



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

SAMARA ALVES DE MESQUITA

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE BEBIDA VEGETAL À BASE DE
AMÊNDOA DE CASTANHA DE CAJU, ADICIONADA DE ACHOCOLATADO,
LEITE DE COCO OU BANANA

FORTALEZA

2017

SAMARA ALVES DE MESQUITA

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE BEBIDA VEGETAL À BASE DE
AMÊNDOA DE CASTANHA DE CAJU, ADICIONADA DE ACHOCOLATADO, LEITE
DE COCO OU BANANA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Produtos de Origem Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo.

Coorientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa.

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M546d Mesquita, Samara Alves de.
Desenvolvimento e caracterização de bebida vegetal à base de amêndoa de castanha de caju, adicionada de achocolatado, leite de coco ou banana / Samara Alves de Mesquita. – 2017.
102 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Mestrado Profissional em Avaliação de Políticas Públicas, Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo.
Coorientação: Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa.

1. amêndoa de castanha de caju. 2. bebida vegetal. 3. análise sensorial. 4. CATA. I. Título.

CDD 320.6

SAMARA ALVES DE MESQUITA

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE BEBIDA VEGETAL À BASE DE
AMÊNDOA DE CASTANHA DE CAJU, ADICIONADA DE ACHOCOLATADO, LEITE
DE COCO OU BANANA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Produtos de Origem Vegetal.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr^a. Nédio Jair Wurlitzer
Embrapa Agroindústria Tropical

Prof^a. Dr^a. Luciana de Siqueira Oliveira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr^a. Larissa Moraes Ribeiro da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

À Deus, por pelo seu infinito amor ter me concedido a benção de chegar até aqui.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela oportunidade de realização de um dos meus sonhos, a pós-graduação.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), pela concessão da bolsa de estudos para a realização deste trabalho.

À Universidade Federal do Ceará e ao Departamento de Tecnologia de Alimentos pela oportunidade de participar do programa de pós-graduação.

Ao Prof. Raimundo Wilane por ter me dado a oportunidade de trabalhar em uma área de pesquisa a qual tenho muito apreço.

Ao Prof Paulo Henrique pelas orientações e apoio para realização do meu trabalho.

Aos professores do departamento de Tecnologia de Alimentos por terem me transmitido ensinamentos que levarei para o resto da vida.

À Embrapa Agroindústria Tropical em atenção ao Dr. Nédio Jair Wurlitzer e Dra Janice Lima por me acolherem tão bem e disporem do seu tempo para colaborarem com o meu trabalho e transmitirem seus ensinamentos a mim. Meu muito obrigado.

A todos os meus companheiros de laboratório da Embrapa e do Laboratório de Frutos por me ajudarem nessa caminhada. Em especial a Laís Lemos e Mayara Iunes pelo apoio nas sensoriais e análises.

À Claudia Oliveira pela ajuda no laboratório e por tirar minhas dúvidas quando precisei. À Ídila Araujo pelo apoio e auxílio com as sensoriais e análises físico-químicas.

À RESIBRAS Indústria de Castanha Ltda por me ceder o material para a realização da pesquisa.

Ao “Seu Luis” (in memorian) por toda as informações concedidas desde o período da minha graduação.

À minha família por todo amor, paciência, incentivos, orações e ensinamentos transmitidos a mim. Em especial aos meus irmãos Sâmia e Bruno, não seria metade do que sou sem a ajuda de vocês.

“Portanto, Dele, por Ele e para

Ele são todas as coisas.

A Ele seja dada toda a glória. Amém!”

Romanos 11:36

RESUMO

As bebidas vegetais são um segmento do mercado que tem crescido ano após ano. Várias são as matérias-primas utilizadas na elaboração de tais bebidas. A utilização de amêndoa de castanha de caju como matéria-prima surge como uma oportunidade para a obtenção de um produto saudável e isento de lactose, além de agregar valor a uma matéria-prima de alta comercialização e fácil obtenção no Ceará. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver uma bebida vegetal à base de amêndoa de castanha de caju com adição de achocolatado, leite de coco ou banana, buscando atender aos anseios dos consumidores no que se refere aos seus aspectos sensoriais e valor nutricional, salientando a bioacessibilidade dos minerais cálcio e fósforo. Considerando a ausência de estudos sobre os aspectos sensoriais do produto, foram realizados testes para o seu desenvolvimento (escala do ideal e ordenação preferência) e de aceitabilidade (escala hedônica, check-all-that-apply e intenção de compra). Além disso, foram analisados parâmetros físico-químicos das amostras (pH, acidez total titulável por ácido cítrico, sólidos totais, composição centesimal, carboidratos e valor energético) e análise de cor. As formulações foram submetidas também a um processo de digestão gastrointestinal in vitro no qual essas foram avaliadas conforme o teor dos minerais cálcio e fósforo antes e após essa digestão. Testes sensoriais comprovaram que a adição de 3% de açúcar tornou o produto aceitável, o que foi ratificado a partir da alta aceitação no teste de intenção de compra. No teste de escala hedônica, todas as amostras obtiveram resultados de impressão global dentro da área de aceitação do produto. Foi feita uma correlação entre a escala hedônica e o Check-all-that-apply com o intuito de traçar o perfil sensorial dos produtos, tendo sido observado uma especificidade sensorial de cada amostra de acordo com a incorporação dos sabores. Quanto à composição nutricional da bebida, observa-se que esta apresenta 3,22% de lipídios, 0,22% de cinzas, 2,07% de proteínas, 4,79% de carboidratos e valor energético de 56,46 Kcal. Valores próximos foram obtidos após a adição de sabor. A partir da avaliação do teor de compostos bioacessíveis dos minerais cálcio e fósforo, foi constatado que estes se apresentaram em baixos valores para as formulações avaliadas.

Palavras-chave: Amêndoa da castanha de caju. Bebida vegetal. Análise sensorial. CATA. Bioacessibilidade.

ABSTRACT

Vegetable beverages are a segment of the market that has grown year after year. There are several raw materials used in the manufacture of such beverages. The use of cashew nut as raw material appears as an opportunity to obtain a healthy and lactose-free product, besides adding value to a raw material of high commercialization and easy to obtain in Ceará. Thus, the purpose of the present study was develop a vegetable beverage using cashew nut as raw material with added chocolate, coconut milk or banana; seeking to meet the consumers' wishes regarding their sensorial aspects and nutritional value, emphasizing the bioaccessibility of the minerals calcium and phosphorus. Considering the absence of studies on the sensorial aspects of the product, tests were carried out for its development (ideal scale and ordering preference) and acceptability (hedonic scale, check-all-that-apply and purchase intention). In addition, physical-chemical parameters of the samples (pH, total acidity titrable by citric acid, total solids, centesimal composition, carbohydrate and energetic value) and color analysis were analyzed. The formulations were also subjected to an in vitro gastrointestinal digestion process in which they were evaluated according to the calcium and phosphorus minerals content before and after this digestion. Sensory tests proved that the addition of 3% sugar made the product acceptable, which was ratified from the high acceptance in the intention to purchase test. In the hedonic scale test, all samples obtained overall impression results within the acceptance area of the product. A correlation was made between the hedonic scale and Check-all-that-apply in order to trace the sensorial profile of the products, and a sensorial specificity of each sample was observed according to the incorporation of the flavors. As for the nutritional composition of the beverage, it is observed that it presents 3.22% of lipids, 0.22% of ashes, 2.07% of proteins, 4.79% of carbohydrates and energy value of 56.46 Kcal. Close values were obtained after addition of flavor. From the evaluation of the bioaccessible compounds content of the minerals calcium and phosphorus, it was verified that these were presented in low values for the evaluated formulations.

Keywords: Cashew nut. Vegetable beverages. Sensorial analysis. CATA. Bioaccessibility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Corte longitudinal da castanha de caju.....	18
Figura 2	– Etapa de classificação da amêndoa da castanha de caju.....	19
Figura 3	– Bebida vegetal à base de amêndoa da castanha de caju.....	25
Figura 4	– Etapas de elaboração das bebidas vegetais à base de amêndoa da castanha de caju.....	37
Figura 5	– Percentual de provadores para teste de escala do ideal da bebida vegetal à base da amêndoa de castanha de caju adicionado de açúcar.....	50
Figura 6	– Análise dos componentes principais (ACP) das amostras de bebida vegetal de ACC sem adição de açúcar e com adição de açúcar.....	59
Figura 7	– Representação gráfica das bebidas vegetais de amêndoa da castanha de caju sem açúcar, com açúcar e produto ideal.....	60
Figura 8	– Mapa de preferência interno, referente ao atributo impressão global para as bebidas vegetais à base da amêndoa de castanha de caju com achocolatado, banana e leite de coco.....	66
Figura 9	– Análise dos componentes principais (ACP) das formulações de bebidas vegetais à base da amêndoa de castanha de caju com achocolatado, com leite de coco e com banana.....	69
Figura 10	– Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação para formulações de bebidas vegetais à base de amêndoa de castanha de caju a 25 OC aplicado ao Modelo de Casson.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Características químicas e físico-químicas da amêndoa da castanha de caju	20
Tabela 2	– Composição de ácidos graxo da castanha de caju.....	20
Tabela 3	– Teor de minerais na amêndoa da castanha de caju.....	22
Tabela 4	– Teor de minerais no EHACC, ACC e leite bovino.....	23
Tabela 5	– Composição das bebidas vegetais à base da amêndoa de castanha de caju....	35
Tabela 6	– Termos descritores para bebida vegetal à base da amêndoa de castanha de caju.....	41
Tabela 7	– Somatório de respostas para o teste de ordenação preferência para as diferentes proporções de amêndoa de castanha de caju (Tabela de Newell e MacFarlane, DMS, 19.....	48
Tabela 8	– Percentual de respostas referente ao questionário pessoal da ficha de detalhamento aplicada aos provadores.....	52
Tabela 9	– Percentual de respostas referente ao questionário sobre cotidiano da ficha de detalhamento aplicada aos provadores.....	52
Tabela 10	– Resultado das médias e desvio padrão da ANOVA para o teste de escala hedônica e intenção de compra das formulações de bebida vegetal à base da amêndoa de castanha de caju com e sem adição de açúcar.....	56
Tabela 11	– Índice de aceitabilidade do estudo comparativo da bebida vegetal da amêndoa de castanha de caju sem açúcar e com açúcar.....	56
Tabela 12	– Resultado do check-all-that-apply (CATA) utilizando teste de Cochran Q em estudo comparativo entre as amostras de bebida vegetal da amêndoa de castanha de caju com adição de açúcar e sem adição de açúcar, com 100 julgadores.....	58
Tabela 13	– Resultado das médias e desvio padrão da ANOVA para o teste de escala hedônica e intenção de compra após a incorporação dos sabores: leite de coco, achocolatado e banana na bebida vegetal à base da amêndoa de castanha de caju.....	64

Tabela 14 – Índice de aceitabilidade do estudo das bebidas vegetais à base de amêndoa de castanha de caju com a incorporação de achocolatado, leite de coco ou banana.....	64
Tabela 15 – Resultado do check–all-that-aplly (CATA) utilizando teste de Cochran Q em estudo comparativo entre as amostras de bebidas vegetais à base da amêndoa de castanha de caju com achocolatado, com banana e com leite de coco.....	67
Tabela 16 – Parâmetros de ajuste do modelo de Casson para as formulações de bebidas vegetais à base da amêndoa de castanha de caju.....	69
Tabela 17 – Parâmetros de ajuste do modelo de Newton para as bebidas vegetais de amêndoa de castanha de caju padrão e com incorporação de sabores: achocolatado, banana e leite de coco.....	72
Tabela 18 – Caracterização química e físico-química das bebidas vegetais à base da amêndoa de castanha de caju: bebida vegetal à base de ACC comercial, formulação padrão, formulação com achocolatado, formulação com leite de coco e formulação com banana.....	73
Tabela 19 – Cor das formulações de bebidas vegetais à base de ACC: comercial, padrão, com achocolatado, com leite de coco e com banana, conforme os parâmetros: L*, a*, b*, Chroma e Ângulo Hue.....	78
Tabela 20 – Resultados das médias \pm desvio padrão para os teores de cálcio e fósforo das formulações de bebida vegetal de amêndoa de castanha de caju sem açúcar, com açúcar, com achocolatado, com leite de coco e com banana antes e após a digestão in vitro e percentual bioacessível.....	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACC	Amêndoa da Castanha de Caju
ATT	Acidez Total Titulável
EHACC	Extrato Hidrossolúvel da Amêndoa da Castanha de Caju
USDA	U.S. Departament of Agriculture
LDL	Low Density Lipoprotein
VLDL	Very Low Density Lipoprotein
IAL	Instituto Adolfo Lutz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICA	Instituto de Cultura e Arte
IDR	Índice Diário Recomendado
WHO	World Health Organization
FAO	Food and Agriculture Organization
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CATA	Check-all-that-apply
MPI	Mapa de Preferência Interno
ANOVA	Análise de Variância
ACP	Análise dos Componentes Principais
OMS	Organização Mundial de Saúde
AFI	Association Food Industry
VET	Valor Energético Total
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OBJETIVOS.....	16
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
3.1	Amêndoa da castanha de caju.....	17
3.1.1	<i>Composição mineral da amêndoa da castanha de caju.....</i>	21
3.1.2	<i>Bebida vegetal à base de amêndoa da castanha de caju como opção de bebida.....</i>	24
3.2	Avaliação sensorial.....	26
3.3	Mapa de preferência interno.....	27
3.4	Check-all-that-apply (CATA).....	28
3.5	Reologia.....	28
3.6	Bioacessibilidade de nutrientes.....	30
4	CAPÍTULO 1.....	33
4.1	Introdução.....	33
4.2	Materiais e Métodos.....	34
4.2.1	<i>Material.....</i>	34
4.2.2	<i>Metodologia.....</i>	35
4.2.2.1	<i>Elaboração da bebida vegetal à base da amêndoa de castanha de caju.....</i>	35
4.2.2.2	<i>Caracterização dos julgadores.....</i>	37
4.2.2.3	<i>Estudo sensorial para definir a composição das bebidas vegetais à base da amêndoa de castanha de caju.....</i>	38
4.2.2.3.1	Teste ordenação preferência.....	38
4.2.2.3.2	Teste escala do ideal.....	39
4.2.2.3.3	Testes sensoriais de aceitabilidade das bebidas vegetais à base da amêndoa de castanha de caju.....	40
4.2.2.3.4	Grupo de foco para levantar termos descritivos para teste CATA.....	41
4.2.2.3.5	Mapa de preferência interno.....	42
4.2.3	<i>Estudo do comportamento reológico das bebidas vegetais à base da amêndoa de castanha de caju.....</i>	42
4.2.4	<i>Análises físico-químicas.....</i>	43
4.2.4.1	<i>Acidez total titulável.....</i>	43

4.2.4.2	<i>Potencial hidrogeniônico (pH).....</i>	44
4.2.4.3	<i>Determinação de umidade.....</i>	44
4.2.4.4	<i>Determinação de sólidos totais.....</i>	44
4.2.4.5	<i>Determinação de cinzas.....</i>	44
4.2.4.6	<i>Determinação de lipídios.....</i>	45
4.2.4.7	<i>Determinação de proteínas.....</i>	45
4.2.4.8	<i>Determinação de carboidratos por diferença.....</i>	48
4.2.4.9	<i>Determinação do valor energético total.....</i>	48
4.2.5	<i>Determinação de cor.....</i>	46
4.3	Resultados e Discussão.....	47
4.3.1	<i>Testes preliminares para a elaboração da bebida vegetal à base da amêndoa de castanha de caju.....</i>	47
4.3.1.1	<i>Determinação da proporção da amêndoa de castanha de caju.....</i>	47
4.3.1.2	<i>Determinação da doçura ideal.....</i>	49
4.3.2	<i>Testes de aceitabilidade das bebidas vegetais à base da amêndoa de castanha de caju.....</i>	51
4.3.2.1	<i>Caracterização dos julgadores.....</i>	51
4.3.2.2	<i>Avaliação da aceitabilidade da bebida vegetal à base da amêndoa de castanha de caju: um estudo comparativo de bebida vegetal sem adição de açúcar e com adição de açúcar.....</i>	53
4.3.2.2.1	<i>Teste de aceitação sensorial e intenção de compra.....</i>	53
4.3.2.2.2	<i>Check-all-that-apply (CATA).....</i>	57
4.3.2.2.3	<i>Teste das componentes principais para o atributo de impressão global.....</i>	58
4.3.2.2.4	<i>Teste da amostra ideal.....</i>	59
4.3.3	<i>Avaliação da aceitabilidade da bebida vegetal à base de amêndoa de castanha de caju: um estudo sensorial após a incorporação dos ingredientes leite de coco, achocolatado e banana.....</i>	61
4.3.3.1	<i>Teste de aceitabilidade e intenção de compra.....</i>	61
4.3.3.2	<i>Mapa de preferência interno (MPI).....</i>	65
4.3.3.3	<i>Check-all-that-apply (CATA).....</i>	66
4.3.3.4	<i>Teste das componentes principais para o atributo de impressão global.....</i>	68
4.3.4	<i>Comportamento reológico das bebidas vegetais à base da amêndoa de castanha de caju com incorporação dos sabores: leite de coco, banana e</i>	

	<i>achocolatado</i>	69
4.3.5	<i>Análises físico-químicas</i>	73
4.4	Conclusão	79
5	CAPÍTULO 2	80
5.1	Introdução	80
5.2	Materiais e métodos	81
5.2.1	<i>Procedimento de preparação das amostras</i>	82
5.2.2	<i>Determinação de cálcio por volumetria com EDTA e fósforo por espectrofotometria</i>	83
5.2.3	<i>Digestão gastrointestinal in vitro (Teste de bioacessibilidade) das formulações sem açúcar, com açúcar, com achocolatado, com leite de coco e com banana</i>	83
5.2.4	<i>Determinação de cálcio e fósforo bioacessíveis das formulações de bebida vegetal de amêndoa de castanha de caju: sem açúcar, com açúcar, com achocolatado, com leite de coco e com banana</i>	85
5.2.5	<i>Delineamento experimental e análise estatística</i>	85
5.3	Resultados e Discussão	85
5.4	Conclusão	89
6	CONCLUSÃO	90
	REFERÊNCIAS	91
	APÊNDICE A – FICHA DE DETALHAMENTO UTILIZADA PARA O ESTUDO SENSORIAL DO DA BEBIDA VEGETAL À BASE DA AMÊNDOA DE CASTANHA DE CAJU	98
	APÊNDICE B – FICHA SENSORIAL UTILIZADA NA ETAPA DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO PARA DETERMINAÇÃO DO TEOR DE AMÊNDOA DA CASTANHA DE CAJU	99
	APÊNDICE C – FICHA SENSORIAL UTILIZADA NA ETAPA DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO PARA DETERMINAÇÃO DO TEOR DE AÇÚCAR A SER UTILIZADO NA BEBIDA VEGETAL À BASE DA AMÊNDOA DA CASTANHA DE CAJU	100
	APÊNDICE D – FICHA SENSORIAL UTILIZADA NA ETAPA DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO PARA DETERMINAÇÃO DE ACEITABILIDADE E PREFERÊNCIA DA BEBIDA VEGETAL À	

BASE DA AMÊNDOA DA CASTANHA DE CAJU.....	101
---	------------

1 INTRODUÇÃO

O produto de maior expressão econômica do cajueiro é a amêndoa, que é a parte comestível da castanha. Em peso, a castanha representa 10% do caju e é rica em proteínas, lipídios, carboidratos, fibra, gordura insaturada e minerais, tais como: fósforo, potássio, magnésio, dentre outros (PAIVA; GARRUTTI; SILVA NETO, 2000; GAZZOLA, 2006; KROSS, 2008).

A industrialização do caju pode ser dividida em dois segmentos: a indústria de transformação do pedúnculo em bebidas, doces, condimentos, farinhas, etc; e a indústria de beneficiamento da castanha de caju, em geral, limitada à produção da amêndoa inteira e salgada ou amêndoas quebradas, que por apresentarem menor valor comercial, são utilizadas como insumo no segmento de confeitaria e panificação (KROSS, 2008).

A indústria de alimentos está sempre se esforçando para oferecer produtos novos e inovadores, com o objetivo de satisfazer os anseios dos consumidores. A crescente demanda de produtos saudáveis tem desafiado o setor de alimentos e bebidas (MOREIRA *et al.*, 2010). De acordo com Lucia, Minim e Carneiro (2012), o desenvolvimento de novos produtos tem como objetivo final a aceitação por parte do consumidor, logo, todo trabalho para desenvolver um produto envolverá o entendimento dos fatores que determinam as percepções do consumidor acerca do mesmo.

A elaboração de um extrato vegetal é uma oportunidade de associar as características sensoriais e nutricionais da amêndoa da castanha de caju em um produto que possa ser utilizado como uma proposta de substituição ao leite bovino para intolerantes a lactose ou adeptos a alimentos de origem vegetal.

Extratos hidrossolúveis são bebidas de origem vegetal que possuem apelo comercial nutricional, quanto aos aspectos de saúde, como ausência de gorduras animais e altos teores de minerais (CARVALHO; REIS; VELASCO; SOARES JUNIOR; BASSINELLO, 2011).

Um alimento para ser considerado saudável não deve ter apenas propriedades sensoriais e nutricionais aceitáveis pelo público consumidor. É importante atentar também para a maneira como os nutrientes presentes naquele produto são absorvidos pelo organismo humano. Tal conceito está relacionado à biodisponibilidade que pode ser melhor compreendida como a proporção de um dado nutriente que, ao ser ingerido, estará disponível para a utilização em processos metabólicos no corpo humano. Porém, a biodisponibilidade

também depende da conversão deste nutriente ingerido em uma forma biologicamente ativa (ARGYRI *et al.*, 2009).

Atualmente, o grande desafio das indústrias é conseguir transformar desejos e demandas em atributos de qualidade concretizados, sendo que uma das grandes tendências de mercado é a elaboração e o lançamento de produtos que, além de aspectos sensoriais e de qualidade, apresentam benefícios para a saúde (SILVA, 2014).

A busca por praticidade aliada a uma alimentação saudável constitui o novo mercado mundial de alimentos. Desta forma, o presente trabalho visa o desenvolvimento de uma bebida vegetal à base de amêndoa de castanha de caju e, com o intuito de saborizar o produto, serão adicionados novos ingredientes como: achocolatado, leite de coco ou banana.

Associado a isto, no presente estudo ocorrerá a caracterização físico-química e sensorial, além da realização da biodisponibilidade dos minerais cálcio e fósforo, que serão incorporados anteriormente à bebida vegetal a fim de melhorar o aspecto nutricional da mesma.

2 OBJETIVOS

O presente trabalho possui como objetivo geral desenvolver e caracterizar uma bebida vegetal à base de amêndoa da castanha de caju, incorporando banana, leite de coco ou achocolatado.

Objetivos específicos:

- Elaborar uma bebida vegetal à base de amêndoa da castanha de caju e incorporar os sabores de banana, leite de coco ou achocolatado;
- Determinar a composição centesimal das formulações desenvolvidas, assim como a cor, a acidez, e o potencial hidrogeniônico das amostras;
- Realizar testes sensoriais de aceitabilidade (escala hedônica e Check all that apply) e intenção de compra a fim de determinar a preferência dos consumidores quanto aos novos produtos;
- Determinar o comportamento reológico das formulações elaboradas;
- Incorporar os minerais cálcio e fósforo nas formulações desenvolvidas;
- Determinar as concentrações dos microminerais cálcio e fósforo presentes nas amostras;
- Avaliar a biodisponibilidade em relação aos nutrientes: cálcio e fósforo das formulações elaboradas;
- Avaliar se a adição de outros ingredientes como a banana, o leite de coco e o achocolatado afetam a porcentagem final de compostos biodisponíveis.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma planta tropical, nativa do Brasil, presente principalmente na região Nordeste, que detêm a maior produção nacional. Em média, 95% da produção está concentrada nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Piauí e Bahia (EMBRAPA, 2003).

O cajueiro comum é considerado uma árvore com troncos tortuosos que pode atingir entre cinco a dez metros de altura, mas em condições favoráveis edafoclimática (referentes ao solo e ao clima) pode chegar a vinte metros (GAZZOLA *et al.*, 2006). O outro tipo de cajueiro que é bastante difundido é o cajueiro anão precoce (BRS 226) que apresenta baixo porte, copa homogênea e diâmetro do caule e envergadura bem inferior ao tipo comum (REBOUÇAS, 2012).

O caju é um fruto de especial interesse nutricional e econômico, sendo conhecido principalmente pela qualidade de sua castanha (fruto verdadeiro) e pelo alto teor de vitamina C de seu pedúnculo, correspondente à parte comestível (pseudofruto) (GARRUTI, 2001).

O tamanho e a classificação das castanhas podem variar bastante conforme a produção, tendo relevância comercial variada. O peso da castanha pode variar entre 3 e 33 gramas e a estabilização da produção, no caso do cajueiro comum, pode demorar em média 12 a 14 anos. Já o cajueiro anão precoce apresenta produção nos primeiros anos, com castanhas entre 3 e 10 gramas e maior uniformidade quando comparado ao tipo comum (BARROS *et al.*, 2002).

3.1 Amêndoa da castanha de caju

A amêndoa da castanha de caju é a terceira entre as nozes mais consumidas no mundo na forma de fruta seca ou como ingrediente de cozinha de diferentes culturas. Também pode ser consumida como recheio ou adicionada na formulação de outros ingredientes. É considerada a parte comestível obtida a partir da castanha de caju e representa o produto de maior expressão econômica do cajueiro. É formada por dois cotilédones de cor marfim e é dividida em epicarpo, mesocarpo esponjoso, película e amêndoa (Figura 1). Esta representa cerca de 28 a 30% do seu peso, porém, no processo industrial o seu rendimento médio é de 21% (PAIVA; GARRUTTI; SILVA NETO, 2000).

Figura 1 – Corte longitudinal da castanha de caju.



Fonte: Câmara (2010).

O maior produtor de castanha de caju é o Ceará, que detém 52,0% da produção nacional, o Piauí é o segundo lugar do país, e o Rio Grande do Norte, o terceiro. O restante dos estados soma apenas 7,3% de participação no total do Brasil. A estiagem é a maior rival da cajucultura. A falta de chuvas reduziu o rendimento médio esperado no estado do Rio Grande do Norte em 35,8% (IBGE, 2012).

No Nordeste, a amêndoa da castanha de caju constitui um dos principais produtos do cajueiro, sendo considerada um dos itens de maior expressão sócio-econômica (ARAÚJO; FERRAZ, 2006).

A amêndoa da castanha de caju apresenta uma vasta classificação que está associada ao seu tamanho, cor e se esta se encontra inteira ou não. De uma forma mais simplista, estas são classificadas em inteiras, bandas, pedaços e farinha. Em geral, a determinação é realizada na própria indústria de beneficiamento após a extração da amêndoa da castanha de caju, onde se é estipulado o preço comercial da mesma (Figura 2).

A indústria de beneficiamento visa, primordialmente, ao aproveitamento da amêndoa da castanha de caju. Em menor escala, o líquido da casca da castanha de caju e pedúnculo também são utilizados. A partir da castanha, podem-se obter subprodutos como a amêndoa, tintas, vernizes, isolantes, colas fenólicas, inseticidas, dentre outros (PAIVA, GARRUTTI; SILVA NETO, 2000).

Figura 2 – Etapa de classificação da amêndoa da castanha de caju



Fonte: Noroes (1999)

A indústria de beneficiamento visa, primordialmente, ao aproveitamento da amêndoa da castanha de caju. Em menor escala, o líquido da casca da castanha de caju e pedúnculo também são utilizados. A partir da castanha, podem-se obter subprodutos como a amêndoa, tintas, vernizes, isolantes, colas fenólicas, inseticidas, dentre outros (PAIVA; GARRUTTI; SILVA NETO, 2000).

De acordo com Gazzola (2006), a ACC é um dos principais produtos de utilização do cajueiro. Sendo rica em proteínas de alta qualidade, lipídios (constituídos principalmente por ácidos graxos poli-insaturados), carboidratos e minerais como fósforo, ferro, zinco e magnésio. Na Tabela 1, apresenta-se as características físico-químicas da amêndoa de castanha de caju, segundo alguns autores.

O teor de umidade de um produto, assim como a sua atividade de água, está diretamente relacionado à vida de prateleira, já que o baixo teor de umidade auxilia na redução do crescimento microbiano e alterações bioquímicas indesejáveis que podem ocorrer. Apesar dos baixos teores de umidade da ACC, o alto teor de gordura insaturada aumenta suas chances de sofrer oxidação lipídica, levando a perda de sabor durante o armazenamento (CAVALCANTE, 2010).

Tabela 1 – Características químicas e físico-químicas da amêndoa da castanha de caju.

Características	Melo et al. (1998)	Lima, Garcia e Lima (2004)	USDA (2010)	Morais (2009)
Umidade (g/100g)	5,05	3,29	5,20	4,45
Cinzas (g/100g)	2,40	2,50	2,54	2,33
Proteínas (g/100g)	22,11	24,5	18,22	15,42
Lipídios totais (g/100g)	46,28	46,64	43,85	44,14
Carboidratos (g/100g)	-	-	30,19	33,66
Amido (g/100g)	16,07	-	23,49	-

Fonte: elaborada pela autora.

As nozes e castanhas, como a castanha de caju, apresentam excelentes fontes de energia devido a seus lipídios constituintes. Os lipídios são divididos como monoinsaturados e poli-insaturados, e são importantes para regulação dos mesmos no sangue e também são vistos como protetores da deterioração cardiovascular. A castanha de caju apresenta alto teor de ácidos graxos monoinsaturados (REINEHR; SOARES, 2008).

Sabe-se que o consumo de nozes e sementes comestíveis contribui para suprir as necessidades de aminoácidos essenciais, além de atuar na recuperação da saúde de indivíduos com carência nutricional. Em geral, as nozes são constituídas de ácidos graxos oléico e linoleico, que por serem mono e poliinsaturados apresentam-se como importantes para a saúde por reduzir o colesterol ruim (LDL e VLDL) (FREITAS, 2010). Na Tabela abaixo, pode-se observar o perfil lipídico da castanha de caju.

Tabela 2 – Composição de ácidos graxos da castanha de caju

Ácidos graxos de lipídios	g/100g de lipídios
Saturado	
Palmítico C 16:0	10,32
Esteárico C 18:0	9,02
Monoinsaturado	
Oléico C 18:1	59,20
Poliinsaturado	
Linoléico C 18:2	18,84
Linolênico C 18:3	0,28
Ômega-6/ Ômega-3*	67,29

Fonte: Freitas e Naves (2010). *Relação dos ácidos graxos linoleico (ômega-6) e linolênico (ômega-3).

A essencialidade dos ácidos graxos está relacionada a duas características básicas: este tipo de ácido é imprescindível ao organismo humano, e não pode ser sintetizado pelo mesmo, sendo importante para o seu funcionamento (GAZZOLA, et al 2006). No caso, a ACC é composta de ácidos graxos predominantemente monoinsaturados, como o ácido oleico, que contribui na redução do teor de colesterol (KROSS, 2008).

Quanto ao teor de proteínas, a amêndoa de castanha de caju apresenta alto valor, em torno de 25%, estando presentes todos os aminoácidos essenciais (VENKATACHALAM; SATHE, 2006).

Já o teor de cinzas abrange a parte inorgânica do alimento, ou seja, elementos químicos presentes em sua constituição, que são fundamentais na dieta humana, pois são necessários para a manutenção de condições metabólicas saudáveis. Logo, o resíduo inorgânico está relacionado ao seu potencial nutritivo no que se relaciona aos elementos químicos essenciais ao organismo humano (IAL, 2008). A ACC possui teor em torno de 2,3% de cinzas (MORAIS, 2009).

O teor de carboidrato é calculado por diferença dos macronutrientes, podendo variar de estudo para estudo, com base nos resultados das análises. Estes elementos são constituídos de um conjunto de substâncias formadas por carbono, hidrogênio e oxigênio que atuam como fornecedores diretos de energia para o organismo humano. Nos alimentos, os carboidratos se apresentam na forma de diferentes substâncias como glicose, sacarose, frutose, lactose, dentre outros (TOGNON, 2012).

3.1.1 Composição mineral da amêndoa da castanha de caju

Os minerais são tidos como elementos inorgânicos que se encontram combinados com algum outro grupo de elementos químicos, como: óxidos, carbonatos, sulfato, fósforo, dentre outros. No organismo, os minerais se encontram quelados, ou seja, combinados com outros constituintes orgânicos como enzimas e hormônios. Em geral, os alimentos naturais são as principais fontes de minerais, que se apresentam como complexo orgânico natural, podendo ser utilizado pelo organismo (REVISTA FI, 2008).

Segundo a base de dados do Unites States Departamento of Agriculture- USDA (2011) a amêndoa da castanha de caju é fonte de minerais como potássio, fósforo e magnésio (Tabela 3).

Ainda segundo a USDA (2011), tal matéria-prima é fonte de algumas vitaminas como E, K, B6 e C.

Tabela 3 – Teor de minerais na amêndoa da castanha de caju

Mineral	Concentrações
Cálcio (mg/100g)	37
Ferro (mg/100g)	6,68
Magnésio (mg/100g)	292
Fósforo(mg/100g)	593
Potássio (mg/100g)	660
Sódio (mg/100g)	12
Zinco (mg/100g)	5,78

Fonte: USDA (2011).

Dentre as principais funções dos minerais, tem-se: equilíbrio ácido-base, pressão osmótica, atividade muscular e nervosa, regulação do metabolismo de diversas enzimas, constituem elementos presentes nos tecidos do organismo (MORGANO *et al.*, 1999).

O cálcio é um mineral encontrado principalmente em alimentos de origem animal, apresentando baixos teores em produtos de origem vegetal. Assim, pessoas que apresentam restrição a produtos de origem animal necessitam de suplementação.

A ACC é um produto com baixo teor de cálcio, em média 37 mg/100g (USDA, 2011). A ingestão diária recomendada (IDR) deste mineral pode variar de acordo com vários fatores como: país, sexo, idade, gravidez, menopausa, etc. O importante é considerar um país com cultura e dieta próxima a realidade do país em questão. Considerando os dados do WHO (1998) para países como Canadá e Estados Unidos, a indicação é para adultos 1000mg por dia. Cozzolino (2007) realizou uma avaliação do consumo de minerais em dietas brasileiras e observou que, em se tratando do cálcio, a ingestão diária gira em torno de 300-500 mg por dia, ou seja, metade do recomendado pela FAO/WHO.

No que se refere ao fósforo, é um dos minerais existentes em maior quantidade na amêndoa da castanha de caju, segundo a USDA (2011). Esse mineral apresenta papel estrutural no organismo, sendo constituinte de ossos e dentes, além de fazer parte da estrutura química de fosfolipídios, fosfoglicídios, ácidos nucleicos, dentre outros. É encontrado nos alimentos como componente natural de moléculas biológicas e como aditivo alimentar na forma de sais de fosfato (COZZOLINO, 2005).

Apesar da alta quantidade encontrada na ACC, os teores dos principais constituintes podem apresentar uma relativa redução, considerando que na elaboração da bebida ocorre uma diluição da ACC em água, como foi observado no estudo realizado por

Morais (2009), para obtenção de um extrato hidrossolúvel a partir da amêndoa da castanha de caju (EHACC), conforme Tabela 4.

Tabela 4 – Teor de minerais no EHACC, ACC e leite bovino

Produto	Cálcio (mg/100g)	Fósforo (mg/100g)
EHACC	1,79	60
ACC	37	593
LEITE BOVINO	113	91

Fonte: Moraes (2009), USDA (2011).

O EHACC produzido por Moraes (2009) apresentava uma diluição de 1:6 (ACC/água), sendo possível observar que houve uma drástica redução do teor de minerais cálcio e fósforo do produto quando comparado à ACC. Também não apresenta quantidades consideráveis se tiver como parâmetro o leite bovino.

Alimentos que não dispõem da quantidade necessária de um determinado nutriente podem sofrer incorporação conforme a portaria no 31, de 13 de janeiro de 1998 do Ministério da Saúde, legislação que atenta sobre o uso de alimentos fortificados/enriquecidos ou adicionados de nutrientes.

Segundo a ANVISA, a incorporação de um ou mais nutrientes essenciais contidos naturalmente ou não no alimento, com a finalidade de reforçar o seu valor nutritivo e prevenir ou corrigir deficiências demonstradas em um ou mais nutrientes na alimentação da população ou em grupos específicos da mesma, é definido como alimento enriquecido/fortificado ou adicionado de nutrientes.

A fortificação de alimentos industrializados tem sido um dos melhores processos para a correção de deficiências nutricionais, principalmente na infância. A obtenção de resultados positivos com a fortificação de alimentos deve estar associada a alguns fatores relacionados ao nutriente introduzido, tais como: possuir boa disponibilidade de absorção pelo organismo, não deve apresentar características que alterem o sabor, a cor e o aroma do alimento, fácil acesso, boa aceitação e pertencente a alimentação habitual da população (MARQUES *et al.*, 2012).

O fosfato de cálcio é uma substância utilizada para a substituição e regeneração da estrutura óssea. Esse tipo de material apresenta um conjunto de propriedades físicas, químicas

e biológicas que permite desempenhar a função desejada em tecidos vivos (GUASTALDI; APARECIDA, 2010).

A deficiência de cálcio está ligada a doenças como: osteoporose, câncer de cólon, hipertensão, obesidade, entre outras. Por exemplo, o esqueleto serve como a reserva de nutriente de cálcio, proporcionando suporte e resistência para as atividades mecânicas do corpo. O esgotamento parcial desta reserva vai inevitavelmente comprometer a força do osso. Dietas pobres em cálcio também comprometem a proteção do organismo contra subprodutos prejudiciais a digestão, já que o cálcio permanece no lúmen intestinal se ligando a tais substâncias (HEANEY, 2006).

O fosfato de cálcio é amplamente utilizado como ingrediente tecnofuncional e aplicado em enriquecimento mineral como suplementos nutricionais ou fortificantes, que por serem uma fonte de qualidade de cálcio e fósforo, promovem, por exemplo, o crescimento apropriado e o desenvolvimento dos ossos em crianças. Por sua vez, o fosfato tricalcico é usualmente utilizado em formulações de suco em pó, no qual contribuem para uma série de propriedades úteis como material dispersante para produtos de base seca, agente nebulizador em bebidas reconstituídas, e cálcio e fósforo, que contribuem para o perfil nutricional dos produtos (GUASTALDI; APARECIDA, 2010).

3.1.2 Bebida vegetal à base de amêndoa da castanha de caju como opção de bebida.

A bebida vegetal à base da amêndoa da castanha de caju busca diversificar o mercado da ACC, além de ser mais uma alternativa aos consumidores que anseiam por novas opções de produtos de origem vegetal (Figura 3).

Bebidas que tem como matéria prima amêndoa de castanha de caju já está sendo estudadas. Alguns autores discorrem sobre o desenvolvimento de tal produto e sua aceitabilidade entre os consumidores.

Morais (2009) elaborou uma bebida a base de amêndoa de castanha de caju. Como resultado considerou que tal extrato apresentou caracterização físico-química e nutricional compatível com o leite bovino, exceto quanto ao teor de cálcio. O EHACC foi considerado uma boa opção alimentar para substituição do leite animal por um produto similar. Em análise sensorial realizada, o produto foi bem aceito, podendo ser uma forma de atrair novos mercados consumidores.

Figura 3 – Bebida vegetal à base de amêndoa da castanha de caju



Fonte: Natue (2016).

Rebouças (2012) elaborou uma bebida prébiotica a partir do extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju e suco de maracujá, agregando valor funcional à bebida vegetal produzida. Como resultado, esta apresentou potencial para comercialização visto o desempenho em testes sensoriais.

Xerez (2012) desenvolveu uma bebida de café adicionada de extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju como uma opção inovadora para o consumo de bebidas adoçadas e prontas para o consumo, apresentando-se como mais uma alternativa para intolerantes a lactose.

Costa (2013) produziu um produto gelificado à base de extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju, usando como agente gelificante um blend de hidrocolóides (guar/carragena), e obteve aceitabilidade satisfatória quando se comparou com alimentos similares.

Tecnologias já vêm sendo desenvolvidas para obtenção de extratos com melhores características sensoriais, porém, foi constatado que sua aceitação é aumentada quando associado a aditivos, ingredientes ou a outra matéria-prima que confira propriedades de sabor e aroma diferentes do inerente ao extrato vegetal (RODRIGUES, 2003).

A banana, por exemplo, é uma opção com boa aceitabilidade devido aos seus aspectos sensoriais e valor nutricional, consistindo em fonte energética por conta da presença de carboidratos. Além disso, contém minerais e vitaminas (LITCHTEMBERG, 1999 *apud* MATSUURA; COSTA; FOLEGATTI, 2004).

Segundo Napoleão (2008), a banana é uma das frutas mais apreciadas no Brasil. A população brasileira consome anualmente 6.6 milhões de toneladas de banana, um consumo per capita de 36 kg. Valor superior à média mundial, que é de 9,2 kg. A comercialização da banana se dá por diversos fatores como a possibilidade de produção contínua durante todo o ano, alto rendimento por hectare, facilidade de manejo e armazenamento e rápido amadurecimento.

Outro produto apreciado pela população brasileira é o coco e seus derivados, dentre eles o leite de coco. Esse é utilizado em muitas regiões, em quase todos os alimentos, como sopas, guisados e iguarias. Além disso, pode ser usado sobre os alimentos após o cozimento ou até antes, como componente da formulação. Também é uma boa opção na elaboração de novos produtos (TEIXEIRA *et al.*, 1989).

O chocolate é um dos produtos mais consumidos no Brasil e no mundo, sendo apreciado por pessoas de todas as idades. Além disso, é considerado um ingrediente versátil que pode ser preparado e utilizado nas mais variadas formas, como tabletes, fondue, bolos, biscoitos, sorvetes, bebidas, dentre outros (CARDOSO, 2007; LIMA, 2008).

Em estudo realizado por Vieira (2008), este procurou estabelecer quais eram os critérios de compra e consumo de chocolate entre os consumidores, desde jovens até adultos. Foi concluído que o chocolate traz sensações psicológicas como prazer, alívio, recompensa e felicidade. Além disso, os consumidores associaram o consumo deste alimento a sensação de maior disposição, energia e vigor físico.

Contudo, não é apenas a melhoria sensorial que afeta positivamente esse tipo de mercado. Silva (2015) aponta, além desse quesito, fatores como o aumento da variedade e da disponibilidade de produtos no mercado.

3.2 Avaliação sensorial

A análise sensorial é uma ciência que tem por objetivo estudar as percepções, sensações e reações do consumidor sobre as características do produto quanto à sua qualidade sensorial, incluindo sua aceitação ou rejeição. É uma ferramenta importante para as indústrias de alimentos que têm buscado identificar e atender os anseios dos consumidores em relação aos seus produtos, tornando o mercado mais dinâmico e competitivo (LUCIA; MINIM; CARNEIRO, 2012).

O consumidor é o destino final de todo e qualquer produto a ser desenvolvido, seja este um bem de consumo ou um alimento. Dessa forma, todo empreendimento tem por

objetivo final a aceitação e a satisfação do consumidor (NGAPO *et al.*, 2003). A qualidade sensorial do alimento provém da percepção positiva que o consumidor tem com o alimento. Neste caso, pode-se afirmar que é o próprio consumidor que dita os parâmetros de qualidade deste produto (DELLA LUCIA, 2008).

O grau de apreciação de um produto alimentício está diretamente relacionado ao processo subjetivo de sensações e percepções que são processos de análise subjetiva feita pela introspecção e adoção consciente de uma atitude crítica (DUTCOSKY, 2011).

Para alcançar o objetivo específico de cada análise, são elaborados métodos de avaliação diferentes, visando à obtenção de respostas mais adequadas ao perfil pesquisado do produto. Esses métodos apresentam características que se moldam com o foco da análise (TEIXEIRA, 2009).

Se o foco é determinar se aquele alimento será aceito ou não pelos consumidores, devem ser realizados testes de aceitação, denominados testes subjetivos, os quais buscam expressar a opinião pessoal do julgador. Testes de escala hedônica, escala de atitude e ordenação são alguns exemplos de métodos subjetivos. Métodos discriminativos também são uma boa opção quando se está avaliando um produto já existente no mercado com o produto em desenvolvimento. Neste caso, utilizam-se testes que estabelecem a diferenciação qualitativa e/ou quantitativa entre as amostras (DUTCOSKY, 2011).

No desenvolvimento de um produto, a partir do momento em que se conhecem as propriedades sensoriais do mesmo, é possível determinar o melhor método de processamento e a concentração ideal dos ingredientes a serem utilizados na elaboração do alimento, visando alcançar um produto com excelente perfil sensorial e com uma boa aceitação pelo mercado consumidor (LOURES *et al.*, 2010).

3.3 Mapa de preferência interno

O mapa de preferência tem sido utilizado no processo de desenvolvimento de produtos, sendo útil para avaliar se o produto é aceitável e se, em termos de preferência, se encaixa no segmento do mercado alvo (REIS *et al.*, 2012). A sua principal função é identificar grupos de consumidores, que respondem de forma uniforme e possibilita diferir grupos por idade, sexo, atitudes e hábitos alimentares (WESTD *et al.*, 2004).

O mapa de preferência interno, trata-se de um gráfico de dispersão que possibilita a comparação das amostras em relação à aceitação pelos consumidores. Logo é possível avaliar o quanto um produto é aceito ou preferido no mercado em função de suas

características de qualidade (MINIM, 2010; REIS *et al.*, 2012). Quanto mais próxima a localização dos consumidores ao produto indica qual eles mais gostaram neste tipo de representação gráfica (BARBOSA *et al.*, 2013).

A análise de preferência multidimensional ou mapa de preferência interno tem como base a análise de componentes principais, em que os dados de aceitação são reorganizados em uma matriz de produtos versus consumidores, reduzindo a perda de informações originais (variação). Assim, é possível identificar a principal variação dentro dos dados de preferência, extraindo o primeiro componente principal, que representa o maior conjunto de variação na aceitação das amostras. As outras dimensões são extraídas até que se complete a explicação dos dados de aceitação (REIS *et al.*, 2012).

3.4 Check-all-that-apply (CATA)

O teste CATA (check-all-that-apply) é considerado um teste rápido, simples e fácil de reunir informações acerca de um produto. Neste teste, espera-se, a partir da percepção do consumidor, determinar as características sensoriais do produto (ADAMS *et al.*, 2007).

O principal foco do teste CATA é obter a caracterização sensorial do produto pelos consumidores. No caso de produtos em desenvolvimento, é considerado uma boa alternativa por ter uma ampla oportunidade de termos para caracterizar tal produto e ao mesmo tempo ser um teste de rápida aplicação e resultado. Devido a esses fatores, tem sido utilizado pelas indústrias de alimentos como forma de obter maiores informações sensoriais sobre o produto (ARES *et al.*, 2013).

O CATA apresenta como vantagens: fornecer informações sobre a percepção do consumidor quanto às características sensoriais do produto, além de possibilitar o fornecimento de maiores informações sobre o produto ideal para aquele determinado alimento. A partir de então, é possível identificar os condutores de preferência por um conjunto de produtos baseados na percepção do consumidor (ARES *et al.*, 2014).

3.5 Reologia

A reologia foi criada como derivação do termo grego “rheos” que significa fluir. É considerada a ciência que estuda a deformação e o escoamento de materiais, quando estes são submetidos a forças externas. Em indústrias alimentícias, o estudo da reologia se apresenta como aliado, pois é possível compreender melhor o desenvolvimento, fabricação e

processamento dos produtos, como também a funcionalidade de ingredientes no desenvolvimento de novos produtos, controle de qualidade do produto final ou em fase intermediária, determinação da vida-de-prateleira, avaliação da textura a partir da correlação com dados sensoriais, dentre outros (BOURNE, 2002; LANNES *et al.*, 2002).

O comportamento de um alimento pode mudar consideravelmente durante o seu processamento, já que fatores como a consistência e a composição do material podem sofrer alterações nas etapas de homogeneização, aquecimento, resfriamento, aeração, fermentação e cristalização, contribuindo na modificação da estrutura do produto final (LEWIS, 1993; BHATTACHARYA, 1998).

A classificação dos fluidos é baseada no seu comportamento reológico em duas categorias: fluidos newtonianos ou fluidos não-newtonianos. A determinação é feita pela análise da relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação, em condições de temperatura e pressão estabelecidas. Em resposta a tais parâmetros, é possível determinar a viscosidade do fluido, a qual pode ser aferida por equipamentos, sendo os mais comuns dentre estes os de sistemas capilares e os de sistemas rotacionais (VRIESMAN, 2008; STEFFE, 1996).

Os fluidos newtonianos são aqueles que seguem o modelo proposto por Newton (Equação 1) onde há uma relação linear entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação, sendo a viscosidade uma constante. Neste caso, os fluidos dependem apenas do tipo e composição do alimento e da temperatura (SILVA, 2011).

$$\tau = \eta\dot{\gamma} \text{ (Equação 1)}$$

No qual: τ = tensão de cisalhamento (Pa), η = viscosidade newtoniana (Pa.s), $\dot{\gamma}$ = taxa de deformação (s^{-1})

Os fluidos não-newtonianos são classificados por apresentarem uma relação não-linear entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação, podendo ser classificados em duas categorias: dependentes ou independentes do tempo. No primeiro caso, a viscosidade aparente do fluido varia com a taxa de deformação e a variação em sua aplicação, podendo ser classificados em tixotrópicos ou reopéticos. O fluido tixotrópico é aquele em que ocorre uma diminuição da viscosidade aparente com o tempo de cisalhamento, a uma condição constante de temperatura e taxa de deformação, já fluidos que têm a sua viscosidade aparente

aumentada com o tempo são denominados reopéticos (BARBOSA-CÁNOVAS *et al.*, 1993; CHOI; YOO, 2004).

Fluidos não-newtonianos independentes do tempo, quando submetidos a temperatura e concentração constantes, apresentam viscosidade aparente dependente somente da taxa de deformação. Nesse caso, o fluido se caracteriza reologicamente por uma relação entre a tensão e taxa de deformação ou gradiente de velocidade a uma determinada temperatura (RAMOS, 1997). Como exemplo dos fluidos independentes do tempo, tem-se os plásticos de Bingham (margarina, alguns óleos vegetais), fluidos pseudoplásticos (sucos e polpas de frutas e vegetais), e os fluidos dilatantes (suspensões de amido e mel) (HOLDSWORTH, 1993).

Os modelos reológicos permitem uma melhor descrição do comportamento dos fluidos, permitindo relacionar as propriedades reológicas com outras grandezas como concentração, pH e temperatura (VIDAL, 2000). Existem várias equações para descrever o comportamento de um fluido, porém, não existe um modelo geral que se aplique a todas as situações. A escolha do modelo a ser utilizado é uma função das características do fluido (SILVA, 2014).

Em produtos lácteos, o modelo reológico é amplamente aplicado para descrever o fluxo de bebidas lácteas (PENNA; SIVIERI; OLIVEIRA, 2001). De acordo com Ramos (1997), as medidas instrumentais das propriedades reológicas podem ser correlacionadas com as análises sensoriais. Baseado nessas medidas o processo ou formulação de um novo alimento sofrerá alterações para produzir um produto final com parâmetros texturais adequados aos exigidos pelos consumidores.

A correlação entre medidas instrumentais e sensoriais fornece informações de uso prático para as indústrias de alimentos. A partir dos parâmetros de escoamento, tensão de cisalhamento inicial, índice de consistência e viscosidade, pode-se determinar a consistência de alimentos a partir dos dados sensoriais (VIDIGAL, 2009).

3.6 Bioacessibilidade de nutrientes

Ao se avaliar alimentos nutricionalmente, não é suficiente determinar apenas o conteúdo total de nutrientes, mas também conhecer a porção biodisponível, ou seja, a quantidade absorvida e utilizada pelo organismo. A biodisponibilidade não depende apenas da absorção no intestino, mas também da sua conversão em uma forma biologicamente ativa (ARGYRI *et al.*, 2009).

O termo biodisponibilidade começou a ser utilizado na área de nutrição a partir da década de 80, quando iniciaram estudos sobre a não garantia de absorção de um nutriente após a ingestão pela dieta. A definição do termo biodisponibilidade é bastante complexa. Vários estudiosos tentaram defini-lo e, atualmente, pode ser considerado como a fração de qualquer nutriente ingerido que tem o potencial para suprir demandas fisiológicas em tecidos-alvo ou para ser estocado (COZZOLINO, 2005).

Outro termo muito utilizado nessa área, e que deve ser distinguido para melhor entendimento, é a bioacessibilidade. Essa é definida como a fração do nutriente que é liberada da matriz do alimento no trato gastrointestinal, durante a digestão, tornando-a disponível para a absorção intestinal, isto é, para entrar na corrente sanguínea (BENITO; MILLER, 1998).

A bioacessibilidade se refere à quantidade de um determinado nutriente presente no alimento (para cada nutriente, tem-se uma bioacessibilidade específica) que é liberada no trato gastrointestinal durante a digestão. A partir da bioacessibilidade específica, denomina-se fração bioacessível como sendo a porção desse nutriente liberado durante a digestão para a absorção pelo organismo. Do total de nutriente bioacessível, apenas uma parcela se tornará disponível realmente para ser usada pelo organismo nas suas funções fisiológicas, ou ser estocado para uso posterior. Essa parte se refere ao conteúdo biodisponível do nutriente, ou seja, sua biodisponibilidade (TOGNON, 2012).

A bioacessibilidade de um nutriente pode ser determinada por dois tipos de métodos: *in vivo* ou *in vitro*. A escolha da melhor técnica irá depender do objetivo da análise e da disponibilidade de materiais e reagentes (COZZOLINO, 2005).

A simulação *in vitro* é aplicada sobre uma amostra alimentar e simula as condições fisiológicas e os eventos que ocorrem durante a digestão no trato gastrointestinal humano, levando em consideração três áreas do sistema digestivo: boca, estômago e intestino. Os principais fatores da simulação gastrointestinal *in vitro* são a temperatura, velocidade de agitação e composição química e enzimática da saliva e dos sucos gástricos, duodenal e biliar (WITTSIEPE *et al.*, 2001).

Em comparação com a técnica *in vivo*, as principais vantagens da metodologia *in vitro* são: permitir o melhor controle das variáveis, tornando-se um modelo importante no sentido de prever e sugerir estudos *in vivo*, além de apresentar baixo custo metodológico. O método apresenta como desvantagem o fato de não reproduzir a maioria dos fatores fisiológicos envolvidos na absorção e na utilização do nutriente. Portanto, essa metodologia é um importante precursor para estudos envolvendo a biodisponibilidade *in vivo* (COZZOLINO, 2005).

Poucos estudos relatam sobre a interação dos nutrientes ao adicionar um novo componente ao produto original. As interações nutrientes versus nutrientes podem ocasionar como resultado efeitos adversos, principalmente quando houver um desequilíbrio na ingestão destes. A ingestão excessiva de um nutriente pode interferir na absorção, excreção, transporte, armazenamento, função ou metabolismo de um segundo nutriente. Minerais e elementos-traço são frequentemente absorvidos mais lentamente quando fazem parte da dieta do que quando ingeridos isoladamente (COZZOLINO, 2005).

4 CAPÍTULO 1

O Capítulo 1 expõe o desenvolvimento da bebida vegetal da amêndoa da castanha de caju e a incorporação dos ingredientes: aspectos físico-químicos, reológicos e sensoriais.

4.1 Introdução

Novos produtos são essenciais para a manutenção da competitividade e obtenção de resultados positivos por parte das indústrias, sendo o desenvolvimento desses produtos a chave para a inovação constante (SILVA, 2014). A geração de ideias e a consequente identificação de novas oportunidades são necessidades que contribuem para melhoria do processo de desenvolvimento e lançamento de novos produtos (IAROSINSKI; CANGIOLIERI, 2001).

É a partir da detecção do anseio do consumidor que se tem o ponto de partida para a exploração de uma oportunidade, atingindo assim novos mercados. Em virtude das rápidas mudanças do comportamento dos consumidores, as inovações contínuas são de suma importância para a renovação dos nichos de mercado (KOTLER, 2006).

A demanda de produtos substituintes ao leite de vaca cresce ano após ano. Dentre os principais fatores associados a esta evolução estão: o aumento das intolerâncias e alergias aos constituintes do leite e também a busca por opções ditas como mais saudáveis e de melhor digestibilidade. Dentre os diversos tipos de bebidas vegetais, o leite de amêndoas é o que mais cresce globalmente, devido ao reduzido teor de calorias, além de ser livre de colesterol e glúten (GASPARIN, 2015).

As nozes verdadeiras apresentam-se como fonte de nutrientes e substâncias com propriedades de alegação de saúde, denominados funcionais ou compostos biologicamente ativos (FREITAS; NAVES, 2010). No caso da Amêndoa da Castanha de Caju (ACC), pode-se destacar a presença de ácidos graxos, como o oleico e linoleico. Essa composição de ácidos graxos, mono e poli-insaturados é importante para a saúde, pois contribui para a redução das frações de lipoproteína de baixa densidade e de muita baixa densidade, responsáveis pelo aumento do colesterol sérico (FREITAS E NAVES, 2010; JENKINS *et al.*, 2002).

É importante ressaltar que a incorporação de sabor a uma bebida é uma boa alternativa para o mercado, pois além de trazer praticidade, gera uma variedade de produtos. O achocolatado e a banana são ingredientes bastante apreciados no Brasil e muito utilizados em bebidas com o leite de vaca. Já o leite de coco é geralmente consumido em preparações

culinárias, mas que surge como uma boa opção para os consumidores adeptos da cultura vegetal e intolerantes à lactose, além de possuir sabor diferenciado.

O entendimento pelas empresas dos anseios dos consumidores muitas vezes é intuitivo. Porém, em mercados competitivos, não se pode basear as decisões sobre novos produtos em suposições. Tais escolhas devem ser tomadas com base em dados e fatos confiáveis (SILVA, 2014).

As técnicas sensoriais são consideradas como um passo relevante, pois favorecem o conhecimento de hábitos, atitudes e preferências dos consumidores de modo geral, atribuindo melhores características ao produto que está em desenvolvimento. A aceitação sensorial de um produto é o objetivo final de qualquer indústria do ramo de alimentos (MURRAY; DELAHUNTY; BAXTER, 2001).

Considerando a tendência em explorar mercados mais saudáveis e substituintes dos laticínios, o objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de uma bebida vegetal à base da amêndoa da castanha de caju, com a incorporação dos ingredientes achocolatado, leite de coco ou banana, tendo como base o estudo sensorial, reológico e físico-químico dos mesmos.

4.2 Material e Métodos

Abaixo estão descritos os materiais utilizados e as metodologias adotadas nos experimentos.

4.2.1 Material

Para o desenvolvimento da bebida vegetal à base da amêndoa da castanha de caju, utilizou-se a amêndoa de castanha de caju tipo W1-320, cedida pela Resibras Indústria de Castanhas Ltda, localizada em Fortaleza-Ce. Em se tratando da incorporação de sabor, os ingredientes utilizados foram: açúcar refinado cristal, achocolatado, leite de coco e banana prata em estado de maturação amarelo de acordo com escala de maturação de Von Loesecke (CEAGESP, 2006). Todos os componentes foram obtidos em mercado local.

4.2.2 Metodologia

A metodologia foi dividida na etapa de elaboração da bebida e as etapas referentes às análises sensoriais do produto.

4.2.2.1 Elaboração da bebida vegetal à base da amêndoa de castanha de caju

Foram elaborados quatro produtos diferentes tendo como matéria-prima principal a amêndoa da castanha de caju (Tabela 5):

Tabela 5 – Composição das bebidas vegetais à base da amêndoa de castanha de caju

Formulação	Composição
Bebida vegetal de amêndoa de castanha de caju padrão*	ACC + Açúcar
Bebida vegetal de amêndoa de castanha de caju com achocolatado	Formulação com 1% de açúcar refinado cristal + 4% de achocolatado em pó, considerando o volume total do produto.
Bebida vegetal de amêndoa de castanha de caju com leite de coco	Formulação padrão + 4% de leite de coco, considerando o volume total do produto
Bebida vegetal de amêndoa de castanha de caju com banana	Formulação padrão + 10% de banana, considerando o volume total do produto.

Fonte: elaborada pela autora. *Foi definido como bebida vegetal padrão aquela em que não houve incorporação de sabores.

Os processamentos da bebida vegetal padrão, bebida vegetal adicionada de achocolatado, bebida vegetal adicionada de leite de coco e bebida vegetal adicionada de banana foram realizados no Laboratório de Processos Agroindustriais localizado na Embrapa Agroindústria Tropical.

Para a elaboração das formulações, a primeira etapa realizada foi a pesagem de todos os ingredientes utilizados para a preparação dos produtos (Figura 4a) em balança semi-analítica (METTLER TOLEDO). A incorporação dos sabores achocolatado em pó, leite de coco e banana também ocorreu durante esse momento (Figura 4b).

Para a formulação contendo banana prata, inicialmente a fruta foi submetida por um processo de branqueamento utilizando vapor de água com temperatura de aproximadamente 100°C, por 2 minutos (Figura 4b).

Devido a baixa concentração de cálcio da matéria-prima, associado ao objetivo do produto de atender consumidores que por algum motivo não podem ingerir produtos lácteos, em todas as formulações foram adicionadas o fosfato de cálcio tricalcico ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) em quantidades de $0,33 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de produto, tendo como base o teor cálcio presente no leite de vaca (USDA, 2011). A incorporação deste ingrediente foi realizada antes da etapa de homogeneização sendo acrescentado diretamente na água utilizada para a obtenção das bebidas vegetais.

Após pesados os ingredientes de cada formulação, esses foram homogeneizados em moinho coloidal vibratório NOVA METEOR, MODELO REX 1 – N (São Paulo, Brasil) com recirculação do líquido por 2 minutos, até obtenção de uma mistura homogênea (Figura 4c).

Em seguida, as formulações foram submetidas ao processo de esterilização UHT a $136 \text{ }^\circ\text{C}$ em esterilizador Armfield FT-74 (Hampshire County, Inglaterra) com tempo de retenção de 4 segundos (Figura 4d), seguida de envase asséptico a quente com temperatura de $80 \text{ }^\circ\text{C}$ (Figura 4e) em embalagens de vidro de 200 mL com tampa rosqueada. O produto seguiu para resfriamento, em banho de gelo, até temperatura aproximada de $25 \text{ }^\circ\text{C}$ (Figura 4f), o qual foi armazenado na mesma temperatura (Figura 4g).

As embalagens utilizadas foram previamente esterilizadas, sendo submersas em água fervente por 5 minutos (Figura 4h). Para a sanitização das tampas, utilizou-se ácido peracético 1% por 15 minutos, com posterior enxágue na água proveniente do esterilizador Armfield FT-74 (Figura 4i).

Figura 4 – Etapas de elaboração das bebidas vegetais à base da amêndoa de castanha de caju



Fonte: Elaborada pela autora.

4.2.2.2 Caracterização dos julgadores

Antes de iniciar a análise sensorial, todos os provadores responderam uma ficha de detalhamento que abordava perguntas relacionadas a questões pessoais como sexo, idade e grau de escolaridade. Também foram considerados aspectos sobre o seu cotidiano, dentre os quais frequência de consumo, como habitualmente consomem bebidas tipo “leite” e qual a sua relação de interesse por amêndoa de castanha de caju (APÊNDICE A).

O intuito deste questionário inicial era conhecer melhor o público com o qual se estava trabalhando na realização da análise sensorial, considerando que a percepção de qualidade de um produto pelos consumidores depende fortemente de suas preferências

personais, nível de experiência, influências culturais, características demográficas e psicológicas, assim como da expectativa do consumidor (LUCIA, 2008).

4.2.2.3 Estudo sensorial para definir a composição das bebidas vegetais à base da amêndoa de castanha de caju

Os testes sensoriais para o desenvolvimento do novo produto foram desenvolvidos com dois objetivos. O primeiro deles diz respeito à determinação da formulação ideal através dos testes de ordenação preferência e escala do ideal. Nessa fase, foi realizada a escolha da formulação ideal a qual foi denominada “formulação padrão”. Em se tratando do segundo objetivo, esse diz respeito à realização de testes de aceitação, intenção de compra e *check-all-that-apply* (CATA) para seis amostras de bebida vegetal: padrão sem adição de açúcar, padrão com adição de açúcar, incorporado com achocolatado, incorporado com banana, incorporado com leite de coco e amostra comercial.

Todos os testes sensoriais foram efetuados em cabines individuais iluminadas com lâmpadas fluorescentes e as amostras foram oferecidas em copos plásticos com codificação aleatória de 3 dígitos. Cada pessoa recebeu 30 mL de amostras ofertadas de forma monádica sequencial, seguindo um delineamento de blocos completos balanceados casualizados (Stone; Sidal, 2004) a uma temperatura entre 7 a 10 °C. Para retirar o sabor residual do produto, os provadores foram instruídos a beber água entre as amostras.

A todos os provadores foi pedido que antes do início do teste preenchessem uma ficha de detalhamento pessoal (APÊNDICE A) para melhor conhecimento do público trabalhado, e que assinassem o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), tornando claros os objetivos da pesquisa.

A aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará/PROPESQ referente a este trabalho teve como CAAE nº 56012916.4.0000.5054, estando de acordo com as normas que regulamenta a pesquisa em seres humanos do Conselho Nacional de Saúde (Ministério da Saúde).

4.2.2.3.1 Teste ordenação-preferência

Objetivando definir a proporção de amêndoa da castanha de caju/ água, foi feito o teste de ordenação preferência. Utilizaram-se três diferentes proporções de amêndoa da

castanha de caju/ água (1:8, 1:10 e 1:12) p/v, para elaboração das formulações de EHACC padrão sem adição de açúcar (MORAIS, 2009).

A escolha das proporções utilizadas para a elaboração da formulação foi baseada em testes preliminares, assim como em estudos anteriores realizados por Morais (2009), que elaborou um extrato vegetal à base de castanha de caju, e por Felberg *et al.*, (2002) que formulou um extrato vegetal de castanha do Pará.

As três misturas foram apresentadas aos provadores, solicitando que as ordenassem da menos preferida à mais preferida, em relação ao atributo sabor. A análise foi efetuada utilizando 30 provadores não treinados. Os testes ocorreram em laboratório, através do delineamento casualizado empregando codificação aleatória de três dígitos.

Para a determinação dos resultados do teste de ordenação-preferência, as amostras foram caracterizadas como 1 (menos preferida) e 3 (mais preferida), conforme ficha estabelecida no APÊNDICE B. A partir da soma dos valores do total de provadores foi indentificada qual a amostra era a “mais preferida”.

A análise dos resultados foi realizada utilizando o teste de Friedman, em conjunto com a tabela de Newell e MacFarlane, que indica a diferença crítica entre os totais de ordenação e o número de provadores, revelando se há ou não diferença estatística entre elas a nível de 5% de significância (DUTCOSKY, 2005).

4.2.2.3.2 Teste escala do ideal

Após a determinação da proporção de ACC/água, foi realizado um teste de escala do ideal para a determinação do teor de açúcar ideal da bebida vegetal. Neste caso, os provadores foram submetidos à avaliação de três amostras de bebida vegetal de ACC padrão, com diferentes intensidades de açúcar, objetivando definir aquele que considerassem ideal, tomando como base o padrão estabelecido por cada provador.

O nível de adequação do teor de sacarose foi estabelecido utilizando-se uma escala com pontos variando de -4 a +4, sendo -4 igual a “muito menos doce que o ideal”, 0 (zero) representando a idealidade e +4 a “muito mais doce que o ideal” (MEILGAARD *et al.*, 1999), de acordo com APÊNDICE C.

Foram oferecidas as bebidas elaboradas com a proporção de amêndoa da castanha de caju/água 1:10 e com adição de 1%, 2% e 3% de açúcar (FELBERG *et al.*, 2002), sendo utilizados 52 provadores não treinados em teste realizado em laboratório, através do delineamento casualizado empregando codificação aleatória de três dígitos.

Ao final do teste obteve-se a concentração ideal de açúcar para a elaboração do EHACC padrão. A avaliação do teste de escala do ideal se deu através da estatística descritiva, tendo os dados sido apresentados sob a forma de histogramas de frequência (PINTO; RODRIGUES; PASSOS, 2015).

4.2.2.3.3 Testes sensoriais de aceitabilidade das bebidas vegetais à base da amêndoa de castanha de caju

Foram realizados testes sensoriais de escala hedônica, intenção de compra e CATA (check-all-that-apply) com 100 provadores não treinados (APÊNDICE D), para todas as formulações, avaliando a aceitabilidade da bebida vegetal sem adição de açúcar em comparação com a bebida vegetal adicionada de açúcar, e, avaliou-se também a aceitabilidade das bebidas após a incorporação de sabores.

Utilizou-se a escala hedônica estruturada mista de 9 pontos (9 = “gostei extremamente”, 5 = “não gostei nem desgostei”, 1 = “desgostei extremamente”) visando avaliar a aceitação sensorial com relação aos seguintes atributos: aparência, cor, textura, aroma, sabor e impressão global das amostras (STONE; SIDAL, 2004).

Com o intuito de avaliar a intenção de compra dos provadores em relação ao novo produto, utilizou-se o teste de escala de atitude de compra estruturada mista de 5 pontos (5 = “certamente compraria”, 3 = “talvez compraria/ talvez não compraria”, 1 = “certamente não compraria”).

O índice de aceitabilidade (IA) do produto foi avaliado com base na expressão:

$$IA (\%) = \frac{A \times 100}{B} \quad (\text{Equação 2})$$

No qual A representa a nota média obtida para o produto e B representa nota máxima dada ao produto. Percentuais de $IA \geq 70\%$ são considerados de boa repercussão (DUTCOSKY, 2011).

No teste CATA, foi repassada aos provadores uma lista de 22 termos que estão, de modo geral, relacionados ao produto (Tabela 6). A partir de então, o provador pôde escolher os termos que considerasse mais pertinente para representar tal produto.

Para cada termo, foi calculada a frequência em que foi marcado (frequência de resposta). A partir de então, foi determinado quão relevante ou não tal termo era para aquele produto. Quanto mais considerável for o termo, mais pode-se dizer que este caracteriza o produto (VIDAL *et al.*, 2015).

Tabela 6 – Termos descritores para a bebida vegetal à base da amêndoa de castanha de caju

Atributo	Descritores
Cor	cinza, branco, pálida, amarelado
Aparência	brilhosa, cintilante
Textura	homogêneo, encorpado, turvo, diluído, arenoso, presença de partícula
Sabor	ranço, diluído, maisena, adstringente, amêndoa queimada
Gosto	doce
Aroma	amêndoa tostada, amêndoa crua, amêndoa suave, metálico, leite

Fonte: elaborada pela autora.

O Cochran teste Q foi realizado para identificar diferenças significativas entre as amostras para cada um dos termos incluídos no questionário CATA (PARENTE; MANZONI; ARES, 2011).

Tendo como base os resultados de aceitação obtidos, foram elaborados histogramas de frequência com os valores atribuídos para cada amostra. Os dados das amostras de bebida vegetal de ACC foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com duas fontes de variação (amostra e provador) e a interação amostra x provador. Os resultados foram avaliados através de Análise dos Componentes Principais (ACP). Os resultados das médias estão apresentados de forma tabular e gráfica, e a análise dos componentes principais através de gráficos bidimensionais.

A análise estatística do teste de aceitação, de forma a contribuir com os resultados obtidos pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), foi realizada a partir da utilização do mapa de preferência interno (MPI). Todas as análises estatísticas foram realizadas por o XLSTAT software para Windows versão 2017.1 (Adinsoft, Paris, França).

4.2.2.3.4 Grupo de foco para levantar termos descritivos para teste CATA

Composto por 18 provadores, o grupo de foco foi realizado no Instituto de Cultura e Arte (ICA), com alunos do Curso de Gastronomia da Universidade Federal do Ceará, e tinha como intuito obter os termos descritores sobre as características sensoriais da bebida vegetal de ACC.

Todos os provadores receberam uma amostra de extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju sem adição de açúcares. A amostra foi oferecida em copo plástico, contendo aproximadamente 30 mL de produto, tendo a sessão ocorrido em aproximadamente

30 minutos. Abaixo, seguem os termos que, de acordo com os estudantes, caracterizaram o produto quanto aos atributos: cor, aroma, textura, gosto e sabor.

4.2.2.3.5 Mapa de Preferência Interno

O MPI permite avaliar os resultados obtidos a partir do teste de aceitabilidade das amostras referente ao atributo impressão global. Neste caso, as respostas dos julgadores, que são representadas por números, são submetidas à Análise dos Componentes Principais (ACP) para a elaboração do Mapa de Preferência Interno.

A técnica de MPI é utilizada para detectar a preferência individual de cada provador estudado, com base em uma representação gráfica. No MPI é possível observar a dispersão das amostras no gráfico em relação à aceitação dos consumidores e correlações entre os dados de aceitação de cada consumidor e os dois componentes principais (F1 e F2). Tais componentes da representação gráfica totalizam 100% da variância total dos dados de aceitação, sendo suficientes para representar a dispersão das amostras, obtendo-se assim, uma apresentação bidimensional.

4.2.3 Estudo do comportamento reológico das bebidas vegetais à base de amêndoa de castanha de caju

O comportamento reológico das bebidas vegetais da amêndoa da castanha de caju com e sem incorporação de sabores foi determinado através de reômetro rotacional de cilindros concêntricos tipo Searle da Brookfield, modelo R/S plus SST 2000. O sensor utilizado foi DG-DIN.

As análises foram realizadas em temperatura de 25°C e o equipamento forneceu dados de tensão de cisalhamento e taxa de deformação através do software RHEO V 2.8.

Foi utilizado a taxa de deformação variando de zero a 200 s⁻¹ (curva ascendente) e de 200 s⁻¹ a zero (curva descendente), com um tempo de 60 segundos e leitura de 25 pontos para cada curva. Cada leitura foi realizada em triplicata, sendo utilizada uma nova amostra em cada medida.

As análises reológicas foram realizadas conforme metodologia descrita por Silva *et al.* (2012). Com o intuito de identificar em quais modelos reológicos os dados apresentaram ajuste, foram avaliados quatro diferentes modelos: lei da potência (Ostwald-de-Walle), Herschel Bulkley, Casson e Newton, contudo, os dados só apresentaram ajustes para os dois

últimos modelos citados.

Os dados obtidos na análise reológica foram ajustados aos modelos de Casson e Newton, descritos nas equações 1 e 2, respectivamente, através de regressão linear, utilizando o software SAS versão 9.1, tendo sido determinados os parâmetros reológicos para cada modelo, assim com os respectivos coeficientes de determinação (R^2):

$$(1) (\tau)^{0,5} = K_{OC} + \kappa_c (\dot{\gamma})^{0,5} \quad (\text{Casson}) \quad (\text{Equação 3})$$

$$(2) \tau = \eta(\dot{\gamma}) \quad (\text{Newton}) \quad (\text{Equação 4})$$

Onde: τ = tensão de cisalhamento (Pa), $\dot{\gamma}$ = Taxa de deformação (s^{-1}), K_{OC} = tensão inicial (Pa), κ_c = viscosidade plástica de Casson ($Pa \cdot s^n$).

4.2.4 Análises Físico-Químicas

Foram realizadas análises físicos químicas de acidez total titulável, pH, umidade, sólidos totais, cinzas, lipídios, proteínas, carboidratos por diferença, valor energético total e cor nas bebidas vegetais à base de amêndoa de castanha de caju. As análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos da Embrapa Agroindústria Tropical.

4.2.4.1 Acidez titulável total

De acordo com metodologia AOAC (2005), cada amostra a ser avaliada foi previamente pesada, em valor aproximado de 5g, e posteriormente diluída 10 vezes em água destilada, e por fim, foram adicionadas 2 gotas de fenolftaleína 2%. O teor de acidez das amostras foi obtido por titulação em solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,01M e o índice de acidez foi expresso em porcentagem (v/m) de ácido cítrico, de acordo com a equação 5:

$$\% \text{ acidez} = \frac{V \text{ (mL)} \times fc}{P \text{ (g)}} \quad (\text{Equação 5})$$

Onde: V (mL) = volume de NaOH 0,01M utilizado na titulação; fc = fator de correção da solução de hidróxido de sódio 0,01M; P (g) = peso da amostra.

4.2.4.2 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Para a determinação do pH das formulações, foi utilizado 10g de amostra sendo realizada leitura direta em equipamento potenciômetro (Modelo: Hanna Instruments HI2221), calibrado com soluções tampão pH 7,0 e pH 4,0, conforme recomendação do AOAC (2005), avaliando a acidez da amostra a partir da concentração de íons de hidrogênio livre.

4.2.4.3 Determinação de umidade

Utilizou-se, para as amostras, o método gravimétrico, o qual se fundamenta pela diferença de peso da amostra por desidratação até peso constante. Assim, foi pesado 5g de amostra e realizado secagem direta em estufa com circulação de ar (Cienlab) a 105°C por 24 horas até obtenção do resíduo seco AOAC (2005).

O cálculo foi feito pela diferença de peso, sendo expresso em porcentagem, conforme Equação 6:

$$\% \text{ umidade} = \frac{100 - [(P3 \text{ (g)} - P2 \text{ (g)}) \times 100]}{P1 \text{ (g)}} \quad (\text{Equação 6})$$

Onde: P1 = peso da amostra úmida; P2 = peso do cadinho; P3 = peso da amostra seca + cadinho.

4.2.4.4 Determinação dos sólidos totais

A medida de sólidos totais ocorreu a partir da diferença da determinação da umidade (item 2.2.5.3), considerando um total de 100%; logo, conforme Equação 7, obteve-se o percentual de sólidos totais da amostra:

$$\% \text{ sólidos totais} = 100 - \% \text{ umidade} \quad (\text{Equação 7})$$

4.2.4.5 Determinação de cinzas

As cinzas foram obtidas por incineração da amostra. Com intuito de evitar perdas de minerais por borbulhamento, a amostra foi previamente seca a 105°C em estufa de circulação de ar. Após obtido o resíduo seco, pesou-se 5g e este sofreu um aquecimento a

550°C por 6 horas em mufla (Marca: Quimis), conforme recomendação AOAC (2005).

A partir do resultado obtido, foi calculado o percentual de cinzas por diferença de peso, conforme Equação 8.

$$\% \text{ cinzas} = \frac{100 \times P2(\text{g})}{P1(\text{g})} \quad (\text{Equação 8})$$

Onde: P1 = peso da amostra; P2 = peso das cinzas.

4.2.4.6 Determinação de lipídios

A determinação de lipídios da amostra foi realizada a partir de extração contínua em aparelho de Soxhlet, seguida de remoção por evaporação do solvente hexano, conforme metodologia AOAC (2005). Com o intuito de evitar perdas de amostra, as mesmas foram previamente secas em estufa com circulação de ar (Cienlab), a 105°C até obtenção de resíduo seco.

Foram utilizados cerca de 3,0 g deste material seco, que foi previamente acondicionado em cartuchos elaborados com papel de filtro. O cartucho foi transferido para o aparelho extrator tipo Soxhlet e acoplado a um balão de fundo chato. Adicionaram-se 110 mL do solvente hexano ao balão de fundo chato. O aparelho foi acoplado a um refrigerador de bolas. O sistema foi submetido a uma chapa elétrica aquecida, permitindo a extração dos lipídios da amostra com auxílio do solvente, realizada por 6 horas. Após esse período, o cartucho foi retirado do aparelho se Soxhlet e o balão foi rotaevaporado para retirada do solvente obtendo somente os lipídios. Por diferença de peso, foi calculado o percentual de lipídios da amostra, conforme Equação 9.

$$\% \text{ lipídios} = \frac{(P3(\text{g}) - P2(\text{g})) \times 100}{P1(\text{g})} \quad (\text{Equação 9})$$

Onde:

P1 = peso da amostra

P2 = peso do balão + gordura

P3 = peso do balão

4.2.4.7 Determinação de proteínas

A análise de proteínas foi baseada em três etapas, conforme AOAC (2005).

Na primeira etapa, ocorreu a digestão, a qual pesou-se no balão de Kjeldal: 0,2g da amostra (previamente seca a 105 °C/ 24horas) juntamente com 1,5g da mistura catalítica e adicionou-se 5mL de ácido sulfúrico. A amostra foi submetida ao aquecimento a 350°C até o nitrogênio da amostra ser decomposto pela ação de ácido sulfúrico e catalisador a sal amoniacal. Durante a segunda etapa, chamada de destilação, a amônia foi liberada do sal amoniacal pela reação utilizando 25mL de hidróxido de sódio (NaOH) 50% e recebida em solução de 10mL de ácido bórico 10%, juntamente com o indicador alaranjado de metila. Na última etapa, foi realizada uma titulação com ácido clorídrico (HCl) 0,02M para determinação do teor de nitrogênio da amostra.

O percentual de protídios foi calculado conforme Equação 10.

$$\% \text{ protídios} = \frac{(V2 \text{ (mL)} - V1 \text{ (mL)}) \times f \times c \times 0,014 \times 100 \times 6,25}{P \text{ amostra (g)}} \quad (\text{Equação 10})$$

Onde: V2 = volume de NaOH utilizado na titulação; V1 = volume do branco

f = fator de correção de NaOH

c = molaridade da solução de NaOH

4.2.4.8 Determinação de carboidratos por diferença

O teor de carboidratos das amostras foi obtido por diferença, considerando a composição centesimal de cada produto avaliado.

4.2.4.9 Determinação de valor energético total

O valor energético total (VET) das amostras avaliadas foi calculado de acordo com a energia metabolizável, em kcal, obtidas a partir dos dados de composição centesimal, usando os fatores de conversão de Atwater de 4 kcal/100g para carboidratos e proteínas e 9 kcal/100g para lipídios.

4.2.5 Determinação de cor

A cor instrumental das amostras foi realizada por leitura direta em colorímetro (Chroma Meter CR400, Konica Minolta Inc, Osaka, Japão) conforme a metodologia definida

no manual do fabricante. As amostras foram colocadas em placas de petri de vidro limpas e a leitura foi realizada em triplicata.

A expressão dos resultados se deu pelo sistema CIElab que fornece as coordenadas cartesianas em um espaço tridimensional. A leitura se dá por meio das seguintes coordenadas: “L” que mede a claridade da amostra, variando do “zero” (preto total) a cem (branco total); “a” que se positivo relaciona à amostra uma tendência a cor vermelha e se negativo à cor verde; “b” que se positivo há tendência da amostra para cor amarelo e se negativo há tendência para cor azul.

Além disso, relacionou-se o sistema CIElab ao cálculo do ângulo Hue (referente à qualidade da cor), cálculo do Chroma (refere-se à pureza da cor).

4.3 Resultados e discussão

Abaixo estão expostos os resultados obtidos na presente dissertação, segmentados de acordo com o preparo da bebida, análises sensoriais e análises físico-químicas da bebida.

4.3.1 Testes preliminares para elaboração da bebida vegetal à base da amêndoa de castanha de caju

Os testes preliminares consistiram em determinar as proporções de amêndoa da castanha de caju para, em seguida, avaliar o a doçura ideal.

4.3.1.1 Determinação da proporção da amêndoa de castanha de caju

A elaboração do EHACC contou com uma etapa crucial que foi a de desenvolvimento. Uma das fases desse processo teve como finalidade definir a proporção de matéria-prima mais aceita pelos provadores. Dessa forma, realizou-se um teste de ordenação preferência avaliando diferentes proporções de ACC (APÊNDICE B).

A escolha de tais proporções foi baseada em análise realizada por Morais (2009), que, para determinar a proporção de ACC a ser utilizada na sua bebida vegetal, efetuou testes sensoriais discriminativos empregando três proporções diferentes de (ACC/água): 1:6, 1:8 e 1:10, sendo a proporção 1:6 a escolhida.

Outros autores também optaram pela utilização da proporção de 1:6 (ACC/água) para a elaboração de bebidas vegetais, como Costa (2013) ao elaborar um produto gelificado a

base de extrato vegetal de ACC; Rebouças (2012) ao produzir uma bebida prebiótica à base de ACC e suco de maracujá; e Xerez (2012) ao desenvolver uma bebida de café com extrato vegetal de ACC.

Alguns estudos indicaram diferentes proporções de matéria-prima para a obtenção de uma bebida mista de extrato de soja integral com castanha-do-Pará, por Felberg *et al.*, (2004) que utilizou a proporção de 1:15 (soja integral/água) e 1:7 (castanha-do-Brasil/ água).

Ao elaborar um novo produto, alguns fatores devem ser levados em consideração, como: finalidade do produto final, custos envolvidos no processo e matéria-prima que se deseja utilizar. Com base nisso, considerando que objetivo é a elaboração de um produto que possa ser fabricado a nível industrial, a utilização de uma proporção adequada de ACC se faz importante, considerando que a mesma apresenta alto valor comercial no mercado, reduzindo assim custos finais do produto.

Com o objetivo de comparar as formulações ao mesmo tempo com relação ao atributo sabor e verificar se estas diferem entre si, três proporções de ACC foram selecionadas para determinação por teste sensorial quantitativo: 1:8, 1:10 e 1:12 (ACC/água). Com base nos resultados da Tabela 7, observou-se que não houve diferença significativa quanto à preferência entre as proporções 1:8 e 1:10 (amêndoa de castanha de caju/água).

Tabela 7 – Somatório de respostas para o teste ordenação preferência para as diferentes proporções de amêndoa de castanha de caju/água (Tabela de Newell e MacFarlane DMS, 19)

Amostras	1:8	1:10	1:12
Total	70a	61ab	49b

Fonte: elaborada pela autora: Somatório seguido de letras iguais não diferem significativamente entre si, em 5% de significância.

O somatório de respostas indicou a formulação de bebida vegetal contendo a proporção 1:8 (ACC/água) como a preferida dentre os julgadores, porém, como não houve diferença significativa entre as amostras 1:8 e 1:10 (ACC/água), optou-se por selecionar a proporção de 1:10 (ACC/água) já que o intuito é a elaboração de um produto que seja utilizado a nível industrial e visa-se a redução de custos finais. A proporção 1:12 (ACC/ água) atingiu o menor número de respostas, sendo a menos preferida dentre os provadores, por isso, essa formulação foi descartada como opção para a elaboração da bebida vegetal.

4.3.1.2 Determinação da doçura ideal

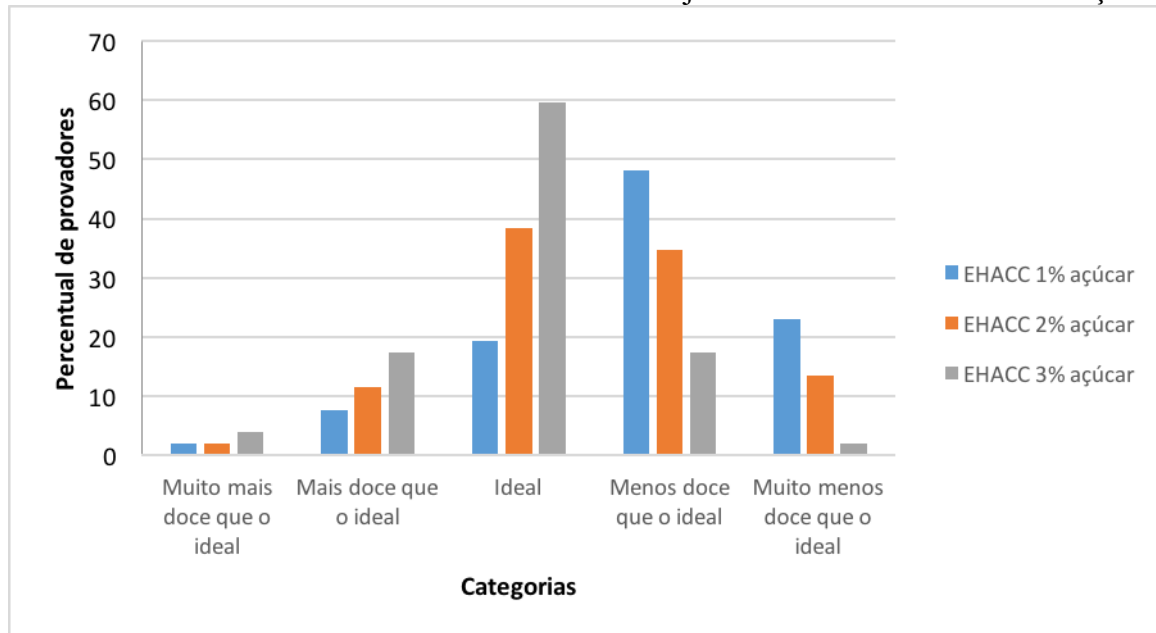
A determinação dos percentuais de açúcar para o teste de doçura ideal foram baseados em testes preliminares associados a estudos anteriores realizados por Morais (2009), que adicionou açúcar ao desenvolver um extrato vegetal da ACC, e Felberg *et al.* (2004), que incorporaram açúcar como ingrediente, ao elaborar uma bebida mista de soja e castanha-do-Brasil.

Os resultados da doçura ideal da bebida vegetal à base de ACC estão expressos na Figura 5. Observou-se um aumento do percentual de respostas para a categoria “doçura ideal” à medida que aumentava a concentração de açúcar das amostras. Isto pode ser observado através do deslocamento gradual no percentual de respostas das categorias “muito menos doce que o ideal” para a categoria “ideal” a medida que a concentração de açúcar se aproximou de 3% (Figura 5).

A bebida vegetal à base de ACC contendo 1% de açúcar foi considerada como amostra ideal para 19,2% dos provadores. Para este percentual de açúcar, a categoria que obteve maior porcentagem de respostas foi a “menos doce que o ideal”. Em se tratando da bebida vegetal à base de ACC com 2% de açúcar, 38,4% dos provadores consideraram que a amostra teria a doçura ideal. Neste caso, observou-se que a maior frequência de resposta ocorreu na categoria “ideal”, mas não representava o maior percentual de provadores. Ao retratar a amostra contendo 3% de açúcar, obteve-se que a maior parte dos provadores, que representa 59,6%, estavam localizados na categoria “ideal”, sendo a amostra referente a esse percentual a escolhida (Figura 5).

Valores semelhantes de doçura foram encontrados por Morais (2009) na avaliação da impressão global de amostras de EHACC com diferentes percentuais de açúcar que variavam de 2% a 5%. Nesse estudo, a amostra com 3% de açúcar apresentou maior frequência de resposta na categoria 7 “gostei moderadamente” da escala hedônica, que corresponde a 24,7% do total provadores. Em estudo realizado por Felberg *et al.*, (2004), avaliaram o ideal de doçura de uma bebida vegetal. Ao analisar a aceitabilidade do produto, os autores observaram que bebidas formuladas com 3 e 4% de açúcar alcançaram a maior preferência pelos consumidores.

Figura 5 – Percentual de provadores para teste de escala do ideal da bebida vegetal à base da amêndoa de castanha de caju adicionado de açúcar



Fonte: Elaborada pela autora.

Os resultados encontrados estão de acordo com estudos que indicam que os brasileiros têm maior preferência por produtos doces e/ou adoçados (SOLOMON; RIBEIRO, 2011). Porém, o teor de sacarose nos alimentos está sendo cada vez mais controlado, já que altos níveis de açúcar causam doenças como diabetes, obesidade, cáries, etc, sendo a quantidade máxima indicada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) 50 gramas de açúcar por dia (OMS, 2015). Associado a isto, com o intuito de oferecer uma formulação que apresente sabor suave de amêndoa da castanha de caju, optou-se por não adicionar alto teor de açúcar (maior que 3%) para não descaracterizar o produto.

A adição de açúcar teve por objetivo tornar o produto pronto para consumo e mais saboroso, já que segundo Decreto no 6.871 de 4 de junho de 2009, cap. VII, seção I, é permitida a adição de açúcar em bebidas. Partindo desse princípio, a adição de sacarose à bebida é uma alternativa viável já que a pesquisa possibilita o desenvolvimento de uma bebida “pronta para o consumo” e em geral essas bebidas presentes no mercado são adicionadas de algum agente adoçante.

Considerando o conceito de produtos prontos para o consumo já adoçados, para estudos futuros com as formulações de bebida vegetal à base de ACC, seria interessante testar o uso de outros agentes adoçantes que possuam propriedades mais saudáveis, podendo associar a praticidade e conveniência de beber algo pronto e agradável ao paladar, porém assegurando baixos teores de açúcar ao consumidor.

4.3.2 Testes de aceitabilidade das bebidas vegetais à base da amêndoa de castanha de caju

Abaixo seguem os resultados referentes aos testes de aceitabilidade da bebida.

4.3.2.1 Caracterização dos julgadores

A equipe de provadores não treinados foi composta de 52 pessoas. Na Tabela 8, é possível observar o percentual de respostas quanto ao questionário pessoal, e na Tabela 9, observou-se o percentual de respostas associadas a questões sobre o cotidiano.

Quando questionados sobre a frequência de consumo de bebidas tipo leite, os provadores afirmaram, em sua grande maioria (90%), que consumiam semanalmente. Este fator é positivo considerando que o produto desenvolvido tem o intuito de englobar a parcela da população que consome esse tipo de bebida, mas que também buscam novas alternativas na área. Associado a este alto consumo, os provadores também afirmaram uma grande preferência pela amêndoa da castanha de caju, produto este que é matéria-prima para a elaboração da bebida.

Ao relatarem como consomem esse tipo de bebida, os provadores ficaram livres para marcar mais de uma opção e foram obtidas 20 respostas para “puro”, 12 para “adoçado” e 24 para “adicionado de outros produtos”. Os alimentos mais citados foram: achocolatado, frutas e café. A partir de tais respostas, pôde-se concluir que a incorporação de sabor na bebida seria uma alternativa acertada.

Tabela 8 - Percentual de respostas referente ao questionário pessoal da ficha de detalhamento aplicada com os provadores

Sexo		Idade (anos)				Grau de escolaridade			
Feminino	Masculino	18-25	26-35	36-45	>45	Ensino médio completo	Ensino superior incompleto	Ensino superior completo	Pós graduação
50%	50%	75%	19,2%	3,8%	1,9%	5,7%	75%	17,3%	1,9%

Fonte: elaborada pela autora

Tabela 9 - Percentual de respostas referente ao questionário sobre cotidiano da ficha de detalhamento aplicada com os provadores

Frequência de consumo de bebidas tipo “leite”*					Gostar de amêndoas de castanha de caju			
Diariamente	2 a 3 vezes por semana	1 vez por semana	Quinzenalmente	Mensalmente	Gostar muitíssimo	Gostar muito	Gostar ligeiramente	Não gostar
57,7%	26,9%	5,7%	1,9%	5,7%	25%	26,9%	32,7%	1,9%

Fonte: elaborada pela autora. *Considerou-se bebidas de origem animal e de origem vegetal, que apesar de não serem leites, são popularmente conhecidos como tal.

4.3.2.2. *Avaliação da aceitabilidade da bebida vegetal à base da amêndoa de castanha de caju: um estudo comparativo de bebida vegetal sem adição de açúcar e com adição de açúcar*

4.3.2.2.1 Teste de aceitação sensorial e intenção de compra

A aceitabilidade das amostras foi realizada com o intuito de realizar um estudo a fundo para saber se a adição de açúcar à bebida era uma opção viável do ponto de vista sensorial para o desenvolvimento do produto. As formulações (com e sem adição de açúcar) foram analisadas quanto aos atributos sensoriais de: aparência, cor, aroma, textura, sabor e impressão global (Tabela 10).

Considerando os resultados da Tabela 10 referentes aos atributos de aparência, cor, aroma e textura, as amostras apresentaram resultados semelhantes, não havendo diferença significativa ($p > 0,05$) entre as médias dos valores hedônicos. Já em relação às características textura, sabor e impressão global, pôde-se observar que a formulação sem açúcar obteve uma média mais baixa para tais atributos quando comparado a amostra com açúcar, implicando que houve diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$), assim como foi observado no teste de intenção de compra para as duas amostras.

Para os atributos aparência e cor, foi possível observar que as duas formulações apresentaram notas semelhantes, estando as médias das amostras situadas entre os termos hedônicos “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”. A mesma semelhança entre as notas das amostras, ocorreu quanto ao atributo aroma, neste caso, as médias se localizaram entre os termos hedônicos “nem gostei nem desgostei” e “gostei ligeiramente”. Assim, pode-se constatar que quanto aos atributos aparência, cor e aroma, os julgadores não notaram diferença significativa entre as formulações avaliadas.

Resultados aproximados foram obtidos por Moraes (2009) ao avaliar as médias das respostas de aceitação das amostras de EHACC utilizando diferentes concentrações de açúcar. Observou que para os quesitos aparência e aroma, as médias situaram-se entre 6,0 (gostei ligeiramente) e 7,0 (gostei moderadamente).

A textura foi um atributo que exibiu médias diferentes devido à adição de açúcar, já que a formulação sem adição de açúcar expôs termos hedônicos entre “nem gostei nem desgostei” e “gostei ligeiramente” enquanto a amostra adicionada de açúcar obteve média que permitiu se fixar entre os termos hedônicos “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”, com isso é possível indicar que, segundo os provadores, a presença de açúcar contribuiu para

a alteração de textura da formulação, obtendo resultados melhores após a adição deste ingrediente.

Ao avaliar o corpo das amostras, Morais (2009) obteve resultados de médias que variaram de 4,0 (desgostei ligeiramente) a 7,0 (gostei moderadamente). Nesse estudo, avaliou-se a aceitabilidade de amostras com diferentes percentuais de açúcar e notou-se que a medida que aumentou a concentração de açúcar, aumentou a aceitabilidade dos provadores no quesito corpo. Comparação semelhante foi feita com as amostras no presente estudo, pois se observou que a aceitabilidade da amostra referente à textura foi menor quando esta não apresentava adição de açúcar (Tabela 10).

Já em relação ao sabor e impressão global, a formulação sem adição de açúcar apresentou média mais baixa, mostrando resultado próximo ao termo hedônico “desgostei ligeiramente”, enquanto a amostra com adição de açúcar exibiu média maior, sendo expressa pelo termo “gostei ligeiramente”, o que sugere melhor aceitação sensorial no que concerne às suas características globais.

Morais (2009), ao avaliar a aceitabilidade dos quesitos sabor e impressão global da amostra de EHACC com 3% de açúcar, obteve médias que variaram de 4,0 (desgostei ligeiramente) a 7,0 (gostei moderadamente), estando dentro da margem do valor de média encontrado no presente estudo para a amostra com adição de açúcar.

As médias das notas para o teste de intenção de compra das duas amostras, (Tabela 10) apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$), ficando localizadas entre as faixas “provavelmente não compraria” e “talvez compraria/talvez não compraria”, sendo que a formulação com adição de açúcar, de acordo com a média apresentada, obteve melhor aceitação. Isto foi comprovado com os resultados observados no teste de escala hedônica que constata a amostra com adição de açúcar como a mais preferida para os atributos sabor e impressão global.

A atitude de compra ao comparar EHACC elaborados com diferentes teores de açúcar confirmou que a amostra com adição de 3% de açúcar acumulou mais respostas na categoria 3 “talvez compraria/ talvez não compraria”, equivalente a 27,72% do total (MORAIS, 2009).

De forma a complementar a avaliação das médias das amostras para os atributos sensoriais de aparência, cor, aroma, textura, sabor, impressão global e intenção de compra, foi calculado o índice de aceitabilidade das formulações sem açúcar e com açúcar. Os percentuais obtidos estão expostos na Tabela 11.

Observou-se que as maiores variações entre os percentuais de aceitabilidade

ocorreram nos quesitos textura, sabor e impressão global, o qual a amostra sem adição de açúcar apresentou índices inferiores quando comparado com a outra amostra. Ao se tratar do sabor do produto, segundo os provadores, a formulação sem adição de açúcar não foi um produto considerado de boa aceitabilidade, tomando como base o parâmetro estabelecido por Dutcosky (2011), que informa que produtos com índice de aceitabilidade inferior a 70% não apresentam boa repercussão.

Considerando a viabilidade de elaboração de um produto que seja prático e saboroso para consumo, a adição de um agente adoçante surge como uma alternativa acertada para o desenvolvimento do produto.

Tabela 10 - Resultado das médias e desvio padrão da ANOVA para o teste de escala hedônica e intenção de compra das formulações de bebida vegetal à base de ACC com e sem adição de açúcar.

Amostra	Aparência	Cor	Aroma	Textura	Sabor	Impressão Global	Intenção de compra
Bebida vegetal de ACC sem açúcar	7,03 ^a ±1,40	7,09 ^a ±1,35	5,98 ^a ±1,67	5,85 ^a ±2,14	4,59 ^a ±2,17	4,89 ^a ± 1,98	2,19 ^a ±1,04
Bebida vegetal de ACC com açúcar (3%)	6,85 ^a ±1,52	6,96 ^a ±1,62	6,00 ^a ±1,67	6,97 ^b ±1,58	6,29 ^b ±2,02	6,46 ^b ± 1,73	2,99 ^b ±1,15

Fonte: elaborada pela autora. Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença significativa de acordo com o Teste F ($p < 0,05$).

Tabela 11 –Índice de aceitabilidade do estudo comparativo da bebida vegetal da amêndoa de castanha de caju sem açúcar e com açúcar

Amostra	Aparência	Cor	Aroma	Textura	Sabor	Impressão Global	Intenção de Compra
Bebida vegetal de ACC sem açúcar	83,39%	84,00%	78,17%	73,22%	67,90%	71,18%	67,80%
Bebida vegetal de ACC com açúcar (3%)	81,84%	81,12%	78,23%	81,52%	75,69%	78,88%	72,22%

Fonte: elaborada pela autora.

4.3.2.2.2 Check-all-that-apply (CATA)

Na Tabela 12, podem ser observados os resultados do teste CATA. Ao considerar os 22 termos descritivos utilizados para descrever as qualidades das amostras sem adição de açúcar e com adição de açúcar, em apenas 03 termos foi observada diferença significativa ($p < 0,05$): “sabor de ranço”, “sabor adstringente” e “gosto doce”. Como as amostras sofreram o mesmo processamento, a pequena variação de frequência de respostas dentre os termos já era esperada. A incorporação de açúcar diferenciou atributos relacionados principalmente ao sabor do produto.

As amostras sem açúcar e com açúcar se manifestaram de forma semelhantes no que se refere aos termos mais frequentes utilizados para a descrição das mesmas. Atributos como: “cor branca”, “aparência brilhosa”, “homogêneo” e “encorpado” foram citados com frequência para ambas as amostras. O termo “gosto doce” foi relacionado apenas com a amostra com adição de açúcar, o que já era esperado, enquanto o termo “diluído” foi referido somente na amostra sem açúcar. Já com relação a amostra ideal, os termos mais citados foram: “cor branca”, “homogêneo”, “encorpado”, “gosto doce” e “aroma de ACC suave”.

Os resultados verificados no teste CATA estão em conformidade com aquele observado no teste de escala hedônica, já que os provadores consideraram maior aceitação para a amostra com adição de açúcar no quesito sabor e impressão global (Tabela 10).

Os termos em comum menos utilizados para ambas as amostras foram: “cor cinza”, “cor amarelada”, “arenoso” e “aroma metálico”. A formulação sem adição de açúcar também obteve baixa classificação para os quesitos “sabor de ACC queimada” e “aroma de ACC tostada” e, enquanto a amostra com açúcar considerou pouca relevância para o termo “sabor de ranço”, “sabor adstringente” e “gosto doce”, indicando que tais termos não estão representando os produtos avaliados.

Não houve diferenças significativas dentre os termos: “cor cinza”, “cor branca”, “cor pálida”, “cor amarelada”, “aparência brilhosa”, “aparência cintilante”, “homogêneo”, “encorpado”, “turvo”, “diluído”, “arenoso”, “presença de partícula”, “sabor diluído”, “sabor de maisena”, “sabor de ACC queimada”, “gosto doce”, “aroma de ACC crua”, “aroma de ACC suave”, “aroma de ACC tostada”, “aroma de ACC metálico” e “aroma de leite” (Tabela 12).

Tabela 12 – Resultado do *check-all-that-apply* (CATA) utilizando teste de Cochran Q em estudo comparativo entre as amostras de bebida vegetal da amêndoa de castanha de caju com adição de açúcar e sem adição de açúcar, com 100 julgadores.

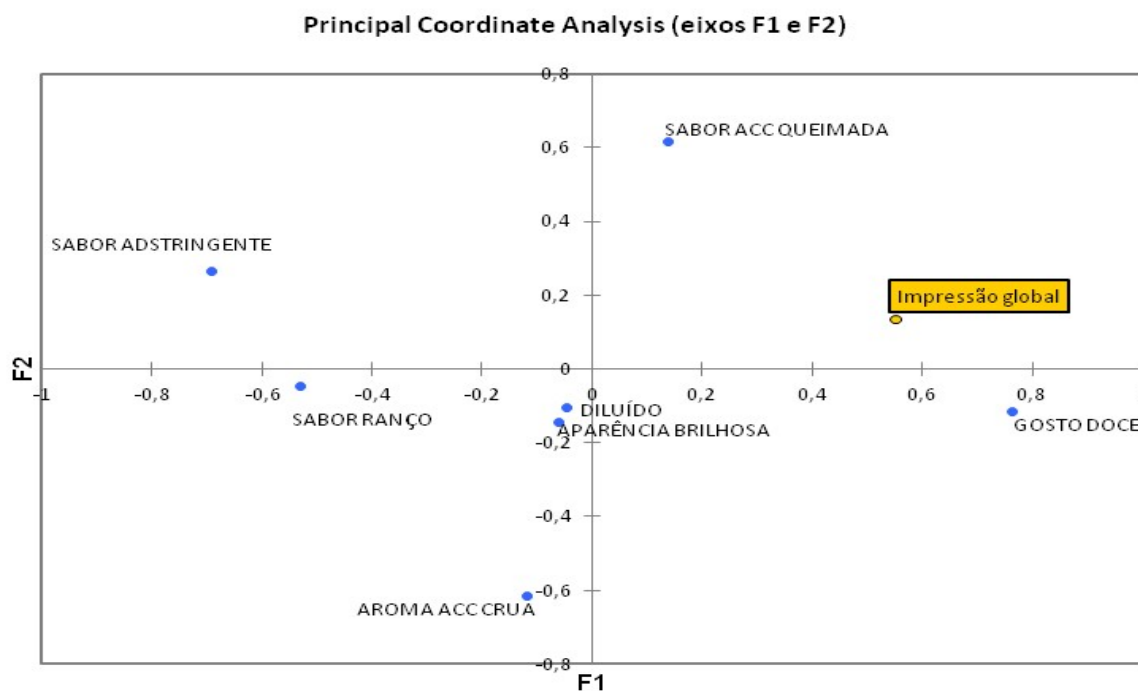
Descritores	Bebida vegetal de ACC com açúcar	Bebida vegetal de ACC sem açúcar	Ideal
Cor cinza	0,050 ^a	0,030 ^a	0,16
Cor branca	0,650 ^a	0,730 ^a	0,60
Cor pálida	0,330 ^a	0,310 ^a	0,12
Cor amarelada	0,050 ^a	0,030 ^a	0,10
Aparência brilhosa	0,450 ^a	0,360 ^a	0,39
Aparência cintilante	0,130 ^a	0,120 ^a	0,15
Homogêneo	0,540 ^a	0,500 ^a	0,68
Encorpado	0,390 ^a	0,320 ^a	0,53
Turvo	0,210 ^a	0,130 ^a	0,11
Diluído	0,300 ^a	0,410 ^a	0,19
Arenoso	0,110 ^a	0,090 ^a	0,05
Presença de partícula	0,120 ^a	0,150 ^a	0,08
Sabor de ranço	0,100^a	0,280^b	0,04
Sabor diluído	0,270 ^a	0,340 ^a	0,18
Sabor maisena	0,290 ^a	0,270 ^a	0,04
Sabor adstringente	0,050^a	0,140^b	0,04
Sabor ACC queimada	0,200 ^a	0,110 ^a	0,19
Gosto doce	0,570^a	0,080^b	0,63
Aroma ACC tostada	0,150 ^a	0,110 ^a	0,30
Aroma ACC crua	0,140 ^a	0,230 ^a	0,14
Aroma ACC suave	0,380 ^a	0,280 ^a	0,49
Aroma metálico	0,060 ^a	0,080 ^a	0
Aroma de leite	0,200 ^a	0,180 ^a	0,32

Médias seguidas da mesma letra na mesma linha não apresentam diferença significativa a nível de 5% de significância de acordo com o teste de Tukey ($p > 0,05$). Termos destacados em negrito representam diferença significativas entre si a nível de 5% de significância de acordo com o teste de Tukey ($p > 0,05$)

4.3.2.2.3 Teste das componentes principais para o atributo de impressão global

A análise dos componentes principais (APC) foi realizada sobre a matriz de covariância das pontuações de atributos da média entre valores, observando as duas dimensões principais: F1 e F2. Como de acordo com o teste de Cochran Q, apenas 03 termos apresentaram diferença significativa em relação à impressão global, o resultado foi baseado em todos os termos descritores e está expresso na Figura 6.

Figura 6 – Análise dos componentes principais (ACP) das amostras de bebida vegetal de ACC sem adição de açúcar e com adição de açúcar



Fonte: Elaborada pela autora.

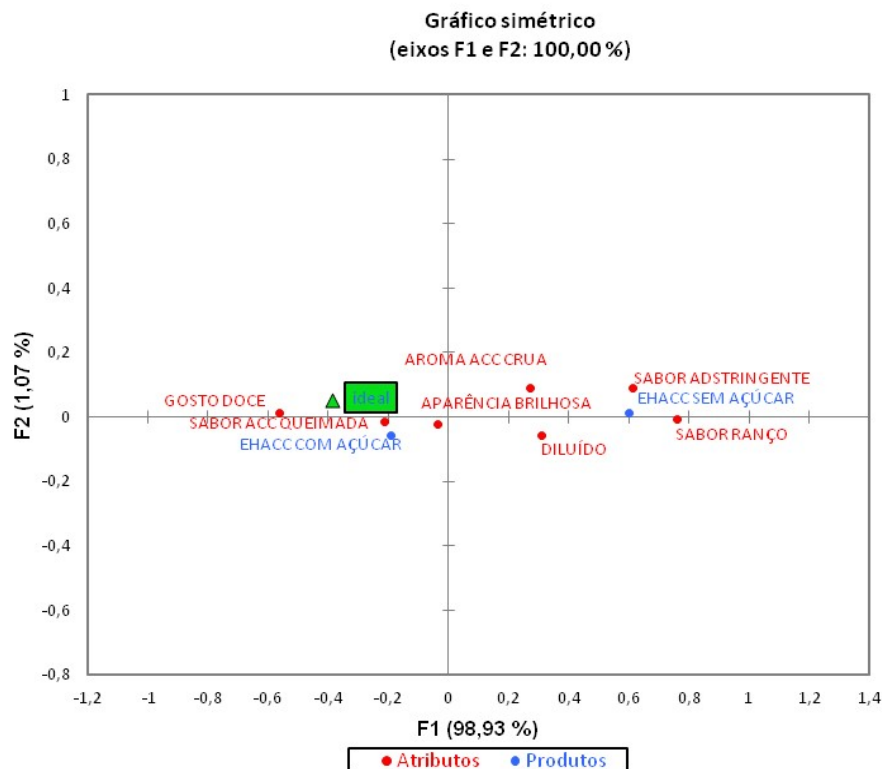
De acordo com o ACP, as amostras que apresentaram o atributo sensorial “gosto doce”, foram associadas a uma melhor impressão global pelos provadores.

4.3.2.2.4 Teste da amostra ideal

A análise dos componentes principais para as amostras sem adição de açúcar e com adição de açúcar que os provadores consideraram ser a ideal pode ser observada na Figura 7. Os atributos foram caracterizados pela cor azul, enquanto os produtos, pela coloração vermelha.

Com o objetivo de estudar a relação entre os dados, as duas primeiras dimensões explicaram 100% da variabilidade entre as amostras, representados por 83,8% e 16,2% de variância para a primeira e segunda componente principal respectivamente, sendo que a maior parte da variância foi explicada pelo primeiro componente (Figura 9). Os provadores consideraram que a amostra ideal deve ter as seguintes características: “aparência brilhosa”, “gosto doce” e “sabor de ACC queimada” (Figura 7). Pode-se observar que a incorporação de açúcar atribuiu características diferentes às amostras, o que fez que os provadores as considerassem em grupos distintos (Figura 7).

Figura 7 – Representação gráfica das bebidas vegetais de amêndoa da castanha de caju sem açúcar, com açúcar e produto ideal



Fonte: Elaborada pela autora.

De acordo com o observado, os provadores consideram que a amostra ideal deve ter as seguintes características: “gosto doce”, “sabor de ACC queimada” e “aparência brilhosa”. Ao avaliar cada amostra, constatou-se que os provadores conferiram que a formulação com açúcar apresentou características similares à amostra ideal, enquanto que aquela sem açúcar foi qualificada de acordo com os termos “presença de partícula”, “aroma de ACC crua”, “sabor diluído” e “diluído”, estando distante da percepção de amostra ideal.

O que se pode concluir é que, com relação à frequência de respostas, as amostras com açúcar e amostra ideal se encontraram representadas em grupos similares. Já a amostra sem açúcar se apresentou em um grupo distinto das demais, exibindo características próprias, não havendo ligação entre o produto ideal.

4.3.3 Avaliação da aceitabilidade da bebida vegetal à base de amêndoa de castanha de caju: um estudo sensorial após a incorporação dos ingredientes leite de coco, achocolatado e banana.

Abaixo estão expostos os resultados da avaliação de aceitabilidade da bebida, que contempla a intenção de compra, mapa de preferência interno, CATA e impressão global do produto.

4.3.3.1 Teste de aceitabilidade e intenção de compra

A partir dos resultados observados na Tabela 13, das três amostras, apenas os quesitos textura e sabor apresentaram resultados semelhantes, não diferindo estatisticamente ($p > 0,05$) entre as médias dos valores hedônicos. No que se refere às características aparência e aroma, as três amostras apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$) para as médias dos valores hedônicos. Já no quesito cor não houve diferença significativa ($p > 0,05$) para as formulações com achocolatado e com leite de coco. No entanto, observou-se diferença considerável ($p < 0,05$) no que se refere à amostra com banana em comparação com as outras duas amostras.

A impressão global foi um atributo em que as amostras com leite de coco e com banana apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$) para as médias dos valores hedônicos. Porém, a formulação com achocolatado não mostrou diferença significativa ($p > 0,05$) entre as médias dos valores hedônicos quando comparado às amostras com banana e com leite de coco. O mesmo padrão da impressão global, no que diz respeito à significância, foi observado com as amostras no teste de intenção de compra (Tabela 13).

Para os atributos sabor e textura as médias das amostras se situaram entre os termos hedônicos “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”, em que a formulação com leite de coco apresentou resultado de média maior quando comparado àquela com achocolatado e com banana. A textura não apresenta diferenças significativas dentre as médias das amostras é um ponto positivo, já que a incorporação de outros ingredientes poderia trazer alterações no corpo do produto, o que não seria interessante, pois poderia descaracterizá-lo ou mesmo ser um indicativo de erros no processamento. Além disso, para os três produtos avaliados, a textura foi um atributo que se apresentou na zona de aceitação dos consumidores.

Quanto aos atributos aparência e aroma, ocorreu uma variação entre as médias que se localizaram entre os termos hedônicos: “gostei moderadamente” e “gostei muito” para a formulação com achocolatado, “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente” para a amostra com leite de coco e, “desgostei ligeiramente” e “nem gostei nem desgostei” para a amostra com banana.

A cor foi uma característica que apresentou médias situadas entre os termos hedônicos “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente” para as amostras com achocolatado e com leite de coco. Já ao comparar com a média da formulação com banana, observou-se que a cor foi um quesito rejeitado, apresentando média que se situou no termo hedônico “desgostei ligeiramente”.

A adição de banana na formulação tornou o produto com aparência e cor diferentes da esperada pelo consumidor, sendo esse fator indicativo de rejeição. Isso porque a cor creme, usualmente esperada em bebidas que contém banana, tornou-se acinzentada devido a alta temperatura do processo de esterilização do produto.

A banana *in natura* é uma fruta que comumente sofre com reações de escurecimento. Estudos apontam o branqueamento como uma opção possível para lidar com o escurecimento em produtos. Esse método, segundo Fellows (2006) é um tratamento térmico aplicado a frutas e hortaliças frescas e tem por objetivo a inativação de enzimas que normalmente causariam escurecimento, degradação de nutrientes e/ou deterioração do alimento durante o seu preparo. Não é considerado um método de conservação em si, mas um pré-tratamento que antecede outros métodos.

Apesar do branqueamento ser mais indicado como um pré-tratamento para métodos de conservação como congelamento, secagem ou enlatamento, a utilização deste método antes de uma esterilização se deu pelo fato de que o branqueamento, além de inativar enzimas, também alcança outras finalidades como: fixação da cor, aroma e sabor da fruta, eliminação de ar dos tecidos evitando reações de oxidação na fruta e aumento do rendimento final (PEREDA *et al.*, 2005).

Na pesquisa em questão, a técnica do branqueamento foi utilizada, porém, observou-se que apesar da utilização deste pré-tratamento, a formulação adicionada de banana apresentou menores médias para os atributos aparência e cor. Sendo assim, conclui-se que para obtenção de melhores resultados uma estratégia viável seria considerar outro método de adição da fruta, o qual pudesse oferecer as características sensoriais e nutricionais para o produto, mas que não causasse alterações na aparência e cor do mesmo.

As médias das notas para o teste de intenção de compra das três amostras (Tabela

13) apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amostras com leite de coco e com banana, porém, a formulação com achocolatado não mostrou diferenças significativas ($p > 0,05$) quando comparado às outras duas amostras. Todos os produtos ficaram situados entre as faixas “provavelmente não compraria” e “talvez compraria/talvez não compraria”, sendo que a amostra com leite de coco foi o que, de acordo com a média apresentada, obteve melhor aceitação. Isto é confirmado com os resultados observados no teste de escala hedônica que constata a formulação com leite de coco como a mais preferida para os atributos sabor e impressão global.

De forma a complementar a avaliação das médias das amostras para os atributos sensoriais de aparência, cor, aroma, textura, sabor, impressão global e intenção de compra, foi calculado o índice de aceitabilidade das amostras. Os percentuais obtidos estão expostos na Tabela 14.

Todas as amostras obtiveram percentuais de aceitabilidade superior a 70%, exceto o quesito sabor para a amostra com banana, estando de acordo com o parâmetro estabelecido por Dutcosky (2011) de aceitabilidade de produtos.

A incorporação de sabor é uma prática bastante utilizada na indústria de alimentos para tornar o produto mais atrativo ao público consumidor. Por se tratar de um produto novo, que não apresenta muitas opções no mercado, é interessante realizar estudos mais aprofundados da reação do consumidor frente às amostras, visando o aprimoramento do produto a ser desenvolvido.

Tabela 13 - Resultado das médias e desvio padrão da ANOVA para o teste de escala hedônica e intenção de compra após a incorporação dos sabores: leite de coco, achocolatado e banana na bebida vegetal à base da amêndoa de castanha de caju.

Amostra	Aparência	Cor	Aroma	Textura	Sabor	Impressão Global	Intenção de Compra
Bebida vegetal de ACC com achocolatado	7,23 ^a ±1,35	7,35 ^a ±1,30	7,47 ^a ±1,42	6,70 ^a ±1,54	6,07 ^a ±1,97	6,19 ^{ab} ±1,72	2,06 ^{ab} ±1,07
Bebida vegetal de ACC com leite coco	6,71 ^b ±1,54	6,97 ^a ±1,58	6,67 ^b ±1,50	6,81 ^a ±1,64	6,58 ^a ±1,75	6,56 ^a ±1,60	3,18 ^a ±1,07
Bebida vegetal de ACC com banana	4,43 ^c ±1,66	4,00 ^b ±1,63	5,77 ^c ±1,73	6,36 ^a ±1,71	6,09 ^a ±1,90	5,96 ^b ±1,79	2,81 ^b ±1,15

Fonte: elaborada pela autora. Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença significativa de acordo com o Teste F ($p < 0,05$).

Tabela 14 – Índice de aceitabilidade do estudo das bebidas vegetais à base da amêndoa de castanha de caju com achocolatado, com leite de coco e com banana.

Amostra	Aparência	Cor	Aroma	Textura	Sabor	Impressão Global	Intenção de Compra
Bebida vegetal de ACC com achocolatado	84,26%	84,97%	84,025	81,31%	75,50%	78,25%	74,09%
Bebida vegetal de ACC com leite coco	81,33%	81,52%	81,64%	80,59%	78,99%	80,39%	74,82%
Bebida vegetal de ACC com banana	72,74%	71,05%	76,93%	83,77%	69,20%	76,90%	70,96%

Fonte: elaborada pela autora.

4.2.3.2 Mapa de preferência interno (MPI)

Os resultados obtidos a partir do teste de aceitabilidade, com os 100 provadores, para as amostras com achocolatado, com leite de coco e com banana foram submetidos à Análise dos Componentes Principais (ACP) para a elaboração do Mapa de Preferência Interno (MPI) referente ao atributo impressão global.

De acordo com a Figura 8, foi possível observar a dispersão das amostras das bebidas vegetais com achocolatado, leite de coco e banana em relação à aceitação dos consumidores. Observou-se que o primeiro componente explicou 46,85% da variância total, e o segundo, 53,15%, totalizando 100% da variância total dos dados de aceitação, sendo tais componentes suficientes para representar a dispersão das amostras, obtendo-se assim, uma apresentação bidimensional.

A separação espacial observada no gráfico (Figura 8) sugere que as três amostras se apresentaram em posições diferentes, indicando que elas diferem em relação à aceitação pelos consumidores, ocasionando a formação de três grupos distintos que possuem aceitação diferente em relação à impressão global.

De acordo com a correlação entre as variáveis e os fatores, tem-se que 8 consumidores não conseguiram diferenciar as três amostras em relação à preferência, sendo posicionados no centro do gráfico. Consumidores alocados na região central do gráfico não estão correlacionados com os dois componentes, contribuindo pouco para discriminar as amostras (SILVA; MINIM; RIBEIRO, 2005).

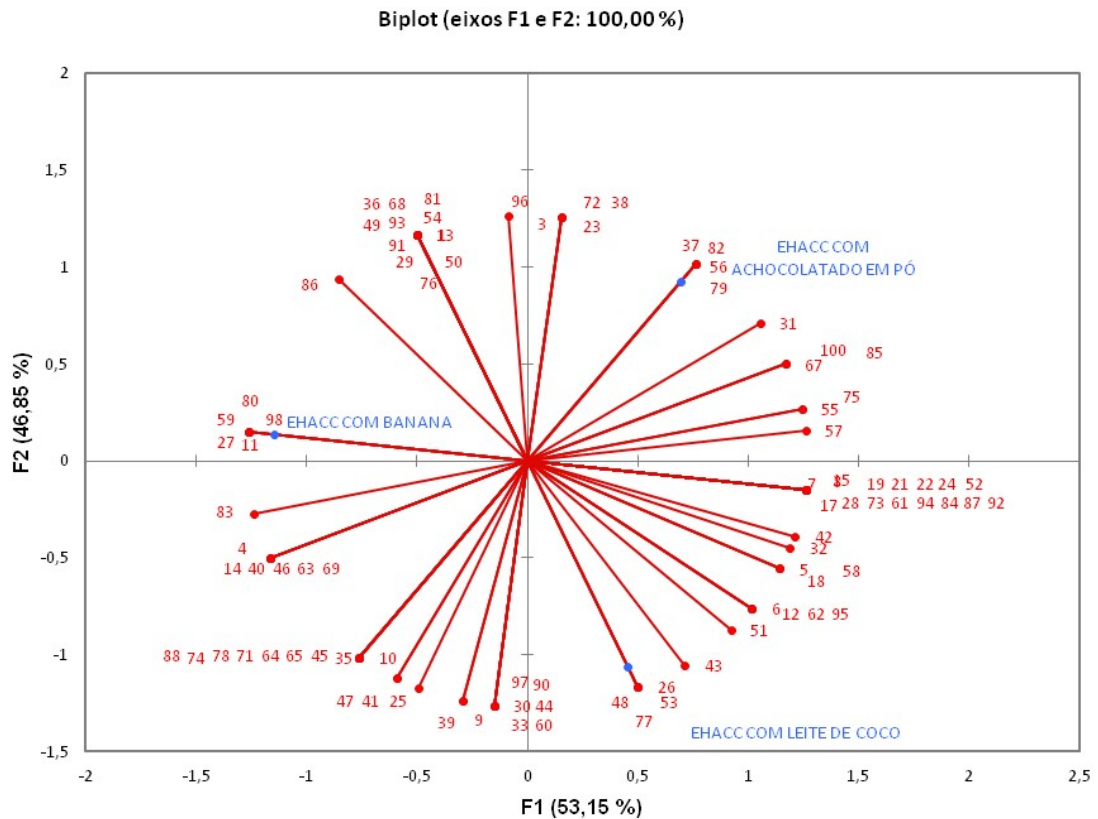
Nota-se que a maior concentração de consumidores ocorreu na amostra de bebida vegetal com leite de coco e, em sequência, na amostra de bebida vegetal com achocolatado. A amostra que continha leite de coco apresentou maior média de valor hedônico e diferença significativa quando comparada à amostra com banana. Já a formulação com achocolatado obteve a segunda maior média de valor hedônico e não diferiu significativamente das outras duas outras, o que se faz coerente com os resultados apresentados no teste de escala hedônica (Tabela 14).

De acordo com a correlação dos fatores, 31 provadores ficaram próximos à área em que se encontra a formulação de bebida vegetal com leite de coco, já 17 provadores apresentaram-se na porção do gráfico que corresponde à amostra com achocolatado e 16 provadores na porção em que se encontra a amostra com banana.

Uma parcela que totalizou 28 provadores não preferiu nenhuma das três amostras, apresentando-se distante dos grupos de provadores formados próximos a cada amostra de

bebida vegetal à base de ACC.

Figura 8 – Mapa de preferência interno, referente ao atributo impressão global para as bebidas vegetais à base da amêndoa de castanha de caju com achocolatado, banana e leite de coco.



Fonte: Elaborada pela autora.

4.3.3.3 Check-all-that-apply (CATA)

Na Tabela 15, estão representados os resultados encontrados do teste CATA para cada atributo avaliado pelos provadores referente à descrição das formulações com achocolatado, banana e leite de coco.

Observa-se que de acordo com a Tabela 15, dos 22 termos descritivos utilizados para as formulações de bebidas vegetais de ACC com banana, leite de coco e achocolatado, em 12 observou-se diferença significativa entre a frequência de respostas a nível de 5% de significância com relação aos atributos: “cor cinza”, “cor branca”, “cor pálida”, “aparência brilhosa”, “homogêneo”, “encorpado”, “turvo”, “diluído”, “arenoso”, “presença de partícula”, “sabor diluído” e “aroma de leite”.

Tabela 15 – Resultado do check-all-that-apply (CATA) utilizando teste de Cochran Q em estudo comparativo entre as formulações de bebidas vegetais à base da amêndoa de castanha de caju com achocolatado, com banana e com leite de coco.

Descritores	Amostras		
	Bebida vegetal de ACC com banana	Bebida vegetal de ACC com leite de coco	Bebida vegetal de ACC com achocolatado
Cor cinza	0,940 ^b	0,050 ^a	0,020 ^a
Cor branca	0,060 ^a	0,790 ^b	0,010 ^a
Cor pálida	0,170 ^a	0,360 ^b	0,100 ^a
Cor amarelada	0,020 ^a	0,010 ^a	0,040 ^a
Aparência brilhosa	0,210 ^a	0,370 ^b	0,360 ^b
Aparência cintilante	0,190 ^a	0,170 ^a	0,140 ^a
Homogêneo	0,350 ^a	0,650 ^b	0,600 ^b
Encorpado	0,550 ^b	0,300 ^a	0,310 ^a
Turvo	0,420 ^b	0,140 ^a	0,270 ^a
Diluído	0,150 ^a	0,350 ^b	0,350 ^b
Arenoso	0,230 ^b	0,090 ^a	0,110 ^{ab}
Presença de partícula	0,250 ^a	0,130 ^{ab}	0,120 ^a
Sabor de ranço	0,130 ^a	0,120 ^a	0,070 ^a
Sabor diluído	0,230 ^a	0,390 ^b	0,490 ^b
Sabor maisena	0,130 ^a	0,190 ^a	0,180 ^a
Sabor adstringente	0,080 ^a	0,030 ^a	0,040 ^a
Sabor ACC queimada	0,120 ^a	0,070 ^a	0,170 ^a
Gosto doce	0,370 ^a	0,370 ^a	0,370 ^a
Aroma ACC tostada	0,120 ^a	0,100 ^a	0,220 ^a
Aroma ACC crua	0,270 ^a	0,260 ^a	0,160 ^a
Aroma ACC suave	0,300 ^a	0,430 ^a	0,350 ^a
Aroma metálico	0,090 ^a	0,030 ^a	0,020 ^a
Aroma de leite	0,160 ^a	0,330 ^b	0,230 ^{ab}

Fonte: elaborada pela autora. Médias seguidas da mesma letra na mesma linha não apresentam diferença significativa a nível de 5% de significância de acordo com o teste de Tukey ($p > 0,05$). Termos destacados em negrito representam diferenças significativas entre si a nível de 5% de significância de acordo com o teste de Tukey ($p > 0,05$)

O primeiro aspecto a ser considerado é que se trata de três amostras distintas, logo, quando se relata os termos mais frequentes utilizados para a descrição das mesmas, nota-se uma variação de acordo com cada formulação. A bebida vegetal de ACC com banana apresentou maior frequência nos termos: “cor cinza”, “encorpado”, e “turvo”, já a bebida

vegetal de ACC com leite de coco apresentou maior frequência de respostas para os atributos: “cor branca”, “homogêneo” e “aroma de ACC suave” e a bebida vegetal de ACC com achocolatado apresentou frequência maior nos quesitos: “homogêneo” e “sabor diluído”. Portanto, para o desenvolvimento dos produtos, tais características devem ser levadas em consideração.

Os termos em comum menos utilizados para todas as três formulações foram: “aroma metálico”, “sabor adstringente” e “cor amarelada”. A formulação que continha leite de coco também obteve baixa classificação para os quesitos: “sabor de ACC queimada” e “aroma de ACC tostada”, enquanto a formulação com achocolatado considerou pouca relevância para os termos: “cor branca”, “cor cinza”, “cor pálida” e “sabor de ranço”.

Considerando as três amostras, não houve diferenças significativas dentre os termos: “cor amarelada”, “aparência cintilante”, “sabor de ranço”, “sabor de maisena”, “sabor adstringente”, “sabor de ACC queimada”, “gosto doce”, “aroma de ACC crua”, “aroma de ACC suave”, “aroma de ACC metálico”, “aroma de ACC tostada” (Tabela 15).

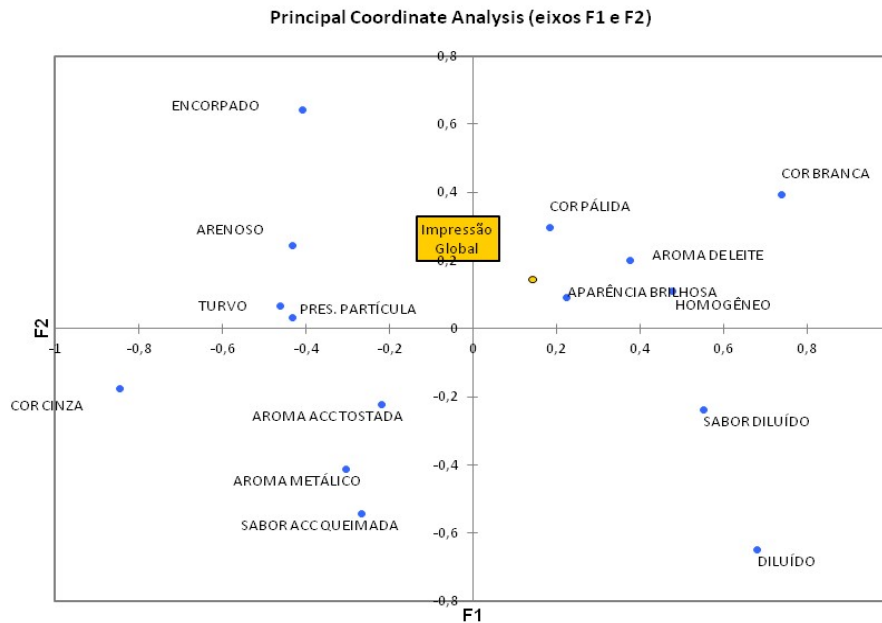
4.3.3.4 Teste das componentes principais para o atributo de impressão global

A análise dos componentes principais (ACP) foi realizada sobre a matriz de covariância das pontuações de atributos da média entre valores, observando as duas dimensões principais: F1 e F2.

Na Figura 9 está representada a análise dos componentes principais das formulações de bebidas vegetais com banana, achocolatado e leite de coco.

De acordo com o ACP, avaliando a impressão global das amostras, os provadores as consideraram conforme os seguintes termos: “aparência brilhosa”, “aroma de leite”, “cor pálida” e “homogêneo”. De acordo com a Figura 9, pode-se afirmar que a primeira dimensão foi correlacionada positivamente com os termos: “aparência brilhosa”, “aroma de ACC suave”, “aroma de leite” e “gosto doce” e negativamente com os termos: “aparência cintilante” e “arenoso”. Já para a segunda dimensão, tem-se que a correlação positiva foi com os termos: “sabor de maisena” e “sabor de ranço”, não havendo descrição negativa para a segunda dimensão.

Figura 9 – Análise dos componentes principais (ACP) das formulações de bebidas vegetais de ACC com banana, achocolatado e leite de coco



Fonte: elaborada pela autora.

4.3.4. Comportamento reológico das bebidas vegetais de amêndoa de castanha de caju com incorporação dos sabores: leite de coco, banana e achocolatado

Os parâmetros reológicos obtidos através do ajuste do modelo de Casson referente aos dados reológicos de tensão de cisalhamento e taxa de deformação estão expressos na Tabela 16.

Tabela 16 - Parâmetros de ajuste do modelo de Casson para as formulações de bebidas vegetais da amêndoa de castanha de caju

Parâmetros	Bebida vegetal de ACC padrão	Bebida vegetal de ACC com achocolatado	Bebida vegetal de ACC com leite de coco	Bebida vegetal de ACC com banana
K_{oc} (Pa)	$-1,67649 \pm 0,1375$	$-1,66951 \pm 0,1177$	$-1,68559 \pm 0,1303$	$-1,33386 \pm 0,12$
K_c (Pa.s ⁿ)	$0,353104 \pm 0,0110$	$0,398068 \pm 0,00140$	$0,363614 \pm 0,0104$	$0,384113 \pm 0,00994$
R^2	0,9677	0,9826	0,9724	0,9866
QME	0,5528	0,4973	0,5008	0,3889

Fonte: elaborada pela autora. K_{oc} = tensão inicial de Casson, K_c = viscosidade plástica de Casson, R^2 = coeficiente de determinação, QME = quadrado médio do erro.

Para os parâmetros referentes aos modelos de Casson e Newton, observou-se que os dados obtidos apresentaram bom ajuste, apresentando coeficiente de determinação próximo a unidade e quadrado médio do erro próximo a zero, para todas as amostras avaliadas.

A análise da Raiz do Quadrado Médio do Erro (RQME) é realizada com intuito de determinar a precisão do modelo, onde quanto menor o valor atribuído a este parâmetro, melhor o comportamento do modelo escolhido (HALLAK; PEREIRA FILHO, 2011).

Pode-se observar que, para o parâmetro tensão inicial, foram obtidos valores que variaram de -1,67 a -1,33 entre as formulações de bebidas vegetais de ACC. Já para o parâmetro reológico de viscosidade plástica de Casson obtiveram valores que variaram de 0,35 a 0,39 entre as mesmas formulações.

De acordo com os dados obtidos, verificou-se que os parâmetros tensão inicial e viscosidade plástica de Casson não obtiveram grandes variações, obtendo valores próximos entre as formulações.

Ao analisar o parâmetro reológico de tensão inicial (K_{oc}) obtido pelo modelo de Casson, observou-se que em todas as formulações de bebida vegetal de ACC tal parâmetro obteve valores menores que zero, sendo que a formulação com incorporação de banana foi a que apresentou maior tensão inicial quando comparada as outras amostras. Essa resistência maior que deve ser ultrapassada para que o fluido comece a escoar na bebida vegetal de ACC com banana possivelmente se deve à maior concentração da fruta incorporada à bebida quando elaborada se comparado as outras formulações.

Já em relação ao parâmetro reológico viscosidade plástica (K_c), segundo o modelo de Casson, considerando como referência a bebida vegetal de ACC padrão, este obteve um aumento com a incorporação de sabores, alcançando os seus maiores valores nas formulações que continham achocolatado e banana. O que se pode perceber é que a incorporação de um produto em pó e um de consistência mole (banana) à formulação padrão resultou em um aumento do grau de resistência do fluido ao escoamento (viscosidade plástica) se comparado adição de um produto líquido (leite de coco).

Carneiro *et al.* (2012), ao estudarem o comportamento reológico de pó de açaí reconstituído através do modelo reológico de Casson, atingiram valores negativos de K_{oc} que variaram entre -0,380 a -0,198 Pa. Valores negativos de tensão inicial também foram encontrados no presente trabalho. Foi possível observar no estudo dos autores citados acima que a amostra se tratava de um pó em baixa concentração adicionado de água. Possivelmente, essa tensão inicial negativa se deve ao fato de o pó de açaí não está em baixa proporção, já que de acordo com Silva (2011) o aumento de proporção de matéria-prima para a elaboração

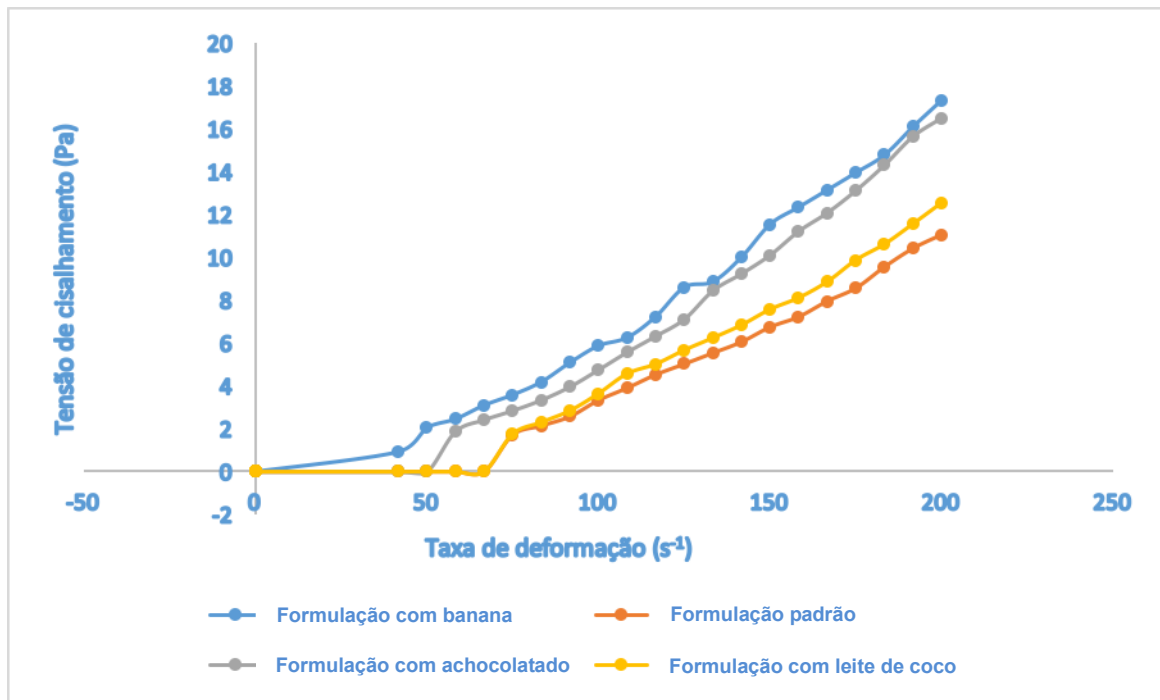
de um determinado produto acarreta em aumento da tensão inicial do fluido. No que se diz respeito ao K_c , os autores obtiveram valores inferiores ao encontrado no trabalho em questão variando entre 0,042 a 0,068 Pa.sⁿ.

Valores superiores foram obtidos por Silva *et al.* (2012) ao avaliarem o comportamento reológico de néctares mistos de caju, manga e acerola pelo modelo de Casson, obtiveram valores de K_{oc} que variaram de 0,60 a 0,88 Pa e K_c que variou de 0,07 a 0,08 Pa.sⁿ, indicando que as variações da viscosidade plástica de Casson e tensão inicial ocorreram devido ao aumento na proporção de polpas nas formulações.

Em termos de aplicação tecnológica, o modelo de Casson é apropriado pois possui apenas dois parâmetros de ajuste, sendo que um deles é a tensão inicial, parâmetro este importante em muitos processos e aplicações industriais (BRANCO; GASPARETTO, 2005).

Na Figura 10, consta o gráfico de relação entre a tensão de cisalhamento por taxa de deformação das formulações padrão (extrato padrão), formulação com achocolatado (extrato com achocolatado), formulação com leite de coco (extrato com leite de coco) e formulação com banana (extrato com banana).

Figura 10 - Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação para formulação padrão, formulação com achocolatado, formulação com leite de coco e formulação com banana a 25 °C aplicado ao Modelo de Casson.



Fonte: elaborada pela autora.

Ao avaliar graficamente a relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação das amostras (Figura 12), observou-se que o extrato com banana foi aquele que apresentou, com o aumento da tensão de cisalhamento, a maior taxa de deformação. Resultados próximos podem ser notados em relação ao extrato com achocolatado em pó. Ao comparar a resposta gráfica com aquela obtida na Tabela 18, observa-se que o extrato com banana e extrato com achocolatado foram os que apresentaram maiores valores de viscosidade plástica (K_c), além do extrato com banana ser aquele que obteve maior valor de tensão inicial (K_{oc}) dentre as amostras analisadas.

Outro modelo reológico o qual se ajustou para os parâmetros das formulações avaliadas foi o newtoniano. O que define um fluido como newtoniano é quando os valores encontrados apresentam uma relação fixa entre as taxas de deformação e a tensão de cisalhamento. A característica newtoniana simplifica o cálculo de massas e volumes movimentados durante o processamento, uma vez que indica uma resposta linear a diferentes taxas de deformação (SOUSA *et al.*, 2016).

Tabela 17 - Parâmetros de ajuste do modelo de Newton para as bebidas vegetais de amêndoa de castanha de caju padrão e com a incorporação de sabores: achocolatado, leite de coco e banana

Parâmetros	Tempo zero			
	Bebida vegetal de ACC padrão	Bebida vegetal de ACC com achocolatado	Bebida vegetal de ACC com leite de coco	Bebida vegetal de ACC com banana
η (Pa.s ⁿ)	0,047715 ± 0,00179	0,06951 ± 0,00179	0,052125 ± 0,1303	0,074621 ± 0,00206
R ²	0,8435	0,8985	0,8629	0,9270
QME	2,5290	2,8950	2,4852	2,1272

Fonte: elaborada pela autora. η = viscosidade Newtoniana, R²= coeficiente de determinação, QME = quadrado médio do erro.

Machado (2017), ao avaliar o comportamento reológico de um extrato hidrossolúvel a base de castanha-do-brasil e macadâmia, encontrou valor de viscosidade Newtoniana de 0,077 Pa.sⁿ, valor este semelhante ao encontrado na formulação com achocolatado e com banana e próximo aos valores expostos para a formulação padrão e formulação com leite de coco.

4.3.5 Análises físico-químicas

As médias e os respectivos desvios padrão da caracterização físico-química do produto comercial e formulação padrão, formulação com adição de achocolatado, formulação com adição de leite de coco e formulação com adição de banana estão apresentados na Tabela 18.

De acordo com a Tabela 18, foi possível observar o pH, ATT em ácido cítrico, sólidos totais, umidade, cinzas, lipídios, proteínas, carboidratos e valor energético total das amostras. Para efeito de cálculo, toda a composição centesimal das amostras foi calculada em base úmida.

Tabela 18 – Caracterização química e físico-química das bebidas vegetais à base da amêndoa de castanha de caju: bebida vegetal à base de ACC comercial, formulação padrão, formulação com achocolatado, formulação com leite de coco e formulação com banana

Análise	Comercial	Formulação padrão	Formulação com achocolatado	Formulação com leite de coco	Formulação com banana
pH	6,38±0,00	6,7±0,01	7,45±0,02	6,66±0,01	6,23±0,02
ATT (%ac. cítrico)	1,62±0,11	1,05±0,03	0,33±0,01	0,52±0,01	1,05±0,03
Sólidos totais (%)	7,83±0,01	10,39±0,02	13,05±0,02	10,92±0,01	12,53±0,01
Umidade (%)	92,16±0,01	89,69±0,02	86,94±0,02	89,07±0,01	87,46±0,01
Cinzas (%)	0,13±0,01	0,22±0,0	0,38±0,0	0,23±0,0	0,21±0,0
Lipídios (%)	4,1± 0,11	3,20±0,02	3,62±0,09	3,75±0,15	3,34±0,01
Proteínas (%)	1,69±0,01	2,07±0,02	2,51±0,04	2,16±0,01	2,13±0,01
Carboidratos (%)	1,80±0,05	4,79±0,03	6,48±0,09	4,78±0,16	6,81±0,05
Valor energético (kcal)	51,9±0,68	56,46±0,07	68,84±0,32	61,46±0,86	65,94±0,07

Fonte: elaborada pela autora.

O pH das formulações se encontrou próximo à neutralidade, com valores que variaram de 6,23 a 7,45. Pode-se afirmar que essa variação ocorreu devido à incorporação de outros ingredientes no produto padrão como o achocolatado em pó, o leite de coco e a banana; que por apresentarem composição diferente, alteram o pH final da bebida.

Morais (2009) encontrou um pH de 6,09 para o seu extrato vegetal elaborado a partir da ACC e água. Já Rebouças (2012), ao produzir uma bebida vegetal a base de ACC e suco de maracujá, obteve pH de 6,6 para o seu produto sem adição de suco de maracujá, valor próximo ao encontrado para o EHACC padrão, e, pH de 4,30 após a adição do suco.

O pH é um fator de fundamental importância na limitação dos diferentes

microorganismos capazes de se desenvolver no alimento, logo, estes são classificados de acordo com o seu pH em pouco ácidos ($\text{pH} > 4,5$), ácidos ($4,0 > \text{pH} < 4,5$) e muito ácidos ($\text{pH} < 4,0$) (JAY, 2005). Considerando que a bebida elaborada é constituída em sua maior parte de água, já era de se esperar um produto classificado como pouco ácido, estando mais suscetível à deterioração por uma vasta microbiota de alimentos, como: bactérias, bolores e leveduras (GAVA; SILVA; FRIAS, 2008).

A acidez total foi expressa em percentual de ácido cítrico e dentre os produtos elaborados, observou-se grande variação devido à incorporação dos sabores. A ATT da amostra comercial foi a que apresentou maior valor, quando comparada às outras amostras, podendo ser devido à presença de ácidos na formulação.

A acidez total titulável é um método para avaliar o total de ácido presente em um alimento e, em geral, é expressa em termos do ácido predominante (MURPHY, 2010). Sabe-se que a acidez está relacionada à qualidade e estabilidade de um alimento, sendo observada, dentre outros, através dos ácidos orgânicos, os quais podem ser adicionados propositalmente ou estarem ligados a alterações químicas (CORREIA, 2010).

A umidade e os sólidos totais são análises que se complementam. Pode-se observar que os sólidos totais dos produtos variaram de 7,83% a 12,53%. Valores maiores foram encontrados por Moraes (2009) ao elaborar o extrato vegetal de ACC que constatou um valor de sólidos totais de 16,59. Já Rebouças (2012) ao elaborar semelhantemente um extrato vegetal a base de ACC, encontrou o valor de 13,16%.

Ao se tratar de bebidas vegetais elaboradas com outras matérias-primas como extrato de arroz integral, extrato de quirera de arroz e extrato de soja, Carvalho *et al.*, (2011) encontraram teores de sólidos totais de 5,12%, 4,89% e 7,02% respectivamente. Jaekel *et al.*, (2010) encontraram valores aproximados de 10% de sólidos totais ao elaborar uma bebida mista de arroz e soja. Felberg *et al.*, (2002), ao elaborar um “leite” de castanha-do-pará, obteve um teor de sólidos totais que variaram de 8,5% a 10%, considerando diferentes condições de processamento.

Ao comparar os teores de sólidos totais encontrados para a bebida vegetal de ACC com outros estudos, observa-se que há significativa variação dos valores. Como já foi dito anteriormente, a alteração de valores entre os produtos se dá principalmente pelo fato da composição de cada formulação apresentar ingredientes variados, que afetam diretamente a composição centesimal do produto final.

As cinzas representam as substâncias inorgânicas contidas na amostra. De acordo com os resultados obtidos na Tabela 18, tem-se que os valores alcançados apresentaram uma

grande variação, compreendidos no intervalo entre 0,13% a 0,38%. A formulação incorporada com achocolatado foi a que obteve maior teor de cinzas, isto se dá pela composição nutricional do produto que apresenta enriquecimento de minerais como: cálcio e ferro.

Valores maiores de cinzas foram obtidos por Morais (2009) quando, ao elaborar o extrato vegetal a base de ACC, obteve um percentual de 0,41%, e por Rebouças (2012) ao formular uma bebida a base de ACC, atingindo 0,31% de cinzas.

Em se tratando de outros tipos de bebidas vegetais, Felberg *et al* (2002), ao realizarem o estudo centesimal de seu “leite” de castanha-do-pará, obtiveram resultados que variaram de 0,2 a 0,4%, devido às condições de tratamento. Esses teores são próximos aos encontrados no EHACC. Já o extrato de arroz integral, o extrato de quirera de arroz e o extrato de soja, segundo Carvalho *et al* (2011), apresentaram percentuais de cinzas de 0,63%, 0,58% e 0,84% respectivamente, o que indica valores maiores que o EHACC.

Quanto ao teor de lipídios das amostras, observou-se que apresentou variação de 3,20% a 4,10%. Em comparação com os valores encontrados nesta pesquisa, os percentuais de lipídios encontrados na literatura para extratos vegetais de ACC apresentaram valores superiores. Morais (2009) obteve 6,20% de lipídios em sua bebida de ACC e Rebouças (2012) apresentou um teor de lipídios de 7,12% em seu produto. A concentração de ACC utilizada para a elaboração das bebidas, possivelmente é o principal fator ligado aos maiores teores encontrados por estes autores, já que tanto Morais (2009) quanto Rebouças (2012) utilizaram a proporção de ACC maior do que a utilizada neste estudo.

Apesar do baixo teor de lipídios da bebida elaborada, se comparada a outras bebidas vegetais de ACC, o produto da pesquisa apresenta teor de lipídios superior ao encontrado, por exemplo, no leite bovino, que, de acordo com dados da database da USDA (2008), contém 3,25% de gordura. Associado a isto, outro aspecto a ser enfatizado é que os lipídios presentes em produtos à base de ACC trazem benefícios à saúde dos consumidores, sendo uma boa alternativa de substituição ao leite de vaca.

De acordo com Lima, Garcia e Lima (2004), a fração lipídica da amêndoa da castanha de caju é formada por ácidos graxos insaturados (82,74%), em maior proporção, e ácidos graxos saturados (17,26%). Pode-se afirmar que no caso de nozes como a castanha de caju, os ácidos graxos insaturados como o oléico C 18:1 (monoinsaturado) e linoléico C 18:2 (poliinsaturado) são os predominantes (VENKATACHALAM; SATHE, 2006). Essa composição em ácidos graxos mono e poliinsaturados é importante para a saúde, uma vez que esses ácidos contribuem para a redução das frações de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e muito baixa densidade (VLDL), responsáveis pelo aumento do colesterol sérico.

(JENKINS, *et al*, 2002).

As proteínas apresentaram como resultados teores que variaram de 1,69%, a 2,51%. De todos os produtos analisados, o maior valor obtido se deu para o EHACC com achocolatado, considerando que a composição desse último apresenta proteína na sua formulação. Valores maiores foram obtidos por Morais (2009) ao analisar uma bebida de ACC que continha 4,74% de proteínas e Rebouças (2012) que obteve 2,93% de proteínas em seu extrato a base de ACC.

Valores inferiores foram encontrados por Carvalho *et al.* (2011), ao elaborar extratos vegetais de arroz integral com 0,84% de proteínas e quirera de arroz com 0,73% de proteínas. Felberg *et al.* (2002), na elaboração de uma bebida de castanha-do-pará, observaram 1,75% de proteínas. Já Jaekel *et al.* (2010) obtiveram teor de proteínas que variou de 1,0% a 2,1% em seu extrato misto de arroz e soja.

Extratos vegetais apresentam baixos teores de proteínas se comparados ao leite bovino, que contém 3,22% deste macronutriente, de acordo com USDA (2008). Porém, apesar dos baixos resultados, de forma geral, proteínas de nozes e de sementes comestíveis atendem a grande parte da necessidade de aminoácidos essenciais de indivíduos adultos, como: leucina, histidina e valina, dentre outros (VENKATACHALAM; SATHE, 2006).

Os carboidratos, diferentemente, apresentaram valores variáveis de acordo com o tipo de produto elaborado. A amostra comercial obteve o menor teor de carboidratos, totalizando, 1,80%; enquanto a bebida vegetal de ACC com banana obteve o maior valor, com 6,81% de carboidratos. Considerando a bebida vegetal de ACC padrão, com 4,79% de carboidratos, Morais (2009) obteve valores superiores de carboidratos, 5,24%; enquanto Rebouças (2012) obteve valores inferiores em seu estudo com bebida de ACC, com 2,83% de carboidratos. Apesar das variações de carboidratos encontradas no produto, observa-se que, em todas as amostras, este teor foi baixo. Tal fator é positivo, considerando que o perfil dos consumidores tem se voltando para alimentos de baixo teor calórico e de carboidratos.

O carboidrato é o nutriente que mais contribui para o VET da dieta. O valor energético total (VET) obteve como valores: comercial 51,9%, bebida vegetal de ACC padrão 56,46%, bebida vegetal de ACC com achocolatado 68,84%, bebida vegetal de ACC com leite de coco 61,46%, bebida vegetal de ACC com banana 65,94%.

A incorporação de sabor é um fator que pode alterar as características físico-químicas do produto, já que estão sendo adicionados ingredientes com diferentes composições químicas. Por exemplo, o aumento de carboidratos e VET das formulações de bebidas vegetais de ACC adicionados de banana e achocolatado se dão em razão de que a banana é

uma fruta com alto teor de carboidratos (88g/100g) e de alto valor energético (346 kcal/100g) (USDA, 2016). Já o achocolatado apresenta alto teor de carboidratos (85g/100g) e valor energético total (370kcal/100g) de acordo com a fonte de composição química do produto.

O que se pode observar é que existe uma variação de composição química dentre os diferentes tipos de vegetais utilizados para a elaboração de extratos vegetais. Isto pode ocorrer devido ao tipo de matéria-prima e concentração utilizadas na preparação da bebida. Outro fator que, por sua vez, pode alterar também a composição química são os tratamentos de cultivo da matéria-prima utilizada e a forma de processamento (REBOUÇAS, 2012).

A cor é uma característica física associada à aparência do produto, pois é o segundo contato que o consumidor tem com o mesmo, ficando atrás apenas do contato com a embalagem. Antes de prová-lo, sentir o aroma ou a textura, o consumidor tem o contato visual com aquele produto já fora da embalagem. Logo, é de suma importância o produto apresentar uma cor apreciável e que faça o consumidor ter interesse de comprá-lo outras vezes.

Outro fator atribuído à cor é o indicador de qualidade de alimentos, determinando a sua aceitação pelo consumidor (AZEREDO, 2009). Entretanto, quando esse atributo é usado como parâmetro de avaliação de um produto, surge a necessidade do emprego de instrumentos para a medição, visando minimizar as variações de um julgamento visual subjetivo (NEIRO *et al.*, 2013; MARTINAZZO *et al.*, 2006).

A cor das amostras foi avaliada conforme os parâmetros de cor instrumental específicos por meio das coordenadas: L* (luminosidade), a* (+ vermelho; - verde), b* (+ amarelo; - azul), C*(chroma) e h (ângulo *hue*). Por se tratar de amostras com composições diferentes, apesar de todas serem elaboradas com a mesma matéria-prima, era de se esperar uma variação considerável entre os valores encontrados.

Na Tabela 19, pode-se observar os resultados obtidos com relação à cor das formulações de bebida vegetal de ACC. A luminosidade indica o brilho da amostra em uma escala que varia do branco (L=100) ao preto (L=0) (MOURA; CANNIATTI-BRAZACA; SOUZA, 2009). Essa coordenada apresentou variação entre as médias das amostras comercial, formulação com achocolatado e formulação com banana. Já a comparação entre a amostra de formulação padrão e formulação com leite de coco não apresentou variação. Concluiu-se que as amostras apresentaram valores de alta luminosidade, que as identificam como claras, tendendo ao branco, com exceção da formulação com adição de achocolatado, que apresentou luminosidade menor.

Tabela 19 – Cor das formulações de bebidas vegetais de ACC: comercial, padrão, com achocolatado, com leite de coco e com banana, conforme os parâmetros: L*, a*, b*, C* e h.

AMOSTRA	L*	a*	COR b*	C*	h
Comercial	75,32±0,04	1,12±0,03	4,29±0,04	4,43±0,05	75,35±0,26
Bebida vegetal de ACC padrão	85,05±0,30	-1,93±0,23	5,48±1,34	5,80±1,23	109,01±4,9
Bebida vegetal de ACC com achocolatado	54,25±0,45	9,45±0,49	14,07±2,60	17,43±2,16	53,79±4,8
Bebida vegetal de ACC com leite de coco	84,67±0,20	-2,0±0,01	5,35±0,22	5,71±0,20	110,97±0,9
Bebida vegetal de ACC com banana	72,96±0,21	1,24±0,02	6,98±0,04	7,08±0,39	79,95±0,82

Fonte: elaborada pelo autor.

A luminosidade indica o brilho da amostra em uma escala que varia do branco (L=100) ao preto (L=0) (MOURA; CANNIATTI-BRAZACA; SOUZA, 2009). Essa coordenada apresentou variação entre as médias das amostras comercial, formulação com achocolatado e formulação com banana. Já a comparação entre a amostra de formulação padrão e formulação com leite de coco não apresentaram variação. Conclui-se que as amostras apresentaram valores de alta luminosidade, que as identificam como claras, tendendo ao branco, com exceção da formulação com adição de achocolatado, que apresentou luminosidade menor.

Observando os valores das coordenadas a* e b*, estas apresentaram variação entre as médias de todas as amostras avaliadas. A formulação de bebida vegetal de ACC com achocolatado foi a que mais tendeu à cor avermelhada, em referência à coordenada a*, e foi à que tendeu mais ao amarelo de acordo com a coordenada b*. O restante das formulações apresentou valores próximos de zero, o que as situa no centro do diagrama de cromaticidade.

A cromaticidade indica a intensidade da cor ou pureza da cor, representando o quanto essa cor difere do cinza através do grau de concentração da mesma. A cor está totalmente saturada quando não possui nem branco nem preto, sendo definido pela distância do ângulo *hue* no centro do diagrama tridimensional (KONICA MINOLTA, 1998).

Com relação ao c*, observou-se que houve variação entre as médias das amostras comercial, com achocolatado e com banana. Já a comparação entre a amostra padrão e com leite de coco não apresentaram variação. Considerando os valores de c*, afirma-se que as amostras apresentaram baixa saturação.

O ângulo *hue* (h) é formado entre as coordenadas a^* e b^* e indica a cor observável. É definido como iniciando no eixo $+a^*$ em graus, em que 0° é $+a^*$ (vermelho) e 90° é $+b^*$ (amarelo), 180° é $-a^*$ (verde), e 270° é $-b^*$ (azul) (NEIRO *et al.*, 2013; ZANÃO *et al.*, 2009).

O ângulo *hue*, da amostra comercial, formulação com achocolatado e formulação com banana apresentaram valores entre 0° e 90° , estando situadas entre as cores vermelho e amarelo. Já as formulações padrões e com leite de coco apresentaram cores entre 90° e 180° , estando situadas entre as cores amarelo e verde.

4.4 Conclusão

A elaboração de uma bebida vegetal a partir da amêndoa da castanha de caju se apresentou como uma alternativa viável para o mercado consumidor por ser mais uma opção para as pessoas que buscam produtos na área vegetal e substituintes dos laticínios.

Com base no estudo sensorial realizado para todas as formulações desenvolvidas (bebida vegetal de ACC padrão, bebida vegetal de ACC com achocolatado, bebida vegetal de ACC com leite de coco e bebida vegetal de ACC com banana), observou-se que tais produtos apresentaram potencial para a comercialização visto que obtiveram bom desempenho de aceitação e preferência sensorial. A incorporação de sabor também demonstrou ser uma opção positiva quando avaliado sensorialmente.

Ao avaliar o comportamento reológico das formulações, obteve-se que as mesmas apresentaram bom ajuste para os modelos de Casson e Newton, o que, em termos de aplicabilidade tecnológica, influencia no processamento dos novos produtos.

No que se referem as análises físico-químicas realizadas, as bebidas vegetais elaboradas apresentaram composição nutricional adequada com baixo valor calórico e considerável valor de lipídios.

Logo, pode-se concluir a importância da realização de estudos mais aprofundados antes da elaboração de um novo produto. Efetuar estudos sensoriais permite compreender os anseios dos consumidores quanto ao novo produto, avaliar o comportamento reológico e realizar análises físico-químicas das novas formulações são passos relevantes para maior conhecimento do produto desenvolvido. Assim, pode-se dizer que a apresentação de resultados acertados e confiáveis é a base para um seguro desenvolvimento de um novo produto no mercado.

5 CAPÍTULO 2

No capítulo 2 estão expostos os resultados referentes à avaliação da bioacessibilidade de cálcio e fósforo de bebida vegetal à base de amêndoa da castanha de caju, adicionado de achocolatado, leite de coco ou banana.

5.1 Introdução

A amêndoa da castanha de caju é um fruto que possui alto valor nutricional, sendo rico em minerais como magnésio, fósforo e potássio. Porém nessa matéria-prima, observa-se a carência de outros minerais como é o caso do cálcio e do fósforo. O primeiro se trata de um íon essencial para o organismo por ser responsável por funções estruturais, reguladoras e funcionais (KHANAL; NEMERE, 2008). Já o fósforo atua participando do metabolismo do carboidrato, formação dos nucleotídeos e fabricação de esteroides (MAJORAL, 2005), além disso, é essencial para os ossos, crescimento de organismos e acumulação e transmissão de energia (GARAULET; GIL; ZAMORA, 2005).

As principais fontes de cálcio na dieta são os produtos de origem animal, como leite e derivados (MAHAM; ESCOTT-STUMP, 2013). Conforme Buzinaro, Almeida e Mazeto (2006), o cálcio é encontrado em maiores ou menores concentrações, dependendo do alimento analisado. Sua absorção e níveis de requerimentos diários variam conforme diversos fatores como a faixa etária, sexo, gravidez e lactação. Para adultos saudáveis do sexo masculino, a recomendação diária de ingestão de cálcio é de 1000 mg/dia.

É interessante notar que o cálcio influencia na absorção de outro mineral: o fósforo. Estima-se que a absorção de ambos é ótima quando a relação cálcio/fósforo é igual a 1 (DOUGLAS, 2002). Estudos apontam que, de um modo geral, produtos de origem vegetal apresentam baixo teor de cálcio e, mesmo em vegetais que possuem boa fonte deste mineral, um fator a ser considerado é a qualidade de absorção deste nutriente.

Tais informações, que dizem respeito a alimentos e suas propriedades nutricionais, têm sido cada vez mais procuradas pela população. A relação entre a composição de alimentos e hábitos mais saudáveis tem feito as pessoas atentarem para a importância de uma dieta balanceada (SÁLVIA-TRUJILLO; MARTÍN-BELLOSO; MCCLEMENTS, 2016).

Dessa forma, visando reparar a carência de nutrientes nos produtos e buscando atender aos anseios do mercado consumidor diante dessa mudança de hábitos, a fortificação de alimentos é uma saída para suprir a necessidade diária de nutrientes dos indivíduos (SILVA *et al.*, 2015). Um exemplo dessa prática é a utilização do fosfato de cálcio

como ingrediente. Esse é amplamente aplicado em enriquecimento mineral, como suplementos nutricionais ou fortificantes, que por ser uma fonte de qualidade de cálcio e fósforo, pode agregar valor aos produtos (GUASTALDI; APARECIDA, 2010).

Contudo, nesse processo não é suficiente apenas a incorporação de um nutriente, já que tal acréscimo não garante a sua utilização pelo organismo. Segundo Cozzolino e Michelazzo (2012), essa utilização depende de alguns fatores, como a forma química do nutriente ocorrendo naturalmente no alimento, a quantidade ingerida, a presença de agentes ligantes e de outros nutrientes que são ingeridos ao mesmo tempo.

Os aspectos acima mencionados se referem ao termo bioacessibilidade, o qual diz respeito à quantidade de composto liberado da matriz durante a digestão gastrointestinal que se torna disponível para a absorção no intestino (LESNIEWICZ *et al.*, 2012). Vários métodos podem ser utilizados para determinar a bioacessibilidade de nutrientes, dentre os quais se destaca o método *in vitro*. Esse procedimento é uma alternativa capaz de quantificar a capacidade solúvel ou dialisável do nutriente, simulando o sistema de digestão gastrointestinal (COZZOLINO, 2012).

Diante do exposto, considerando a mudança de hábitos alimentares e até mesmo as necessidades dietéticas da população, surge um contexto propício para o desenvolvimento de novos produtos que, assim como afirma Silva (2014), torna-se essencial para a obtenção de resultados positivos por parte das indústrias alimentícias.

A bebida vegetal elaborada a partir da amêndoa da castanha de caju desponta como uma opção que alia as características sensoriais e nutricionais da amêndoa da castanha de caju à praticidade de um produto pronto para o consumo. Devido ao baixo teor de cálcio, característico dessa matéria-prima, foi realizado o incremento do fosfato de cálcio, mediante processo de fortificação. A partir de tais considerações, o objetivo deste trabalho foi determinar a quantidade total e os compostos bioacessíveis dos minerais cálcio e fósforo do extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju, com incorporação dos sabores: leite de coco, achocolatado em pó e banana, uma vez que uma melhor compreensão do metabolismo destes nutrientes se faz necessária.

5.2 Materiais e métodos

As formulações utilizadas para a realização das análises dos minerais cálcio e fósforo e para a análise de bioacessibilidade foram as seguintes: bebida vegetal de amêndoa da castanha de caju sem adição de açúcar, bebida vegetal de amêndoa da castanha de caju

com adição de açúcar, bebida vegetal de amêndoa da castanha de caju com achocolatado, bebida vegetal de amêndoa da castanha de caju com leite de coco, bebida vegetal de amêndoa da castanha de caju com banana.

Todas as formulações de bebida vegetal de amêndoa da castanha de caju foram elaboradas na Embrapa Agroindústria Tropical, no Laboratório de Processos Agroindustriais (LPA). A amêndoa da castanha de caju utilizada no desenvolvimento dos produtos foi cedida por indústria local, enquanto o achocolatado, leite de coco, banana prata e água mineral foram obtidos em mercado local.

Para a etapa da simulação da digestão gastrointestinal na análise de quantificação dos compostos bioacessíveis do extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju, antes e após a incorporação dos sabores (achocolatado, leite de coco e banana), foram utilizados: enzima Pepsina, enzima Pancreatina, sais biliares (Sigma Aldrich, Saint Louis, E.U.A.) e os reagentes: ácido clorídrico (HCl) P.A.; hidróxido de sódio (NaOH) P.A. e bicarbonato de sódio (NaHCO₃) P.A.

Já com relação à etapa de digestão mineral, a análise foi realizada na Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará (NUTEC) seguindo a metodologia expressa por IAL (2008). Foram utilizados os reagentes: sal dissódico do ácido etilenodiamino tetracético (EDTA), indicador (mistura de: ácido calconcarboxílico, alaranjado de metila e cloreto de sódio), fosfato ácido de potássio (KH₂PO₄), molibdato de amônio (NH₄)₆ Mo₇O₂₄.4H₂O, vanadato de amônio NH₄VO₃, ácido nítrico (HNO₃), ácido sulfúrico (H₂SO₄).

5.2.1 Procedimentos de preparação das amostras

Todas as amostras elaboradas tiveram como matéria-prima a amêndoa da castanha de caju crua. Os produtos obtidos foram os seguintes:

- Bebida vegetal de ACC (extrato sem açúcar): proporção de 1:10 p/v (amêndoa da castanha de caju/água)
- Bebida vegetal de ACC padrão (extrato com açúcar): proporção de 1:10 p/v (amêndoa da castanha de caju/água) e 3% de açúcar cristal;
- Bebida vegetal de ACC com adição de achocolatado em pó (extrato com achocolatado): uso da formulação padrão, porém com adição de 1% de açúcar refinado cristal e incorporação de 4% de achocolatado em pó (marca: Nestle), considerando o volume total do produto;

- Bebida vegetal de ACC com adição de leite de coco (extrato com leite de coco): uso da formulação padrão incorporado de 4% de leite de coco (marca: Sococo), considerando o volume total do produto;

- Bebida vegetal de ACC com adição de banana Prata (extrato com banana): uso da formulação padrão incorporado com 10% de banana, considerando o volume total do produto;

O processamento das formulações foi realizado na Embrapa Agroindústria Tropical, os ingredientes foram homogeneizados em moinho coloidal vibratório NOVA METEOR, MODELO REX 1 – N (São Paulo, Brasil) com recirculação do líquido por 2 minutos, até obtenção de uma mistura homogênea.

Em seguida, a bebida foi descarregada e o produto obtido foi levado ao esterilizador. Foi feita a esterilização UHT a 136 °C em esterilizador Armfield FT-74 (Hampshire County, Inglaterra) com tempo de retenção de 4 segundos, seguido de envase asséptico a quente com temperatura de 80 °C, em embalagens de vidro de 200 mL com tampa rosqueada. O produto seguiu para resfriamento, em banho de gelo, até temperatura aproximada de 25° C, tendo sido armazenado na mesma temperatura, até a realização das análises.

Em todas as formulações foi adicionado o fosfato de cálcio tricalcico ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) em quantidades de 0,33 g.100g⁻¹ de produto, tendo como base o teor cálcio presente no leite de vaca (USDA,2011).

5.2.2 Determinação de cálcio por volumetria com EDTA e fósforo por espectrofotometria

As amostras foram digeridas via úmida (hidrólise com HCl) conforme metodologia descrita por IAL 2008 procedimento IV/393. O teor de cálcio foi determinado por volumetria com EDTA, sendo calculada a concentração de cálcio em mg/100g de amostra. Já o teor de fósforo foi determinado por fosfatos através de espectrofotometria, conforme metodologia IAL (2008).

5.2.3 Digestão Gastrointestinal in vitro (Teste de Bioacessibilidade) das formulações sem açúcar, com açúcar, com achocolatado, com leite de coco e com banana

A etapa de digestão gastrointestinal (DGS) *in vitro* é baseada em duas etapas principais: digestão com fluido gástrico simulado e digestão com fluido intestinal simulado,

ambas as fases baseadas no proposto por Miller *et al.*, (1981). Foram realizados nas amostras com o intuito de avaliar a bioacessibilidade dos minerais cálcio (Ca) e fósforo (P) das mesmas.

A simulação da digestão foi realizada com pepsina solubilizada em HCl 0,1 mol L⁻¹ na fase gástrica e sais de bile-pancreatina solubilizada com NaHCO₃ 0,1 mol L⁻¹ na fase intestinal. Para a elaboração da solução de pepsina, dissolveu-se 16g de pepsina em 100 mL de HCl 0,1 mol L⁻¹. Já para a preparação da solução de pancreatina e sais de bile, dissolveu-se 0,5g de pancreatina e 3,13g de extrato de bile em 125 mL de NaHCO₃ 0,1 mol L⁻¹.

Pesou-se 20g de cada amostra descrita no subitem 2.1 e acrescentou-se 100mL de HCl 0,01 mol L⁻¹. O pH foi ajustado para 2,0 com solução de HCl 2 mol L⁻¹, simulando o pH encontrado na região gástrica do organismo. Com pH em 2,0, adicionou-se 3,2 mL de solução de pepsina no meio e a amostra foi levada para banho termostatizado a 37 °C com agitação durante o período de 2 horas. Esta etapa simula a digestão do alimento que acontece no estômago.

Passadas as 2 horas iniciais de digestão, 20g do digerido de pepsina foi pesado em triplicata, sendo uma delas utilizada para o procedimento de titulação e o restante para diálise. Na etapa de titulação, 5 mL de solução de pancreatina e sais de bile foram adicionados ao digerido de pepsina de cada amostra que, em seguida, foram tituladas com solução de NaOH 0,5 mol L⁻¹ até ajuste de pH para 7,5, simulando o que ocorre na região intestinal do indivíduo. Em cada amostra foi adicionado uma membrana de diálise contendo 25 mL de água mili-Q com NaHCO₃ 0,1 mol L⁻¹ equivalente à acidez titulável até ajuste de pH 7,5. As amostras foram levadas novamente para banho termostatizado a 37 °C, com agitação durante o período de 30 minutos iniciais. Após esse período, foram adicionados 5 mL de solução de pancreatina e sais de bile em cada amostra e deu-se continuidade à etapa de banho termostatizado a 37 °C, com agitação por mais 2 horas. Esta etapa simulou a digestão do alimento que acontece no intestino.

A adição de NaHCO₃ 0,1 mol L⁻¹ no interior da membrana de diálise foi realizada com o intuito de tamponar o meio para que durante o processo de diálise não ocorra mudança brusca de pH e precipitação de proteínas (LIMA, 2011)

Ao final da etapa de simulação intestinal, o conteúdo da membrana, denominado de dialisado, foi retirado e as amostras foram armazenadas em refrigeração até a realização da análise.

5.2.4 Determinação de cálcio e fósforo bioacessíveis das formulações de bebida vegetal de ACC: sem açúcar, com açúcar, com achocolatado, com leite de coco e com banana

As amostras dialisadas, obtidas a partir da digestão descrita no subitem 2.2.2, foram analisadas de acordo com metodologia exposta no subitem 2.2.1. A porcentagem bioacessível foi calculada de acordo com Menezes (2010) disposta na equação 2:

$$\% \text{ bioacessível} = \frac{(A \times 25 \text{ mL})}{(B \times C)} \times 100 \text{ (Equação 2)}$$

Onde: A = conteúdo do elemento da fração mineral dialisável (mg); B = valor mineral total de cálcio e fósforo do conteúdo da amostra (mg); C = peso inicial da amostra (g).

5.2.5 Delineamento experimental e análise estatística

Os experimentos foram conduzidos segundo delineamento inteiramente casualizado com duas repetições em cada experimento. Os dados das análises de minerais foram expressos em média e desvio padrão.

5.3 Resultados e Discussão

Os resultados expostos na Tabela 20 estão relacionados à análise dos minerais cálcio e fósforo, antes e após a digestão gastrointestinal *in vitro*, assim como o percentual de compostos bioacessíveis das amostras de bebida vegetal de ACC sem açúcar, com açúcar, com achocolatado, com leite de coco e com banana.

De acordo com a Tabela 20, foi possível perceber que todos os parâmetros avaliados variaram conforme dois fatores: mineral considerado e amostra analisada.

Estudos realizados por Xia *et al.* (2017), Rodriguez-Roque, Ancos *et al.* (2016), Salvia-Trujillo, Martín-Belloso e McClements (2016), Galán e Drago (2014) relatam possíveis motivos que podem alterar o percentual da bioacessibilidade dos compostos presentes no alimento. Dentre os fatores relacionados, os autores citam a matriz do alimento e o tipo de processamento sofrido por aquele produto como as causas que mais repercutem na bioacessibilidade dos mesmos.

Tabela 20 – Resultados das médias \pm desvio padrão para os teores de cálcio e fósforo das formulações de bebida vegetal de amêndoa de castanha de caju sem açúcar, com açúcar, com achocolatado, com leite de coco e com banana antes e após a digestão in vitro e percentual bioacessível

Amostra	Cálcio		
	Mineral nativo (mg/100g)	Mineral após digestão (mg/100g)	Mineral bioacessível (%)
Formulação sem açúcar	113,76 \pm 24,52	21,36 \pm 1,45	23,47 \pm 3,54
Formulação com açúcar	105,90 \pm 25,11	10,39 \pm 1,75	12,34 \pm 0,88
Formulação com achocolatado	142,78 \pm 5,96	22,51 \pm 5,49	19,71 \pm 3,98
Formulação com leite de coco	107,41 \pm 24,09	12,16 \pm 0,80	14,15 \pm 2,29
Formulação com banana	117,56 \pm 8,86	1,33 \pm 0,62	1,41 \pm 0,11
Amostra	Fósforo		
	Mineral nativo (mg/100g)	Mineral após digestão (mg/100g)	Mineral bioacessível (%)
Formulação sem açúcar	90,14 \pm 14,36	3,79 \pm 0,74	5,26 \pm 0,26
Formulação com açúcar	85,76 \pm 14,79	0,77 \pm 0,24	1,12 \pm 0,48
Formulação com achocolatado	89,36 \pm 0,96	2,52 \pm 1,07	3,53 \pm 1,53
Formulação com leite de coco	87,68 \pm 12,55	0,91 \pm 0,48	1,30 \pm 0,82
Formulação com banana	89,19 \pm 2,36	3,65 \pm 1,06	5,12 \pm 0,69

Fonte: elaborada pela autora

No presente trabalho, é possível observar que a formulação sem açúcar obteve valores percentuais de compostos bioacessíveis que variaram de 19,93 a 27,01 para cálcio e, 5 a 5,52 para fósforo. Tomando como base essa formulação, pode-se notar que a adição de outros ingredientes como: açúcar, achocolatado, banana ou leite de coco ocasionou a diminuição do teor dos minerais analisados, assim como do percentual de compostos bioacessíveis.

Os ingredientes presentes na matriz do alimento podem favorecer ou inibir a liberação e solubilização de compostos durante a digestão (AUGUSTIN; SANGUASRI, 2015; McCLEMENTS; LI; XIAO, 2015). Ao avaliar a absorção de um mineral no organismo humano, deve-se atentar não somente para a quantidade de mineral presente no alimento, mas também para a forma química desse alimento, além de fatores fisiológicos individuais e as interações entre os elementos presentes na matriz da substância (HURRELL; EGLI, 2010).

Outro fator a ser considerado é a matriz de cada ingrediente adicionado, pois ao lidar com constituintes de matriz alimentar mais complexas, como é o caso do achocolatado, da banana e do leite de coco, mais interferentes estão envolvidos e podem ocasionar o decréscimo do percentual bioacessível.

Segundo Winichagoon *et al.* (2006), alguns minerais podem interagir com diferentes componentes da matriz do alimento e modificar a sua biodisponibilidade, em alguns casos, prejudicando a qualidade nutricional da dieta como um todo.

Choi *et al.* (2011), ao analisarem a bioacessibilidade do total de açúcar presente em bebidas carbonatadas e leites fermentados, observaram que os leites fermentados apresentaram mais baixo percentual de bioacessibilidade quando comparado às bebidas carbonatadas, tal resultado podendo ser atribuído à interação entre o açúcar e os ingredientes presentes nos leites, como catequina e vitamina C, os quais atuam como inibidores ao interagirem com o açúcar.

Estudos realizados por Galán e Drago (2014) avaliaram a bioacessibilidade dos minerais cálcio, ferro e zinco de fórmulas enterais de nutrição incorporadas a pudim de arroz, sobremesa de chocolate, chá e *smoothie* de banana. De acordo com os resultados obtidos, os três minerais avaliados apresentaram decréscimo no teor de bioacessibilidade quando houve a adição da fórmula à sobremesa de chocolate. Segundo os autores, o cacau possui polifenóis que podem atuar como inibidores formando complexos insolúveis que impedem a absorção dos minerais, diminuindo a bioacessibilidade.

Fato diferente foi encontrado pelos mesmos autores com relação à incorporação da fórmula ao *smoothie* de banana. Observou-se que após o acréscimo da fórmula não houve nenhum efeito importante sobre o percentual de compostos bioacessíveis do mineral cálcio e zinco. Tal questão pôde ser atribuída ao fato da banana não apresentar inibidores de bioacessibilidade como ácido fítico, polifenóis ou taninos.

No estudo em questão, a bebida vegetal de ACC com banana, resultados diferentes foram observados, pois a incorporação de banana ao extrato diminuiu consideravelmente o percentual de compostos bioacessíveis dos minerais avaliados. De acordo com Low; D'Arcy e Gidley (2015), dependendo do tipo de produto, os compostos presentes podem ser rapidamente liberados da matriz do alimento durante a digestão ou podem ficar parcialmente ou totalmente retidos na matriz.

Segundo Liu *et al.* (2015) e Low, D'Arcy e Gidley (2015) produtos líquidos, como sucos e bebidas, possuem passagem mais rápida pela boca e assim sendo, a liberação dos compostos bioacessíveis é mais lenta quando comparada a de alimentos com consistência mais sólida. Em se tratando desses últimos, a mastigação favorece o início da liberação de compostos bioacessíveis, que é o caso do *smoothie* de banana, o qual apresenta consistência cremosa.

Outro questionamento a ser apontado é a interação entre matéria-prima utilizada na elaboração do produto (amêndoa da castanha de caju) e a banana, sendo interessante a realização de estudos complementares com a matéria-prima do extrato em questão.

Cilla *et al.* (2011), ao estudarem o efeito da matriz do alimento na bioacessibilidade dos minerais cálcio e fósforo em bebidas de frutas adicionadas de leite integral, leite desnatado e leite de soja, afirmaram que o teor de cálcio variou conforme a amostra, assim como os valores dos compostos bioacessíveis. De acordo com os autores, o leite desnatado foi o que apresentou menor bioacessibilidade de cálcio quando comparado às outras duas amostras. Os autores atribuíram que um efeito benéfico da gordura presente nos outros tipos de leite pode ter sido um fator que aumentou a bioacessibilidade dos minerais.

Segundo Sálvia-Trujillo, Martín-Belloso e McClements (2016) compostos lipofílicos apresentam maior fração de solubilização na fase micelar, que ocorre após a fase intestinal, sendo considerado um potenciador de absorção. Fato este pode ser comprovado ao considerar a bebida vegetal de ACC com leite de coco. Neste caso, tem-se que a matriz da substância incorporada à bebida vegetal é basicamente composta de gordura e por isso observou-se que se comparado à formulação com açúcar, o produto apresentou maiores teores de compostos bioacessíveis para os dois minerais avaliados.

Com relação ao fósforo, segundo os autores Xia *et al.* (2017) ao avaliarem o arroz marrom quanto a bioacessibilidade de minerais, dentre eles o fósforo, observaram que há uma dependência entre a matriz do alimento e a bioacessibilidade deste nutriente, conclusão também comprovada por Cilla *et al.* (2011).

Além de avaliar a matriz dos alimentos, observar o tipo de processamento utilizado na elaboração da formulação é de suma importância já que estudos relatam que o tipo de processamento pode influenciar positivamente ou negativamente no teor de compostos bioacessíveis e independe da matriz do alimento considerado. No estudo em questão, todas as formulações foram submetidas à processo de esterilização UHT a 136 °C seguida de envase asséptico a quente com temperatura de 80 °C.

Cilla *et al.* (2011) avaliaram dois processamentos diferentes (um utilizando altas pressões e outro utilizando altas temperaturas) e concluíram que a presença de altas temperaturas influenciou negativamente na bioacessibilidade dos minerais cálcio e fósforo presentes na amostra.

Gálan e Drago (2014) observaram que amostras não submetidas a tratamento térmico obtiveram um aumento da bioacessibilidade dos minerais cálcio, ferro e zinco quando comparadas àquelas que sofreram aquecimento. Xia *et al.* (2017) ao avaliarem a bioacessibilidade de minerais, dentre eles o fósforo, de arroz marrom, concluíram que é essencial examinar os efeitos do processamento térmico na bioacessibilidade do fósforo.

No caso do presente trabalho, um estudo comparativo das bebidas vegetais de

ACC antes e após o tratamento térmico torna-se interessante de forma a complementar o estudo dos teores bioacessíveis.

5.4 Conclusão

O teor de compostos bioacessíveis dos minerais cálcio e fósforo das formulações sem açúcar, com açúcar, com banana, com leite de coco e com achocolatado são variáveis e, em geral, apresentaram baixos valores. Este fato pode ser atribuído à complexa mistura de nutrientes dos produtos elaborados que podem atuar interagindo com outros constituintes, reduzindo o percentual dialisável e absorção dos minerais cálcio e fósforo.

As diferentes matrizes dos alimentos avaliados afetaram diferentemente os teores bioacessíveis dos minerais cálcio e fósforo. A presença de inibidores, como o caso dos polifenóis presentes na formulação com achocolatado, pode influenciar negativamente o teor de compostos bioacessíveis. Já a gordura se apresentou como um potencializador que atuou positivamente no total de compostos bioacessíveis da bebida vegetal de ACC com leite de coco. A banana foi o ingrediente que, ao ser incorporado à formulação, mais influenciou negativamente no teor de compostos bioacessíveis. Estudos mais detalhados quanto à interação entre as matrizes alimentares da banana e da amêndoa da castanha de caju devem ser realizados.

Outro fator que possivelmente influenciou negativamente o teor de compostos bioacessíveis foi o fato de os produtos avaliados passarem por tratamento térmico de aquecimento, já que pesquisas comprovam que preparações submetidas a altas temperaturas afetam de forma desfavorável a bioacessibilidade dos nutrientes. Diante disso, torna-se interessante o desenvolvimento de estudos com bebidas vegetais de ACC que comprovem a veracidade de tais questões.

6. CONCLUSÃO

A amêndoa de castanha de caju é o produto de maior expressão econômica do cajueiro, sendo a indústria de beneficiamento deste produto, limitada a produção de amêndoas inteiras e salgadas ou quebradas. Porém, a crescente demanda de alimentos saudáveis e inovadores tem estimulado o mercado a formular diferentes produtos para atender os anseios dos consumidores. A elaboração de uma bebida vegetal à base de amêndoa de castanha de caju surgiu como uma alternativa de associar os benefícios da matéria-prima a praticidade de um produto pronto para o consumo, atingindo a classe da população que visa um alimento saboroso, fonte de nutrientes e isento de lactose.

Para a elaboração dos novos produtos, foi realizado um estudo sensorial detalhado que concluiu que as bebidas vegetais à base de amêndoa de castanha de caju apresentaram potencial para a comercialização visto que obtiveram bom desempenho de aceitação e preferência sensorial. Também se concluiu que estas apresentaram composição nutricional adequada com baixo valor calórico e considerável valor de lipídios. Ao avaliar o comportamento reológico das formulações, observou-se um bom ajuste para os modelos de Casson e Newton, o que, em termos de aplicabilidade tecnológica, influencia no processamento dos novos produtos.

Ao avaliar a bioacessibilidade das formulações quanto aos minerais cálcio e fósforo, observou-se baixas concentrações. Acredita-se que isto pode ser atribuído as diferentes matrizes dos alimentos que pode ter ocasionado a interação entre os nutrientes das formulações, a presença de inibidores e, também, ao tratamento térmico o qual os produtos foram submetidos.

Diante disso, torna-se interessante o desenvolvimento de estudos mais detalhados com bebidas vegetais à base de amêndoa de castanha de caju que comprovem a veracidade de tais questões.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, J.; WILLIAMS, A.; LANCASTER, B.; FOLEY, M. Advantages and uses of check-all-that-apply response compared to traditional scaling of attributes for salty snacks. *In: PANGBORN SENSORY SCIENCE SYMPOSIUM*, 7., 2007, Mineapolis; **Anais** [...]. Mineapolis, USA, 2007.
- ANDERSON, J. J. B. Minerais. *In: MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S; Krause: Alimentos, nutrição e dietoterapia*. 13. ed. São Paulo: Editora Rocca, 2013.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Dispõe do Regulamento Técnico referente a alimentos adicionados de Nutrientes Essenciais**. Portaria No 31 de 13 de janeiro de 1998. 1998.
- ARAUJO, M.C.; FERRAZ, A.C.O. Efeitos da umidificação, tratamento térmico e deformação sobre a decorticação da castanha de caju “CCP-76” por meio de impacto único e direcionado. **Engenharia Agrícola**, [S.l.], v. 26, n. 2, p.590-599, 2006.
- ARES, G.; TÁRREGA, A.; IZQUIERDO, L.; JAEGER, S. R. Investigation of the number of consumers necessary to obtain stable sample and descriptor configurations from check-all-that-apply (CATA) questions **Food Qual. Prefer.**, [S.l.], v. 31, p. 135–141, 2014.
- ARES, G.; DELIZA, R.; GIMENEZ, A.; GAMBARO, A. Comparasion of two sensory profile techniques based on consumer perception. **Food Qual. Prefer.**, [S.l.], v. 21, p. 417-426, 2010b.
- ARES, G.; JAEGER, S.R. Check all that apply questions: Influence of attribute order on sensory product characterization. **Food Qual. Prefer.**, [S.l.], v. 28, p. 141-153, 2013.
- ARGYRI, K.; BIRBA, A.; MILLER, D. D.; KOMAITIS, M.; KAPSOKEFALOU, M. Predicting relative concentrations of bioavailable iron in foods using in vitro digestion: new developments, **Food Chemistry**, [S.l.], v. 113, p. 602–607, 2009.
- BARROS, L. de M.; CRISOSTOMO, J. R. **Caju. Produção: aspectos técnicos**. Embrapa agroindústria tropical, 148p., 2002.
- BENITO, P.; MILLER, D. Iron absorption and bioavailability: An updated review. **Nutrition research**, [S.l.], n. 18, p. 581-683, 1998.
- BRASILIA. Decreto 6.871 de 4 de junho de 2009. Regulamenta da Lei no 8918 de 14 de julho de 1994 que dispõe sobre a padronização, a classificação e o registro, a inspeção, a produção e fiscalização de bebidas. 2009.
- BUZINARO, E. F.; ALMEIDA, R.N.A.; MAZETO, G. M. F. S. Biodisponibilidade do cálcio dietético. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab**, [S.l.], v. 50, p. 852-861, 2006.
- CARDOSO, V. Conteúdo de flúor em diversas marcas de chocolate e bolachas de chocolate encontradas no Brasil. **Rev. Pesq. Odontol. Bras.** São Paulo, v. 6, n. 12, p. 25-29, 2007.
- CARVALHO, W.T.; REIS, R.C.; VELASCO, P.; SOARES JUNIOR, M.; BASSINELLO,

P.Z.; CALIARI, M., **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 422-429, 2011.

CAVALCANTE, C. E. B. **Atividade antioxidante total durante o processamento de amêndoas de castanha de caju (*Anacardium occidentale L.*)**. 2010. 100 f. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

CEAGESP. **“PBMH & PIF” – Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura e Produção Integrada de Frutas. Normas de classificação de banana**. São Paulo: CEAGESP, 2006, Documentos 29.

CHOI, M.; KIM, G.; PARK, K.; KIM, Y.; SHIM, S. Bioaccessibility of total sugars in carbonated beverage and fermented milks. **Journal of the Korean Society for applied biological chemistry**, [S.l.], v. 54, p. 778-782, 2011.

CILLA, A.; LAGARDA, M. J.; ALEGRÍA, A.; ANCOS, B.; CANO, M. P.; SÁNCHEZ-MORENO, C.; PLAZA, L.; BARBERÁ, R. Effect of processing and food matrix on calcium and phosphorus bioavailability from milk-based fruit in Caco-2 cells. **Food Reserach Internation**, [S.l.], v. 44, p. 3030-3038, 2011.

CORREIA, K. C.; SOUZA, L. M.; SANTOS, A. M. G.; BARRETO, L. P.; NETO, E. B. Comparação de metodologias de análises de pH e acidez titulável em polpa de melão. *In: X JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX*, 2010. **Anais [...]**, Recife, 2010.

COSTA, V. S. **Elaboração de novo produto gelificado à base de extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju: estudo dos parâmetros sensoriais**. 2013. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de Nutrientes**, 1. ed. São Paulo: Manole, 2005.

COZZOLINO, S. M. F. Deficiências de minerais. **Estudos avançados**, v. 21, n. 60, São Paulo, 2007.

DOUGLAS, C. R. Necessidades minerais. *In: DOUGLAS, C. R. Tratado de fisiologia aplicada à nutrição*. 1. ed., São Paulo: Robe Editorial, 2002.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. 3. ed. Curitiba: Champagnat, 2011. EMBRAPA. **Cultivo do cajueiro**. 2003. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agroindustria-tropical/busca-de-publicacoes/-/publicacao/424341/cultivo-do-cajueiro-anao-precoce>. Acesso em: 12 fev 2015.

FAO/WHO. **Expert Consultation on Human Vitamin and Mineral Requirements**. 1998. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-y2809e.pdf>. Acesso em: 12 mar 2016.

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 despeliculada. **Boletim Ceppa**, Curitiba, v. 20, n. 1, p. 75 – 88, 2002.

FELBERG, I, CABRAL, L. C.; GONÇALVES, E. B.; DELIZA, R.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S.C. Bebida mista de extrato de soja integral e castanha – do – brasil: caracterização físico – química, nutricional e aceitabilidade do consumidor. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 15, n. 2, p. 163 – 174, 2004.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e práticas**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602p.

FREITAS, J. B; NAVES, M. M. V; Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 22, n.3, 2010.

GÁLÁN, M. G.; DRAGO, S. R. Food matrix and cooking process affect mineral bioaccessibility of enteral nutrition formulas. **J Sci Food Agric**, v. 94, p. 515-521, 2014.

GARRUTI, D. S. **Composição de voláteis e qualidade de aroma do vinho de caju**. 2001. 218p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/255049>. Acesso em: 28 jul. 2016.

PAIVA, F. F. A.; GARRUTI, D. S.; SILVA NETO, R. M. **Aproveitamento Industrial do caju**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT/SEBRAE/CE, 2000. 88p.

GASPARIN, M. **Cresce demanda por produtos vegetais alternativos ao leite**. Disponível em: <http://www.miriamgasparin.com.br>. Acesso: 13 de dez. 2016.

GAZZOLA, J; GAZZOLA, 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. *In*: CONGRESSO DA SOBER – QUESTÕES AGRÁRIAS, EDUCAÇÃO NO CAMPO E DESENVOLVIMENTO, XLIV, Santa Catarina, 2006. **Anais** [...] Santa Catarina, 2006.

GUASTALDI, A. C.; APARECIDA, A. H. Fosfatos de cálcio de interesse biológico: importância como biomateriais, propriedades e métodos de obtenção de recobrimentos. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 6, p. 1352-1358, 2010.

HEANEY, R. P. Calcium intake and disease prevention. **Arq Bras Endocrinol Metab**, São Paulo, v. 50, n. 4, p. 685-693, 2006.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. V.1: Métodos químicos e físicos para a análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. JENKINS, D. J.; KENDALL, C. W.; MARCHIE, A.; PARKER, T. L.; CONNELLY, P. W.; QUIAN, W. Dose response of almonds on coronary heart disease risk factors: blood lipids, oxidized low density lipoproteins, lipoprotein(a), homocysteine and pulmonary nitric oxide. A randomized, controlled, crossover trial. **Circulation**, v. 160, n. 11, p. 1327-1332, 2002.

KHANAL, R. C.; NEMERE, I. Regulation of intestinal calcium transport. **Rev. Nutr.**, [S.l.], v. 28, p. 179-196, 2008.

KONICA MINOLTA. **Precise color communication**: Color control from perception to instrumentation. 1998. Disponível em: https://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/pdf/color_communication.pdf. Acesso em: 13 dez 2016.

KOTLER, P.; KELLER, K.L. **Administração de marketing**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

KROSS, R. K. **Processamento de amêndoas de castanha de caju: secagem, extração e estabilidade do azeite**. 2008. 99 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2008.

LESNIEWICZ, A. L.; KRETOWICZ, M.; WIERZBICKA, K.; ZYRNICKI, W. In vitro bioavailability of mineral nutrients in breakfast cereals. **Journal of food research**, [S.l.], v.1, n. 2, p. 291-300, 2012.

LIMA, A. C. S. **Avaliação da bioacessibilidade de cobre, ferro e zinco e atividade antioxidante total de suco integral e fibra de caju**. 2011. 73 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

LIMA, A. C.; GARCIA, N. H. P.; LIMA, J. R. Obtenção e caracterização dos principais produtos do caju. **Boletim CEPPA**, [S.l.], v. 22, n. 1, p. 133-144, 2004.

LIMA, A. C. S.; SOARES, D. J.; SILVA, L. M. R.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUSA, P. H. M. In vitro bioacessibility of copper, iron and zinc and antioxidante compounds of whole cashew apple fibre (*Anacardium occidentale* L.) following simulated gastro-intestinal digestion. **Food Chemistry**, p. 161, p. 142-147, 2014.

LIMA, R. Gastronomia com pouco açúcar. **Rev. Veja**, São Paulo, v.4, n.9, p. 82-84, 2008.

LOURES, M. M. R.; MINIM, V. P. R.; CERESINO, E. B.; CARNEIRO, R. C.; MINIM, L. A. Análise descritiva por ordenação na caracterização sensorial de iorgute diet sabor morango enriquecido com concentrado protéico do soro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 661-668, 2010.

LOW, D.Y.; D'ARCY, B.; GIDLEY, M. J. Mastigation effects on carotenoid bioacessibility from mango fruit tissue. **Food Res. Inter.**, [S.l.], v. 67, p. 238-246, 2015.

LUCIA, S. M. D.; CARNEIRO, J. C. S.; MINIM, V. P. R. Análise sensorial de alimentos. *In*: MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 2. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012. Cap. 1.

LUCIA, S. M. D.; MINIM, V. P. R.; Grupo de foco. *In*: MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 2. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012. Cap. 4.

MAJORAL, J. P. **New aspects in phosphorus chemistry**. v. 5. Spring Science e Business Media: [S.l.], 2005.

MARQUES, M. F.; MARQUES, M. M.; XAVIER, E. R.; GREGORIO, E. L. Fortificação de alimentos: uma alternativa para suprir as necessidades de micronutrientes no mundo contemporâneo. **HU Revista**, Juiz de Fora, v. 38, n. 1, p. 79-86, 2012.

MATSUURA, F. C. A. U.; COSTA, J. I. P.; FOLEGATTI, M. I. S.; Marketing de banana: preferências do consumidor quanto aos atributos de qualidade. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, 2004.

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. **Cienc. e Tecnol. De Aliment.**, Campinas, v. 18, n. 2, 1998.

MENEZES, E. A. **Determinação da biodisponibilidade de Ca, Cu, Fe, Mg e Zn em amostras de carne bovina, suínas e de frango in natura e processadas termicamente.** 2010. 127 f. Tese (Doutorado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

MILLER, D. D. Calcium in the diet: food sources, recommended intakes and nutritional bioavailability. **Adv. Food. Nutr.**, [S.l.], v. 33, p. 103-56, 1989.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores.** 2. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012. Cap. 5.

MORAIS, A. C. P. **Desenvolvimento, otimização e aceitabilidade de bebida de café com extrato hidrossolúvel da amêndoa de castanha de caju.** 2012. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

MOREIRA, R. W. M.; MADRONA, G. S.; BRANCO, I.G.; BERGAMASCO, R.; PEREIRA, N. C. Avaliação sensorial e reológica de uma bebida achocolatada elaborada a partir do extrato hidrossolúvel da soja e soro de queijo. **Acta Scientiarum Technology**, [S.l.], v. 32, n. 4, p. 435 -438, 2010.

MORGANO, M. A.; QUEIROZ, S. C. N.; FERREIRA, M. M. C. Determinação dos teores de minerais em sucos de frutas por espectrometria de emissão óptica em plasma indutivamente acoplado (ICP-OES). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S.l.], v.19, n. 3, p.344-348, 1999.

MURRAY, J. M., DELAHUNTY, C. M., BAXTER, I. A. Descriptive sensory analysis: presente, past and future. **Food Research International**, [S.l.], v. 34, p. 461-471, 2001.
NAPOLEÃO, B. A. Bananicultura irrigada: inovações tecnológicas. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 245, 2008.

NATUE. **Natue.** 2016. Disponível em: <www.natue.com.br>. Acesso em: 13 jun 2016.

NOROES, C. **Minifábricas de castanha de caju.** 1999. Disponível em: https://www.embrapa.br/bme_images/m/146120040m.jpg. Acesso em: 11 out 2016.

OHLER, J. G. **Cashew.** Department of Agricultural Research. 1. ed. Amsterdam: Royal Tropical Institute, 1979.

PEREDA, J. A. O.; RODRIGUES, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLON, G.D. G. F.; PERALES, L. H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnologia de**

alimentos: Componentes e processos. Porto Alegre: Artmed, v.1, 2005.

REBOUÇAS, M. C. **Desenvolvimento de bebida prebiótica à base de amêndoa da castanha de caju e maracujá: aceitação e expectativa do consumidor.** 2012. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Fortaleza-CE, 2012.

REINEHR, C. O.; SOUZA SOARES, L. A. Lipídios em nozes, castanha de caju e castanha-do-Pará. **VETOR - Revista de Ciências Exatas e Engenharias**, [S.l.], v. 12, p. 35-45, 2008.

REIS, R. C.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, J. C. S.; MINIM, V. P. R. Mapa de Preferência. In: MINIM, V. P. R (Org.). **Análise sensorial: estudos com consumidores.** 2 ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012. Cap. 5.

REIS, R. C.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, J. C. S.; MINIM, V. P. R. **Mapa de Preferência.** São Paulo: Food Ingredients Brasi, 4. ed., São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>. Acesso em: 15 out. 2015.

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

RODRIGUEZ-ROQUE, M. J.; ANCOS, B.; SÁNCHEZ-VEJA, R.; SÁNCHEZ-MORENO, C.; CANO, M. P.; ELEZ-MARTINEZ, P. E.; MARTIM-BELLOSO, O. M. Food matrix and processing influence on carotenoid bioaccessibility and lipophilic antioxidant activity of fruit juice-based beverage. **Food and function**, [S.l.], v. 7, p. 380-389, 2016.

SÁLVIA-TRUJILLO, L.; MARTÍN-BELLOSO, O.; MCCLEMENTS, D. J. Excipient nanoemulsions for improving oral bioavailability of bioactives. **Nanomaterials**, n. 6, v. 17, 2016.

SILVA, S. C.; PINHO, J. P.; CÁTIA, B.; SANTOS, C. T.; SANTOS, A.; GRAÇA, P. **Linhas de orientação para uma alimentação vegetariana saudável.** 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10216/80821>. Acesso em: 16 maio 2017.

SILVA, A. R. **Consumo de bebidas alternativas ao leite disparou 19% num ano.** Disponível em: <http://www.publico.pt>. Acesso em: 13 de dez. 2016.

SILVA, E. M. M. Estratégias e desafios para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios. **Brazilian Journal of Health Research**, Espirito Santo, v. 16, n. 1, p. 1-3, 2014.

SOARES, D. J.; RODRIGUES, C. S.; MAIS, G. A.; SOUSA, P. H. M.; FIGUEIREDO, R. W. Avaliação sensorial de amêndoas de castanha de caju obtidas dos cultivos convencional e orgânico. **Rev. Bras. De Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 14, n. 3, p. 245-250, 2012.

SOLOMON, M. R.; RIBEIRO, L. B. **O comportamento do consumidor: comprando, possuindo e sendo.** 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. 446p.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 3. ed. New York: Academic, 2004. 338p.

TEIXEIRA, E. A. M.; MAIA, G. A.; HOLANDA, L. F.; OLIVEIRA, G. S. F.; GASPAR JUNIOR, J. C.; FIGUEREDO, R. W. Processo alternativo para conservação do leite de coco produzido para consumo comercial, **Pesq. agropec. bras.** Brasília, v.24, pp. 761-769, 1989.

TOGNON, A. L. **Quantificação e avaliação da bioacessibilidade *in vitro* de micro e macroelementos, em frutas, hortaliças e cereais**. 2012. 128 f. Dissertação (Pós Graduação em Ciências, área: Química) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

USDA. **National database for Standart Reference**. 2011. Disponível em: <http://www.usda.ogr>. Acesso em: 01 out. 2015.

VENKATACHALAM, M.; SATHE, S. K., Chemical composition of selected edible nut seeds. **J. Agric. Food Chem.**, [S.l.], v. 54, n.13, p. 4705-4714, 2006.

VIEIRA, A. C. D. **Os fatores que influenciam o processo de compra e consumo de chocolate**. Trabalho de conclusão de curso. 2008. 89 f. Monografia (Administração) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

WINICHAGOON, P.; MCKENZIE, J. E.; CHAVASIT, V.; PONGCHAROEN, T.; GOWACHIRAPANT, S.; BONNPRADERM, A. A multimicronutrient fortified seasoning poder enchances the hemoglobin, zinc and iodine status of primary school children in north east Thailand: a randomised controlled trial of efficacy. **J Nutr.**, [S.l.], v. 136, p. 1617-1623, 2006.

WITTSIEPE, J.; SCHREY, P.; HACK, A.; SELENKA, F.; WIHELM, M., Comparasion of different digestive tract models for estimating bioacessibility of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans (PCDD/F) from red slag 'Kieselrot. **Internation Journal of Higyene and Environmental Health**, [S.l.], n. 203, p. 263-273, 2001.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Information note about intake of sugars recommended in the WHO guideline for adults and children**. 2015. Disponível em: <https://www.who.int/iris/handle/10665/325335>. Acesso em: 12 jun. 2016.

XEREZ, A. C. P. **Desenvolvimento, otimização e aceitabilidade de bebida de café com extrato hidrossolúvel da amêndoa de castanha de caju**. 2012. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

XIA, Q.; TAO, H.; HUANG, P.; WANG, L.; MEI, J.; LI, W. Minerals in vitro bioacessibility and changes in textural and structural characteristics of uncooked pre-germinated brown rice influenced by ultra-high pressure. **Food control**, [S.l.], 71, p. 336-345, 2017.

ZOU, L. Q.; LIU, W.; LIU, C. M.; XIAO, H.; MCCLEMENTS, D. J. Utilizing food matrix effects to enchance nutraceutical bioavailibility: increase of curcum bioacessibility using excipient emulsions. **J. Agric. Food Chem.**, [S.l.], v. 63, p. 2052-2062, 2015.

**APÊNDICE A – FICHA DE DETALHAMENTO UTILIZADA PARA O ESTUDO
SENSORIAL DO DA BEBIDA VEGETAL À BASE DA AMÊNDOA DE CASTANHA
DE CAJU**

Nome: _____ Data: _____

_____/_____/_____

Sexo: () Feminino () Masculino

Idade: () 18–25 anos () 26–35 anos () 36–45 anos () >45 anos

Escolaridade: () Fundamental () Médio Incompleto () Médio completo

() Superior Incompleto () Superior Completo () Pós graduação

Estamos realizando um teste de aceitação de uma nova bebida vegetal tipo leite à base de amêndoa de castanha de caju, e gostaríamos de conhecer a sua opinião.

1. Indique com que frequência você consome bebidas tipo leite
() diariamente () 2 a 3 vezes por semana () 1 vez por semana
() quinzenalmente () mensalmente

2. Como você costuma consumir bebidas tipo leite?
() puro () adoçado () adicionado de outros produtos.
Quais? _____

3. Quanto você gosta de amêndoa de castanha de caju?
() gosto muitíssimo () gosto muito () gosto moderadamente
() gosto ligeiramente () não gosto

**APÊNDICE B – FICHA SENSORIAL UTILIZADA NA ETAPA DE
DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO PARA DETERMINAÇÃO DO TEOR DE
AMÊNDOA DA CASTANHA DE CAJU**

Nome: _____	Data: _____	
Você está recebendo 03 amostras de Bebida Vegetal à base da Amêndoa da Castanha de Caju. Por favor, avalie as amostras e ordene-as em ordem crescente de preferência quanto ao sabor.		
_____	_____	_____
+ preferida		- preferida
Comentários:		

**APÊNDICE C – FICHA SENSORIAL UTILIZADA NA ETAPA DE
DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO PARA DETERMINAÇÃO DO TEOR DE
AÇÚCAR A SER UTILIZADO NA BEBIDA VEGETAL À BASE DA AMÊNDOA DA
CASTANHA DE CAJU**

Nome: _____ Data: _____

Por favor, avalie a **DOÇURA** das amostras de Bebida Vegetal à base da Amêndoa da Castanha de Caju e identifique, utilizando a escala abaixo, o quão próximo do seu ideal as amostras encontram-se.

Amostra: _____

- Muito menos doce que o ideal
- Menos doce que o ideal
- Ideal
- Mais doce que o ideal
- Muito mais doce que o ideal

Amostra: _____

- Muito menos doce que o ideal
- Menos doce que o ideal
- Ideal
- Mais doce que o ideal
- Muito mais doce que o ideal

Amostra: _____

- Muito menos doce que o ideal
- Menos doce que o ideal
- Ideal
- Mais doce que o ideal
- Muito mais doce que o ideal

Comentários: _____

**APÊNDICE D – FICHA SENSORIAL UTILIZADA NA ETAPA DE
DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO PARA A DETERMINAÇÃO DE
ACEITABILIDADE E PREFERÊNCIA DA BEBIDA VEGETAL À BASE DA
AMÊNDOA DA CASTANHA DE CAJU**

Nome: _____ Amostra: _____

1. Você recebeu uma amostra de extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju. Por favor, observe a amostra e indique o quanto gostou ou desgostou da APARÊNCIA, COR e AROMA, utilizando-se a escala abaixo:

APARÊNCIA	COR	AROMA
<input type="checkbox"/> gostei extremamente	<input type="checkbox"/> gostei extremamente	<input type="checkbox"/> gostei extremamente
<input type="checkbox"/> gostei muito	<input type="checkbox"/> gostei muito	
<input type="checkbox"/> gostei moderadamente	<input type="checkbox"/> gostei moderadamente	<input type="checkbox"/> gostei moderadamente
<input type="checkbox"/> gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> gostei ligeiramente
<input type="checkbox"/> não gostei nem desgostei	<input type="checkbox"/> não gostei nem desgostei	<input type="checkbox"/> não gostei nem desgostei
<input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente
<input type="checkbox"/> desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/> desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/> desgostei moderadamente
<input type="checkbox"/> desgostei muito	<input type="checkbox"/> desgostei muito	<input type="checkbox"/> desgostei muito
<input type="checkbox"/> desgostei extremamente	<input type="checkbox"/> desgostei extremamente	<input type="checkbox"/> desgostei extremamente

2. Agora PROVE a amostra e indique o quanto gostou ou desgostou da TEXTURA, SABOR e IMPRESSÃO GLOBAL, utilizando a escala abaixo:

TEXTURA	SABOR	IMPRESSÃO GLOBAL
<input type="checkbox"/> gostei extremamente	<input type="checkbox"/> gostei extremamente	<input type="checkbox"/> gostei extremamente
<input type="checkbox"/> gostei muito	<input type="checkbox"/> gostei muito	<input type="checkbox"/> gostei muito
<input type="checkbox"/> gostei moderadamente	<input type="checkbox"/> gostei moderadamente	<input type="checkbox"/> gostei moderadamente
<input type="checkbox"/> gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> gostei ligeiramente
<input type="checkbox"/> não gostei nem desgostei	<input type="checkbox"/> não gostei nem desgostei	<input type="checkbox"/> não gostei nem desgostei
<input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente
<input type="checkbox"/> desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/> desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/> desgostei moderadamente
<input type="checkbox"/> desgostei muito	<input type="checkbox"/> desgostei muito	<input type="checkbox"/> desgostei muito
<input type="checkbox"/> desgostei extremamente	<input type="checkbox"/> desgostei extremamente	<input type="checkbox"/> desgostei extremamente

3. Agora indique sua atitude de COMPRA caso encontrasse esse produto à venda no mercado:

- Certamente compraria
 Provavelmente compraria
 Talvez compraria/ talvez não compraria
 Provavelmente não compraria
 Certamente não compraria

4. Abaixo estão listados vários termos. Marque TODOS os termos que CARACTERIZAM a amostra.

<input type="checkbox"/> Cor Cinza	<input type="checkbox"/> Turvo	<input type="checkbox"/> Sabor de amêndoa queimada
<input type="checkbox"/> Cor Branca	<input type="checkbox"/> Diluído	<input type="checkbox"/> Gosto doce
<input type="checkbox"/> Cor pálida	<input type="checkbox"/> Arenoso	<input type="checkbox"/> Aroma de amêndoa tostada
<input type="checkbox"/> Cor amarelada	<input type="checkbox"/> Presença de partícula	<input type="checkbox"/> Aroma de amêndoa crua
<input type="checkbox"/> Aparência brilhosa	<input type="checkbox"/> Sabor de ranço	<input type="checkbox"/> Aroma de amêndoa suave
<input type="checkbox"/> Aparência cintilante	<input type="checkbox"/> Sabor diluído	<input type="checkbox"/> Aroma metálico
<input type="checkbox"/> Homogêneo	<input type="checkbox"/> Sabor de maisena	<input type="checkbox"/> Aroma de leite
<input type="checkbox"/> Encorpado	<input type="checkbox"/> Sabor adstringente	<input type="checkbox"/> Outros

5. Considerando uma bebida tipo leite de amêndoa da castanha de caju, marque TODOS os termos que CARACTERIZAM- A como uma amostra ideal para você.

<input type="checkbox"/> Cor Cinza	<input type="checkbox"/> Turvo	<input type="checkbox"/> Sabor de amêndoa queimada
<input type="checkbox"/> Cor Branca	<input type="checkbox"/> Diluído	<input type="checkbox"/> Gosto doce
<input type="checkbox"/> Cor pálida	<input type="checkbox"/> Arenoso	<input type="checkbox"/> Aroma de amêndoa tostada
<input type="checkbox"/> Cor amarelada	<input type="checkbox"/> Presença de partícula	<input type="checkbox"/> Aroma de leite
<input type="checkbox"/> Aparência brilhosa	<input type="checkbox"/> Sabor de ranço	<input type="checkbox"/> Aroma de amêndoa suave
<input type="checkbox"/> Aparência cintilante	<input type="checkbox"/> Sabor diluído	<input type="checkbox"/> Aroma de amêndoa crua
<input type="checkbox"/> Homogêneo	<input type="checkbox"/> Sabor de maisena	<input type="checkbox"/> Aroma metálico
<input type="checkbox"/> Encorpado	<input type="checkbox"/> Sabor adstringente	<input type="checkbox"/> Outros: _____