida, o extrato foi centrifugado a baixa rotação por 30 segundos e formulado com carboximetilcelulose (0,2%), sal (0,1%) e sacarose (4,2%) seguido da homogeneização a 17000 rpm por 3 minutos. O envase foi realizado em embalagens de polietileno com selagem térmica. Após o envase o extrato foi pasteurizado à temperatura de $72^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 20 minutos, em banho-maria. Ao fim do tratamento procedeu-se o resfriamento em banho de gelo e armazenagem sob refrigeração (FELBERG et al., 2002, CARDARELLI; OLIVEIRA, 2000).

Metodologia

O valor calórico do extrato hidrossolúvel da ACC foi calculado de acordo com a energia metabolizável, em kcal, obtida a partir dos dados de composição centesimal, usando os fatores de conversão de Atwater de 4kcal/100g para carboidratos e proteínas e 9kcal/100g para lipídios.

3.2.9 Composição centesimal do resíduo

Obtenção do resíduo

O resíduo foi obtido durante a etapa de centrifugação do extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju, do processo otimizado e armazenado sob refrigeração até o momento da realização das análises.

Metodologias

Visando caracterizar a resíduo, foram realizadas as determinações de umidade e cinzas conforme IAL (2004), proteínas pelo método de micro Kjeldahl utilizando o fator de conversão 6,25, conforme metodologia do IAL (1985), lipídios totais pelo método Bligh &

Dyer (1959), amido e pH conforme IAL(2004) e carboidratos por diferença. A análise de lipídios foi em duplicata e as demais em triplicata.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Seleção de provadores

As Figuras 20 e 21 apresentam os resultados da seleção dos provadores avaliados através da análise seqüencial de Wald, utilizando testes triangulares. As retas de aceitação e de rejeição obtidas através do teste seqüencial para a seleção dos julgadores foram $d1 = 2,15 + 0,50n$ e $d0 = -2,144 + 0,494n$.

Dos 22 candidatos avaliados com o objetivo de compor a equipe, apenas 12 foram selecionados mediante a metodologia proposta.

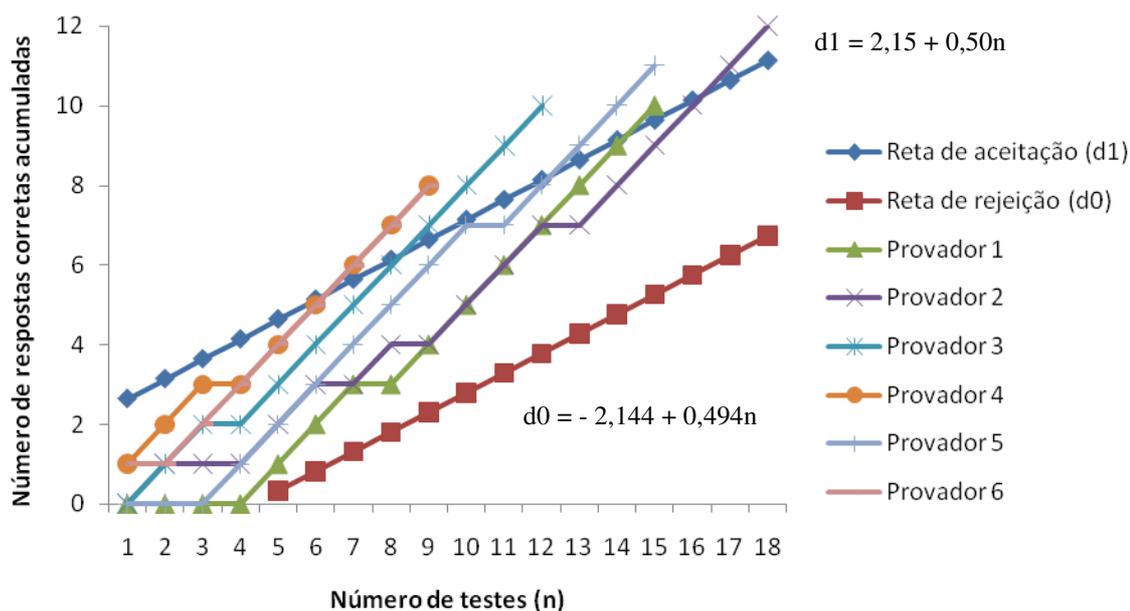


Figura 20 - Resultado do desempenho de candidatos selecionados para compor a equipe dos testes discriminativos (provador 1 a provador 6).

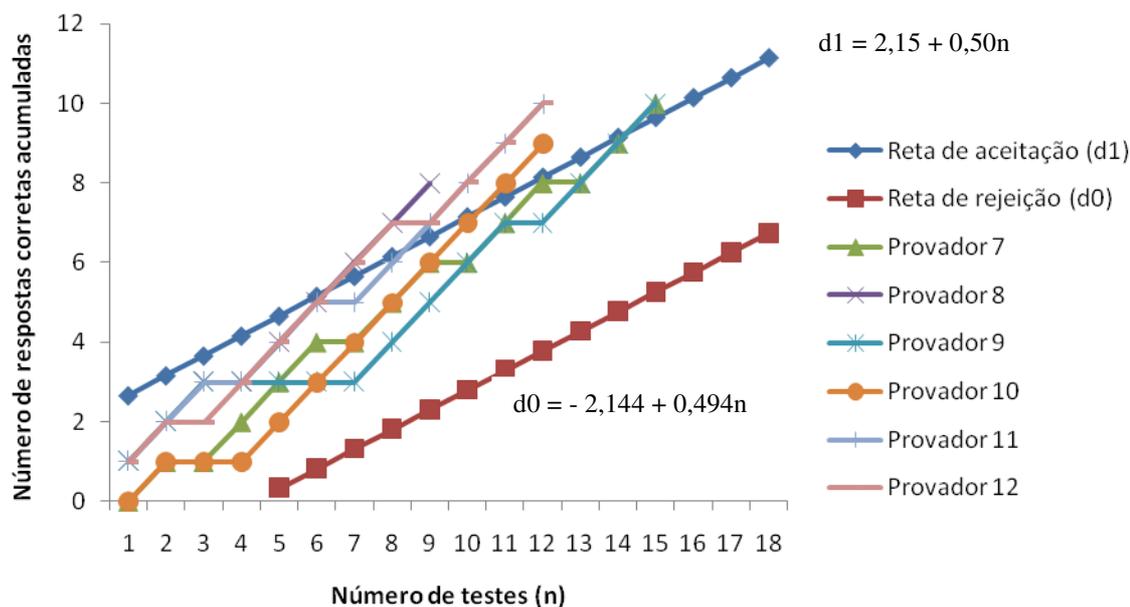


Figura 21 - Resultado do desempenho dos candidatos selecionados para compor a equipe dos testes discriminativos (provador 7 a provador 12).

Os doze candidatos selecionados, para a avaliação de diferença entre extratos hidrossolúveis da ACC produzidos com amêndoas de diferentes percentuais de quebra, apresentaram acuidade para detectar diferença superior a p_0 (0,33), com melhor desempenho para os candidatos P4, P6 e P8, para os quais foram necessárias apenas nove provas para definir sua inclusão na equipe sensorial.

No entanto, os candidatos P1, P2, P5, P7 e P9 necessitaram de testes adicionais aos doze iniciais, a fim de atingirem o número de respostas corretas acumuladas suficientes para serem selecionados. Os demais provadores foram selecionados ao fim dos doze testes. Segundo Bayarri et al. (2008), quando em “n” testes sucessivos, fracassos acumulam-se nos primeiros testes e sucessos nos últimos, isso sugere que o provador está ganhando experiência. Embora não seja a mesma, essa situação assemelha-se a que ocorre em perfil sensorial quando provadores são treinados para reduzir a variância residual. A situação oposta, sucessos acumulados nos primeiros testes e fracassos nos últimos, pode sugerir fadiga ou falta de motivação.

4.2 Teste sensorial discriminativo

No teste triangular, para 36 respostas, o número mínimo de acertos para indicar diferença significativa a 0,001% de significância é 22. Desse modo, analisando-se os resultados obtidos, batoques e pedaços apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,001$) como matéria-prima para obtenção do extrato hidrossolúvel da ACC, tendo em vista que o número de acertos foi de 23.

O mesmo ocorreu entre bandas e pedaços, com 24 acertos. Somente bandas e batoques não diferiram entre si, a 0,001% de significância, como matéria-prima para produção do extrato hidrossolúvel da ACC. O número de respostas corretas foi de apenas 20, menor que a diferença mínima significativa a 0,001%.

Diante disso, as amêndoas classificadas como bandas e batoques do tipo 1, foram selecionadas como matéria-prima para produção do extrato hidrossolúvel da ACC. Este resultado apresenta coerência, tendo em vista que bandas (S1) e batoques (B1) apresentam, entre as amêndoas quebradas, o menor percentual de quebra. A diferença básica entre os dois tipos é que as bandas possuem corte longitudinal e os batoques corte transversal. No entanto, as amêndoas quebradas classificadas como pedaços, possuem maior percentual de quebra que bandas e batoques, sendo os cortes tanto transversais como longitudinais.

Tendo em vista o elevado teor lipídico da ACC, um maior percentual de quebra está relacionado a um maior nível de oxidação, por resultar numa maior área exposta. Além disso, quanto menor o tamanho da amêndoa quebrada, maior o tempo de manipulação durante o beneficiamento, pois as maiores são selecionadas em primeiro lugar e seguem para o envase a vácuo ou com injeção de CO_2 , que impede a oxidação. Por outro lado, as quebradas de menor tamanho ficam mais tempo em contato com o oxigênio atmosférico, principal agente da oxidação lipídica.

As três classes de amêndoas utilizadas para o preparo das amostras eram do tipo 1, fornecendo assim uma garantia em termos de sanidade e coloração mais clara da superfície.

4.3 Caracterização físico-química das amêndoas da castanha de caju (ACC)

Os resultados da composição centesimal das amêndoas da castanha de caju estão apresentados na Tabela 11. As médias são comparadas aos padrões do *United States Department of Agriculture* – USDA na Tabela 12.

Tabela 11 – Médias, desvios padrão e resultados do teste de Tukey ($p \leq 0,05$) da composição centesimal das amêndoas da castanha de caju de diferentes classificações, em base úmida (g/100g de amostra).

Classificação da ACC	Proteína(%)	Lipídios(%)	Umidade(%)	Cinzas(%)	Carboidratos(%)
Bandas-S1	15,42±0,23 ^a	44,14±0,40 ^a	4,45±0,05 ^a	2,33±0,07 ^a	33,66 ^a
Batoques-B1	16,23±0,20 ^b	45,55±0,50 ^a	5,00±0,10 ^b	2,36±0,05 ^a	30,86 ^b

^{a,b} Médias com letras iguais em mesma coluna não diferem estatisticamente entre si, a 5% de significância.

As amêndoas da castanha de caju quebradas, classificadas como batoques (B1), apresentaram os maiores valores de proteína, lipídios, umidade e cinzas. No entanto, as amêndoas classificadas como bandas (S1), apresentaram maior percentual de carboidratos. De acordo com os padrões estabelecidos pela AFI (1999), as amêndoas da castanha de caju devem conter entre 3,0 – 5,0 % de umidade para que não ocorram alterações durante o armazenamento. Tanto bandas como batoques encontraram-se dentro deste limite.

Tabela 12 – Médias e resultados do teste de Tukey ($p \leq 0,05$) da composição centesimal das amêndoas da castanha de caju de diferentes classificações e dos padrões da USDA, em base úmida (g/100g de amostra).

Classificação da ACC	Proteína(%)	Lipídios(%)	Umidade(%)	Cinzas(%)	Carboidratos(%)
Bandas-S1	15,42 ^a	44,14 ^a	4,45 ^a	2,33 ^a	33,66 ^a
Batoques-B1	16,23 ^b	45,55 ^a	5,00 ^b	2,36 ^a	30,86 ^b
Padrão USDA	18,22 ^c	43,85 ^a	5,20 ^c	2,54 ^a	30,19 ^c

^{a,b,c} Médias com letras iguais em mesma coluna não diferem estatisticamente entre si, a 5% de significância.

Os valores de composição centesimal da amêndoa da castanha de caju crua fornecidos pela base de dados do *United States Department of Agriculture-USDA* (2008) não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) dos valores de lipídios e cinzas encontrados para as duas classificações de amêndoas. No entanto, os teores de proteína e umidade das amêndoas foram inferiores e significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) dos padrões do USDA.

A variação no teor de umidade pode ser justificada pelo fato das amêndoas passarem por uma etapa de secagem durante o seu beneficiamento, visando à redução da atividade de água, para promover maior estabilidade durante o armazenamento.

Em relação ao teor de carboidratos, bandas (S1) e batoques (B1), apresentaram maiores percentuais que o padrão do USDA, valores estes estatisticamente diferentes entre si ($p \leq 0,05$). Do total de carboidratos das amêndoas classificadas como bandas (S1), 14,54% era somente amido, enquanto do total de carboidratos das amêndoas classificadas como batoques (B1), o amido representava 13,69%. A redução do percentual de umidade durante o beneficiamento das amêndoas pode ter ocasionado essa variação nos teores de proteína e carboidratos.

Lima, García e Lima (2004) através da caracterização físico-química da amêndoa da castanha de caju crua integral, observaram valores semelhantes de lipídios (46,64%) e cinzas (2,50%). No entanto, os teores de umidade e proteínas observados foram de 3,29% e 24,50%, respectivamente, valores estes inferiores aos observados para bandas e batoques. Melo et al. (1998), verificaram para a amêndoa da castanha de caju crua 5,05% de umidade, 46,28% de lipídios e 2,40% de cinzas, valores próximos aos encontrados para bandas e batoques. No entanto, os teores de carboidratos e proteínas também foram um pouco divergentes, correspondendo a 24,00% e 22,11%, respectivamente.

O valor do pH para bandas e batoques foi praticamente o mesmo. As amêndoas classificadas como bandas apresentaram pH 6,10 (27,2°C) e as classificadas como batoques pH 6,09 (28,1°C). Melo et al. (1998) verificaram pH de 6,20 para amêndoas da castanha de caju cruas.

Quanto aos valores encontrados para acidez titulável total, observaram-se valores de 0,51% tanto para bandas como para batoques. Como as duas classificações de amêndoas são cruas, ou seja, não passaram pelo processo de tostagem, o máximo de acidez titulável total que poderiam apresentar, segundo os padrões da AFI (1999), seria 2,0%. Sendo assim, encontram-se dentro dos padrões de qualidade.

4.4 Planejamento experimental (otimização)

O planejamento experimental foi realizado com o intuito de utilizar as superfícies de respostas para a definição da temperatura e da proporção de água a ser utilizada no processamento do extrato hidrossolúvel da ACC, de acordo com o efeito observado. As superfícies de respostas obtidas para as variáveis dependentes são representadas pelas Figuras 22 a 26 e as Tabelas da ANOVA encontram-se nos anexos.

Para a variável dependente “teor de proteínas” a porcentagem de variação explicada (R^2) pelo modelo foi de 99,46%, mostrando um bom ajuste do modelo aos dados experimentais. A superfície de resposta correspondente pode ser vista na Figura 22.

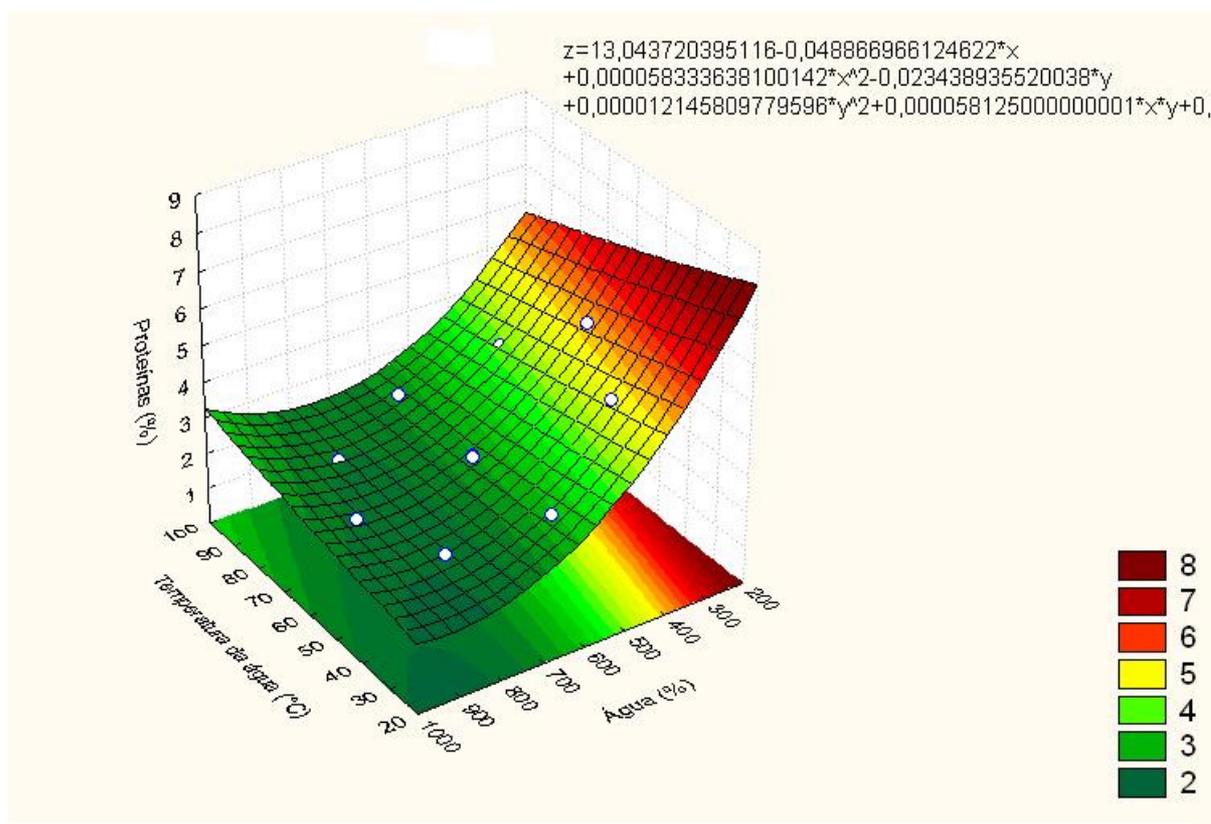


Figura 22 - Percentual de proteína do extrato hidrossolúvel da ACC em função da temperatura e da proporção de água.

De acordo com a superfície de resposta gerada pelo modelo (Tabela 10), para a variável dependente “teor de proteínas”, o percentual de água adicionado e a temperatura desta influenciaram significativamente ($p \leq 0,05$) no teor de proteínas do extrato hidrossolúvel da

ACC. As duas variáveis foram inversamente proporcionais ao teor de proteínas, ou seja, quanto menor o percentual de água adicionado e menor a temperatura da água, maior o teor de proteínas do extrato hidrossolúvel de ACC. No que se refere ao percentual de água adicionado, tal comportamento pode ser explicado pelo fato de um maior percentual de água adicionada promover uma maior diluição das proteínas. Por outro lado, uma maior temperatura da água utilizada para produção do extrato pode promover desnaturação protéica, causando a precipitação das proteínas. Com isso, estas podem ser eliminadas do extrato na etapa de centrifugação.

Para a variável dependente “teor de lipídios” a porcentagem de variação explicada (R^2) pelo modelo foi de 97,50%, mostrando um bom ajuste aos dados experimentais. A superfície de resposta mostrando os efeitos das variáveis independentes sobre o teor de lipídios é mostrada na Figura 23.

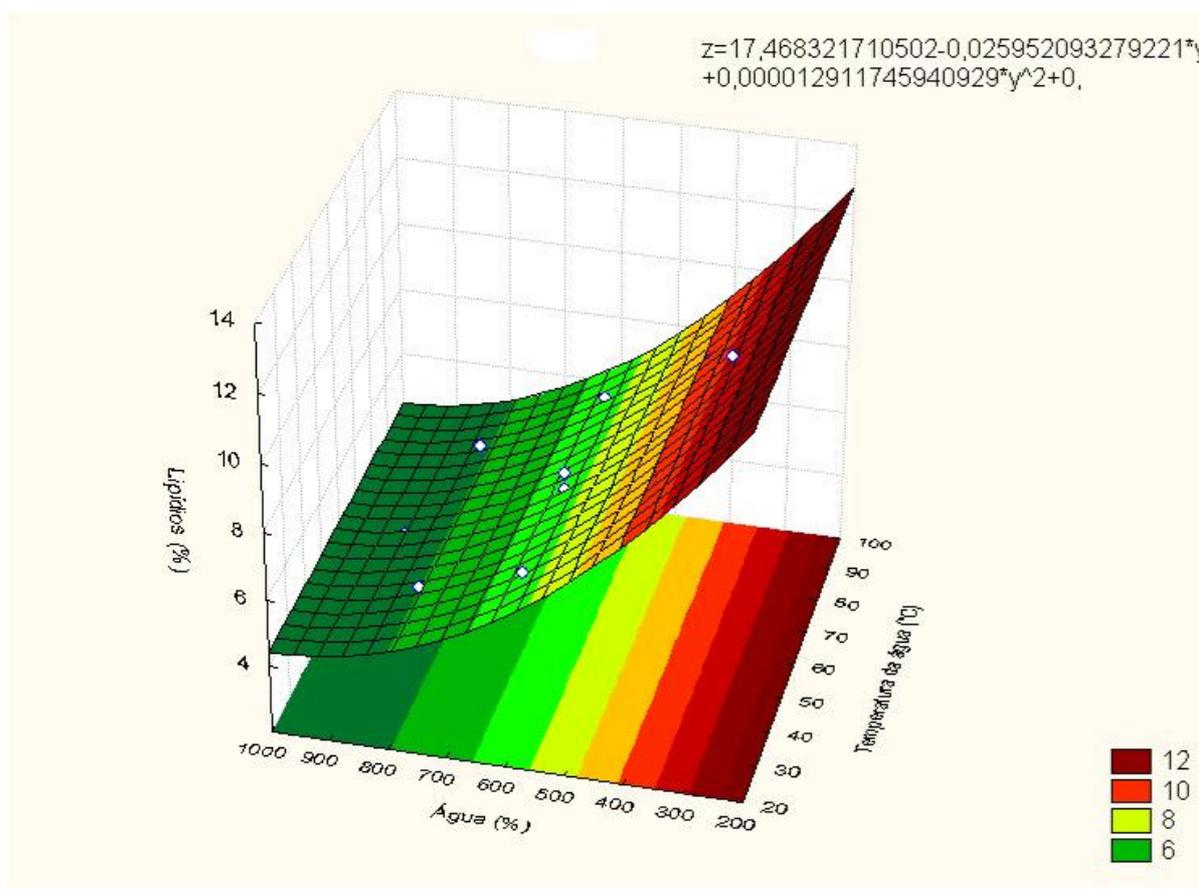


Figura 23 - Percentual de lipídios do extrato hidrossolúvel da ACC em função da temperatura e da proporção de água.

De acordo com a superfície de resposta gerada pelo modelo (Tabela 10) para a variável dependente “teor de lipídios”, a temperatura da água adicionada para produção do extrato, no intervalo observado (20°C a 100°C), não influenciou. No entanto, o percentual de água adicionado apresentou influência inversa no teor de lipídios do extrato hidrossolúvel da ACC, sendo este maior quanto menor o percentual de água adicionado.

Este comportamento pode ser explicado pela composição em ácidos graxos da fração lipídica da amêndoa da castanha de caju, que é constituída predominantemente, por ácidos graxos monoinsaturados, principalmente o ácido oléico. Uma das vantagens da predominância deste tipo de ácido graxo é a menor suscetibilidade à oxidação, por conta da presença de uma única dupla ligação na molécula.

Para a variável dependente “teor de cinzas” a porcentagem de variação explicada (R^2) pelo modelo foi de 96,22%, o que significa que houve um bom ajuste do modelo aos dados experimentais obtidos. A superfície de resposta obtida pode ser vista na Figura 24.

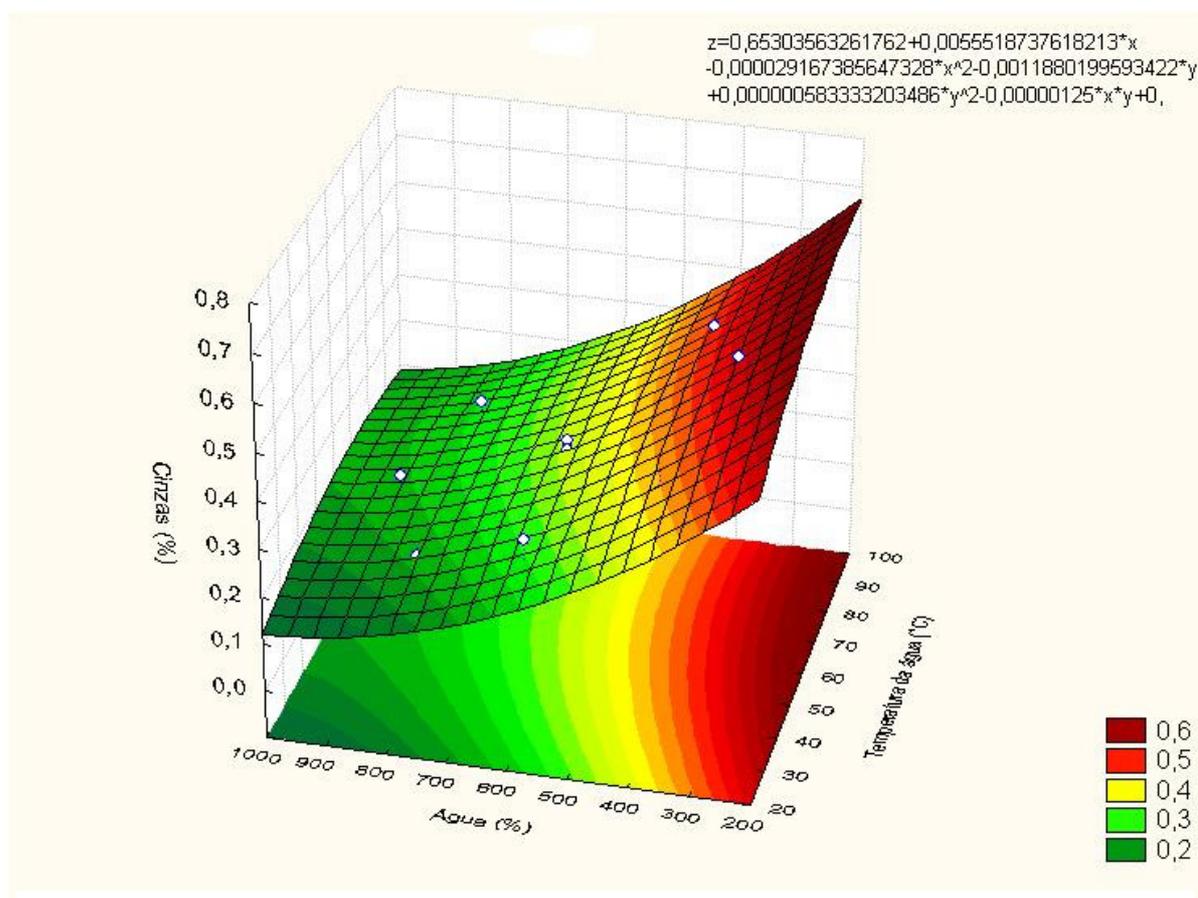


Figura 24 - Percentual de cinzas do extrato hidrossolúvel da ACC em função da temperatura e da proporção de água.

As cinzas representam toda a matéria de origem mineral presente na amostra. De acordo com a superfície de resposta, o teor de cinzas do extrato hidrossolúvel da ACC foi influenciado tanto pelo percentual de água adicionado como pela temperatura desta. O percentual de água adicionado é inversamente proporcional ao teor de cinzas do extrato hidrossolúvel da ACC, pela própria diluição que um maior teor de água proporciona. Contudo, quanto maior a temperatura da água maior foi o teor de cinzas observado no extrato hidrossolúvel da ACC. A solubilidade dos minerais está sempre relacionada ao pH e à temperatura, como o pH não foi uma variável independente, somente a temperatura, o comportamento observado foi o esperado, tendo em vista que quanto maior a temperatura da água utilizada no processamento do extrato hidrossolúvel da ACC, maior foi o teor de cinzas observado.

A porcentagem de variação explicada (R^2) pelo modelo para a variável dependente, “teor de sólidos totais”, foi de 92,96% mostrando um bom ajuste do modelo aos dados experimentais. A superfície de resposta correspondente pode ser visualizada através da Figura 25.

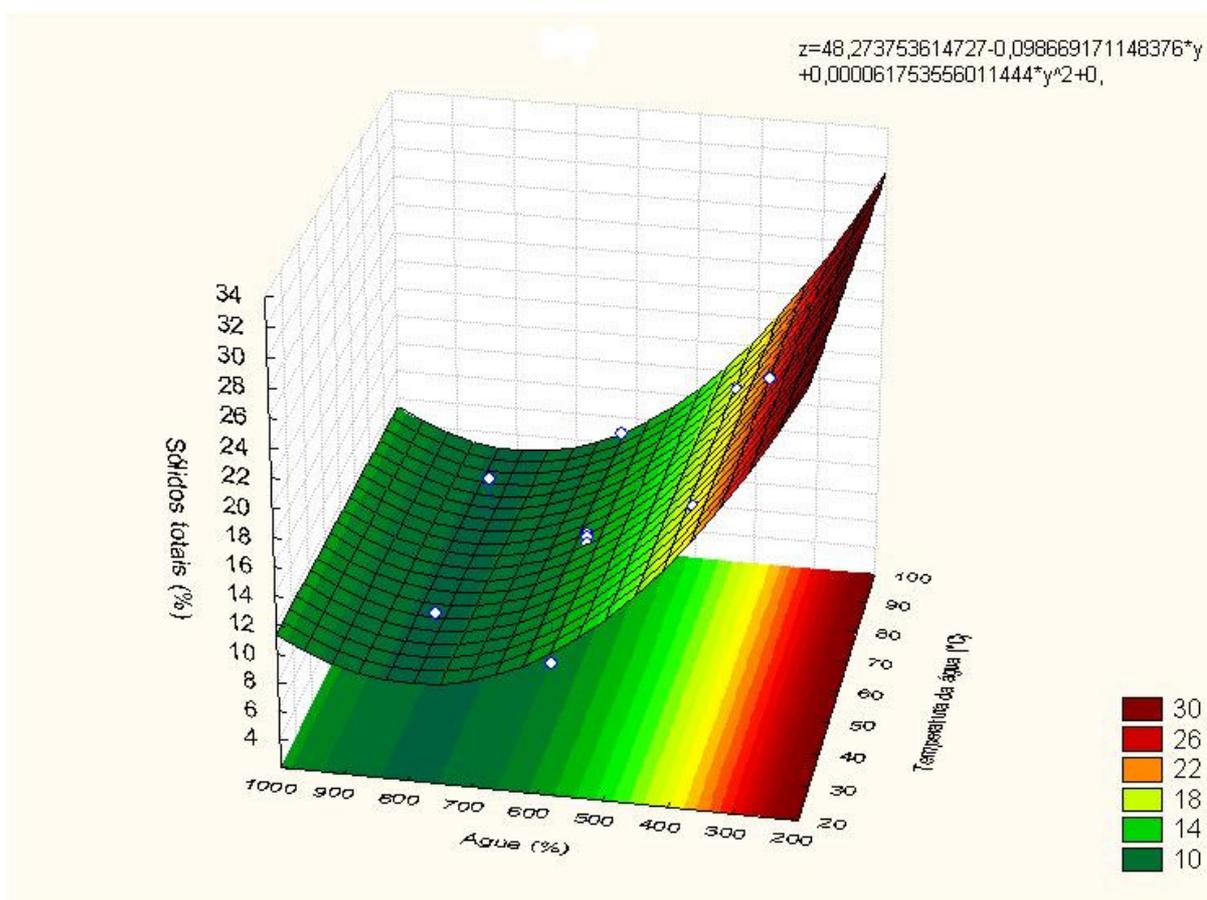


Figura 25 - Percentual de sólidos totais do extrato hidrossolúvel da ACC em função da temperatura e da proporção de água.

O teor de sólidos totais é obtido pela diferença com o teor de umidade da amostra, sendo assim, corresponde à soma do teor de proteínas, lipídios, cinzas, carboidratos e qualquer outro componente sólido. Através da superfície de resposta obtida para a variável dependente “teor de sólidos totais”, observa-se que o percentual de água adicionada influenciou significativamente ($p \leq 0,05$) no teor de sólidos totais, sendo este maior quanto menor o percentual de água adicionada.

A temperatura da água não influenciou significativamente no teor de sólidos totais, comportamento aceitável tendo em vista que proteínas e cinzas apresentaram uma região ótima nos extremos de temperatura contrários e o teor de lipídios não foi influenciado pela temperatura.

A porcentagem de variação explicada (R^2) pelo modelo para a variável dependente, “teor de carboidratos”, foi de 93,39% mostrando um bom ajuste do modelo aos dados experimentais. A superfície de resposta correspondente pode ser visualizada através da Figura 26.

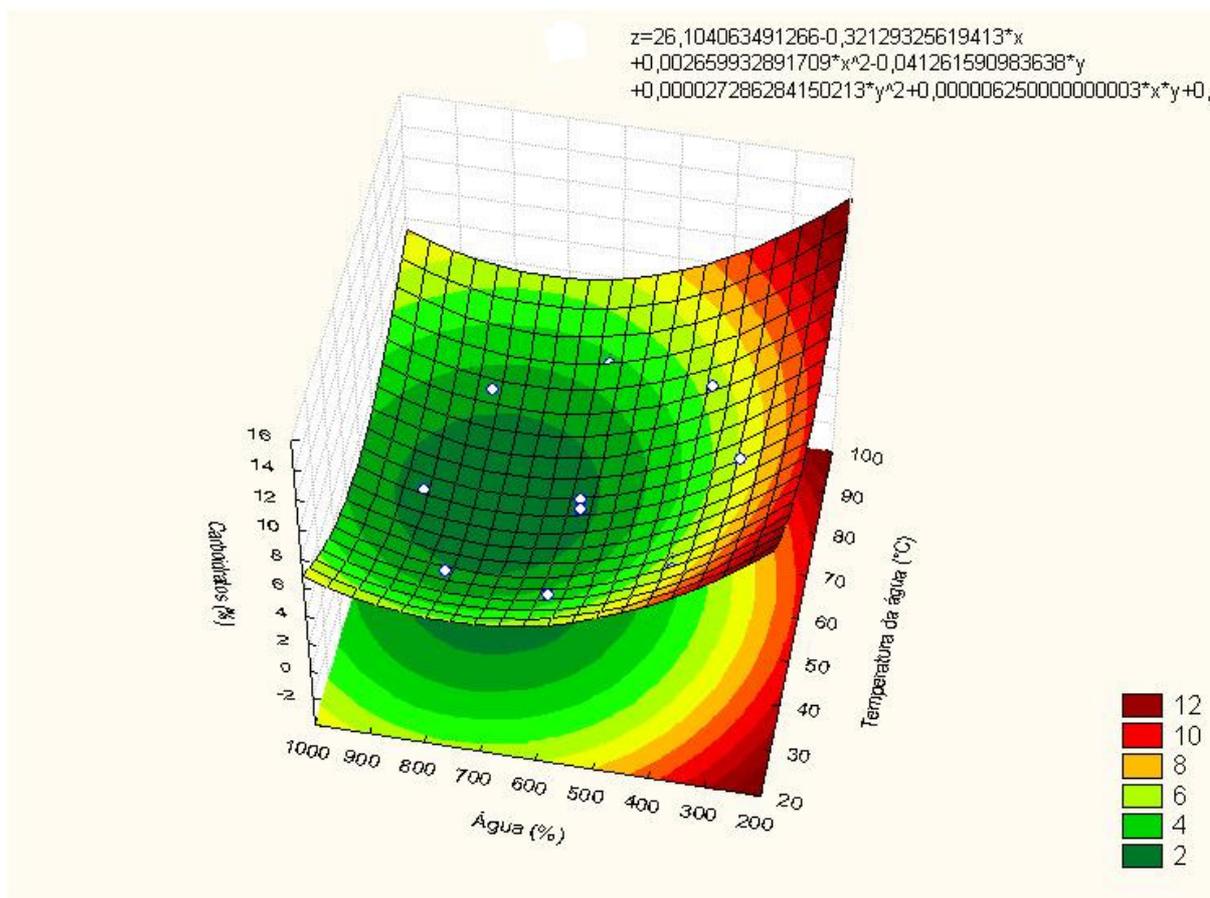


Figura 26 - Percentual de carboidratos do extrato hidrossolúvel da ACC em função da temperatura e da proporção de água.

Através da superfície de resposta obtida para a variável dependente “teor de carboidratos”, observa-se que este aumenta com a diminuição do percentual de água adicionado, bem como nos extremos do intervalo de temperatura avaliado (20°C a 100°C).

Tal comportamento pode ser explicado pelo fato dos diferentes tipos de carboidratos, de acordo com a classificação, apresentarem diferenças na solubilidade em água. Os monossacarídeos são muito solúveis em água fria. Oligossacarídeos, do tipo dissacarídeos, também são bastante solúveis em água. No entanto, os polissacarídeos, cujo principal representante na ACC é o amido, são insolúveis em água fria devido à força coletiva das interações do tipo ponte de hidrogênio que mantêm juntas as cadeias. No entanto, à medida que a temperatura é elevada até a temperatura inicial de gelatinização, a água começa a ser assimilada. Essa temperatura é característica para cada amido, mas se situa geralmente na faixa de 55 a 70°C (FENNEMA, 2000).

Com isso, em temperaturas mais baixas os açúcares simples e os dissacarídeos se solubilizam melhor, enquanto em temperaturas maiores há uma maior solubilização do amido.

Para definição da proporção de água a ser utilizada na produção do extrato hidrossolúvel da ACC, considerou-se, primeiramente, o teor de proteínas. Como o produto é uma proposta de alternativa ao leite bovino, a quantidade de água utilizada deve garantir um aporte de proteínas no produto igual ou maior ao do leite, tendo em vista que este último constitui-se numa das principais fontes de proteína da dieta. De acordo com a base de dados do *USDA* (2008), o leite bovino integral, com 3,25% de gordura, possui 3,22% de proteínas. Diante disso, avaliou-se a superfície de resposta correspondente ao teor de proteínas, e definiu-se a proporção de 600% de água como a ideal para garantir o mesmo aporte de proteínas do leite. A temperatura de 30°C foi escolhida, tendo em vista que temperaturas mais baixas resultam em maior teor de proteínas no extrato hidrossolúvel da ACC. Com isso, observa-se que 600% de água e temperatura da água de 30°C, garantirão um teor de proteínas do extrato hidrossolúvel de ACC de aproximadamente 4%. Além disso, o ajuste da temperatura da água para 30°C requer apenas um pequeno aquecimento, o que reduz os custos de processo do produto. Caso a temperatura escolhida fosse a de 20°C, principalmente na região Nordeste, seria necessário um resfriamento o que aumentaria os custos por se tratar de um processo que exige gastos elevados com energia elétrica.

As referidas condições fornecerão ainda, ao extrato hidrossolúvel da ACC, aproximadamente, 6,0% de lipídios, 0,3% de cinzas, 14,0% de sólidos totais e 4,0% de carboidratos. O teor de lipídios será praticamente o dobro do teor do leite bovino, no entanto, a fração lipídica do leite é constituída predominantemente de ácidos graxos saturados, enquanto a do extrato hidrossolúvel é insaturada, mais especificamente monoinsaturada, possuindo ácidos graxos essenciais do tipo ômega 6. O teor de cinzas obtido será praticamente metade do encontrado no leite (0,69%), enquanto sólidos totais e carboidratos estarão próximos aos valores fornecidos pelo USDA (2008), 11,68% e 4,52%, respectivamente.

4.5 Avaliação sensorial com consumidores

4.5.1 Caracterização dos provadores

Os resultados da caracterização da equipe de provadores com relação ao sexo estão apresentados na Figura 27.

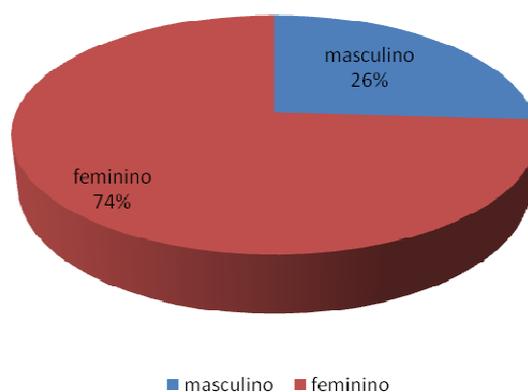


Figura 27 – Distribuição dos provadores por sexo.

De acordo com a figura acima, houve predominância do sexo feminino representando 74% dos provadores.

Na Figura 28 estão apresentadas as distribuições dos provadores por grau de escolaridade.

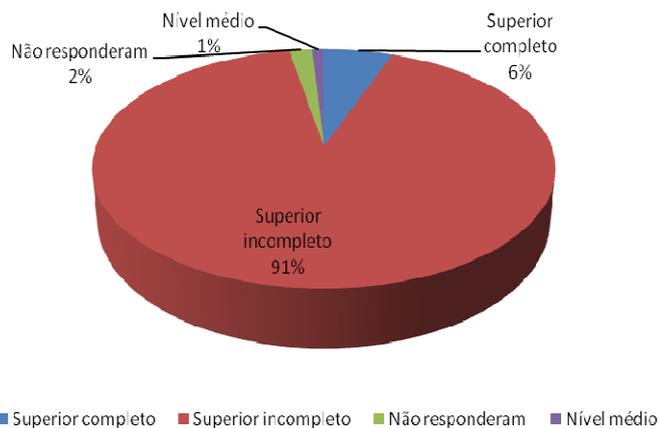


Figura 28 - Distribuição dos provedores por grau de escolaridade.

Quase a totalidade dos provedores possuía nível superior incompleto ou completo.

Na Figura 29, estão demonstrados os dados de frequência de faixa etária.

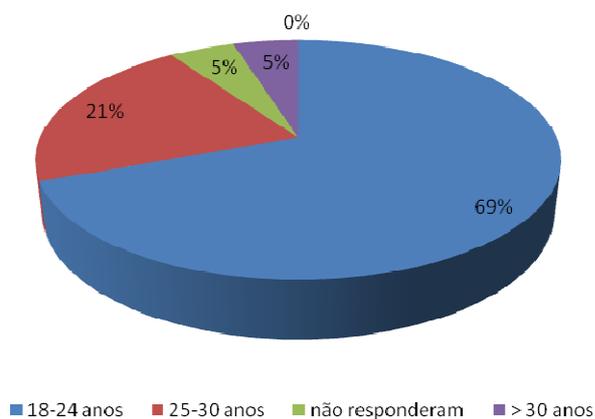


Figura 29 – Distribuição dos provedores por faixa etária.

Pode-se observar que 69% dos provedores situam-se na faixa etária de 18 a 24 anos, enquanto 21% encontram-se na faixa entre 25 e 30 anos. Portanto, 90% dos provedores são adultos jovens.

A Figura 30 apresenta a distribuição dos provedores em relação ao grau de gostar de amêndoa da castanha de caju.

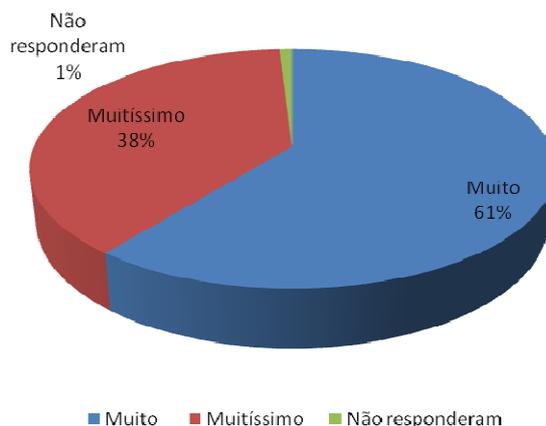


Figura 30 - Distribuição dos provadores por grau de gostar de amêndoa da castanha de caju.

De acordo com a Figura 30, 38% dos provadores atribuíram um alto grau de gostar à amêndoa da castanha de caju e 61% relataram gostar muito, estando assim aptos a avaliar produtos derivados da ACC.

Na Figura 31 estão apresentados os resultados de frequência de consumo.

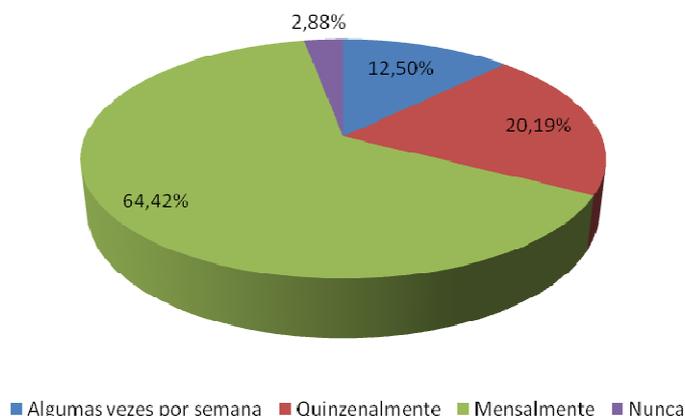


Figura 31 – Distribuição dos provadores por frequência de consumo de amêndoa da castanha de caju.

Neste estudo adotou-se a seguinte classificação para a frequência de consumo de amêndoa da castanha de caju: alto (algumas vezes por semana); moderado (quinzenalmente); baixo (mensalmente); sem consumo (nunca).

De acordo com os resultados, observa-se uma tendência expressiva de consumo do produto, quesito importante na avaliação sensorial, através de estudos com consumidores (STONE; SIDEL, 1993).

Entre os 104 provadores, 64,42% relataram consumir ACC algumas vezes por semana, o que expressa uma freqüência de consumo alta da maioria dos consumidores. Os percentuais de 20,19% e 12,15% referidos para consumo quinzenal e mensal, respectivamente, expressam um consumo de moderado a baixo.

A Figura 32 expressa os percentuais relacionados à forma de consumo habitual de ACC pelos provadores.

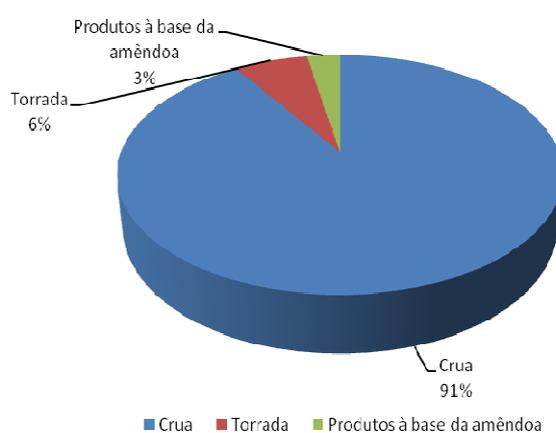


Figura 32 – Distribuição dos provadores por forma de consumo habitual de amêndoa da castanha de caju.

Praticamente a totalidade dos provadores costuma consumir a ACC na sua forma crua, sendo assim, possuem conhecimento a respeito das características dessa amêndoa podendo avaliar com bastante critério o extrato hidrossolúvel da ACC.

A Figura 33 apresenta os percentuais de provadores que possuíam ou não problemas relacionados à ingestão do leite, seja relativo à lactose (açúcar do leite) ou às proteínas do leite.

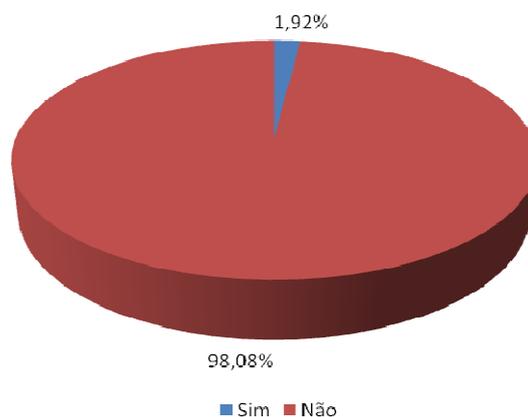


Figura 33 – Distribuição dos produtores por ausência ou presença de problemas relacionados à ingestão de leite.

Somente 1,92% dos produtores possuíam problemas relacionados à ingestão de leite bovino.

A Figura 34 mostra a quantidade de produtores que costumava consumir produtos alternativos ao leite, como “leite de soja”, “leite de arroz”, entre outros.

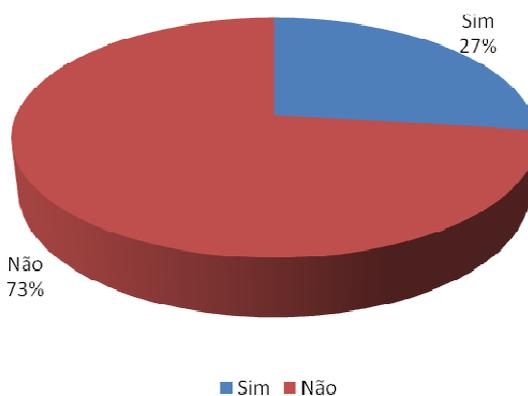


Figura 34 – Distribuição dos produtores por hábito de consumo de produtos alternativos ao leite.

Apesar de apenas 1,92% dos produtores possuírem problemas quanto à ingestão de leite bovino, 27% costumava consumir produtos alternativos ao leite. Tal fato sugere a participação no mercado e aceitação desse tipo de produto mesmo por quem não necessita consumi-lo.

4.5.2 Teste de aceitação das amostras

Os resultados da avaliação das amostras de extrato hidrossolúvel da ACC, que diferiam apenas pelo percentual de sacarose adicionada, representadas por EHC2, EHC3, EHC4 e EHC5 (2%, 3%, 4% e 5%, respectivamente), quanto à aceitação da aparência, aroma, sabor, corpo e impressão geral estão mostrados nas Figuras 35 a 39.

A frequência hedônica relacionada à aceitação da aparência pode ser observada na Figura 35.

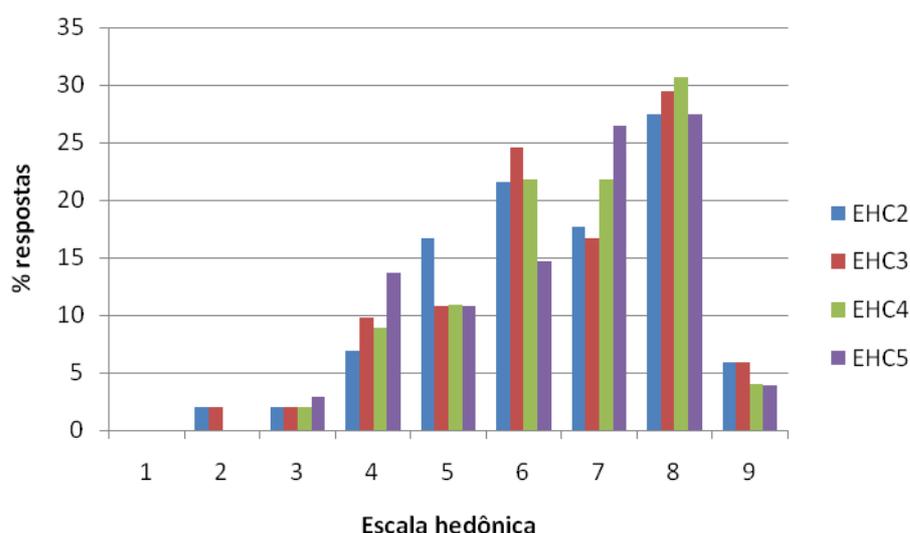


Figura 35 - Distribuição de frequência dos provadores para a avaliação da aceitação do atributo aparência das quatro amostras de extrato hidrossolúvel da ACC (EHC2: 2% de sacarose; EHC3: 3% de sacarose; EHC4: 4% de sacarose; EHC5: 5% de sacarose); Escala (1=desgostei muitíssimo; 5=nem gostei, nem desgostei; 9=gostei muitíssimo)

Observando-se os percentuais de respostas para o atributo aparência, verifica-se que as quatro amostras apresentaram bom nível de aceitação, tendo em vista que a maior frequência de respostas situa-se nas categorias de gostar (6-9). Além disso, todas as amostras alcançaram maiores percentuais de respostas na categoria 8 da escala hedônica, correspondente a “gostei muito”, com percentuais de 27,45%, 29,41%, 30,69% e 27,45% para as amostras EHC2, EHC3, EHC4, EHC5, respectivamente.

Analisando-se os extremos da escala, todas as amostras atingiram mais de 70% de respostas entre as categorias de gostar da escala (6=gostei ligeiramente-9=gostei muitíssimo). Nestas categorias as amostras EHC2 e EHC3 alcançaram, respectivamente, 72,55% e 76,47%

de respostas, enquanto as amostras EHC4 e EHC5 atingiram 78,21% e 72,54%, respectivamente.

As respostas obtidas na avaliação da aceitação do aroma podem ser visualizadas na Figura 36.

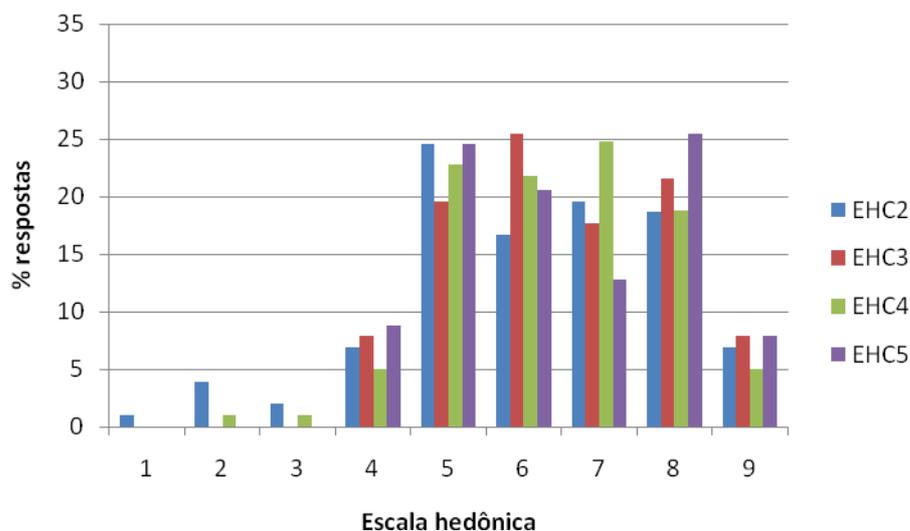


Figura 36 - Distribuição de frequência dos provadores para a avaliação da aceitação do atributo aroma das quatro amostras de extrato hidrossolúvel da ACC (EHC2: 2% de sacarose; EHC3: 3% de sacarose; EHC4: 4% de sacarose; EHC5: 5% de sacarose); Escala: 1=desgostei muitíssimo; 5=nem gostei nem desgostei; 9=gostei muitíssimo).

De acordo com os percentuais de respostas referentes à aceitação do atributo aroma, observa-se que as amostras também apresentaram bom nível de aceitação deste atributo, tendo em vista que o maior percentual das respostas se situa nas categorias de gostar (6-9). No entanto, cada amostra apresentou maior frequência de respostas em categorias diferentes da escala. A amostra EHC2 obteve maior frequência de respostas na categoria 5 da escala (24,51%), correspondente a “nem gostei, nem desgostei”. A amostra EHC3 alcançou maior frequência na categoria 6 da escala (25,49%), correspondente a “gostei ligeiramente”. A amostra EHC4 recebeu maior número de respostas na categoria 7 da escala (24,75%), correspondente a “gostei moderadamente” e a amostra EHC5 na categoria 8 (25,49%), equivalente a “gostei muito”. Com isso, observa-se que quanto maior a concentração de sacarose da amostra maior a categoria da escala com maior percentual de respostas.

As amostras avaliadas atingiram mais de 60% de respostas entre as categorias de gostar da escala (6=gostei ligeiramente-9=gostei muitíssimo). As amostras EHC2 e EHC5

alcançaram um total de 61,77% e 66,66% de respostas, respectivamente. No entanto, as amostras EHC3 e EHC4 acumularam 72,55% e 70,29% de respostas, entre estas categorias, respectivamente.

Os percentuais de respostas entre os níveis da escala hedônica para o atributo sabor podem ser visualizados na Figura 37.

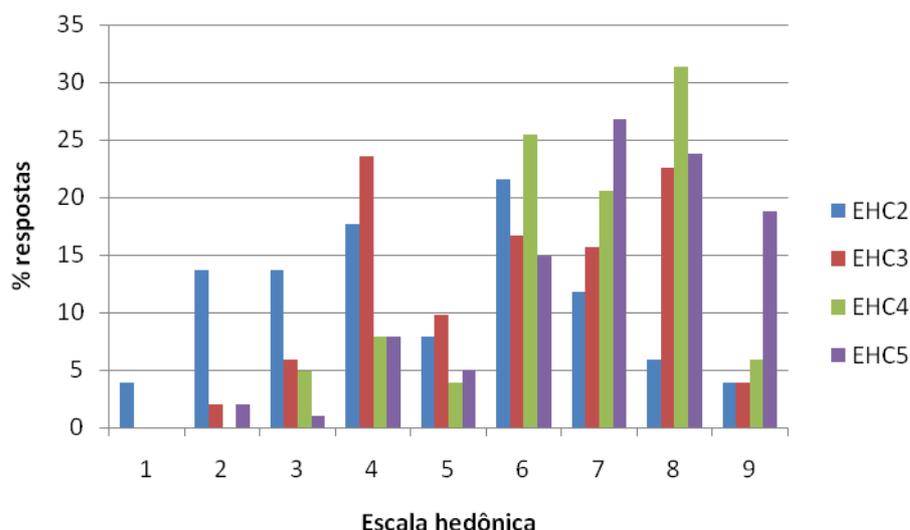


Figura 37 - Distribuição de frequência dos provadores para a avaliação da aceitação do atributo sabor das quatro amostras de extrato hidrossolúvel da ACC (EHC2: 2% de sacarose; EHC3: 3% de sacarose; EHC4: 4% de sacarose; EHC5: 5% de sacarose). Escala: 1=desgostei muitíssimo; 5=nem gostei, nem desgostei; 9=gostei muitíssimo)

As respostas referentes ao atributo sabor apresentaram distribuição entre todos os níveis da escala e uma maior divergência entre os resultados de cada amostra. Cada amostra apresentou maior frequência de respostas numa categoria diferente da escala. A amostra EHC2 obteve maior frequência de respostas na categoria 6 da escala (21,57%), correspondente a “gostei ligeiramente”. A amostra EHC3 alcançou maior frequência na categoria 4 da escala (23,53%), correspondente a “desgostei ligeiramente”. A amostra EHC4 recebeu maior número de respostas na categoria 8 da escala (31,37%), correspondente a “gostei muito” e a amostra EHC5 na categoria 7 (26,73%), equivalente a “gostei moderadamente”. Então, observa-se que houve um aumento da aceitação até a amostra com concentração de 4% de sacarose (EHC4) e a amostra com concentração de 5% (EHC5) apresentou um pequeno declínio da aceitação do sabor.

O percentual de respostas distribuídas entre as categorias de gostar da escala (6=gostei ligeiramente-9=gostei muitíssimo), de cada amostra, situou-se entre 40% e 80%. As amostras EHC2 e EHC3 alcançaram, respectivamente, um total de 43,13% e 58,83% de respostas. No entanto, as amostras EHC4 e EHC5 acumularam 83,33% e 84,15% de respostas, entre estas categorias, respectivamente, indicando o ótimo nível de aceitação do sabor dessas amostras.

As respostas obtidas na avaliação da aceitação do atributo corpo, das amostras de extrato hidrossolúvel da ACC, são mostradas na Figura 38.

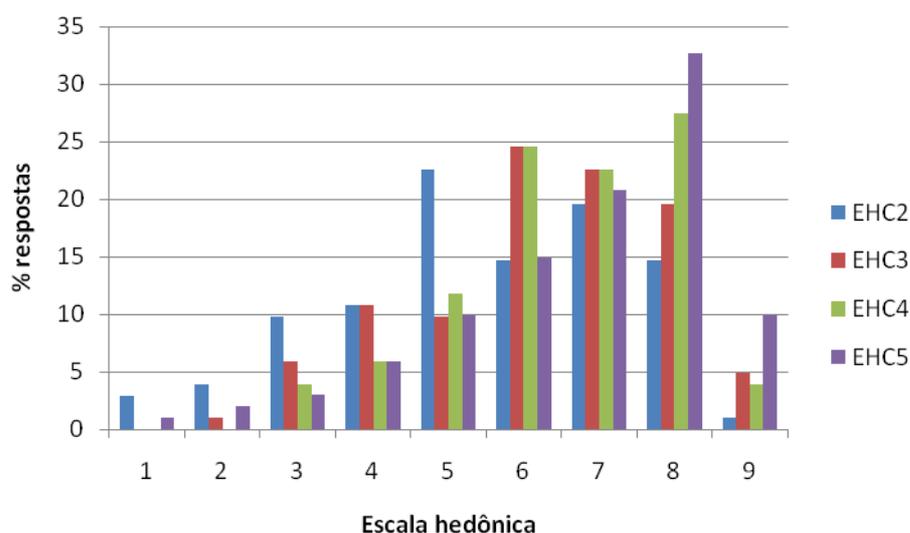


Figura 38 - Distribuição de frequência dos provadores para a avaliação da aceitação do atributo corpo das quatro amostras de extrato hidrossolúvel da ACC (EHC2: 2% de sacarose; EHC3: 3% de sacarose; EHC4; 4% de sacarose; EHC5: 5% de sacarose). Escala: 1=desgostei muitíssimo; 5=nem gostei, nem desgostei; 9=gostei muitíssimo).

Avaliando-se a frequência de respostas hedônicas para o atributo corpo, verifica-se a distribuição das respostas entre todas as categorias da escala com maior acumulação entre as categorias referentes a gostar (6-9). A amostra EHC2 obteve maior frequência de respostas na categoria 5 da escala (22,55%), correspondente a “nem gostei nem desgostei”. No entanto, a amostra EHC3 alcançou maior frequência na categoria 6 da escala (24,51%), correspondente a “gostei ligeiramente”. As amostras EHC4 e EHC5 receberam maior número de respostas na categoria 8 da escala (27,45% e 32,67%, respectivamente), correspondente a “gostei muito”. Observa-se que houve um aumento da aceitação das amostras de menor concentração até as de maior concentração de sacarose.

O percentual de respostas distribuídas entre as categorias de gostar da escala (6=gostei ligeiramente-9=gostei muitíssimo), de cada amostra, situou-se entre 40% e 80%. A amostra EHC2 obteve 49,99% de respostas entre estas categorias da escala e a amostra EHC3 alcançou um total de 71,57%. No entanto, as amostras EHC4 e EHC5 acumularam praticamente o mesmo percentual de respostas entre as categorias de gostar da escala hedônica, 78,43% e 78,21%, respectivamente.

As notas da avaliação da aceitação da impressão geral das amostras de extrato hidrossolúvel da ACC podem ser verificadas na Figura 39.

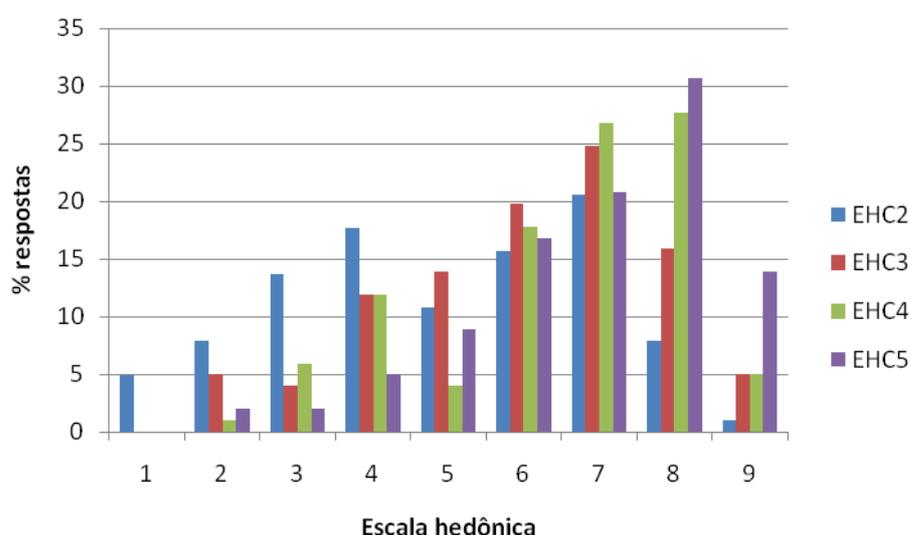


Figura 39 - Distribuição de frequência dos provadores para a avaliação da impressão geral das quatro amostras de extrato hidrossolúvel da ACC (EHC2: 2% de sacarose; EHC3: 3% de sacarose; EHC4; 4% de sacarose; EHC5: 5% de sacarose). Escala: 1=desgostei muitíssimo; 5=nem gostei, nem desgostei; 9=gostei muitíssimo).

Na avaliação da impressão geral, todos os atributos da amostra são avaliados ao mesmo tempo. Observando-se a frequência das respostas hedônicas para a impressão geral, verifica-se uma distribuição das respostas entre todas as categorias da escala com maior frequência entre as categorias referentes a gostar (6-9). As amostras EHC2 e EHC3 alcançaram maior frequência de respostas na categoria 7 da escala (20,59% e 24,75%, respectivamente), correspondente a “gostei moderadamente”. No entanto, as amostras EHC4 e EHC5 acumularam maior número de respostas na categoria 8 da escala (27,72% e 30,69%, respectivamente), correspondente a “gostei muito”.

Em relação à impressão geral, as amostras apresentaram um percentual de respostas distribuídas entre as categorias de gostar da escala (6=gostei ligeiramente-9=gostei muitíssimo) situado entre 45% e 85%. A amostra EHC2 obteve 45,10% de respostas entre estas categorias da escala e a amostra EHC3 alcançou um total de 65,34%. No entanto, a amostra EHC4 acumulou 77,22% de respostas entre estas categorias. A amostra EHC5 alcançou o maior percentual de respostas acumuladas, 82,17%, entre as categorias de gostar da escala hedônica.

As médias e os respectivos desvios padrão das respostas hedônicas, para cada atributo, podem ser visualizados na Tabela 13.

Tabela 13 – Médias, desvios padrão e resultados do teste Tukey ($p \leq 0,05$) das quatro amostras de extrato hidrossolúvel da ACC (EHC2: 2% de sacarose; EHC3: 3% de sacarose; EHC4; 4% de sacarose; EHC5: 5% de sacarose).

Amostra	APARÊNCIA	AROMA	SABOR	CORPO	GERAL
EHC2	6,46 ^a ±1,60	6,13 ^a ±1,77	4,76 ^a ±2,10	5,48 ^a ±1,88	4,96 ^a ±2,02
EHC3	6,53 ^a ±1,56	6,49 ^a ±1,43	5,90 ^b ±1,82	6,19 ^b ±1,70	6,02 ^b ±1,77
EHC4	6,60 ^a ±1,45	6,38 ^a ±1,41	6,67 ^c ±1,54	6,54 ^{bc} ±1,45	6,48 ^{bc} ±1,68
EHC5	6,46 ^a ±1,56	6,45 ^a ±1,51	6,99 ^c ±1,65	6,72 ^c ±1,76	6,91 ^c ±1,63

Escala: 1=desgostei muitíssimo; 5=nem gostei nem desgostei; 9=gostei muitíssimo

^{a, b, c} Médias com letras iguais, em mesma coluna, não diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% de significância.

As médias das respostas da aceitação das amostras para os atributos aparência e aroma situaram-se entre 6 (“gostei ligeiramente”) e 7 (“gostei moderadamente”) não diferindo significativamente entre si ($p > 0,05$).

Em relação à aceitação do sabor, as médias apresentaram uma variabilidade maior, situando-se entre 4 (“desgostei ligeiramente”) e 7 (“gostei moderadamente”). As amostras EHC2 e EHC3 obtiveram as menores médias, diferindo das demais amostras e entre si ($p \leq 0,05$). As amostras EHC4 e EHC5 apresentaram as maiores médias e não apresentaram diferença entre elas ($p > 0,05$), no entanto diferiram das demais amostras ($p \leq 0,05$).

Na avaliação do corpo das amostras, as médias também apresentaram variabilidade, situando-se entre 4 (“desgostei ligeiramente”) e 7 (“gostei moderadamente”). A amostra

EHC2 obteve a menor média, diferindo de todas as demais ($p \leq 0,05$). As amostras EHC3 e EHC4 apresentaram médias próximas a 6 (“gostei ligeiramente”), não apresentando diferença significativa entre si ($p > 0,05$). A amostra EHC5 obteve a maior média de aceitação do atributo corpo, correspondente a “gostei moderadamente”, e não diferiu ($p > 0,05$) apenas da amostra EHC4. Comportamento semelhante foi observado entre as médias das amostras em relação à aceitação da impressão geral.

4.5.3 Atitude de consumo

Os resultados da atitude de consumo dos provadores em relação às quatro amostras de extrato hidrossolúvel da ACC estão representados na Figura 40.

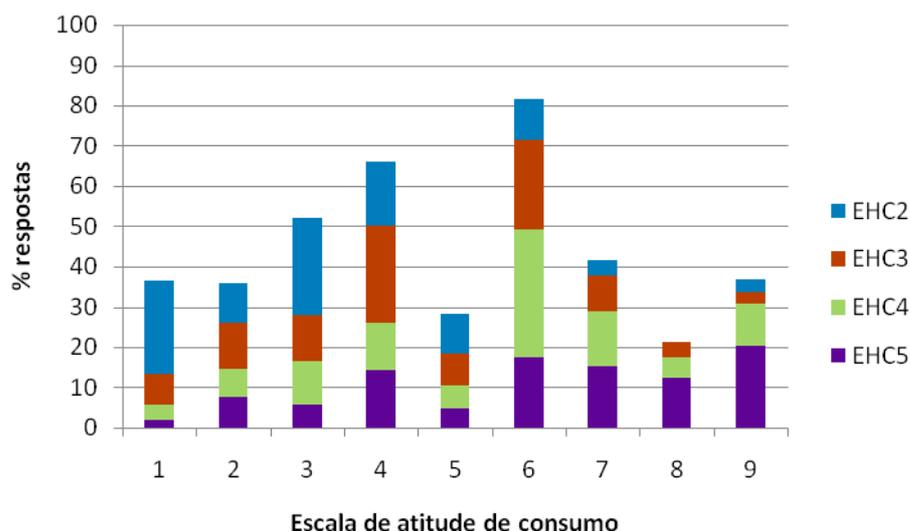


Figura 40 - Distribuição de frequência dos provadores para a atitude de consumo das quatro amostras de extrato hidrossolúvel da ACC (EHC2: 2% de sacarose; EHC3: 3% de sacarose; EHC4: 4% de sacarose; EHC5: 5% de sacarose).

As respostas para a atitude de consumo dos provadores em relação às quatro amostras, revelam que o maior percentual de respostas da amostra EHC2 ocorreu na categoria 3 (“raramente beberia”) da escala e corresponde a 24,00% das respostas. A amostra EHC3 acumulou mais respostas na categoria 4 (“beberia se estivesse disponível, mas não iria procurar”) com um valor de 24,04%. Contudo, a categoria de maior percentual de respostas da amostra EHC4 foi a 6 (“gosto e beberia de vez em quando”) com 32,04% das respostas e a da amostra EHC5 foi a categoria 9 (“beberia sempre que tivesse oportunidade”) acumulando 20,19% das respostas.

Verifica-se que as amostras com maior percentual de sacarose, acumularam um maior número de respostas entre as categorias que indicam gostar e consumir o produto (9=beberia sempre que tivesse oportunidade-6=gosto e beberia de vez em quando). A amostra EHC4 obteve 61,16% de respostas entre estas categorias e a amostra EHC5 acumulou 65,38%. No entanto as amostras EHC2 e EHC3, que possuem menor percentual de sacarose e, portanto menor doçura, atingiram apenas 17,00% e 37,49% de respostas, respectivamente, entre estes níveis da escala.

Portanto, possivelmente as amostras com concentração de sacarose entre 4% e 5% apresentariam uma doçura apreciada pelos consumidores, influenciando positivamente a atitude de consumir o extrato hidrossolúvel da ACC. Amostras com teor de sacarose inferior a 4%, no entanto não apresentariam doçura suficiente para serem apreciadas e o consumidor dificilmente consumiria o produto.

4.5.4 Atitude de compra

Os percentuais das respostas dos provadores para a atitude de compra destes em relação às quatro amostras de extrato hidrossolúvel da ACC são mostrados na Figura 41.

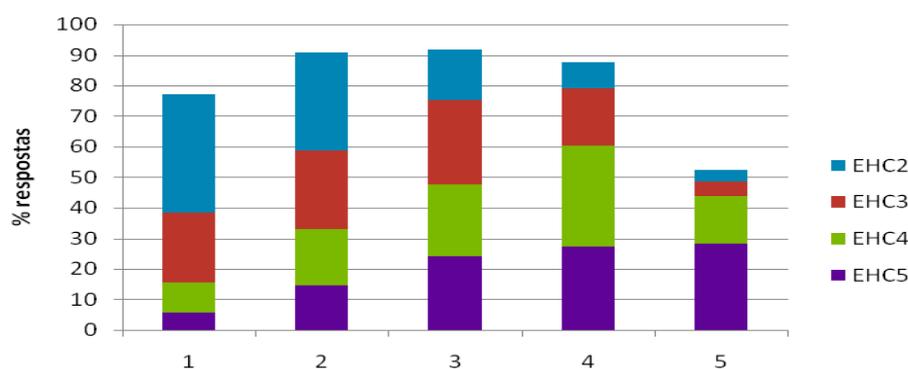


Figura 41 - Distribuição de frequência dos provadores para a atitude de compra das quatro amostras de extrato hidrossolúvel da ACC (EHC2: 2% de sacarose; EHC3: 3% de sacarose; EHC4: 4% de sacarose; EHC5: 5% de sacarose). Escala (1=certamente não compraria; 3=talvez comprasse, talvez não comprasse; 5=certamente compraria).

As respostas para a atitude de compra do consumidor frente às amostras com diferentes concentrações de sacarose, indicam que a categoria em que a amostra EHC2 recebeu o maior percentual de respostas (38,83%) foi a 1, correspondente a “certamente não compraria”. A

amostra EHC3 acumulou mais respostas (27,72%) na categoria 3, equivalente a “talvez comprasse, talvez não comprasse”. No entanto, a categoria de maior percentual de respostas (33,01%) da amostra EHC4 foi a 4, correspondente a “provavelmente compraria” e o maior percentual de respostas (28,16%) da amostra EHC5 foi na categoria 5, equivalente a “certamente compraria”.

O número de respostas entre as categorias de compra do produto (5=certamente compraria e 4=provavelmente compraria) foi crescente da amostra de menor percentual de sacarose (EHC2) para a de maior (EHC5). Os percentuais de respostas entre estas categorias da escala, verificados para as amostras EHC2, EHC3, EHC4 e EHC5, foram 12,62%, 23,76%, 48,54% e 55,34%, respectivamente.

Portanto, a atitude do consumidor em relação à compra das amostras, mostrou-se semelhante à atitude de consumo. As amostras com maiores concentrações de sacarose seriam compradas, enquanto as de menor concentração não seriam compradas ou talvez fossem compradas.

4.5.5 Determinação da concentração ideal de sacarose

A escala relativa ao ideal (“Just Right Scale”) é usada para estimar a conveniência dos níveis de atributos sensoriais específicos. Os dados obtidos com essa escala fornecem uma idéia da proporção de consumidores que distinguem cada amostra em certo caminho. Como regra geral, para concluir que um atributo encontra-se num nível ótimo, um mínimo de 70% de respostas são esperadas para estar no nível “ideal” e para concluir que um atributo não está no nível ótimo, um mínimo de 20% de consumidores é normalmente necessário nas categorias “mais que o ideal” ou “menos que o ideal” (MEULLENET, XIONG, FINDLAY, 2007 apud VILLEGAS et al., 2009).

De acordo com os resultados obtidos (Tabela 14), nenhuma das amostras alcançou o nível ótimo de doçura. O percentual de consumidores que consideraram a doçura das amostras “ideal” é menor que 50% para todas as amostras, sendo este percentual decrescente da amostra com 5% de sacarose à amostra com 2%. Nesse caso, para todas as amostras, as respostas nas categorias “menos que o ideal” ou “mais que o ideal” são maiores que 20%.

Tabela 14 - Percentual de respostas por categoria da escala relativa ao ideal para as quatro amostras de extrato hidrossolúvel da ACC (EHC2: 2% de sacarose; EHC3: 3% de sacarose; EHC4: 4% de sacarose; EHC5: 5% de sacarose).

Escala	Percentual de respostas das amostras			
	EHC2	EHC3	EHC4	EHC5
4	0	0,97	2,91	1,94
3	2,91	1,94	3,88	7,77
2	0	1,94	6,8	14,56
1	5,83	13,59	21,36	17,48
0	9,71	16,5	32,04	42,72
-1	28,16	37,86	22,33	13,59
-2	21,36	12,62	7,77	0,97
-3	20,39	12,62	1,94	0,97
-4	11,65	1,94	0,97	0

Escala: 4= extremamente mais doce que o ideal; 0= ideal; -4= extremamente menos doce que o ideal

Na Figura 42 observa-se a distribuição das notas obtidas no teste da escala relativa ao ideal, na avaliação da intensidade de doçura, das quatro amostras de extrato hidrossolúvel da ACC.

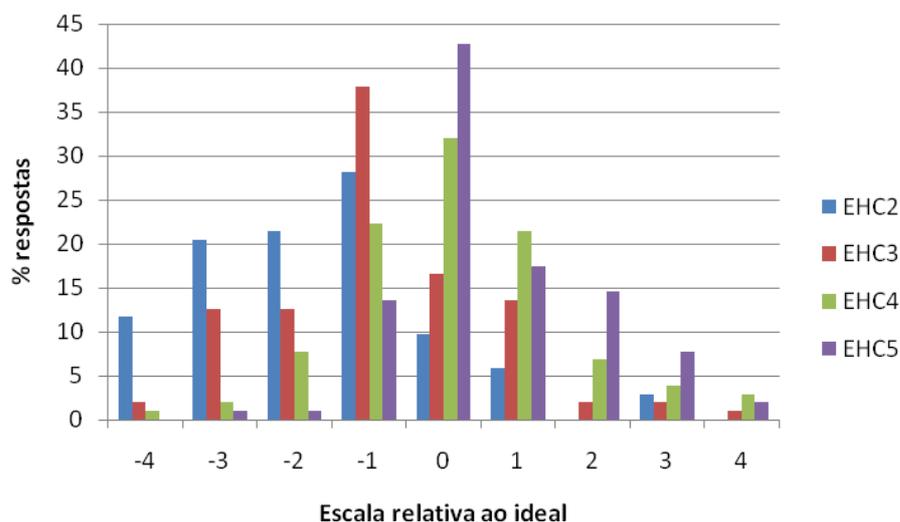


Figura 42 - Percentual de respostas por categoria da escala relativa ao ideal (4= extremamente mais doce que o ideal; 0= ideal; -4= extremamente menos doce que o ideal) para as quatro amostras de extrato hidrossolúvel da ACC (EHC2: 2% de sacarose; EHC3: 3% de sacarose; EHC4: 4% de sacarose; EHC5: 5% de sacarose).

A amostra EHC2 obteve maior percentual de respostas (28,16%) na categoria (-1) da escala, correspondente a “ligeiramente menos doce que o ideal” e apresentou um total de 8,74% de respostas nas categorias “mais que o ideal” e 81,56% nas “menos que o ideal”. Dessa forma, observa-se que 2% de sacarose não fornece a doçura ideal para o extrato hidrossolúvel da ACC.

Em relação à amostra EHC3, o maior percentual de respostas ocorreu também na categoria (-1) da escala e o percentual total de respostas nas categorias “mais que o ideal” foi de 18,44%, enquanto nas categorias “menos que o ideal” foi de 65,04%. Tal resultado sugere que 3% de sacarose, também não foi suficiente para fornecer a doçura ideal ao produto.

No entanto, a amostra EHC4 apresentou resultados mais equilibrados entre as categorias da escala relativa ao ideal. O maior percentual de respostas ocorreu na categoria (-1) da escala correspondente a “ligeiramente menos doce que o ideal”, com 22,33% de respostas. Contudo, este percentual foi muito próximo do obtido na categoria oposta +1 (21,36%), correspondente a “ligeiramente mais doce que o ideal”. O mesmo comportamento foi observado no percentual total nas categorias “mais que o ideal” e “menos que o ideal”, onde o primeiro foi 34,95% e o segundo 33,01%. Diante dos resultados, verifica-se que 4% de sacarose ainda não fornece a doçura ideal ao extrato hidrossolúvel da ACC, encontra-se abaixo desse valor. No entanto, encontra-se bem próximo da concentração ideal de sacarose.

Verificou-se que a amostra EHC5 encontra-se com concentração de sacarose maior que a ideal, pois o maior percentual de respostas foi obtido na categoria +1 (“ligeiramente mais doce que o ideal”) com 17,48% de respostas. Somando-se os percentuais, encontrou-se 41,75% de respostas para as categorias “mais que o ideal” e 15,53% para as categorias “menos que o ideal”. Este resultado sugere que a amostra adicionada de 5% de sacarose encontra-se com a doçura mais forte que o ideal. Comportamento diferente foi encontrado para as demais amostras, com menores concentrações de sacarose.

Diante do exposto, verifica-se que a concentração ideal de sacarose encontra-se entre 4% e 5%, sendo mais próximo dos 4%. O valor exato da concentração de sacarose a ser adicionada ao extrato hidrossolúvel da ACC, para fornecer a doçura ideal, foi encontrado através de regressão linear do gráfico traçado com os valores das médias dos resultados

obtidos para cada amostra. Igualando “y” a zero na equação da reta, encontrou-se o ponto onde a reta toca o eixo “x”, que representa o valor da concentração ideal de sacarose.

A opinião dos provadores, verificada no teste utilizando escala relativa ao ideal, foi transformada em médias, que variavam de -4 a +4, sendo que a doçura ideal correspondia ao valor 0 (zero). A partir da equação da reta obtida (Figura 43), calculou-se que a concentração ideal de sacarose a ser adicionada ao extrato hidrossolúvel da ACC é de 4,2%.

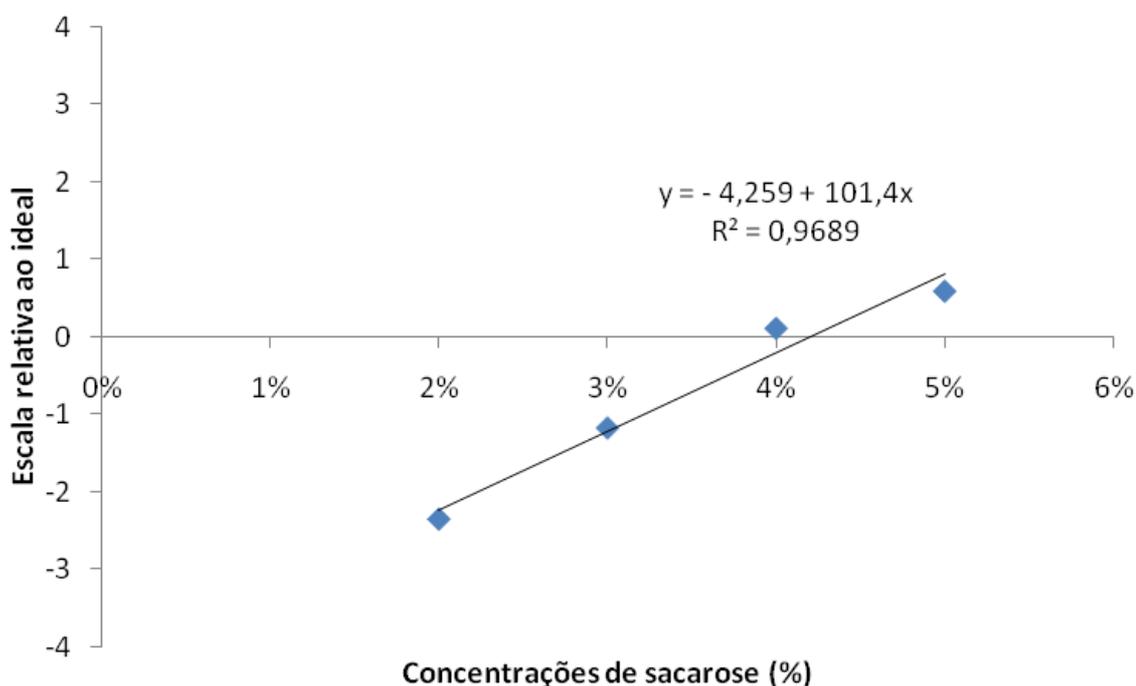


Figura 43 - Concentração ideal de sacarose para o extrato hidrossolúvel da ACC obtida com o uso da escala relativa ao ideal (4= extremamente mais doce que o ideal; 0= ideal; -4= extremamente menos doce que o ideal).

Da mesma forma, observou-se que traçando um gráfico com a soma dos percentuais das categorias “mais que o ideal” e outro com a soma dos percentuais das categorias “menos que o ideal” de cada amostra, o ponto de encontro das duas retas, após a linearização, representa a concentração ideal de sacarose (Figura 44). Este valor é obtido igualando-se as equações das duas retas. Trata-se de uma forma não usual de avaliação dos dados do teste da escala relativa ao ideal, não tendo sido encontradas referências dessa metodologia na literatura consultada.

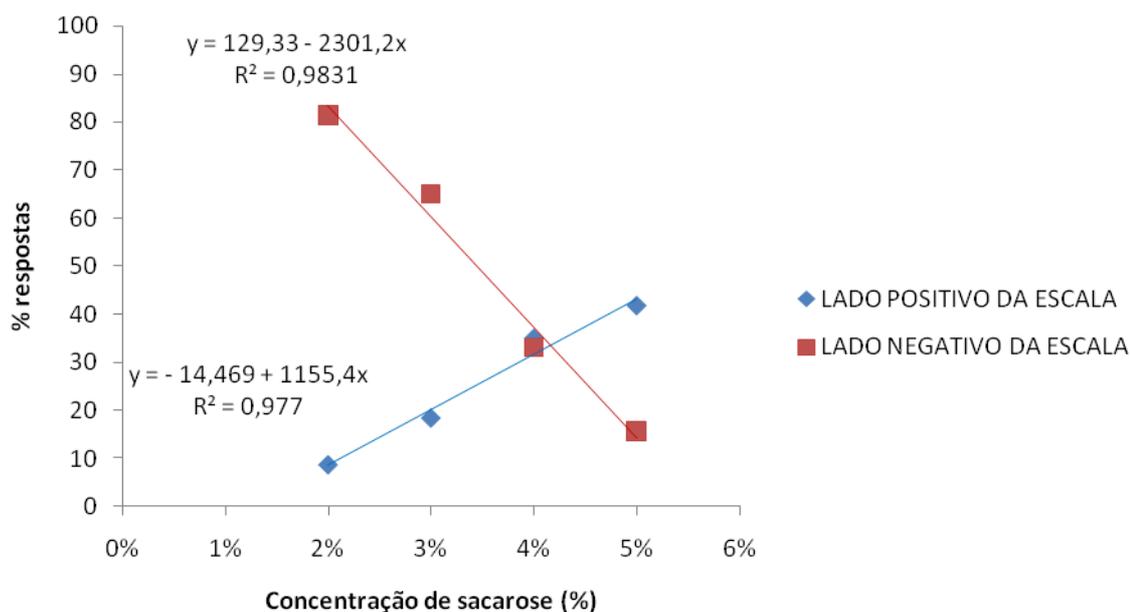


Figura 44 - Percentual de respostas em cada categoria da escala relativa ao ideal (escala: + 4= extremamente mais doce que o ideal; 0= ideal; -4= extremamente menos doce que o ideal) para as amostras de extrato hidrossolúvel da ACC com diferentes concentrações de sacarose.

Igualando-se as equações das retas obtidas obteve-se o percentual de 4,2% de sacarose a ser adicionada ao extrato hidrossolúvel da ACC para obter uma doçura ideal. Isso porque o ponto de encontro das retas representa o ponto ideal da concentração de sacarose.

4.6 Caracterização físico-química do extrato hidrossolúvel da ACC

As médias e os respectivos desvios padrão da caracterização físico-química do produto com a formulação e processamento finais definidos estão mostrados na Tabela 15.

Tabela 15 – Médias e desvios padrão da composição centesimal do extrato hidrossolúvel da ACC, em base úmida (g/100g de amostra).

Proteínas	Lipídios	Sólidos totais	Cinzas	Carboidratos
4,74±0,28	6,20±1,46	16,59±0,33	0,41±0,01	5,24±1,88

Os resultados encontrados foram concordantes com os esperados, de acordo com a análise das superfícies de respostas, onde se esperava obter um produto com, aproximadamente, 4,0% de proteínas, 6,0% de lipídios, 0,3% de cinzas, 14,0% de sólidos

totais (85% de umidade) e 4,0% de carboidratos. O pH médio do extrato hidrossolúvel da ACC foi de 6,09, bastante próximo do pH das amêndoas da castanha de caju.

4.7 Determinação de minerais no extrato hidrossolúvel da ACC

A Tabela 16 fornece os teores determinados de cálcio, ferro, fósforo e selênio do extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju (ACC), bem como os valores destes mesmos minerais para a ACC e para o leite bovino integral, fornecidos pela base de dados do *United States Department of Agriculture – USDA* (2008).

Tabela 16 – Teor de alguns minerais do extrato hidrossolúvel da ACC, da amêndoa e do leite bovino integral.

Produto	Cálcio (mg/100g)	Ferro (mg/100g)	Fósforo (mg/100g)	Selênio (mcg/100g)
Extrato	1,79	0,35	60	5,7
ACC	37	6,68	593	19,9
Leite bovino	113	0,03	91	3,7

De acordo com a Tabela acima, o extrato hidrossolúvel da ACC apresentou teor de cálcio inferior ao do leite bovino, não podendo assim substituí-lo como fonte de cálcio na dieta. A ingestão diária recomendada (IDR) de cálcio para adultos é de 1000mg/dia (BRASIL, 2005), assim seria necessário a ingestão de uma quantidade muito grande do extrato hidrossolúvel da ACC para fornecer a IDR, enquanto do leite é necessária a ingestão de somente 900g (3 a 4 copos). Observa-se que a própria matéria-prima (ACC) possui quantidade de cálcio inferior à do leite. Portanto, sugere-se a realização de estudos posteriores para enriquecimento do extrato hidrossolúvel da ACC com este mineral conforme o realizado por Deliza et al. (2005) com o extrato hidrossolúvel da soja.

Em relação ao teor de ferro, o extrato apresentou quantidade cerca de 10 vezes superior à encontrada no leite bovino. A IDR de ferro para adultos é de 14 mg/dia (BRASIL, 2005), portanto, o extrato hidrossolúvel da ACC pode contribuir para o alcance da IDR, possuindo vantagem em relação ao leite quanto ao aporte desse mineral.

O teor de fósforo apresentou valor aproximado ao do leite, no entanto inferior. A IDR de fósforo para adultos é de 700mg/dia (BRASIL, 2005), assim estes dois produtos, o extrato e o leite podem contribuir significativamente para o alcance deste valor.

A quantidade de selênio encontrada no extrato hidrossolúvel da ACC foi superior a normalmente encontrada no leite. O teor presente no produto pode suprir a IDR de 34mcg/dia (BRASIL, 2005) com a ingestão de pouco mais de dois copos de 250 mL por dia, pois 597g do extrato (equivalente a 597mL) possui o valor da IDR. A função mais conhecida do selênio é a de antioxidante, que ocorre por meio da associação desse elemento com a enzima glutathiona peroxidase. Além de atuar na destoxificação do peróxido de hidrogênio e de outros peróxidos orgânicos, a glutathiona peroxidase atua também na manutenção de grupos sulfidrila vitais na forma reduzida, na síntese de hormônios derivados do ácido araquidônico e no metabolismo de compostos estranhos ao organismo (FERREIRA, 2002).

Comparando-se os valores de cálcio, ferro, fósforo e selênio presentes na matéria-prima (ACC) com os encontrados no produto final, observa-se que o mineral mais retido no produto, após a centrifugação, foi o selênio. Os componentes da castanha foram diluídos numa proporção de seis vezes em água e multiplicando-se o valor de selênio encontrado no produto por seis encontra-se um valor maior do que o referido para a amêndoa da castanha de caju (ACC). A perda de parte desses minerais ocorreu através da remoção do resíduo.

4.8 Valor calórico do extrato hidrossolúvel da ACC

O valor calórico do extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju foi de 95,72kcal/100g, valor este maior que o do leite integral que é cerca de 60kcal/100g (USDA, 2008). No entanto, o valor do extrato foi maior devido ao fato deste possuir maior teor de lipídios, cerca de 6,20% enquanto o leite integral possui, aproximadamente, 3,25%. Além disso, os lipídios são os componentes que mais contribuem com energia metabolizável. Por tal motivo, verifica-se a necessidade da realização de estudos posteriores a este visando à redução padronizada do teor lipídico do extrato hidrossolúvel da ACC ou até mesmo a eliminação obtendo um produto correspondente ao leite desnatado.

4.9 Composição centesimal do resíduo

Visando observar quais componentes eram perdidos na etapa de centrifugação, bem como fornecer subsídios para estudos subseqüentes com este resíduo, a composição centesimal foi avaliada. Os resultados são mostrados na Tabela 17.

Tabela 17 – Médias e respectivos desvios padrão da composição centesimal do resíduo resultante do processamento do extrato hidrossolúvel da ACC, em base úmida (g/100g de amostra).

Proteínas	Lipídios	Umidade	Cinzas	Carboidratos	Amido
0,58±0,06	0,40±0,015	82,39±0,84	0,41±0,02	16,22	4,54

Com exceção do teor de umidade que representa 82,39% da composição do resíduo, há a predominância de carboidratos correspondendo a 16,22%, sendo 4,54% somente amido. Proteínas e lipídios estão presentes em pequenas quantidades, representando 0,58% e 0,40%, respectivamente. O teor de cinzas corresponde a 0,41%.

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

- Para a elaboração do extrato hidrossolúvel da ACC, a utilização de bandas e batoques do tipo 1 é adequada, permitindo a obtenção de um produto de boa aceitação sensorial, de cor branca similar à do leite;

- As amêndoas quebradas, bandas e batoques do tipo 1, utilizadas como matéria-prima para obtenção do extrato hidrossolúvel da ACC apresentaram como componentes majoritários lipídios e carboidratos, intermediário proteínas e em menor proporção umidade e cinzas;

- A proporção de água a ser adicionada na etapa inicial de obtenção do extrato hidrossolúvel da ACC que fornece teor de proteínas semelhante ao do leite bovino é de 600% (proporção 1:6 amêndoas:água) e a temperatura é de 30°C, tendo em vista que uma temperatura superior resultaria em um produto com menor conteúdo protéico;

- O extrato hidrossolúvel obtido, após a otimização das condições de processamento, caracteriza-se por valor médio de 6,20% de lipídios, 0,41% de cinzas, 16,59% de sólidos totais (83,41% de umidade) e 5,24% de carboidratos e o pH médio de 6,09, bastante próximo ao da matéria-prima original;

- O extrato hidrossolúvel da ACC apresentou teores de ferro e selênio mais elevados que os do leite bovino e teores de fósforo e cálcio inferiores. Com isso, verifica-se a necessidade do enriquecimento do produto com cálcio, tendo em vista que o leite é fonte deste mineral. Destaca-se que para suprir a ingestão diária recomendada (IDR) de selênio é necessário o consumo de pouco mais de dois copos de 250 mL do extrato;

- O valor calórico do extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju (95,72kcal/100g) foi superior ao do leite integral, devido ao fato do produto possuir maior teor de lipídios e estes componentes serem os que mais contribuem com energia metabolizável. Por tal motivo, sugere-se a realização de estudos posteriores visando à redução padronizada do teor lipídico do extrato hidrossolúvel da ACC ou a redução total para obter produtos comparáveis, respectivamente, ao leite semidesnatado e desnatado;

- O resíduo, subproduto da obtenção do extrato hidrossolúvel da ACC apresenta minoritariamente lipídios, proteínas e cinzas. A predominância de carboidratos no resíduo permite a realização de processo de desidratação para obter um produto similar a uma farinha que poderá ser utilizado na produção de biscoitos, bolachas e afins;

- As amostras EHC3, EHC4 e EHC5 com concentração de sacarose, correspondente a 3%, 4% e 5%, respectivamente, apresentaram boa aceitação sensorial em todos os atributos avaliados e foram similares ($p \leq 0,05$) em aparência e aroma. Os maiores percentuais de respostas para essas amostras, em todos os atributos, situaram-se nos níveis de gostar da escala (faixa de aceitação), exceto a amostra EHC2 (2% de sacarose) que alcançou maiores percentuais de respostas entre os níveis de desgostar da escala (faixa de rejeição) na avaliação da aceitação do sabor, do corpo e da impressão geral, não obtendo boa aceitação;

- As amostras EHC4 e EHC5, com maiores percentuais de sacarose, portanto, mais doces apresentaram similaridade de sabor, corpo e impressão geral;

- Na atitude de consumo e de compra, as amostras com maiores percentuais de sacarose (EHC4 e EHC5) apresentaram maior frequência acumulada de respostas entre as categorias que indicam consumir e comprar o produto, sendo este percentual crescente proporcionalmente com relação à concentração de sacarose adicionada;

- A idealidade de doçura poderá ser alcançada com a adição de 4,2% de sacarose;

- O extrato hidrossolúvel da ACC apresenta caracterização físico-química adequada, exceto no teor de cálcio, para ser utilizado na dieta em substituição ao leite bovino, bem como boa aceitação sensorial, podendo ser consumido como produto alternativo ao leite bovino mesmo por pessoas que não possuem problemas relacionados à ingestão deste. Apresenta a grande vantagem de ser um produto sem colesterol, por ser de origem vegetal.

REFERÊNCIAS

AFI. **Especificações para amêndoas de castanha de caju**. Departamento de castanhas & produtos agrícolas da Association of Food Industries. Nova York, abril 1999. Disponível em: <<http://www.amberwoodtrading.com/Specifications/CashewSpecifications.aspx>>. Acesso em: 04 ago. 2008.

AKINHANMI, T. F.; ATASIE, V. N.; AKINTOKUN, P. O. Chemical composition and physicochemical properties of cashew nut (*anacardium occidentale*) oil and cashew nut shell liquid. **Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences**, v. 2, n.1, 2008.

ALLIENDE G., F. Intolerancia a la lactosa e otros disacáridos. **Gastroenterology Latinoamericana**, v. 18, n. 2, p. 152-156, 2007.

ALMEIDA, T. C. A.; HOUGH, G.; DAMÁSIO, M. H.; SILVA, M. A. A. P. **Avanços em análise sensorial**. São Paulo: Varela, 1999. 286p.

AMBERWOOD TRADING LTD. **Prices**. Disponível em: <<http://www.amberwoodtrading.com/>>. Acesso em: 20 mar. 2009.

ANDRADE NETO, J. C. **Competitividade na pequena produção agroindustrial: estudo na agroindústria da castanha de caju**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal: UFRN, 2006. 78p.

A.O.A.C. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. Arlington: A.O.A.C., 1990, 1018p.

ARAÚJO, P. S. C. **Modelo qualitativo de organização e gestão de cadeias de suprimento baseado em economia solidária, comércio justo e supply chain management: o caso da cadeia da amêndoa da castanha de caju no ceará**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza: UFC, 2005. 119p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12995**: teste triangular em análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro, 1993.

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

BAYARRI, S.; CARBONELL, I.; IZQUIERDO, L.; TÁRREGA, A. Replicated triangle and duo-trio tests: Discrimination capacity of assessors evaluated by Bayes' rule. **Food Quality and Preference**, v. 19, p. 519-523, 2008.

BI, J. The double discrimination methods. **Food Quality and Preference**, 12, p. 507-513, 2001.

BLIGH, E. C.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid. Extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, p. 911-917, 1959.

BRASIL. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF.

BRASIL. Portaria nº 51, de 06 de março de 2009. Projeto de instrução normativa que estabelece o projeto de regulamento técnico da amêndoa da castanha de caju. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 de março de 2009, Seção 1, p. 5.

CAJU, **mini fábricas qualificam a produção**. Nordeste rural, 18 mar. 2005. Disponível em: <<http://www.nordesterrural.com.br/nordesterrural/matLerdest.asp?newsId=2219>>. Acesso em: 11 nov. 2009.

CARBONELL, L. CARBONELL, I. IZQUIERDO, L. Triangle tests. Number of discriminators estimated by Bayes' rule. **Food Quality and Preference**, v. 18, p. 117-120, 2007.

CARDARELLI, H. R.; OLIVEIRA, A. J. Conservação do leite de castanha-do-pará. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 4, p.617-622, 2000.

CARVALHO, H.; JONG, E. V. **Alimentos: métodos físicos e químicos de análise**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2002, 180p.

CASCAJU. **Cascaju Agroindustrial S.A.** Disponível em: <<http://www.cascaju.com.br/>>. Acesso em: 25 jul. 2008.

CEARÁ. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). **Boletim do comércio exterior-agosto/2006**. In: <<http://www.ipece.ce.gov.br/PIMmaio.pdf>> Acesso em: 11 abr 2008.

CHAVES, J. B. P., **Cadernos didáticos: análise sensorial: métodos de diferença em avaliação sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa: UFV, 2001. 91p.

DELIZA, R.; CASÉ, F.; ROSENTHAL, A.; MANTOVANI, D.; FELBERG, I. Produção de 'leite' de soja enriquecido com cálcio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 86-91, 2005.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 2. ed. Curitiba: Champagnat, 1996. 123p.

EATON, A.; CLESCERI, L.; GREENBERG, A. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20th ed. American Public Health Association. Washington, DC, 1998.

FARIA, E. V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de análise sensorial**, 2. ed. Campinas: ITAL, 2008. 120 p.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 2000, 1272p.

FELBERG, I.; CABRAL, L.C.; GONÇALVES, E. B.; DELIZA, R. Efeito das condições de extração no rendimento e na qualidade do leite de castanha-do-brasil despelculada. **Boletim Ceppa**, Curitiba, v. 20, n. 1, p. 75-88, jan/jun., 2002.

FERREIRA, K. S.; GOMES, J. C.; BELLATO, C. R.; JORDÃO, C. P. Concentração de selênio em alimentos consumidos no Brasil. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 11, n. 3, 2002.

FIGUEIRÊDO JÚNIOR, H. S. Desafios para a cajucultura no Brasil: o comportamento da oferta e da demanda da castanha de caju. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 37, n. 4, Fortaleza, 2006.

FILHO, M. S. M. S.; MAIA, G. A.; HOLANDA, L. F. F.; ORIÁ, H. F.; OLIVEIRA, G. S. F.; FIGUEIREDO, R. W. Composição percentual dos ácidos graxos da fração lipídica da amêndoa da castanha de caju de diferentes clones de caju (*Anacardium occidentale L.*). **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, 22 (1/2), p. 43-46, jun/dez, 1991.

FONTENELE, E. S.; PEIXOTO, N. G. P. **Diagnóstico da cadeia produtiva do agronegócio do caju no estado do ceará**. Fortaleza. 2001.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo, 2000.

GAZOLLA, J.; GAZOLLA, R.; COELHO, C. H. M.; WANDER, A. E.; CABRAL, J. E. O. A amêndoa da castanha-de-caju: composição e importância dos ácidos graxos – produção e comércio mundiais. **XLIV Congresso da SOBER: questões agrárias, educação no campo e desenvolvimento**. Florianópolis, anais, 2006.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz - Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo, 2004.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz - Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 1985, 533p.

IBGE. **Anuário estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008.

LAMEIRA, C. P.; COELHO, G. L. V.; MOTHE, C. G. Extração de lipídeos da amêndoa de castanha de caju com CO₂ supercrítico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 17, n. 4, p. 405-407, 1997.

LEITE, L. A. A. S. **A agroindústria do caju no Brasil: políticas públicas e transformações econômicas**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1994, 195p.

LIMA, A. C.; GARCÍA, N. H. P.; LIMA, J. R. Obtenção e caracterização dos principais produtos do caju. **Boletim Ceppa**, Curitiba, v. 22, n. 1, p. 133-144, 2004.

LIMA, T. O. L. **Avaliação microbiológica e físico-química das amêndoas de castanha de caju inteiras cruas e das torradas e salgadas, nas linhas de beneficiamento industrial**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza: UFC, 2003. 155p.

LOVELACE, H. Y.; BARR, S. I. Diagnosis, symptoms, and calcium intakes of individuals with self-reported lactose intolerance. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 24, n. 1, p. 51–57, 2005.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton: CRC, 1987. v. 2. 159p.

MELO, M. L. P., MAIA, G. A., SILVA, A. P. V., OLIVEIRA, G. S. F., FIGUEIREDO, R. W. Caracterização físico-química da amêndoa da castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.) crua e tostada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, mai., 1998.

MONTGOMERY, D. C. **Design and analysis of experiments**. [S.I.]: Jon Wiley & sons, 2005.

MONTGOMERY, D.C. **Diseño y análisis de experimentos**. Trad. por Jaime Delgado Saldivar. Mexico Iberoamérica, 1991.

MOURA, D.; MAGALHÃES, F. C. A castanha de caju no contexto do programa de aquisição de alimentos (PAA). **Revista de Política Agrícola**, v. 17, n.1, p. 108-116, 2008.

MYERS, R. H. & MONTGOMERY, D. C. **Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments**, Canada, John Wiley & Sons, Inc., 1995.

NANDI, B. K. **Cashew nut nutritional aspects. Integrated productions practices of cashew in Asia**. FAO/RAP Publication, Thailand. p. 74-80, 1998.

NASSAR, A. M.; MARINO, M. K.; HERRMANN, I. Desafios para a Coordenação do SAG do caju no Maranhão. **Anais do II Seminário Brasileiro da Nova Economia Institucional**, UNICAMP, 2001.

PAIVA, F. F. A.; GARRUTTI, D. S.; SILVA NETO, R. M. **Aproveitamento industrial do caju**, 2000.

PARREIRAS, L. E. **Negócios solidários em cadeias produtivas: protagonismo coletivo e desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: IPEA, 2007.

PAULA PESSOA, P. F. A. **Importância econômica da cajucultura**. Fortaleza: EMBRAPA CNPAT, 2003.

PAULA PESSOA, P. F. A.; LEITE, L. A. S. Cadeia produtiva do caju: subsídios para pesquisa e desenvolvimento. In: CASTRO, A.M.G. de; LIMA, S.M.V.; GOEDERT W. J.; FREITAS FILHO, A. de; VASCONCELOS, J. R. P. (Ed.) **Cadeias produtivas e sistemas naturais: prospecção tecnológica**. Brasília: Embrapa, cap.11, p. 275-301, 1998.

PINHEIRO, P. R.; CARVALHO, A. L. A.; CASTRO, A. K. A.; RODRIGUES, M. M.; LIMA, E. M. ENEGEP. **ZAPROS LM aplicado ao processo de industrialização da castanha de caju**. 2006. Disponível em:
<http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR450301_7981.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2008.

RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos: uma estratégia seqüencial de planejamentos**. 1 ed. Campinas: Casa do Pão Editora, 2005. 618p.

SECEX (Brasil). Secretaria de Comércio Exterior/Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Sistema **de Análise das Informações de Comércio Exterior via Internet**. Disponível em <<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/>>. Acesso em 20 ago. 2009.

SEVÁ-PEREIRA A. Milhões de brasileiros adultos não toleram um copo de leite. **Gastroenterologia endoscopia digestiva - GED** 15: 196-200, 1996.

SHIROSE, I.; MORI, E. E. M. **Estatística aplicada à análise sensorial**. Módulo 2. Campinas: ITAL, 1996.

SINDICAJU. **Exportação**. Disponível em <<http://www.sindicaju.org.br/exportacao.html>>. Acesso em 10 ago. 2009.

STONE, H.; SIDEL, J. **Sensory evaluation practices**. 2nd ed. London: Academic Press, 1993. 338 p.

SWAGERTY JR., D. L.; WALLING, A. D.; KLEIN, R. M. Lactose intolerance. **Journal of the American Academy of Family Physicians**. v. 65, n. 9, p. 1845-1850, 2002.

USAID Brasil. **Análise da indústria de castanha de caju: Inserção de micro e pequenas empresas no mercado internacional**. v. 1, 2006a. 77p.

USAID Brasil. **Consolidação de experiências: o caso da castanha de caju: Inserção de micro e pequenas empresas no mercado internacional**. v. 4, 2006b. 37p.

USDA – **National database for Standart Reference**, 2008. Disponível em: <<http://www.usda.ogr>>. Acesso em: 20 abr. 2008.

VESA, T. H.; MARTEAU, P.; KORPELA, R. Lactose intolerance. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 19, n. 2, p. 165S–175S, 2000.

VICKERS, Z. Sensory specific satiety in lemonade using a just right scale for sweetness. **Journal of Sensory Studies**, v.3, n.1, p.1-8, 1988.

VILLEGAS, B.; TÁRREGA, A.; CARBONELL, I.; COSTELL, E. Optimising acceptability of new prebiotic low-fat milk beverages. **Food Quality and Preference**, 2009.

ANEXOS

Resultados da ANOVA para a variável dependente teor de proteínas ($p \leq 0,05$).

Fonte de variação	SQ	GL	MQ	F	Valor-p
T°C (L)	0,15644	1	0,156437	13,0182	0,015412
T°C (Q)	0,00307	1	0,003074	0,2558	0,634493
%água (L)	9,25005	1	9,250046	769,7613	0,000001
%água (Q)	1,33290	1	1,332901	110,9200	0,000133
1L por 2L	0,21623	1	0,216225	17,9936	0,008155
Erro puro	0,06008	5	0,012017		
Total	11,10405	10			

Resultados da ANOVA para a variável dependente teor de lipídios ($p \leq 0,05$).

Fonte de variação	SQ	GL	MQ	F	Valor-p
T°C (L)	0,04220	1	0,04220	0,2401	0,644900
T°C (Q)	0,00014	1	0,00014	0,0008	0,978483
%água (L)	34,99835	1	34,99835	199,1133	0,000032
%água (Q)	1,49774	1	1,49774	8,5210	0,033049
1L por 2L	0,01960	1	0,01960	0,1115	0,751983
Erro puro	0,87886	5	0,17577		
Total	37,58809	10			

Resultados da ANOVA para a variável dependente teor de cinzas ($p \leq 0,05$).

Fonte de variação	SQ	GL	MQ	F	Valor-p
T°C (L)	0,005423	1	0,005423	6,1534	0,055800
T°C (Q)	0,000769	1	0,000769	0,8722	0,393219
%água (L)	0,101437	1	0,101437	115,1028	0,000122
%água (Q)	0,003075	1	0,003075	3,4887	0,120753
1L por 2L	0,000100	1	0,000100	0,1135	0,749905
Erro puro	0,004406	5	0,000881		
Total	0,116564	10			

Resultados da ANOVA para a variável dependente teor de sólidos totais ($p \leq 0,05$).

Fonte de variação	SQ	GL	MQ	F	Valor-p
T°C (L)	8,0474	1	8,0474	4,4610	0,088384
T°C (Q)	0,0001	1	0,0001	0,0000	0,994952
%água (L)	193,0992	1	193,0992	107,0445	0,000145
%água (Q)	34,4972	1	34,4872	19,1179	0,007206
1L por 2L	0,4160	1	0,4160	0,2306	0,651336
Erro puro	9,0196	5	1,8039		
Total	248,3014	10			

Resultados da ANOVA para a variável dependente teor de carboidratos ($p \leq 0,05$).

Fonte de variação	SQ	GL	MQ	F	Valor-p
T°C (L)	0,00870	1	0,00870	0,01959	0,894150
T°C (Q)	6,39250	1	6,39250	14,39781	0,012700
%água (L)	21,21899	1	21,21899	47,79144	0,000971
%água (Q)	6,72719	1	6,72719	15,15162	0,011496
1L por 2L	0,00250	1	0,00250	0,00563	0,943094
Erro puro	2,21996	5	0,44399		
Total	33,58949	10			