



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - UFPI  
REDE NORDESTE DE BIOTECNOLOGIA - RENORBIO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

**LUANNE MORAIS VIEIRA GALVÃO**

**DESENVOLVIMENTO, AVALIAÇÃO SENSORIAL E DETERMINAÇÃO DA  
ESTABILIDADE DE UM REPOSITOR HIDROELETROLÍTICO A BASE DE  
CAJUÍNA**

TERESINA-PI

2019

LUANNE MORAIS VIEIRA GALVÃO

**DESENVOLVIMENTO, AVALIAÇÃO SENSORIAL E DETERMINAÇÃO DA  
ESTABILIDADE DE UM REPOSITROR HIDROELETROLÍTICO A BASE DE  
CAJUÍNA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia - RENORBIO, ponto focal Universidade Federal do Piauí, como requisito para obtenção do título de Doutora em Biotecnologia.

Área de concentração: Biotecnologia Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Lívio César Cunha Nunes

Coorientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Pereira dos Santos

TERESINA-PI

2019

Ficha catalográfica elaborada por: Isabel dos Santos Lima (Bibliotecária) - CRB-3/1060

---

G182d Galvão, Luanne Morais Vieira

Desenvolvimento, avaliação sensorial e determinação da estabilidade de um repositório hidroeletrolítico a base de cajuína / Luanne Morais Vieira Galvão. - Teresina, PI: Universidade Federal do Piauí, 2019.

116 f.: il.; color.

Orientador: Prof. Dr. Lívio César Cunha Nunes

Coorientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Pereira dos Santos

Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia. Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO (Doutorado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Piauí.

1. Análise sensorial. 2. Bebida esportiva. 3. Características físico-químicas. 4. Planejamento experimental. 5. Suco de caju clarificado. 6. Vida de prateleira. I. Título.

CDD 664

---

### FOLHA DE APROVAÇÃO – DEFESA DE TESE

**ALUNA:** LUANNE MORAIS VIEIRA GALVÃO

**TÍTULO DO PROJETO:** “Desenvolvimento de uma bebida isotônica a base de cajuína.”

**PROFESSOR ORIENTADOR:** Prof. Dr. Lívio César Cunha Nunes

<b>BANCA EXAMINADORA:</b>	<b>CONCEITO</b>	<b>ASSINATURA</b>
Prof. Dr. Lívio César Cunha Nunes - UFPI (Presidente)	<u>SATISFATÓRIO</u>	<u></u>
Profª. Dra. Nadir do Nascimento Nogueira - UFPI (Examinadora)	<u>SATISFATÓRIO</u>	<u></u>
Profª. Dra. Eliciana Selvina Ferreira Mendes Vieira - UFPI (Examinadora)	<u>SATISFATÓRIO</u>	<u></u>
Profª. Dra. Maria das Graças Freire de Medeiros – UFPI (Examinadora)	<u>SATISFATÓRIO</u>	<u></u>
Prof. Dr. Davyson de Lima Moreira - Fiocruz - RJ (Examinador)	<u>SATISFATÓRIO</u>	<u></u>

**DATA DA AVALIAÇÃO:** 12 de abril de 2019.

**HORÁRIO:** 15h

**LOCAL:** Auditório do curso de Farmácia

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais Vieira e Meirelane, exemplos de caráter, amor e dedicação aos filhos;

As minhas filhas Anne e Mariana, que renovaram as minhas energias e acamalam o meu coração.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, Nossa Senhora de Fátima e Santo Expedito... pela FÉ! Por nunca desistir dos meus objetivos, e não me deixar desmotivar nos momentos de fraqueza e angústia.

Aos meus pais: Vieira por ser um grande incentivador dos estudos e por ser um apaixonado por cajuína; e Meirelane, pois sonhamos juntas com este título, desde o dia em que comecei a cursar Tecnologia de Alimentos. Vocês me educaram com amor e fizeram de mim a pessoa que hoje sou, e eu só tenho motivos para retribuir.

Ao Stephenson Galvão, pelo amor, carinho, paciência e compreensão nos momentos de ausência. E agradecer o presente maravilhoso durante o doutorado... um notebook.

Às minhas filhas Anne e Mariana, pelo sorriso fácil, pelo abraço carinhoso, pelo cheirinho de mamãe... Amo ser mãe de vocês! Vocês foram e serão sempre motivo de inspiração. Meus dois preciosos artigos (rsrs) que obtive durante o doutorado.

Ao Prof. Dr. Lívio César Cunha Nunes, meu orientador e grande idealizador deste projeto. Obrigada pela confiança e incentivo durante a realização deste trabalho.

Aos membros da banca de qualificação, profa. Dra. Carla Eiras, profa. Dra. Maria das Graças Freire de Medeiros e prof. Dr. Stanley Juan Chavez Gutierrez, pelas valiosas sugestões.

Aos professores Dr. Robson Alves da Silva e Dr. Marcos Antônio Pereira dos Santos pela colaboração durante a execução do projeto.

Aos colegas do LITE, em especial, a Bárbara Verônica, Antônia Leal, Ricardo Araújo, Oskar Almeida e Grasyela Rocha, pela colaboração e conversas descontraídas.

Aos colegas do Laboratório de Alimentos - IFPI, Jurandy Silva e Dilson Reis por viabilizar a disponibilidade dos laboratórios e o Yago Luís por ajudar com as limpeza das vidrarias, nos momentos de correria.

À colega Lunara Caetano, Farmacêutica - UFPI, que juntas começamos a trilhar esta pesquisa, realizando as análises das cajuínas do Estado do Piauí.

Ao prof. Dr. Marcos Antônio Pereira dos Santos e à Mara Cristina, mestranda de Alimentos e Nutrição - UFPI, as amigas e professoras do IFPI Afra Maria e Mariana de Moraes, e a minha irmã Marianne Moraes pela colaboração para a realização da Análise sensorial, no setor de esporte da UFPI e no IFPI - Teresina Zona Sul.

A todos os provadores pelo apoio e disposição para a realização dos testes sensoriais.

Ao Laboratório da Universidade Federal de Viçosa, em especial a profa. Dra. Edimar Fontes, que prontamente nos ajudou com a tão dificultosa análise de osmolalidade.

À profa. Dra. Maria Christina Muratori e ao Francisco, do Laboratório de Laticínios - NUEPA - UFPI, pela colaboração nas análises de osmolalidade.

Ao Instituto Federal do Piauí - Campus Teresina Zona Sul, em especial aos colegas do curso de Gastronomia e à direção do campus, Francisca Assunção Almeida Félix, que não mediram esforços para o meu afastamento, para que eu pudesse cursar o Doutorado.

Ao Programa de Pós Graduação em Biotecnologia - Renorbio - UFPI, pela oportunidade de engrandecimento profissional.

Às amigas Afra Maria, Bárbara Verônica, Mariana de Moraes e Melina Macêdo, pela troca de experiências durante o doutorado: angústias, medos, fraquezas, momentos de alegrias e dos bons resultados das análises.

Às babás das gêmeas, Rejane e Leide, que me deram confiança, para que eu pudesse sair de casa mais tranquila e desse continuidade ao doutorado.

Enfim, a todos os familiares e amigos pela torcida.

*Obrigada!!*

"As grandes ideias surgem da observação dos pequenos detalhes."

Augusto Cury

GALVÃO, Luanne Morais Vieira. **Desenvolvimento, avaliação sensorial e determinação da estabilidade de um repositório hidroeletrólítico a base de cajuína**. 2019. 117 p. Tese (Doutorado em Biotecnologia, Rede Nordeste de Biotecnologia - RENORBIO) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2019.

## RESUMO

O segmento de bebidas isotônicas vem ampliando seu mercado, introduzindo novos sabores e atendendo à demanda crescente por novos produtos. A cajuína é uma bebida típica do Nordeste brasileiro, com Indicação Geográfica (IG) do Piauí, preparada a partir da clarificação do suco de caju, sem álcool, sem adição de açúcar, rica em minerais e vitamina C. Os resultados da prospecção tecnológica e científica demonstraram que não há nenhuma patente depositada na base de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), *European Patent Convention* (EPO) e *The United States Patent and Trademark Office* (USPTO), e nenhum artigo na base de dados da *Web of Science, Pub Med e Scielo* relatando à utilização da cajuína na elaboração de bebidas esportivas. Diante disso, o objetivo do trabalho foi obter uma bebida isotônica, a partir da cajuína, para ser utilizada para fins de uso no processo de hidratação e reposição de eletrólitos. As nove formulações obtidas, através de planejamento experimental, foram analisadas em relação às suas características físicas e químicas, e selecionadas as formulações que atendessem aos parâmetros regulamentados pela RDC nº18/2010 da ANVISA. A partir dos resultados obtidos pelas análises físico-químicas, a formulação F5 foi selecionada com:  $3,44 \pm 0,02$  (pH),  $6,1 \pm 0,00$  (°Brix),  $0,27 \pm 0,00$  g/100mL (Acidez total), valor energético de 23,2 Kcal/100 mL, 5,2 g/100 mL de carboidratos (0,587 g/100 mL de glicose, 0,579 g/100 mL de frutose e 4,468 g/100 mL de sacarose),  $270,97 \pm 0,05$  mOsmol/Kg (Osmolalidade),  $810,0 \pm 0,87$  mg de Na/L,  $447,0 \pm 0,76$  mg de K/L e  $48,72$  mg/100 mL de vitamina C. A bebida formulada atendeu aos padrões microbiológicos e não apresentou toxicidade, pelo teste utilizando o microcrustáceo *Artemia salina*, com  $CL_{50}$  de 2022,0 µg/mL. A avaliação sensorial foi realizada com 101 assessores não-treinados, e as médias para os atributos foi de  $7,74 \pm 1,23$  para sabor,  $7,01 \pm 1,87$  para cor e  $7,79 \pm 1,31$  para aroma, que corresponde na escala hedônica a “gostei moderadamente”. A média para intenção de compra foi  $4,12 \pm 0,79$ , que corresponde a “possivelmente compraria”. Os índices de aceitabilidade da bebida isotônica de cajuína foram de 86,03, 77,89, 86,58 e 82,38 % para sabor, cor, aroma e intenção de compra, respectivamente. Os dados do estudo de estabilidade apontaram que a bebida isotônica de cajuína pode ser consumida com qualidade e segurança até 150 dias de estocagem. Assim, a utilização da cajuína na produção de uma bebida isotônica mostra-se como alternativa de bebida esportiva sem adição de corantes e com menor quantidade de adição de açúcares, sendo direcionado a atletas que buscam bebidas esportivas com sabores regionais, fonte reidratante e aporte nutricional.

**Palavras-chave:** Análise sensorial. Bebida esportiva. Características físico-químicas. Planejamento experimental. Suco de caju clarificado. Vida de prateleira.

GALVÃO, Luanne Morais Vieira. **Development, sensory evaluation and determination of the stability of a hydroelectrolytic repository based on cajuina**. 2019. 117 p. Thesis (Doctorate in Biotechnology, Northeast Network of Biotechnology - RENORBIO) - Federal University of Piauí, Teresina, 2019.

### ABSTRACT

The segment of isotonic drinks has been expanding its market, introducing new flavors and meeting the growing demand for new products. Cajuina is a typical Brazilian Northeast drink, with a Geographical Indication (GI) of Piauí, prepared from the clarification of cashew juice, without alcohol, without added sugar, rich in minerals and vitamin C. The results of technological prospecting and have demonstrated that there is no patent filed in the database of the *National Institute of Industrial Property (INPI)*, the *European Patent Convention (EPO)* and the *United States Patent and Trademark Office (USPTO)*, and no articles in the database of the *Web of Science*, *Pub Med* and *Scielo* reporting on the use of cajuina in the elaboration of sports drinks. Therefore, the objective of the work was to obtain an isotonic drink, from cajuina, to be used for purposes of hydration and electrolyte replacement. The nine formulations obtained, through experimental planning, were analyzed in relation to their physical and chemical characteristics, and the formulations that met the parameters regulated by the RDC nº18 / 2010 of ANVISA were selected. From the results obtained by physicochemical analyzes, the F5 formulation was selected with:  $3.44 \pm 0.02$  (pH),  $6.1 \pm 0.00$  (°Brix),  $0.27 \pm 0.00$  g/100 mL (Total acidity), energy value of 23.2 Kcal/100 mL, 5.2 g/100 mL carbohydrate (0.587 g/100 mL glucose, 0.579 g/100 mL fructose and 4,468 g/100 mL sucrose),  $270.97 \pm 0.05$  mOsmol/kg (Osmolality),  $810.0 \pm 0.87$  mg Na/L,  $447.0 \pm 0.76$  mg K/L and 48.72 mg/100 mL vitamin C. The formulated beverage met the microbiological standards and showed no toxicity by the test using the microcrustacean *Artemia salina*, with LC 50 of 2022.0 µg/mL. Sensory evaluation was performed with 101 untrained assessors, and the averages for attributes were  $7.74 \pm 1.23$  for flavor,  $7.01 \pm 1.87$  for color and  $7.79 \pm 1.31$  for aroma, which corresponds in the hedonic scale to "I liked moderately". The average for purchase intention was  $4.12 \pm 0.79$ , which corresponds to "Possibly buy". The acceptability indexes of isotonic cashew beverages were 86.03, 77.89, 86.58 and 82.38 % for flavor, color, aroma and purchase intention, respectively. The data from the stability study indicated that isotonic cajuina drink can be consumed with quality and safety up to 150 days of storage. Thus, the use of cajuina in the production of an isotonic drink is shown as an alternative to sports drink without addition of dyes and with a lower amount of sugar addition, being directed to athletes seeking sports drinks with regional flavors, rehydration source and nutritional contribution.

**Keywords:** Sensory analysis. Sports drink. Physical-chemical characteristics. Experimental planning. Clarified cashew juice. Shelf life.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1 -</b>	Selo de qualidade da Cajuína do Piauí.....	33
<b>Figura 2 -</b>	Suco de caju clarificado (cajuína).....	34
<b>Figura 3 -</b>	Etapas de produção da cajuína.....	35
<b>Figura 4 -</b>	Amostras de cajuína produzidas no Estado do Piauí.....	39
<b>Figura 5 -</b>	Amostra da cajuína utilizada no processamento da bebida isotônica.....	40
<b>Figura 6 -</b>	Fluxograma do processamento da bebida isotônica de cajuína.....	42
<b>Figura 7 -</b>	Curva-padrão da fotometria de chama $\text{Na}^+$ .....	48
<b>Figura 8 -</b>	Curva-padrão da fotometria de chama $\text{K}^+$ .....	49
<b>Figura 9 -</b>	Curva de calibração do padrão de frutose.....	50
<b>Figura 10 -</b>	Curva de calibração do padrão de glicose.....	50
<b>Figura 11 -</b>	Curva de calibração do padrão de sacarose.....	51
<b>Figura 12 -</b>	Número de publicações por área de pesquisa com o termo <i>Sport drink</i> .....	59
<b>Figura 13 -</b>	Formulações das bebidas isotônicas de cajuína, obtidas através de planejamento experimental.....	64
<b>Figura 14 -</b>	Análise de pH das formulações da bebida isotônica de cajuína.....	65
<b>Figura 15 -</b>	Análise de °Brix das formulações de bebida isotônica de cajuína.....	67
<b>Figura 16 -</b>	Análise de açúcares totais das formulações de bebida isotônica de cajuína.....	67
<b>Figura 17 -</b>	Análise de osmolalidade das formulações de bebida isotônica de cajuína.....	68
<b>Figura 18 -</b>	Análise do teor de Na e K das formulações das bebidas isotônicas de cajuína.....	69
<b>Figura 19 -</b>	Relação taxa de mortalidade (%) de <i>Artemia salina</i> por concentração ( $\mu\text{g/mL}$ ) da bebida isotônica de cajuína (F5) e da cajuína.....	74
<b>Figura 20 -</b>	Frequência de notas da escala hedônica atribuída a análise sensorial da bebida isotônica de cajuína.....	76
<b>Figura 21 -</b>	Garrafas de bebida isotônica de cajuína (Formulação 5).	78

<b>Figura 22</b> -	Variação do pH das bebidas isotônicas, sob diferentes condições de armazenamento, em função do tempo de estocagem.....	80
<b>Figura 23</b> -	Variação da acidez total titulável das bebidas isotônicas, sob diferentes condições de armazenamento, em função do tempo de estocagem.....	81
<b>Figura 24</b> -	Variação do teor de sólidos solúveis totais (°Brix) das bebidas isotônicas, sob diferentes condições de armazenamento, em função do tempo de estocagem.....	81
<b>Figura 25</b> -	Variação do teor de vitamina C das bebidas isotônicas, sob diferentes condições de armazenamento, em função do tempo de estocagem.....	82
<b>Figura 26</b> -	Porcentagem de provadores que praticam atividade física “diariamente”, “semanalmente”, “raramente” e “nunca”.....	85
<b>Figura 27</b> -	Porcentagem de participantes da análise sensorial que consomem e não consomem cajuína, nos períodos 30, 90 e 150 dias em que foram realizadas as análises sensoriais.....	86
<b>Figura 28</b> -	Porcentagem de provadores que consomem e não consomem bebida isotônica, nos períodos 30, 90 e 150 dias, em que foram realizadas as análises sensoriais.....	86
<b>Figura 29</b> -	Frequência de notas da escala hedônica atribuída a análise sensorial da bebida isotônica de cajuína armazenadas em temperatura ambiente (TA) e sob refrigeração (TR), estocadas nos períodos de 30, 90 e 150 dias.....	89
<b>Figura 30</b> -	Histogramas de atitude de compra dos provadores para a bebida isotônica de cajuína estocada em temperatura ambiente e sob refrigeração durante 30 (a), 90 (b) e 150 dias (c) de estocagem. 1-certamente não compraria; 2-possivelmente não compraria; 3-talvez comprasse, talvez não; 4-possivelmente compraria; 5-certamente compraria.....	91
<b>Figura 31</b> -	Índice de aceitabilidade (IA) para as bebida isotônicas de cajuína estocadas em temperatura ambiente e sob refrigeração durante 30 (a), 90 (b) e 150 dias (c) de estocagem.....	93

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 -</b>	Características das bebidas esportivas utilizadas durante a prática de atividade física.....	26
<b>Tabela 2 -</b>	Ingredientes químicos usados nas bebidas esportivas antes, durante e depois do exercício físico.....	27
<b>Tabela 3 -</b>	Marcas e sabores das bebidas isotônicas comercializadas no mercado brasileiro e internacional.....	29
<b>Tabela 4 -</b>	Ingredientes das principais marcas de bebidas isotônicas vendidas no Brasil, com sabor tangerina.....	30
<b>Tabela 5 -</b>	Informação nutricional das principais marcas de isotônicos vendidas no Brasil, com o sabor de tangerina.....	31
<b>Tabela 6 -</b>	Matriz de planejamento fatorial 2 <sup>2</sup> , com três repetições no ponto central, formada por duas variáveis, utilizada na formulação das bebidas isotônica de cajuína.....	41
<b>Tabela 7 -</b>	Número de patentes depositadas no INPI e o número de patentes classificadas na subclasse A23L, relacionadas com as palavras-chave “isotônico” e “cajuína”.....	56
<b>Tabela 8 -</b>	Prospecção científica nos últimos 10 anos (2008-2018), relacionadas com as palavras-chave “isotônico” e cajuína”, nos periódicos <i>Web of science</i> , <i>Scielo</i> e <i>Pub Med</i> .....	58
<b>Tabela 9 -</b>	Parâmetros físico-químicos de amostras de cajuínas produzidas no Estado do Piauí.....	60
<b>Tabela 10 -</b>	Características físico-químicas da cajuína.....	63
<b>Tabela 11 -</b>	Quantificação das características físico-químicas das formulações da bebida isotônica de cajuína (Valores médio ± Desvio padrão).....	64
<b>Tabela 12 -</b>	Valores médios (± desvio-padrão) das características físicas e químicas das formulações da bebida isotônica de cajuína.....	68
<b>Tabela 13 -</b>	Características físico-químicas da formulação F5 da bebida isotônica de cajuína.....	71
<b>Tabela 14 -</b>	Análises microbiológicas da bebida isotônico de cajuína.....	73

<b>Tabela 15</b> - Concentração letal (CL <sub>50</sub> ) em ensaio de toxicidade aguda utilizando como bioindicador o microcústáceo <i>Artemia salina</i> avaliada após de 24h de exposição.....	74
<b>Tabela 16</b> - Aceitação do consumidor para a bebida isotônica de cajuína.....	75
<b>Tabela 17</b> - Índice de aceitabilidade (IA) para a bebida isotônica de cajuína.....	77
<b>Tabela 18</b> - Médias e desvios-padrão dos parâmetros físico-químicos das bebidas isotônicas de cajuína armazenada em temperatura ambiente (TA) e sob refrigeração (TR) durante os períodos de 0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias de estocagem.....	79
<b>Tabela 19</b> - Análises microbiológicas das bebidas isotônicas de cajuína armazenada em temperatura ambiente (TA) e sob refrigeração (TR) durante os períodos de 0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias de estocagem.....	83
<b>Tabela 20</b> - Análise sensorial de aceitabilidade das bebidas isotônicas de cajuína armazenada em temperatura ambiente (TA) e sob refrigeração (TR) durante os períodos de 30, 90 e 150 dias de estocagem.....	87
<b>Tabela 21</b> - Índice de aceitabilidade (IA) para as bebidas isotônicas de cajuína armazenada em temperatura ambiente e sob refrigeração.....	92

## LISTA DE ABREVIATURAS/SIGLAS

<b>%</b>	Porcentagem
<b>°Brix</b>	Sólidos solúveis Totais
<b>°C</b>	Graus Celsius
<b>µg</b>	Micrograma
<b>µL</b>	Microlitros
<b>µm</b>	Micrômetro
<b>ACSM</b>	<i>American College of Sports Medicine</i>
<b>Al</b>	Alumínio
<b>AMBEV</b>	Companhia de Bebidas das Américas
<b>ANR</b>	Açúcares não redutores
<b>ANVISA</b>	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
<b>AR</b>	Açúcares redutores
<b>Ar</b>	Argônio
<b>ATT</b>	Acidez total titulável
<b>BR</b>	Brasil
<b>Ca</b>	Cálcio
<b>CAAE</b>	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
<b>CaCl<sub>2</sub></b>	Cloreto de cálcio
<b>CEP</b>	Comitê de ética em pesquisa
<b>CL<sub>50</sub></b>	50 % Concentração Letal
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de carbono
<b>CONEP</b>	Conselho Nacional de Ética em Pesquisa
<b>Cu</b>	Cobre
<b>DCFI</b>	2,6-diclorofenolindofenol-sódio
<b>EAG</b>	Equivalente de ácido gálico
<b>EDTA</b>	Ácido etilenodiamino tetra-acético
<b>EPO</b>	<i>European Patent Convention</i>
<b>F</b>	Flúor
<b>Fe</b>	Ferro
<b>G</b>	Gramas
<b>H</b>	Horas

<b>H<sub>2</sub>O</b>	Água
<b>I</b>	Iodo
<b>IA</b>	Índice de Aceitabilidade
<b>IDR</b>	Ingestão Diária Recomendada
<b>IG</b>	Indicação Geográfica
<b>INPI</b>	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
<b>IPHAN</b>	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
<b>K</b>	Potássio
<b>Kc</b>	Constante de equilíbrio químico
<b>Kcal</b>	Quilocalorias
<b>KCl</b>	Cloreto de potássio
<b>Kg</b>	Kilogramas
<b>L</b>	Litros
<b>M</b>	Massa
<b>MAPA</b>	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
<b>mg</b>	Miligramas
<b>Mg</b>	Magnésio
<b>MgSO<sub>4</sub></b>	Sulfato de magnésio
<b>min</b>	Minutos
<b>mL</b>	Mililitros
<b>mm</b>	Milímetro
<b>mmol</b>	Milimol
<b>Mn</b>	Mangânes
<b>mOsmol</b>	Miliosmol
<b>MM</b>	Massa molecular
<b>Na</b>	Sódio
<b>NaCl</b>	Cloreto de sódio
<b>NaHCO<sub>3</sub></b>	Bicarbonato de sódio
<b>NATA</b>	<i>National Athletic Trainer's Association</i>
<b>NO<sub>2</sub></b>	Dióxido de nitrogênio
<b>NT</b>	Não Tóxico
<b>PI</b>	Patente de Invenção
<b>PIQ</b>	Padrões de Identidade e Qualidade

<b>RDC</b>	Resolução da Diretoria Colegiada
<b>SST</b>	Sólidos solúveis totais
<b>TA</b>	Temperatura Ambiente
<b>TR</b>	Temperatura de Refrigeração
<b>UFC</b>	Unidades Formadoras de Colônia
<b>USPTO</b>	The United States Patent and Trademark Office
<b>V</b>	Volume
<b>VET</b>	Valor energético total
<b>WIPO</b>	World Intellectual Property Organization
<b>Zn</b>	Zinco

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	19
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	22
2.1. Hidratação de atletas .....	22
2.2. Bebidas isotônicas .....	24
2.2.1. Bebidas isotônicas: marcas, sabores, ingredientes e informação nutricional ..	28
2.3. Cajuína .....	32
2.4. Planejamento experimental .....	36
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	38
3.1. Objetivo geral .....	38
3.2. Objetivos específicos .....	38
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	39
4.1. Material.....	39
4.2. Métodos.....	40
4.2.1. Prospecção científica e tecnológica.....	40
4.2.2. Planejamento experimental para formulação do isotônico de cajuína.....	40
4.2.3. Processamento do isotônico de cajuína.....	41
4.2.4. Controle de qualidade.....	43
4.2.4.1. Análise de composição centesimal.....	43
4.2.4.1.1. Determinação do resíduo mineral fixa (cinzas).....	43
4.2.4.1.2. Determinação de proteínas - Método de <i>Kjeldahl</i> .....	43
4.2.4.1.3. Determinação de lipídeos totais.....	44
4.2.4.1.4. Carboidratos.....	44
4.2.4.1.5. Valor energético total (VET).....	44
4.2.4.2. Análises físico-químicas.....	45
4.2.4.2.1. pH.....	45
4.2.4.2.2. Acidez titulável total expresso em ácido cítrico (g/100 g).....	45
4.2.4.2.3. Sólidos solúveis totais (°Brix).....	45
4.2.4.2.4. Relação sólidos solúveis totais (°Brix) / Acidez total titulável – <i>Ratio</i> .....	45
4.2.4.2.5. Determinação de Ácido ascórbico.....	46
4.2.4.2.6. Açúcar redutor em glicose (g/100 g).....	46
4.2.4.2.7. Açúcar não redutor em sacarose (g/100 g).....	47

4.2.4.2.8. Açúcares totais em glicose (g/100 g).....	47
4.2.4.2.9. Determinação de Na e K.....	48
4.2.4.2.10. Determinação de osmolalidade.....	49
4.2.4.2.11. Determinação de açúcares por CLAE.....	49
4.2.4.3. Análises microbiológicas.....	51
4.2.4.4. Análise de toxicidade em microcrustáceo <i>Artemia salina</i> .....	52
4.2.4.5. Teste sensorial de aceitação.....	53
4.2.5. Análises estatísticas.....	54
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>55</b>
5.1. Prospecção tecnológica e científica do uso da cajuína na elaboração de bebidas esportivas.....	55
5.2. Parâmetros físico-químicos de amostras de cajuína.....	60
5.3. Planejamento experimental e desenvolvimento da bebida isotônica de cajuína.....	63
5.4. Caracterização físico-química, sensorial, microbiológica e toxicológica da formulação da bebida isotônica de cajuína selecionada.....	71
5.4.1. Características físico-químicas.....	71
5.4.2. Análise microbiológica.....	73
5.4.3. Análise de toxicidade.....	73
5.4.4. Análise sensorial de aceitação.....	75
5.5. Estudo da estabilidade da bebida isotônica de cajuína.....	78
5.5.1. Avaliação da estabilidade físico-química.....	79
5.5.2. Avaliação da estabilidade microbiológica.....	83
5.5.3. Avaliação da estabilidade sensorial.....	85
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>94</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>105</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>112</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A adequada prática de hidratação antes, durante e após o exercício para alto rendimento é essencial tanto para o bom desempenho físico nos treinamentos e competições quanto para uma adequada termorregulação do organismo e manutenção da saúde. A melhor estratégia de hidratação durante a atividade esportiva é a combinação de água, carboidratos e eletrólitos, sendo importante observar o volume, a frequência da ingestão, a temperatura e o tipo de substrato utilizado (GERALDINI et al., 2017).

O consumo de bebidas esportivas, denominadas repositores hidroeletrólíticos ou isotônicos, tem experimentado um crescimento expressivo nos últimos anos. Classificados como alimentos para praticantes de atividades físicas, esta categoria de bebidas é especialmente formulada para suprir as necessidades relacionadas aos exercícios físicos, ou seja, para facilitar a reidratação após ou durante a prática de exercícios intensos (PETRUS & FARIA, 2005). A atividade física intensa leva ao aumento da taxa metabólica e produção de calor, resultando em perda de água, eletrólitos e depleção de glicogênio no fígado e músculos. A perda desses elementos pode levar à desidratação afetando o desempenho físico e prejudicando a saúde. Por isso, a substituição de fluidos usando solução isotônica consegue atenuar ou prevenir muitos distúrbios metabólicos cardiovasculares, alterações na termorregulação e desempenho do atleta (MORENO et al., 2013).

Uma rápida absorção de água e eletrólitos perdidos durante o exercício físico intenso é capaz de retardar ou prevenir alterações na homeostase hidroeletrólítica, proporcionando melhor rendimento físico. A reposição de líquidos, eletrólitos e nutrientes promove a manutenção de volume de fluido extracelular e fornece energia ao músculo em exercício (SIQUEIRA et al., 2012).

A recomendação acerca da reposição de líquidos para atletas pela *National Athletic Trainer's Association* (NATA) assemelha-se à *ACSM (American College of Sports Medicine)*, principalmente no que diz respeito ao volume a ser ingerido. Segundo a NATA, para assegurar o estado de hidratação e manutenção do desempenho, os atletas devem ingerir aproximadamente 500 a 600 mL de água ou outra bebida esportiva, duas a três horas antes do exercício, e 200 a 300 mL, 10 a 20 minutos antes do exercício. A reposição de líquidos deve aproximar-se das perdas pelo suor e pela urina (SILVA et al., 2011).

Os repositores hidroeletrólíticos, de acordo com a Resolução RDC nº 18, de 27 de abril de 2010, são suplementos especialmente formulados para praticantes de atividades físicas, com o objetivo de reposição hídrica e eletrolítica (BRASIL, 2010). Em todo o mundo,

existe um grande esforço em preparar bebidas isotônicas, adicionadas de nutrientes essenciais para tratamento de desidratação, principalmente infantil. Existe um grande mercado para estes produtos, principalmente em regiões de climas quentes.

Tradicionalmente, os isotônicos têm sido preparados utilizando-se corantes e aromatizantes artificiais e conservantes. O emprego de polpas e sucos de frutas na produção de isotônicos aponta para uma nova perspectiva, agregando à bebida, vantagens nutricionais, além de responder ao forte apelo por produtos naturais (DE MARCHI et al., 2003).

Acompanhando a tendência mundial, o segmento de bebidas isotônicas vem ampliando seu mercado, introduzindo novos sabores e atendendo à demanda crescente por novos produtos. O consumo destas bebidas, nos últimos anos, tem experimentado um crescimento bastante expressivo, um mercado de US\$ 6,6 bilhões nos EUA, de acordo com a empresa de pesquisa de mercado de Chicago, *Information Resources* (TAYLOR, 2017). Dados nacionais para os EUA mostraram aumento no consumo de bebidas, entre jovens adultos com idade entre 20 e 34 anos, e que segundo Larson et al. (2015), 31 % dos participantes da pesquisa consumiam este tipo de bebida semanalmente.

De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas (ABIR, 2018), no ano de 2016, o consumo no Brasil foi de 0,48 L por habitante/ano, com uma produção anual de  $98.402 \times 10^3$  litros de bebida isotônica.

A fabricação de bebidas repositoras de fluidos é, primariamente, uma questão de mistura de ingredientes. O sabor básico dos eletrólitos presentes na bebida é pouco agradável e a adição de flavorizantes com base em frutas é uma prática usual. As bebidas isotônicas são bebidas tipicamente não carbonatadas, de elevada acidez, com baixo conteúdo de carboidratos, variando de 6 a 8% (PETRUS & FARIA, 2005). Por isso, são crescentes as pesquisas de bebidas com características osmolíticas e que apresentam nutrientes naturais. A utilização de sucos de frutas mostra-se promissora na formulação de produtos destinados a auxiliar a hidratação após atividade física.

A cajuína é uma bebida não diluída, não fermentada, sem aditivos e que no tocante a sua fabricação diferencia-se do suco de caju simples e do concentrado, por meio das etapas de clarificação e do tratamento térmico (cozimento) no seu processamento (ABREU; NETO, 2007). Mesmo após o tratamento térmico, a cajuína ainda apresenta teores elevados de vitamina C quando comparada com outros alimentos, inclusive frutas cítricas (CARVALHO et al, 2005). Este suco de caju clarificado mostra-se uma boa alternativa como ingrediente para a formulação de uma bebida isotônica, com quantidades significativas de açúcares totais, minerais como Na, K e Fe (TALASISA e SHAIK, 2015). Outros estudos sobre atividades

biológicas mostraram que a cajuína não apenas exibe atividades antibacteriana, antifúngica e anti-tumorais, mas também têm propriedades antioxidantes, antimutagênicas e mutagênicos contra peróxido de hidrogênio e aflatoxina B1, principalmente devido às elevadas concentrações de ácido anacárdico, ácido ascórbico, carotenóides e compostos fenólicos (MELO-CAVALCANTE et al., 2008). O teor de compostos fenólicos totais de cajuína produzidas no Piauí variaram de  $106,34 \pm 6,37$  a  $153,38 \pm 8,46$  mgEAG/100g, demonstrando o elevado teor de fenólicos totais destas amostras (PORTO et al. 2018).

O desenvolvimento de um isotônico de cajuína irá trazer inúmeras vantagens, que vão desde o incremento nutritivo, sabor e cor a bebida, como alternativas tecnológicas para o uso da cajuína, promovendo a sua inclusão na indústria de bebidas, incentivando o aumento da produção, a produtividade e a rentabilidade dos empreendimentos da cajuína no Estado do Piauí e diminuindo o desperdício do pedúnculo do caju.

Assim, acompanhando a tendência de valorizar um produto do Nordeste brasileiro, de uma maior diversificação de sabores para bebidas isotônicas e visando conquistar o público jovem e aqueles que praticam atividade física, este trabalho tem como objetivo desenvolver uma bebida isotônica de cajuína e estudar a sua estabilidade durante o período de 150 dias, avaliando suas características físicas, químicas, microbiológicas e aceitação sensorial.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Hidratação de atletas**

O estado de hidratação é um fator determinante para a prática de atividades físicas e desta forma, torna-se importante o conhecimento antes, durante e após a sua prática constante. Dependendo das condições ambientais as quais os indivíduos exercitam-se, estas podem facilitar ou gerar desidratação, pois durante o exercício, o principal mecanismo responsável por dissipar o calor da pele é a evaporação. Com isso, a tendência é ocorrer à perda de líquidos, caso não ocorra à reposição de maneira adequada, podendo levar o atleta a um estado de desidratação (GUERRA, ALVES, BIESEK, 2010).

A manutenção do equilíbrio dos fluidos é essencial para o desempenho atlético e termorregulação do corpo. Durante a preparação física e também durante uma competição, os atletas perdem quantidades significativas de líquidos que se não adequadamente repostos podem ocasionar queda do rendimento esportivo, lesões e comprometimento da saúde. Um atleta quando desidratado, além de diminuir seu desempenho, altera os parâmetros cardiovasculares e o equilíbrio eletrolítico, conseguindo desencadear o inconveniente de cólicas e condições ainda mais graves, como convulsões ou desmaios (TAVARES, 2008; MARINS, 2012; FERREIRA et al., 2016).

A desidratação acontece devido à perda hídrica pela sudorese durante o exercício, levando ao aumento da osmolalidade, da concentração de sódio no plasma e diminuição do volume plasmático. E quanto maior a desidratação, menor a capacidade de redistribuição do fluxo sanguíneo para a periferia, menor a sensibilidade hipotalâmica para a sudorese e menor a capacidade aeróbica para um dado débito cardíaco (MACHADO-MOREIRA et al. 2006).

O processo de desidratação é um dos fatores que aumentam os níveis de estresse causados pelo exercício, pois eleva a temperatura do corpo, torna as respostas fisiológicas menos expressivas, prejudica o desempenho físico e deixa o organismo mais suscetível a doenças. Tais efeitos são evidenciados de acordo com o nível da desidratação, indo de processos leves até perdas acentuadas. O mecanismo de elevação da temperatura corporal pode ser verificado a partir de uma perda de 1% a 2% de líquido. Com uma perda em torno de 3% já se verifica uma redução no desempenho; entre 4% a 6%, ocorre fadiga; valores acima de 6%, o indivíduo está correndo o risco de sofrer um choque térmico, e arrisca-se ser levada a morte (SILVA et al. 2011).

Em qualquer atividade física, o calor liberado na contração muscular deve ser eliminado através da transpiração, produzindo perdas de eletrólitos e de água, o que

estão em maior intensidade quando o exercício for prolongado (PALACÍN-ARCE et al.2013). Por isso, a hidratação e absorção de líquidos com alto teor de sais minerais, vitaminas, açúcares e substâncias nutricionais são fundamentais para a dieta de pessoas ativas. Em décadas de pesquisa foi demonstrado claramente os benefícios derivados do consumo de bebidas durante e após a atividade física (CAPPELLETTI et al., 2015).

Uma estratégia abrangente de hidratação envolve garantir uma boa hidratação antes do treino/competição, mantendo-a durante o exercício e depois substituindo qualquer deficiência logo que possível. Apesar da composição do suor variar de pessoa a pessoa (em parte como função da aclimatização) um litro de suor contém tipicamente o seguinte: cálcio - 0,02 g, magnésio - 0,05 g, sódio - 1,15 g, potássio - 0,23 g, cloreto - 1.48 g (LENTNER, 1981). Por esta razão, é importante reidratar com um isotônico devidamente formulado para substituir o que é perdido através do suor.

Segundo Pinto et al. (2015), o uso de bebidas isotônicas, também conhecidas como bebidas esportivas, vem sendo adotado por atletas de diversas modalidades com o intuito de propiciar uma hidratação adequada durante atividades físicas de alta intensidade. A reposição de eletrólitos, por produtos específicos, é de fundamental importância para o balanço osmótico das células, e para que os atletas não percam rendimento durante a atividade física. MONTEIRO et al. (2003) acrescentam que a reposição de líquidos, eletrólitos e nutrientes promovem também a manutenção de volume de fluido extracelular, além de fornecer energia ao músculo em exercício. Pois estes repositores hidroeletrólíticos substituem rapidamente o líquido perdido pelo suor e fornecem hidratos de carbono necessários, minimizando assim o risco de desidratação, aumento da temperatura corporal, estresse cardiovascular e hiponatremia (PALACÍN-ARCE et al., 2013).

*A American College of Sports Medicine (ACSM, 1996)* recomenda sobre a quantidade e a composição dos líquidos que devem ser ingeridos antes, durante e após um exercício. Estão reproduzidas a seguir:

1. Recomenda-se que os indivíduos ingiram em torno de 500 mL de líquidos nas duas horas que antecedem um exercício, para promover uma hidratação adequada e haver tempo suficiente para excreção da água ingerida em excesso;
2. Durante o exercício, os atletas devem começar a beber e em intervalos regulares, com o objetivo de consumir líquidos em uma taxa suficiente para repor toda a água perdida através do suor, ou consumir a maior quantidade tolerada;
3. Recomenda-se que os líquidos sejam ingeridos em uma temperatura menor do que a ambiente (entre 15 e 22 °C) e com sabor atraente;

4. Recomenda-se a adição de quantidades adequadas de carboidratos e eletrólitos para eventos com duração maior do que uma hora, já que não prejudica a distribuição de água pelo organismo e melhora o desempenho. Durante exercícios com duração inferior à uma hora, há pouca evidência de que haja diferenças fisiológicas em termos de desempenho caso sejam consumidos líquidos com carboidratos e eletrólitos ou água pura;

5. Recomenda-se a adição de sódio ( $0,5$  a  $0,7 \text{ g.L}^{-1}$  de água) na solução de reidratação se o exercício durar mais do que uma hora. Isto consegue ser vantajoso por melhorar o gosto, promovendo a retenção de líquidos e possivelmente revertendo a hiponatremia em alguns indivíduos que tenham ingerido quantidades excessivas de líquidos.

A *National Athletic Trainer's Association* (Nata, 2000) também faz recomendações acerca da reposição de líquidos para atletas, as quais se assemelham às do ACSM, principalmente no que diz respeito ao volume a ser ingerido. Segundo a Nata (2000), para assegurar o estado de hidratação, os atletas devem ingerir aproximadamente 500 a 600 mL de água ou outra bebida esportiva duas a três horas antes do exercício e 200 a 300 mL 10 a 20 minutos antes do exercício. A reposição de líquidos deve se aproximar das perdas pelo suor e pela urina.

Outros autores recomendam que a reposição tanto hídrica quanto de nutrientes seja uma necessidade relacionada diretamente com a intensidade, e duração do exercício, bem como a temperatura do local da prática. Como o organismo tem pouca habilidade de solicitar hidratação na mesma proporção em que perde, o autor indica que seja ingerida uma quantidade generosa antes da prática, pois tal ação pode retardar o quadro desencadeado pelo processo de desidratação, contribuindo para a otimização do desempenho (BRITO, 2003).

## **2.2. Bebidas isotônicas**

Na década de 60 surgiu a primeira bebida isotônica, o *Gatorade*. Em 1965, na Universidade da Flórida, nos Estados Unidos. Quatro pesquisadores desenvolveram uma bebida para hidratação dos atletas de futebol americano da própria universidade, os *Florida Gators*. O treinador da equipe, Ray Graves, estava insatisfeito com o desempenho dos jogadores, e pediu à equipe de médicos formada pelo Robert Cade, Dana Shires, Harry James Free e Alejandro de Quesada, que desenvolvessem alguma bebida que melhorasse o desempenho do time. A mistura primeira desenvolvida pela equipe do Dr. Cade tinha um sabor desagradável, então durante os primeiros testes realizados com a equipe de futebol *Florida Gators*, surgiu à ideia de misturar a bebida original composta de água, sais minerais e

carboidratos ao suco e limão. E assim surgiu o nome “*Gatorade*”, uma junção de *Gators* (o time de futebol) com *lemonade* (limonada em inglês), ou seja, a limonada dos Gators (GATORADE, 2019).

O Brasil foi um dos primeiros mercados internacionais da bebida, tendo sua primeira comercialização datada de 1988. E nos últimos seis anos ocorreram uma explosão no consumo de isotônicos, motivada pela mudança no estilo de vida dos consumidores e pela divulgação do produto em grandes eventos esportivos. Dados da consultoria *Euromonitor International* apontaram uma expansão, em volume de 19% ao ano (taxa média de crescimento) na venda de bebidas esportivas entre 2008 e 2013. O crescimento acelerado no consumo do produto deve-se ao aumento do número de praticantes de atividades físicas e à maior conscientização do impacto que uma boa alimentação e hidratação conseguem trazer no desempenho físico e nos resultados corporais, além da divulgação destes produtos em grandes eventos esportivos como, a Copa do Mundo e Olimpíadas. A comparação com outros países mostra que, em teoria, ainda tem espaço a explorar no mercado brasileiro, em que o consumo per capita é de apenas 0,6 litro, enquanto nos Estados Unidos, maior consumidor mundial, é de 15,6 litros ao ano por habitante. Na América Latina, o Peru tem um consumo de 5,3 litros (CARRO, 2014).

Este mercado tem se mostrado tão promissor que as empresas têm lançado produtos, não apenas para suprir os consumidores originais, como também àqueles consumidores de águas, sucos, refrescos e refrigerantes, colocando-os como mais uma alternativa disponível no comércio de bebidas em geral. A tendência é uma maior diversificação de sabores, visando conquistar o público jovem e aqueles que se mantêm em atividade (PETRUS, 2000).

As bebidas isotônicas ou repositores hidroeletrólíticos, de acordo com a Resolução RDC nº 18, de 27 de abril de 2010 da ANVISA (2010), são suplementos especialmente formulados para praticantes de atividades físicas, com o objetivo de reposição hídrica e eletrolítica. Para serem suplementos hidroeletrólíticos para atletas, segundo Brasil (2010) deve atender os seguintes requisitos:

- a) A quantidade de sódio deve estar entre 460 e 1150 mg/L;
- b) A osmolalidade do produto deve ser inferior a 330 mOsm/kg água;
- c) Os carboidratos podem constituir até 8% (m/v);
- d) O produto pode ser adicionado de vitaminas e minerais, conforme Regulamento Técnico específico sobre adição de nutrientes essenciais;
- e) Pode ser adicionado de potássio em até 700 mg/L;
- f) Não pode ser adicionado de outros nutrientes e não nutrientes;

- g) Não pode ser adicionado de fibras alimentares.
- h) No isotônico não pode ser adicionado de amidos e polióis.
- i) O Teor de frutose, quando adicionada, não pode ser superior a 3% (m/v) do produto pronto para o consumo.

Na União Europeia (EU), a fim de melhorar a regulamentação do mercado interno e reforçar a proteção dos consumidores, os alimentos para atletas é controlado pelo regulamento (CE) nº 1924/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de dezembro de 2006. Em que as alegações de saúde e alimentos devem ser autorizadas pela Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (AESA) e aprovado pela Comissão Europeia.

Na Tabela 1 estão às características das bebidas esportivas e na Tabela 2 os ingredientes químicos utilizadas nas bebidas produzidas na União Europeia.

**Tabela 1.** Características das bebidas esportivas utilizadas durante a prática de atividade física.

	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>Açúcares (%)</b>	6	9
<b>Tipos de açúcares</b>	Mistura de açúcares de rápida absorção (glicose ou maltodextrina) e açúcares de baixa absorção (frutose) – razão de 3/1	Frutose > 33%
<b>Minerais (g/L) - Na</b>	0,46	1,20
<b>Osmolalidade (mOs-m/L)</b>	200	330
<b>Volume (mL)/h de exercício</b>	500	1000
<b>Temperatura (°C)</b>	10	15
<b>Frequência (min) no exercício</b>	15	30
<b>Características particulares</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Em temperaturas extremas (&gt; 30°C), adicione cubos de gelo para a bebida.</li> <li>- Bebida saborosa.</li> <li>- Em caso de alta necessidade de hidratação, é recomendado baixar a concentração de açúcar (4-6%) e aumentar os sais (para 0,7 a 1 g/L) para evitar hiponatremia.</li> </ul>	

Fonte: Adpatada da Urdampilleta et al., 2015.

**Tabela 2.** Ingredientes químicos usados nas bebidas esportivas antes, durante e depois do exercício físico.

<b>Isotônico ou levemente hipotônico</b>	<b>Isotônico</b>	<b>Hipertônico</b>
<p>Cafeína: 50-100 mg / 300 mL, geralmente presente em certas bebidas esportivas ou bebidas energéticas</p> <p>Glicerol: ajuda ergonutricional para melhorar o estado de hidratação (hiperidratação); por exemplo, para não competitivos, atividades como montanhismo ou alpinismo.</p>	<p>Proteína Hidrolisado com taxa de absorção rápida (2-4%) em corridas de ultra endurance (&gt; 6 horas), pode ser eficaz para melhorar a recuperação</p>	<p>Aminoácidos e açúcares ramificados ajudam recuperação muscular e melhorar o equilíbrio do sistema imunológico após o exercício.</p> <p>Solução líquida de carboidratos (CH) (1g / kg) e proteínas de alto valor biológico (1 / 3-1 / 4 do total de CH).</p> <p>Proteínas do leite.</p>

Fonte: Adaptada da Urdampilleta et al., 2015.

Segundo Kregiel (2015), nos Estados Unidos, os isotônicos (*isotonic*) ou bebidas esportivas (*sport drinks*) que são tipos de *soft drinks*, são regulados pela *Food and Drug Administration* (FDA). As seções 401 (Padrões Alimentares) e 409 (Aditivos Alimentares) regulam os aditivos listados na Lista de Status de Aditivos Alimentares, que incluem os aditivos especificados na Lei Federal de Alimentos, Medicamentos e Cosméticos. Em que os principais ingredientes das bebidas esportivas são os carboidratos na forma de glicose, frutose e maltodextrina (5,5% a 8,2% p / v), sais e água. As concentrações de sódio e potássio são 20/30 e 5 MM, respectivamente. E enfatiza que é crescente a utilização de outros ingredientes funcionais em bebidas esportivas.

As bebidas disponíveis comercialmente são capazes de manter adequadamente o estado de hidratação dos atletas, como alternativas para estas bebidas que também mantem o estado de hidratação em que se exercita em clima quente. No entanto, podem conter quantidades elevadas de carboidratos e eletrólitos, os quais resultam em um estado hipertônico, podendo causar irritação gastrointestinal, como diarreia, flatulência, náuseas, vômitos e cólicas abdominais (LAITANO et al, 2014).

A bebida isotônica apresenta concentração de substâncias ou minerais semelhantes à encontrada nos fluidos orgânicos, permitindo agilidade de absorção e, conseqüentemente,

rápida hidratação após seu consumo. Segundo Petrus; Assis & Faria (2005), a osmolalidade ou isotonicidade da bebida depende da pressão osmótica e é calculada a partir das concentrações (em  $\text{mOsmol.L}^{-1}$ ) de cada eletrólito, sendo expressa em  $\text{mOsmol.L}^{-1}$ . Os diferentes valores de osmolalidade classificam as bebidas como:

- \* Hipotônicas:  $< 290 \text{ mOsmol.L}^{-1}$ ;
- \* Isotônicas:  $290 - 330 \text{ mOsmol.L}^{-1}$ ;
- \* Hipertônicas:  $> 330 \text{ mOsmol.L}^{-1}$ .

As bebidas hipotônicas, cujos valores de osmolalidade se situam entre 50 e 280  $\text{mOsmol.L}^{-1}$ , contêm menos partículas solúveis que o plasma (varia entre 285  $\text{mOsmol.L}^{-1}$  e 295  $\text{mOsmol.L}^{-1}$ ), as que contêm mais partículas dissolvidas que as dos fluidos corporais e têm valores de osmolalidade acima de 300  $\text{mOsmol.L}^{-1}$  são hipertônicas. Os sucos de frutas e os refrigerantes são considerados bebidas hipertônicas típicas, pois alcançam valores de osmolalidade na faixa de 600 a 700  $\text{mOsmol.L}^{-1}$  (MATTA; WOLKOFF; MORETTI, 2009).

Tradicionalmente, os isotônicos são preparados utilizando-se corantes e aromatizantes artificiais, além de conservadores para conseguir características sensoriais similares a das frutas (SANTOS et al. 2013; MARTINS et al, 2011). A adição de sucos de frutas para a produção de isotônicos traz inúmeras vantagens, que vão desde o incremento nutritivo, sabor e cor à bebida.

Para a conservação das bebidas isotônicas, podem ser utilizados métodos de conservação atuantes, isolados ou conjuntamente, que garantem a estabilidade e segurança microbiológica do produto, sendo elas a alta acidez ( $\text{pH} < 4,6$ ), o tratamento térmico (pasteurização), a adição de conservadores químicos, a assepsia e a embalagem adequada (SANTOS et al., 2013).

### **2.2.1. Bebidas isotônicas: marcas, sabores, ingredientes e informação nutricional**

A Ambev e a Coca-cola são responsáveis por 92,1% do mercado brasileiro, com as marcas Gatorade® e Powerade®, respectivamente. Estas marcas investem em patrocínios de eventos esportivos, corridas de rua e times de futebol, além de manter parcerias com a Confederação Brasileira de Vôlei (CBV), a Confederação Brasileira de Futebol (CBF) e equipes como Barcelona, Liverpool, Arsenal e Milan (CARRO, 2014).

Porém, o mercado brasileiro e internacional de bebidas esportivas é muito amplo e existem outras marcas e sabores dessa bebida. Na Tabela 3 estão algumas das marcas e sabores de isotônicos que são comercializadas no mercado nacional e internacional.

**Tabela 3.** Marcas e sabores das bebidas isotônicas comercializadas no mercado brasileiro e internacional.

<b>Marcas de bebidas isotônicas</b>	<b>Sabores</b>
Gatorate <sup>®</sup> (Ambev)	Tangerina, maracujá, limão, uva, laranja, morango-maracujá, frutas cítricas
Powerade <sup>®</sup> (Coca-cola)	Tangerina, limão, uva, laranja
Marathon <sup>®</sup> (Globalbev)	Tangerina, maracujá, limão, uva, melancia
Taeq <sup>®</sup> (Grupo pão de açúcar)	Tangerina, limão, uva, laranja, lichia, frutas vermelhas, carambola.
I9 <sup>®</sup> (Coca-cola)	Tangerina, maracujá, limão e uva verde.
Energil sport <sup>®</sup>	Tangerina, uva, uva-verde, laranja, abacaxi, morango-kiwi
Inorage <sup>®</sup> (Grupo Petrópolis)	Tangerina, limão, uva, laranja
Jumex Sport <sup>®</sup> (México)	Limão, laranja, manga, sabor tropical
Accelerade <sup>®</sup>	Uva, manga, pêssego, frutas frescas, frutas de montanha,
Lucozade Sport	Laranja, framboesa, goiaba,
YOU.C1000	Laranja e limão
Honest sport (Coca-cola)	Limão, laranja e berry (orgânico)

Fonte: Elaborada pela autora.

A partir da pesquisa das marcas e sabores dos isotônicos, foi realizada uma comparação entre os ingredientes (Tabela 4) e as informações nutricionais (Tabela 5) disponíveis nos rótulos das principais marcas vendidas no Brasil Gatorade<sup>®</sup>, Powerade<sup>®</sup>, Marathon<sup>®</sup> e Taeq<sup>®</sup>, com o sabor tangerina.

Entre os principais ingredientes utilizados nas formulações destas bebidas estão a água, açúcar, eletrólitos, acidulantes, corantes e conservantes. A variação na quantidade de ingredientes utilizados nas bebidas, diferenciou nas quantidades informadas do valor nutricional, como o valor energético, porcentagem de carboidratos, sódio e potássio, principalmente.

**Tabela 4.** Ingredientes das principais marcas de bebidas isotônicas vendidas no Brasil, com sabor tangerina.

<b>Marcas de bebidas isotônicas (sabor tangerina)</b>	<b>Ingredientes</b>
Gatorate <sup>®</sup> (Ambev)	Água, sacarose, glicose, cloreto de sódio, citrato de sódio, fosfato de potássio monobásico, acidulante (ácido cítrico), aroma natural de tangerina e corante artificial (amarelo crepúsculo FCF).
Powerade <sup>®</sup> (Coca-cola)	Água, açúcar, cloreto de sódio, citrato de potássio, cloreto de magnésio, cloreto de cálcio, fosfato de potássio, vitaminas B3, B6 e B12, acidulante ácido cítrico, aromatizante, estabilizantes acetato isobutirato de sacarose e dioctil sulfosuccinato de sódio, edulcorante sucralose, corantes artificiais amarelo crepúsculo FCF e tartrazina.
Marathon <sup>®</sup> (Globalbev)	Água potável, açúcar, cloreto de sódio, fosfato de potássio monobásico, citrato de sódio, acidulante ácido cítrico, aroma idêntico ao natural de tangerina, espessante: goma arábica, conservantes: benzoato de sódio e sorbato de potássio, antioxidante: ácido ascórbico e corante artificial: amarelo tartrazina e sequestrante EDTA, colorido artificialmente
Taeq <sup>®</sup> (Grupo pão de açúcar)	Água, açúcar, fosfato de potássio monobásico, cloreto de sódio, acidulante ácido cítrico, conservadores benzoato de sódio e sorbato de potássio, espessante goma arábica, aroma natural de tangerina, regulador de acidez citrato de sódio, antioxidante ácido ascórbico, sequestrante EDTA cálcio dissódico e corante artificial amarelo crepúsculo FCF.

Fonte: Elaborada pela autora.

**Tabela 5.** Informação nutricional das principais marcas de bebidas isotônicas vendidas no Brasil, com o sabor de tangerina.

<b>Marcas de bebidas isotônicas (sabor tangerina)</b>	<b>Informação nutricional (200 mL)</b>
Gatorate <sup>®</sup> (Ambev)	Valor calórico – 48 Kcal Carboidratos – 12 g Potássio – 24 mg Sódio- 90 mg Cloreto – 84 mg
Powerade <sup>®</sup> (Coca-cola)	Valor energético (kcal) - 31 kcal Valor energético (kJ) - 131 kJ Gorduras totais - 0 g Gorduras saturadas e gorduras trans - 0 g Proteínas - 0 g
Marathon <sup>®</sup> (Globalbev)	Valor calórico – 48 Kcal Carboidratos – 12 g Proteínas - ** Gorduras totais - ** Gorduras saturadas - ** Fibra alimentar - ** Sódio – 61 mg Cloreto – 45 mg Potássio – 48 mg
Taeq <sup>®</sup> (Grupo pão de açúcar)	Valor energético – 44 Kcal Carboidratos – 11 g Sódio – 98 mg Potássio – 44 mg Cloreto – 44 mg

Fonte: Elaborada pela autora.

### 2.3. Cajuína

A agroindústria de caju no Brasil tem relevante importância socioeconômica, a produção atual é de 70.000 toneladas, em mais ou menos 700.000 hectares. Com participação de 3 %, atualmente, o país é o sétimo produtor mundial (SINDICAJU, 2018).

Segundo dados da Pesquisa Agrícola Municipal - PAM (IBGE, 2018), a área ocupada com cajueiro no Brasil em 2017 foi calculada em 505,5 mil hectares; desse total, 99,5% está localizado no Nordeste. Os principais produtores dessa região são o Ceará, que possui a maior área plantada com cajueiro no País (61,6% da área nacional e 61,9% da área nordestina), Rio Grande do Norte e o Piauí com 76 mil hectares de área plantada de caju.

A cajucultura oferece diversos produtos que podem ser explorados comercialmente, dentre os quais podem ser citados: a madeira oriunda da poda, a castanha, o caju (pedúnculo), que pode ser aproveitado para produção de sucos, cajuína, ração animal entre outros produtos. O pedúnculo, ainda pode ser comercializado como fruto de mesa e o líquido da castanha de caju (LCC), que é resultado do processamento da castanha. O LCC é usado como base para revestimentos, isolantes elétricos, plastificantes para borracha, reveladores fotográficos, tintas, vernizes, esmaltes, abrasivos e antioxidantes. No entanto, o principal produto da cajucultura nordestina continua sendo a amêndoa de castanha de caju (ACC). Muitos pesquisadores concordam que o aproveitamento e a comercialização do pedúnculo poderia ser mais rentável para o produtor rural do que a castanha, porém, fatores como elevada perecibilidade, falta de canais de comercialização e de agroindústrias na Região para processamento do pedúnculo, resultam no desperdício de 90,0% do caju (BRAINER; VIDAL, 2018).

No economia do Piauí a cajucultura desempenha um papel importante, em virtude da produção, comercialização e exportação da castanha, e do aproveitamento do pedúnculo do fruto para a fabricação de diversos produtos processados, como é o caso da cajuína, uma bebida muito apreciada pelos piauienses por ser refrescante e não alcoólica, que se tornou popular e conhecida como um produto típico do estado (SILVA ; RUSSO, 2018).

Apesar da importância do pedúnculo de caju na alimentação humana, pouco volume tem sido efetivamente utilizado. Para elevar o percentual de aproveitamento do pedúnculo, vários estudos têm sido realizados com o objetivo de desenvolver novas tecnologias, métodos e processos para utilização humana e animal, nas mais diferentes áreas do conhecimento, dentre as quais se destaca o desenvolvimento de produtos industriais. Os produtos originários do caju apresentam elevado potencial para a elaboração de diferentes produtos alimentícios em virtude da diversidade e riqueza na composição química da castanha e do pseudofruto (CARVALHO et al., 2006).

Opções tecnológicas de maior importância econômica, existentes na agroindústria do caju se restringem basicamente à produção de sucos, refrigerantes, polpa e doces. Além dos produtos já disponíveis comercialmente, existem diversas possibilidades de aproveitamento do pedúnculo de caju em produtos que podem atingir níveis de qualidade compatíveis com as exigências dos mercados consumidores (ASSIS et al., 2007).

A cajuína recebeu o certificado de indicação geográfica (IG), como bebida genuinamente piauiense. A IG conferida à Cajuína do Piauí é uma indicação de procedência, que se refere ao nome do local que se tornou conhecido por produzir, extrair ou fabricar determinado produto ou prestar determinado serviço (INPI, 2015). A Cajuína recebeu a concessão da IG (IP), sob o número de registro BR402012000004-7, datada de 26 de agosto de 2014, atribuída à União das Associações e Cooperativas e Produtores de Cajuína do Estado do Piauí – PROCAJUÍNA (MELLO, 2015).

A cajuína foi desenvolvida pelos indígenas que habitavam o Nordeste brasileiro na época do descobrimento do Brasil. Porém, foi mais especificamente no Piauí que a cajuína se tornou, popular e conhecido como um produto típico do estado (RIBEIRO, 2011). A tradição de produzir cajuína no Piauí é conhecida em toda a região Nordeste pelo seu sabor característico. Assim, esta tradição foi certificada pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), ao reconhecer o modo de fazer e as práticas socioculturais associadas à cajuína, que mais do que uma simples bebida, a tradicional Cajuína simboliza a hospitalidade e os laços existentes entre as famílias produtoras. Este título foi conferido em 16 de março de 2014 (COSTA, 2015). A Figura 1 representa o selo de qualidade da Indicação de Procedência Cajuína do Piauí.

**Figura 1.** Selo de qualidade da Cajuína do Piauí.



Fonte: Adaptada INPI, 2018.

Segundo a Instrução Normativa nº 12 do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 1999), suco de caju clarificado (cajuína) é a bebida não fermentada e não diluída, obtida da parte comestível do pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale* L.), através de processo tecnológico adequado (Figura 2).

**Figura 2.** Suco de caju clarificado (cajuína).

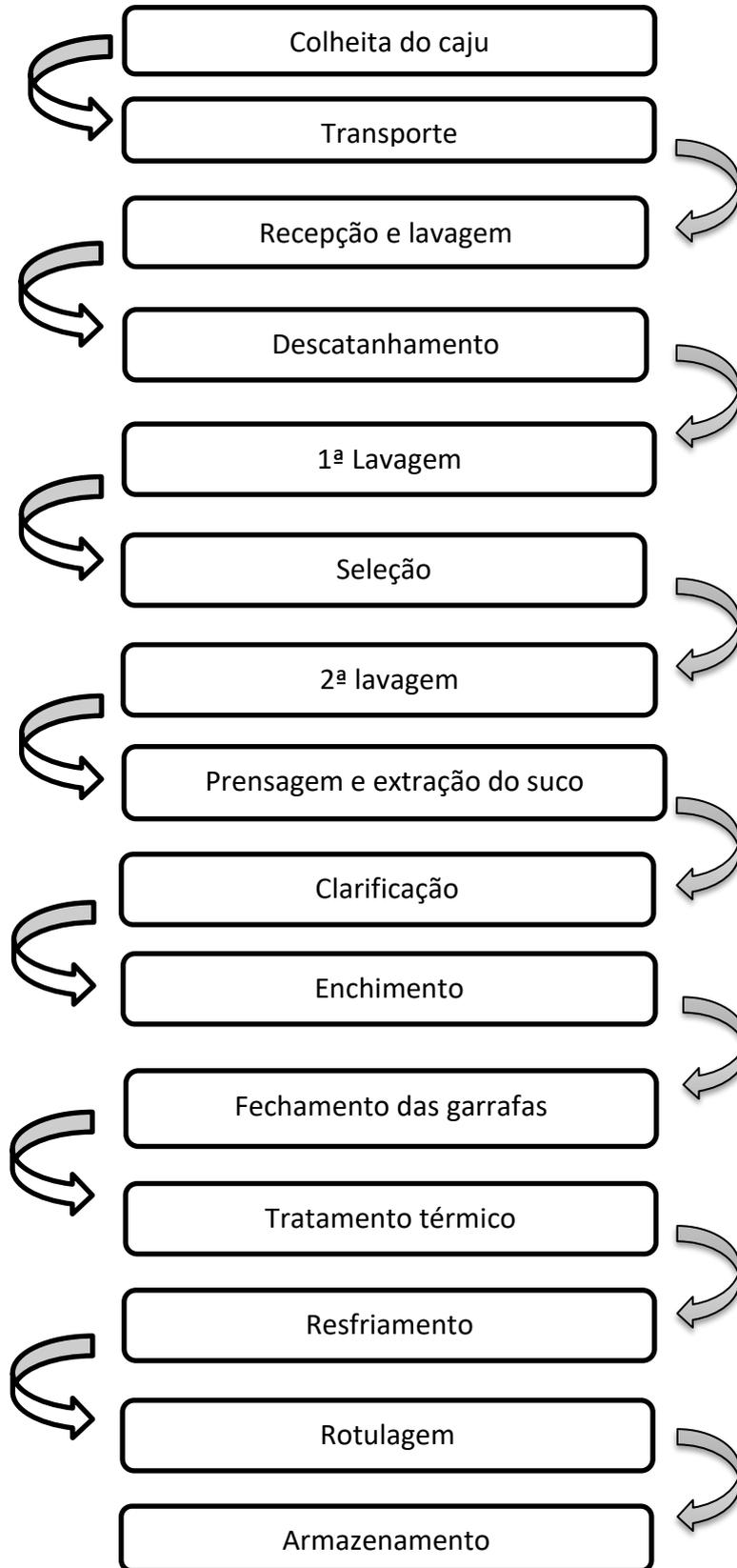


Fonte: Elaborada pela autora.

Para a produção da cajuína não é permitido o uso de açúcar comercial, sendo apenas o açúcar natural e a acidez do pedúnculo responsável pela doçura do produto final. O sabor da cajuína pode apresentar diferentes teores de doçura, variando do menos doce ao mais doce. Cabe salientar que não é permitido o uso do termo no rótulo de “NÃO CONTÉM ADIÇÃO DE AÇÚCAR” ou “NÃO CONTÉM AÇÚCAR” (SILVA NETO; ABREU; PAIVA, 2009).

As etapas do processo de produção de cajuína estão na Figura 3: a colheita do fruto, o descastanhamento, o transporte, a recepção e pesagem, a primeira lavagem com água tratada, a seleção (refugo), a segunda lavagem com água clorada, o enxague com água tratada, a extração (refugo), a clarificação com solução de gelatina a 10%, a filtração (borra), o pré-aquecimento (90°C/15 min), o enchimento e fechamento de garrafas e tampas 500 mL, o tratamento térmico com banho-maria (2 a 3 horas), o resfriamento, a rotulagem e encaixotamento e a estocagem (SILVA NETO; ABREU; PAIVA, 2009).

**Figura 3.** Etapas de produção da cajuína.



Fonte: Elaborada pela autora.

Entre as etapas do processamento da cajuína, a etapa de clarificação é uma das mais críticas. Segundo a Abreu e Neto (2007) a clarificação do suco do caju é realizada utilizando a gelatina comercial grau alimentício. Quando acontece o contato entre os taninos (composto natural do próprio pedúnculo de caju) e a gelatina, ocorre uma desestabilização do suco, com uma consequente floculação e separação da polpa, o que deixa uma fase sobrenadante incolor e outra decantada de coloração amarela.

Apresentando uma cor amarelo-âmbar, resultante da caramelização dos açúcares do próprio suco e mesmo após o tratamento térmico, a cajuína ainda apresenta teores elevados de vitamina C quando comparada com outros alimentos, inclusive frutas cítricas. Nesse sentido, esta bebida apresenta diversas propriedades funcionais, como propriedades antioxidantes (PRATI et al., 2005). O poder antioxidante do suco de caju clarificado consegue prevenir o aumento da taxa respiratória mitocondrial, da produção de espécies reativas de  $O_2$  e das concentrações de lactato desidrogenase, ácido tiobarbitúrico e atividade da catalase, durante o exercício físico intenso (OLKOSKI, 2013).

#### **2.4. Planejamento experimental**

A necessidade crescente da otimização de experimentos, produtos e processos, minimizando custos e tempo de aquisição dos resultados e, em contrapartida, maximizando rendimento, produtividade e qualidade de produtos, tem levado profissionais a buscarem técnicas sistemáticas de planejamento de experimentos. A metodologia do planejamento fatorial, associada à análise de superfície de resposta, é uma ferramenta fundamentada na teoria estatística, que fornece informações seguras sobre o processo minimizando o empirismo que envolve técnicas de tentativa e erro (RODRIGUES, 2014).

Uma das técnicas mais conhecidas é o planejamento fatorial, no qual estão envolvidos  $k$  fatores (ou variáveis) cada um deles presentes em diferentes níveis (NEVES et al., 2002). O planejamento fatorial tem sido muito aplicado em pesquisas básicas e tecnológicas e é classificado como um método do tipo simultâneo, onde as variáveis de interesse que realmente apresentam influências significativas na resposta são avaliadas ao mesmo tempo. Para realizar um planejamento fatorial, escolhem-se as variáveis a serem estudadas e efetuam-se experimentos em diferentes níveis desses fatores. A seguir são realizados experimentos para todas as combinações possíveis dos níveis selecionados (VIEIRA, 1999).

De um modo geral, o planejamento fatorial pode ser representado por  $b^k$ , onde "k" é o número de fatores, "b" é o número de níveis escolhidos. Isso só acontece com b igual para todos os fatores. Em geral, os planejamentos fatoriais do tipo  $2^k$  são os mais comuns. Um dos

aspectos favoráveis deste tipo de planejamento é a realização de poucos experimentos. Torna-se óbvio que com um número reduzido de níveis não é possível explorar de maneira completa uma grande região no espaço das variáveis. Entretanto, podem-se observar tendências importantes para a realização de investigações posteriores (VIEIRA, 1999).

A falta de planejamento na forma de abordar o problema e para estudar o processo em questão, em um contexto amplo, faz necessário planejar experimentos seguindo as etapas a seguir (PINTO; SCWAAB, 2011):

a) Definir as variáveis a serem observadas e que, portanto, constituem o universo da investigação. O problema investigado é parte integrante do processo experimental e é impossível desconsiderar as particularidades do problema durante o estabelecimento das rotinas de planejamento;

b) Definir como e com que equipamentos as variáveis serão medidas e/ou avaliadas;

c) Definir o conjunto de medidas a serem feitas e as condições da experimentação;

d) Definir a sequência experimental a ser seguida, dado que nem todas as observações podem.

Posteriormente, considera-se que as etapas a, b, c e d originam as seguintes questões:

a.1) Escolher quantas e quais variáveis serão investigadas;

a.2) Escolher a região experimental em que as variáveis serão investigadas (Escolha dos níveis de variação);

b.1) Escolher técnicas e equipamentos adequados para a avaliação das variáveis do problema;

b.2) Caracterizar os erros experimentais;

c.1) Definir a quantidade de experimentos que devem ser executados;

c.2) Definir as condições experimentais para a observação;

d.1) Definir a ordenação dos experimentos;

d.2) Definir se os planos experimentais devem ser sequenciais ou em bateladas.

Portanto, toda rotina de planejamento experimental deve ser encarada como um processo interativo, ao longo do qual os pressupostos são revistos e aperfeiçoados. Esta situação motiva pesquisadores de diferentes áreas a pensar na elaboração de estratégias que possam proporcionar uma forma organizada na realização dos experimentos e obtenção de uma análise estatística dos resultados. Na esfera tecnológica, as técnicas de planejamento experimental têm diversas áreas de aplicação, como no desenvolvimento de novos produtos, com baixo custo de industrialização/processamento e com alto valor agregado (FERNANDES et al. 2016).

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo geral

Obter uma bebida isotônica, a partir da cajuína, para ser utilizada para fins de uso no processo de hidratação e reposição de eletrólitos.

#### 3.2. Objetivos específicos

- Realizar uma prospecção científica e tecnológica do uso da cajuína na produção de bebidas esportivas;
- Analisar os parâmetros físico-químicos das cajuínas produzidas no Estado do Piauí;
- Quantificar o teor de Na e K da amostra de cajuína utilizada no processamento do isotônico;
- Quantificar o teor de açúcares da cajuína utilizada no processamento do isotônico;
- Definir uma formulação de bebida isotônica de cajuína utilizando planejamento experimental;
- Caracterizar os parâmetros físico-químicos das formulações da bebida isotônica de cajuína;
- Avaliar a aceitação sensorial, parâmetros físico-químicos e microbiológicos da bebida isotônica de cajuína.
- Determinar a toxicidade aguda utilizando o microcrustáceo *Artemia salina* como bioindicador;
- Analisar a estabilidade da bebida formulada de isotônico de cajuína, armazenada por 150 dias, sob diferentes condições de temperatura de estocagem.

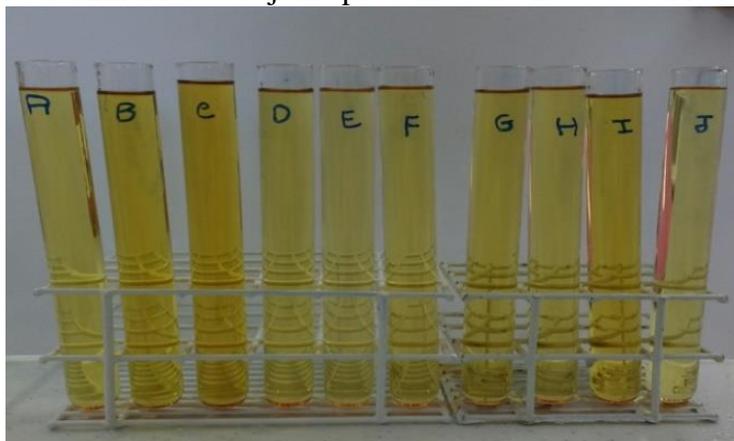
## 4. MATERIAL E MÉTODOS

O processamento e as análises da bebida isotônica de cajuína foram realizados no Laboratório de Inovação Tecnológica e Empreendedorismo - LITE, da Universidade Federal do Piauí e no Laboratório de Alimentos, do Instituto Federal do Piauí – Campus Teresina Zona Sul.

### 4.1. Material

As amostras de cajuína comercializadas em Teresina –PI e produzidas no Estado do Piauí, foram adquiridas aleatoriamente. As cajuínas foram obtidas em garrafas de vidro de 500 mL, processadas entre os meses de setembro a novembro de 2015. As 10 (dez) amostras adquiridas foram identificadas pelas letras A, B, C, D, E, F, G, H, I e J (Figura 4) e armazenadas em temperatura ambiente até o momento das análises.

**Figura 4.** Amostras de cajuína produzidas no Estado do Piauí.



Fonte: Elaborada pela autora.

Para o processamento das bebidas isotônicas de cajuínas, foi utilizada a cajuína de uma agroindústria de pequeno porte, localizada no município de Coivaras – PI, Brasil, da safra de 2016 – 2017 (Figura 5). A cajuína foi armazenada em temperatura ambiente até o momento do processamento.

Além da cajuína, para a elaboração das bebidas esportivas foram utilizados: água destilada (Laboratório de Alimentos - IFPI), sacarose, cloreto de sódio, citrato de sódio, sorbato de potássio, fosfato de potássio, ácido cítrico e ácido ascórbico. Todos os ingredientes e produtos químicos eram de grau alimentício.

**Figura 5.** Amostra da cajuína utilizada no processamento da bebida isotônica.



Fonte: Elaborada pela autora.

## 4.2. Métodos

### 4.2.1. Prospecção científica e tecnológica

Para subsidiar a prospecção tecnológica, realizou-se um levantamento de pedidos de patentes, em que a cajuína estivesse citado e/ou relacionado ao processamento de alimentos para humanos, na área de bebidas esportivas, especificamente. Foram utilizadas para a busca de pedidos de patentes depositadas as seguintes bases de dados: Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), *European Patent Convention* (EPO), *The United States Patent and Trademark Office* (USPTO) e *World Intellectual Property Organization* (WIPO). E para a busca de artigos, foram utilizadas as bases de periódicos *Web of Science*, *Scielo*, *Pub Med* em que foi realizado o levantamento dos artigos publicados nos últimos 10 anos (2008-2018).

A busca foi realizada com a inserção das palavras-chave no campo intitulado como título e/ou resumo, de modo que foram usados os termos caju, cajuína, suco clarificado de caju, isotônico, hidroeletrólítico e bebidas. Ao final, foram realizados um total de 18 (dezoito) combinações entre as palavras-chave, para cada combinação foi usado o operador *and*. Além destas combinações foram realizadas buscas de patentes relacionando o uso da cajuína na produção de bebidas esportivas.

### 4.2.2. Planejamento experimental para formulação do isotônico de cajuína

A partir de testes preliminares em formulações de protótipos de bebida isotônica de cajuína. E utilizando um planejamento experimental fatorial  $2^2$  (Tabela 6), foram definidas as

concentrações de sacarose e de cajuína a serem adicionadas às formulações de isotônico de cajuína. Para a determinação das formulações foi utilizado o software Protimiza Experimental Design<sup>®</sup> (RODRIGUES, 2014).

Para avaliar a influência das variáveis: A) quantidade de cajuína e B) Quantidade de sacarose sobre as características físico-químicas (pH, Sólidos Solúveis Totais - SST, °Brix, Acidez titulável total - ATT, *Ratio* (SST/ATT), Açúcares redutores, Açúcares não redutores, Osmolalidade) e características sensoriais da bebida isotônica, foi utilizado um planejamento experimental fatorial  $2^2$ , incluindo 4 pontos axiais e 3 repetições no ponto central, totalizando 11 formulações, com 3 repetições. Ou seja, foram planejados 9 (nove) formulações de bebida isotônica de cajuína. A matriz de planejamento experimental fatorial utilizada está representada na Tabela 6.

**Tabela 6.** Matriz de planejamento fatorial  $2^2$ , com três repetições no ponto central, formada por duas variáveis, utilizada na formulação das bebidas isotônica de cajuína.

Formulações	Variáveis independentes Variáveis codificados - reais (%)	
	Cajuína	Sacarose
1	-1 (15%)	-1 (3%)
2	1 (35%)	-1 (3%)
3	-1 (15%)	1 (6%)
4	1 (35%)	1 (6%)
5	-1,41 (10,9%)	0 (4,5%)
6	1,41 (39,1 %)	0 (4,5%)
7	0 (25%)	-1,41 (2,4%)
8	0 (25%)	1,41 (6,6%)
9	0 (25%)	0 (4,5%)
10	0 (25%)	0 (4,5%)
11	0 (25%)	0 (4,5%)

Fonte: Elaborada pela autora.

#### 4.2.3. Processamento do isotônico de cajuína

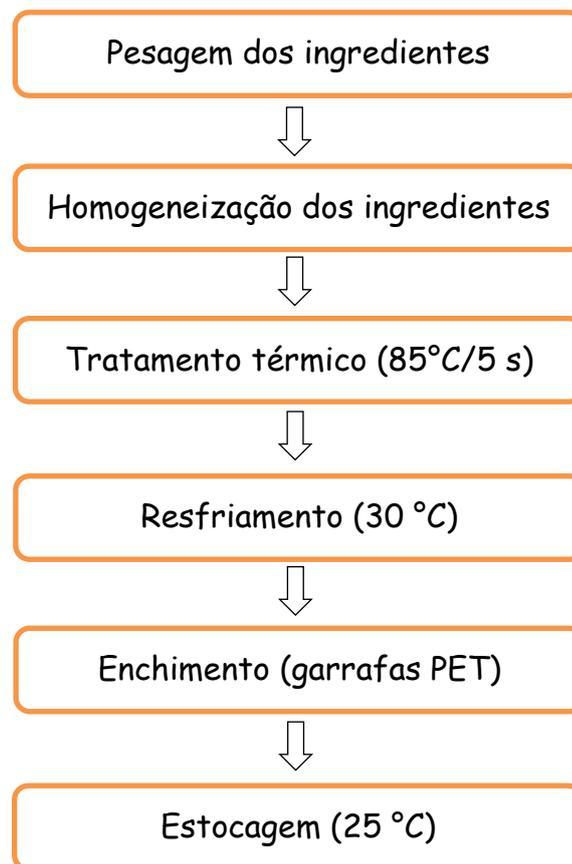
Os ingredientes utilizados na formulação do isotônico de cajuína, de acordo planejamento experimental foram: água deionizada (60 a 80 %); cajuína ou suco clarificado de caju (10 – 40 %); sacarose (2 a 7 %); cloreto de sódio (0,01 a 0,06 %); citrato de sódio (0,01 a 0,06 %); fosfato de potássio (0,01 a 0,06 %); sorbato de potássio (0,01 a 0,05 %); ácido cítrico (0,1 a 0,5 %) e ácido ascórbico (0,01 a 0,04 %). Como o produto é patenteado, os valores foram listados com as suas variáveis mínimas e máximas.

O fluxograma do processamento da bebida isotônica de cajuína está na Figura 6. Os

ingredientes pesados foram homogeneizados, e depois a bebida foi pasteurizada em tanque aberto, por 85 °C/5 segundos. Após a pasteurização, a bebida foi resfriada até 30 °C e envasada em garrafas PET de 300 mL, previamente sanificadas. Depois foram estocadas em temperatura ambiente (25-30 °C), para serem realizadas as análises de controle de qualidade.

Para a formulação da bebida isotônica de cajuína selecionada para o teste de estabilidade foram processados 30 L de bebida. As amostras foram armazenadas em garrafas PET individualizadas e identificadas para cada teste (análise físico-química, teste sensorial e análises microbiológicas), durante os 150 dias de estocagem. As bebidas foram divididas em dois lotes, que foram estocados em temperatura ambiente (25 - 30 °C) e sob refrigeração (6 - 10 °C).

**Figura 6.** Fluxograma do processamento da bebida isotônica de cajuína.



Fonte: Elaborada pela autora.

#### 4.2.4. Controle de qualidade da cajuína e da bebida isotônica de cajuína

##### 4.2.4.1. Análise da composição centesimal

###### 4.2.4.1.1. Determinação do resíduo mineral fixa (cinzas)

A cápsula de porcelana de 50 mL foi previamente aquecida em mufla a 550 °C por 1 hora, resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesada. Carbonizou-se em bico de Bunsen com chama baixa. Depois a amostra foi incinerada em mufla a 550 °C. Resfriou-se em dessecador até a temperatura ambiente. Pesou-se e repetiu as operações de aquecimento e resfriamento até peso constante. Conforme descrito por Instituto Adolfo Lutz (2008).

Para o cálculo foi utilizado a seguinte fórmula:

$$\frac{p \times 100}{P} \quad (1)$$

Onde: p = nº de g de resíduo P = nº g da amostra

###### 4.2.4.1.2. Determinação de proteínas - Método de *Kjeldahl*

Foi pesado 1 g da amostra e transferido para o balão de *Kjeldahl*. Adicionou-se 25 mL de ácido sulfúrico e cerca de 6 g da mistura catalítica. Levou-se ao aquecimento em chapa elétrica, na capela, até a solução se tornar azul-esverdeada e livre de material não digerido (pontos pretos). A mistura foi aquecida por mais uma hora e esperou esfriar. Adicionou-se 10 gotas do indicador fenolftaleína e 1 g de zinco em pó (para ajudar a clivagem das moléculas grandes de protídeos). Ligou-se imediatamente o balão ao conjunto de destilação. Mergulhou-se a extremidade afilada do refrigerante em 25 mL de ácido sulfúrico 0,05 M, contido em frasco erlenmeyer de 500 mL com 3 gotas do indicador vermelho de metila. Adicionou-se ao frasco que contém a amostra digerida, por meio de um funil com torneira, solução de hidróxido de sódio a 30% até garantir um ligeiro excesso de base. Foi aquecido à ebulição e destilou-se até obter cerca de (250-300) mL do destilado. Titulou-se o excesso de ácido sulfúrico 0,05 M com solução de hidróxido de sódio 0,1 M, usando vermelho de metila. Conforme descrito por Instituto Adolfo Lutz (2008).

Para o cálculo foi utilizado a seguinte fórmula:

$$\frac{V \times 0,14 \times f}{P} \quad (2)$$

Onde: V = diferença entre o n° de mL de ácido sulfúrico 0,05 M e o n° de mL de hidróxido de sódio 0,1 M gastos na titulação P = n° de g da amostra f = 6,25 para conversão do nitrogênio em proteína.

#### 4.2.4.1.3. Determinação de lipídeos totais

Foram obtidos com extração da fração etérea por fluxo intermitente, utilizando éter etílico como solvente sob refluxo, em aparelho de Soxhlet.

Foram pipetados 5 mL da amostra em uma porção de algodão sobre um papel de filtro duplo e colocado para secar em uma estufa a 105 °C por uma hora. Depois foi transferido o papel de filtro amarrado para o aparelho extrator tipo Soxhlet. O extrator foi acoplado ao balão de fundo chato previamente tarado a 105 °C. Adicionou-se éter em quantidade suficiente para um Soxhlet e meio. Adaptou-se a um refrigerador de bolas. E foi mantido sob aquecimento em chapa elétrica, a extração contínua por 8 horas. Retirou-se o papel de filtro amarrado, e foi destilado o éter e transferido o balão com o resíduo extraído para uma estufa a 105 °C, durante uma hora. Depois de resfriado em dessecador até a temperatura ambiente, foram pesadas e repetidas as operações de aquecimento por 30 minutos na estufa e resfriamento até peso constante (no máximo 2 h), conforme descrito por Instituto Adolfo Lutz (2008).

Para o cálculo foi utilizado a seguinte fórmula:

$$\frac{100 \times N}{P} \quad (3)$$

Onde: N = n° de gramas de lipídios P = n° de gramas da amostra

#### 4.2.4.1.4. Carboidratos

Os carboidratos foram obtidos por diferença, subtraído de 100 % o valor de proteínas, lipídios, cinzas e umidade.

#### 4.2.4.1.5. Valor energético total (VET)

Para o cálculo da quantidade do valor energético foram utilizados os seguintes fatores de conversão:

- Carboidratos: 4 kcal/g;
- Proteínas: 4 kcal/g;
- Gorduras: 9 kcal/g.

#### 4.2.4.2. Análises físico-químicas

##### 4.2.4.2.1. pH

O eletrodo de vidro do aparelho pHmetro foi lavado com água destilada e secado delicadamente com papel absorvente fino. O aparelho foi calibrado com as soluções tampão pH 4 e 7. Depois foi determinado o pH das amostras em triplicata, conforme descrito por Instituto Adolfo Lutz (2008).

##### 4.2.4.2.2. Acidez titulável total expresso em ácido cítrico (g/100 g)

Foi transferido com o auxílio de uma pipeta, 10 mL da amostra para um erlenmeyer de 250 mL. Depois foram adicionados 100 mL de água e 2 mL de indicador de fenolftaleína. Titulou-se com a solução de hidróxido de sódio 0,1 N até a coloração roxo-violeta. O volume utilizado foi anotado, e os resultados expressos em percentagem de ácido cítrico, conforme descrito por Instituto Adolfo Lutz (2008).

Para o cálculo foi utilizado a seguinte fórmula:

$$\% = \frac{V \times F \times 0,64}{P} \quad (4)$$

Onde: V = nº de mL de solução de NaOH 0,1 N gasto na titulação; F = fator de correção do NaOH 0,1 N; P = peso ou volume da amostra.

##### 4.2.4.2.3. Sólidos solúveis totais (° Brix)

Os sólidos solúveis totais (°Brix) foram determinados por refratometria. Foram transferidos de 3 a 4 gotas da amostra homogeneizada para o prisma do refratômetro (Modelo DIGIT). Depois é feita a leitura diretamente na escala numérica de índice de refração (°Brix), conforme metodologia descrita por Instituto Adolfo Lutz (2008).

##### 4.2.4.2.4 Relação sólidos solúveis totais (°Brix) / Acidez total titulável - *Ratio*

O *ratio* foi obtido a partir da relação sólidos solúveis totais (°Brix) pela Acidez total titulável (ATT), conforme descrito por Instituto Adolfo Lutz (2008). A relação é expressa com uma decimal e sem unidade. Conforme a fórmula abaixo:

$$Ratio = \frac{^{\circ}Brix}{ATT} \quad (5)$$

#### 4.2.4.2.5. Determinação de Ácido ascórbico

Para a determinação de ácido ascórbico utilizou-se o princípio em que ocorre a redução de 2,6-diclorofenolindofenol-sódio (DCFI) pelo ácido ascórbico.

O primeiro procedimento foi à titulação com a solução padrão de ácido ascórbico, em que foram pipetados 10 mL da solução padrão de ácido ascórbico em erlenmeyer contendo 50 mL de solução de ácido oxálico (1%). Depois foi titulado com solução de 2,6-diclorofenolindofenol sódio (0,2 %) até coloração rosa persistente por 15 segundos. Onde n o volume gasto nesta titulação; n/5 é o volume em mL gastos para titulação de 1 mg de ácido ascórbico.

Para análise da amostra foram utilizados 10 mL da amostra e adicionados 50 mL da solução de ácido oxálico no erlenmeyer. Depois foi titulada com a solução de 2,6-diclorofenolindofenol sódio padronizado até coloração rosa persistente por 15 segundos. A quantidade de ácido ascórbico das amostras foi determinada conforme descrito por Instituto Adolfo Lutz (2008).

O resultado foi expresso em mg de ácido ascórbico por 100 mL da amostra, pela fórmula:

$$AA = \frac{100 \times n'}{n \times P} \quad (6)$$

Onde: AA = Teor de ácido ascórbico em mg/100 mL ou mg/100 g; n' = Volume de 2,6-diclorofenolindofenol sódio em mL gastos na titulação da amostra; n = Volume de 2,6-diclorofenolindofenol sódio em mL gastos na padronização; P = Massa da amostra em grama ou volume de amostra usado na titulação.

#### 4.2.4.2.6. Açúcar redutor em glicose (g/100 g )

Foram pesados 5 g da amostra em um béquer de 100 mL. A amostra foi transferida para um balão volumétrico de 100 mL com o auxílio de água destilada. Depois foi transferido para uma bureta. Num balão de fundo chato de 250 mL foi adicionado 10 mL de cada uma as soluções de Fehling A e B e 40 mL de água destilada. A mistura foi aquecida até ebulição. Adicionou-se, às gotas, a solução da bureta sobre a solução do balão em ebulição, agitando sempre, até que esta solução mudasse de azul a incolor (no fundo do balão ficou um resíduo vermelho de Cu<sub>2</sub>O). Os açúcares redutores foram determinados conforme descrito por Instituto Adolfo Lutz (2008).

Para o cálculo da quantidade de açúcares redutores, expressos em percentual de glicose (m/m), foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\frac{100 \times A \times a}{P \times V} \quad (7)$$

Onde: A = n° de mL da solução de P g da amostra; a = n° de g de glicose correspondente a 10 mL das soluções de Fehling; P = massa da amostra em g; V = n° de mL da solução da amostra gasto na titulação.

#### 4.2.4.2.7. Açúcar não redutor em sacarose (g/100 g)

Foram pesados 5 g da amostra e transferida para um balão volumétrico de 100 mL com auxílio de água destilada. Foi adicionado ácido clorídrico (cerca de 1 mL), depois colocado em banho-maria a  $(100 \pm 2)^\circ\text{C}$  por 30 a 45 minutos. Foi esfriado e neutralizado com carbonato de sódio anidro ou solução de hidróxido de sódio a 40%, utilizou-se o papel indicador para verificar. Completou-se o volume com água e agitou. Em seguida, foi transferido para uma bureta. Num balão de fundo chato de 250 mL, com auxílio de pipetas de 10 mL, foi adicionada cada uma das soluções de Fehling A e B, e adicionado 40 mL de água destilada. A mistura foi aquecida até ebulição. Adicionou-se, às gotas, a solução da bureta sobre a solução do balão em ebulição, agitando sempre, até que esta solução mudasse de azul a incolor (no fundo do balão ficou um resíduo vermelho de  $\text{Cu}_2\text{O}$ ). Para os açúcares não-redutores foram determinados conforme descrito por Instituto Adolfo Lutz (2008).

Para o cálculo da quantidade de açúcares não redutores, expressos em percentual de sacarose (m/m), foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\left( \frac{100 \times A \times a}{P \times V} - B \right) \times 0,95 \quad (8)$$

Onde: A = n° de mL da solução de P g da amostra; a = n° de g de glicose correspondente a 10 mL das soluções de Fehling; P = massa da amostra em g ou n° de g da amostra usado na inversão; V = n° de mL da solução da amostra gasto na titulação; B = n° de g de glicose por cento obtido em glicídios redutores, em glicose.

#### 4.2.4.2.8. Açúcares totais em glicose (g/100 g)

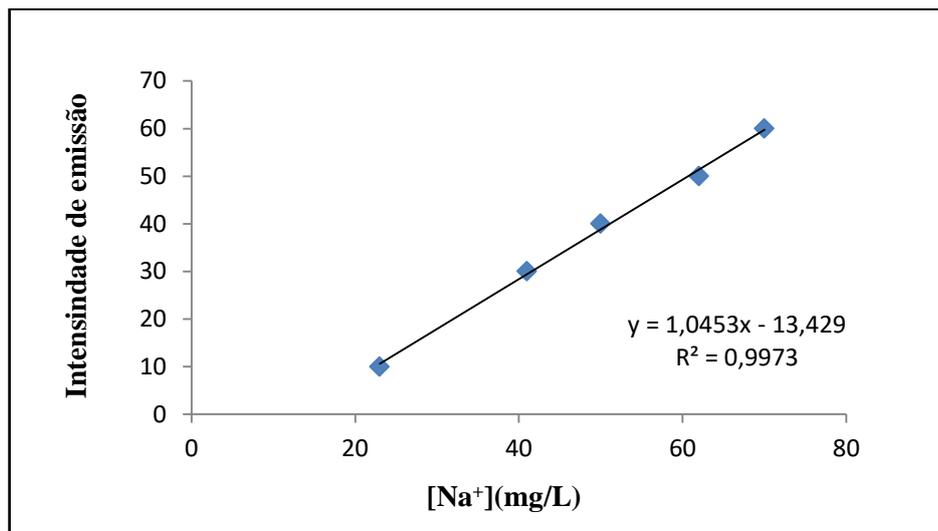
Os açúcares totais foram calculados a partir do somatório dos açúcares redutores e não-redutores, com as devidas correções para expressão dos resultados em termos de percentual de glicose, conforme descrito por Instituto Adolfo Lutz (2008).

#### 4.2.4.2.9. Determinação de Na e K

O aparelho de fotometria de emissão de chama foi ajustado o comprimento de onda para 589 nm para íons sódio e 766,5 nm para íons potássio. A escala de medida foi zerada com água destilada e deionizada. A amostra foi agitada e transferida cerca de 40 mL para um béquer seco e limpo. Com o fotômetro já calibrado e zerado, foi feita a leitura das amostras. Sempre analisando o zero da escala do aparelho com água destilada e deionizada, entre as medidas.

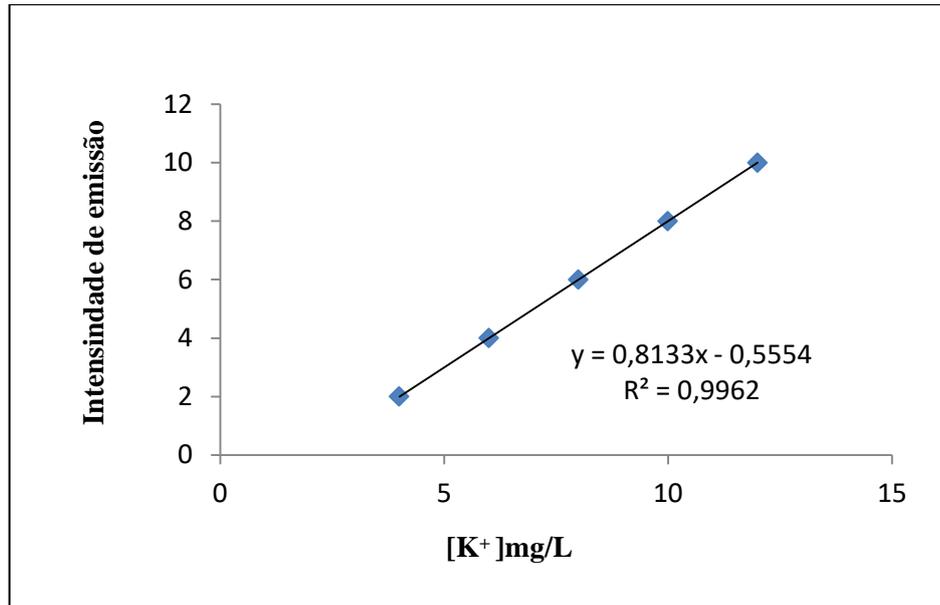
Para a curva analítica da fotometria de chama para a quantificação de sódio ( $\text{Na}^+$ ) e potássio ( $\text{K}^+$ ) foi confirmado o zero da escala do aparelho com água destilada (Figura 7 e Figura 8, respectivamente). Depois foi realizada a leitura das soluções-padrão, iniciando com a solução mais diluída. Após a leitura de cada amostra, foi verificado o zero da escala do aparelho com água destilada. A operação de leitura com os padrões de calibração foi repetida várias vezes, para garantir que o valor médio obtido para a solução-padrão fosse confiável e reprodutível. O gráfico de intensidade de emissão em função da concentração de íons sódio (mg Na/L) e de íons potássio (mg K/L) foi construído e feito o cálculo, em que foi determinado o valor da concentração de íons sódio (mg Na/L) e de íons potássio (mg K/L) nas amostras analisadas. As concentrações de sódio e potássio foram determinadas por fotometria de chama, conforme descrito por Instituto Adolfo Lutz (2008).

**Figura 7.** Curva analítica da fotometria de chama para quantificação de sódio ( $\text{Na}^+$ ).



Fonte: Elaborada pela autora.

**Figura 8.** Curva analítica da fotometria de chama para quantificação de potássio (K<sup>+</sup>).



Fonte: Elaborada pela autora.

#### 4.2.4.2.10. Determinação de osmolalidade

A osmolalidade foi determinada por crioscopia, por meio de medidas do ponto de congelamento das amostras, utilizando o crioscópio eletrônico (IT MK540). O cálculo da osmolalidade foi obtido pela seguinte equação:

$$\text{Osmolalidade (mOsmol.L}^{-1}\text{)} = (\Delta T_c / K_c) \cdot 1000 \quad (9)$$

Em que  $K_c = 1,86 \text{ } ^\circ\text{C mol}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$  (constante crioscópica da água) e  $\Delta T_c$  = temperatura no ponto de congelamento das amostras de bebida, segundo Gomes & Oliveira (2011).

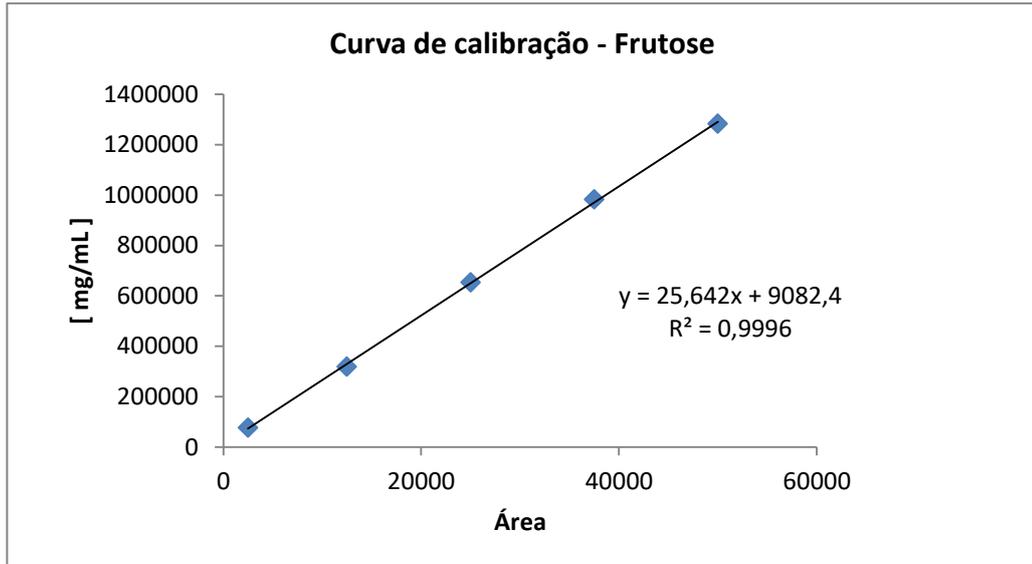
#### 4.2.4.2.11. Determinação de açúcares por CLAE

A quantificação de açúcares foi realizada conforme descrito por Bogdanov et al. (1999) e IHC (2009), com modificações, utilizando sistema de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), da marca Shimadzu Co, equipado com forno (CTO-6A), injetor automático de amostras SIL 20A, detector de índice de refração (modelo RID 10 A), coluna de separação Zorbax NH<sub>2</sub> (AGILENT, 150 mm x 4,6 mm I.D, 5 μm) e pré-coluna de Zorbax (AGILENT, 12,5 mm x 4,6 mm I.D, 5 μm).

Injetou-se 5μL da solução de isotônico, previamente filtrada, em membrana de PTFE 0,22 μm no equipamento. A fase móvel foi composta por acetonitrila: água destilada (80:20),

em modo isocrático, com fluxo de 1,3 mL/min, na temperatura do forno. As curvas analíticas foram obtidas com padrões de frutose (Figura 9), glicose (Figura 10) e sacarose (Figura 11) (Sigma Aldrich, St. Louis) com intervalo entre 2.500 a 100.000 mg/mL. Os resultados foram expressos em g/mL de amostra.

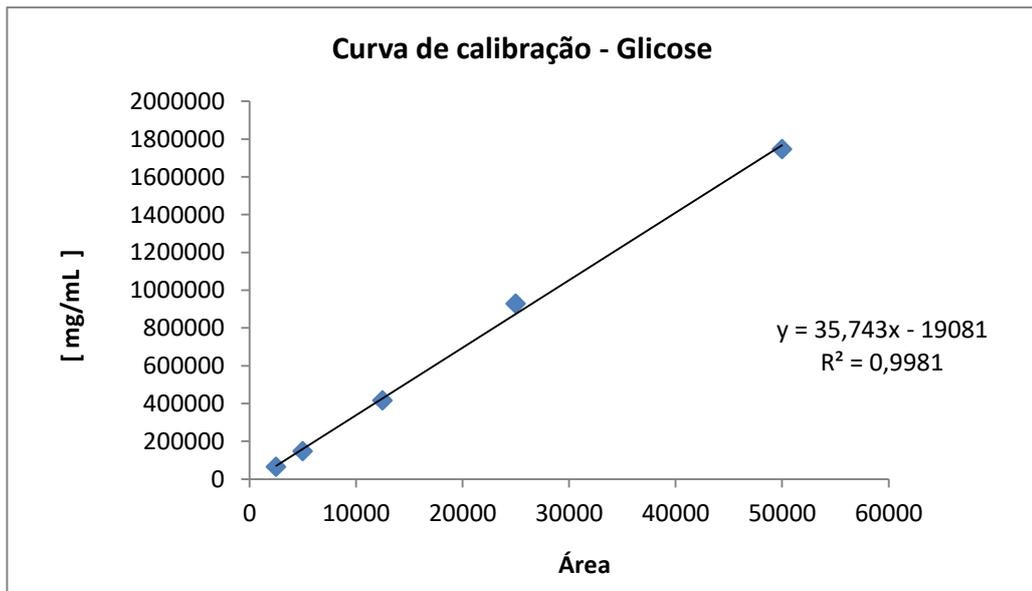
**Figura 9.** Curva analítica do padrão de frutose.



(a)

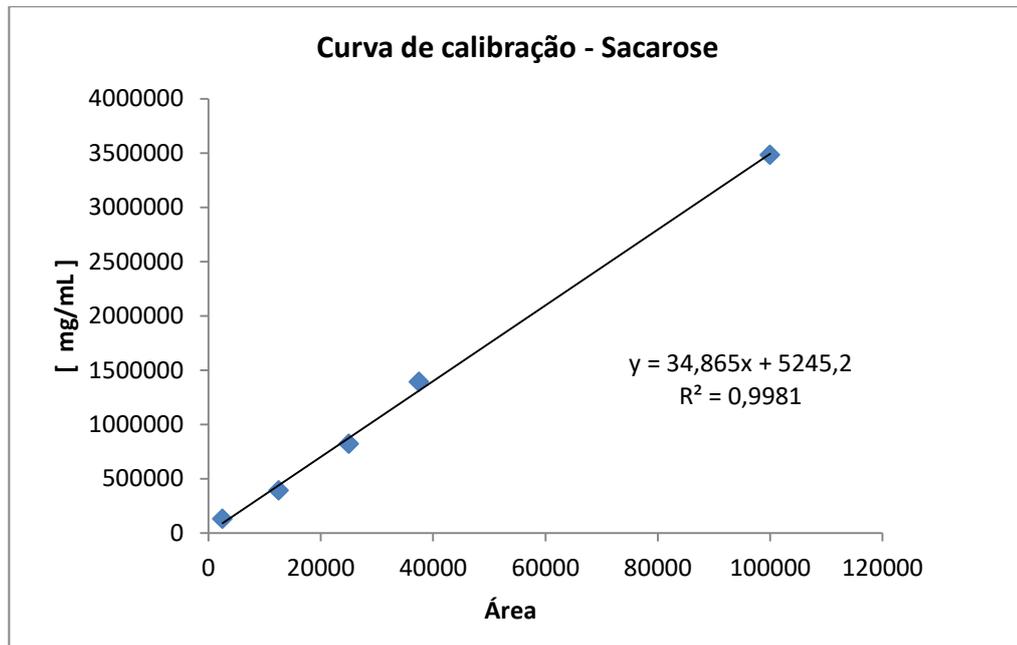
Fonte: Laboratório Química, Bioquímica e Biologia Molecular de Alimentos – USP, 2018.

**Figura 10.** Curva analítica do padrão de glicose.



(b)

Fonte: Laboratório Química, Bioquímica e Biologia Molecular de Alimentos – USP, 2018.

**Figura 11.** Curva analítica do padrão de sacarose.

(c)

Fonte: Laboratório Química, Bioquímica e Biologia Molecular de Alimentos – USP, 2018.

#### 4.2.4.3. Análises microbiológicas

A caracterização microbiológica foi fundamentada na quantificação de bolores e leveduras (UFC/mL), coliformes, *Escherichia coli* e verificação da presença de *Salmonella* sp., conforme recomendações da Resolução ANVISA RDC n. 12/2001. Para todas as análises microbiológicas foram utilizadas as placas 3M™ Petrifilm™. As análises microbiológicas foram realizadas segundo metodologia descrita no “Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods , 4th Edition – APHA” (2001).

A metodologia Petrifilm™ é um sistema de plaqueamento chamado *all-in-one*, no qual a placa de Petrifilm™ faz uso de um fino filme plástico que carrega o meio de cultura (Jasson et al., 2010). Os ingredientes desse meio de cultura variam para cada tipo de microrganismo a ser identificado. Os testes foram realizados em três passos: Inoculação, Incubação e Leitura.

Para a contagem de microrganismos bolores e leveduras neste sistema, inoculou-se 1 mL do homogeneizado e das diluições 1:10 e 1:100 em placas 3M™ Petrifilm™ e incubou-se a  $36^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , os resultados foram detectados de 3 a 5 dias.

Para contagem de coliformes e *E. coli* as placas Placas Petrifilm™ foram inoculadas com alíquotas de 1,0 mL das diferentes diluições da bebida, seguindo as instruções do fabricante. Após incubação das placas a  $35^{\circ}\text{C}$  por 24 e 48 h, colônias azuis e vermelhas com

bolhas foram consideradas colônias de *E. coli* e coliformes totais, respectivamente. O resultado foi obtido pela contagem das colônias e expresso em UFC/g.

Para detectar a presença de *Salmonella spp* foi utilizada a metodologia Petrifilm™ 3M, em que as amostras (25 mL) foram pré-enriquecidas em 225 mL de solução de Suplemento para Enriquecimento 3M, incubadas em estufas a 41,5 °C por 18-24 horas, posteriormente inoculadas em tubos com caldo de enriquecimento seletivo Rappaport Vassiliardis (incubação a 41,5 °C por 24 horas), a partir dos quais foram semeadas alíquotas de 1 mL em placas Petrifilm™ 3M *Salmonella* Express e incubadas em estufas a 41,5 °C por 24 horas. Após a incubação, procedeu-se à contagem das colônias e o resultado foi registrado em UFC/cm<sup>2</sup>.

#### **4.2.4.4. Análise de toxicidade em microcrustáceo *Artemia salina***

Para realizar o ensaio de toxicidade aguda, preparou-se uma solução salina artificial (NaCl 77,23 %, MgSO<sub>4</sub> 9,62 %, MgCl<sub>2</sub> 7,13 %, CaCl<sub>2</sub> 3,32 %, KCl 2,11 % e NaHCO<sub>3</sub> 0,59 %), utilizada como meio de cultura dos ovos latentes. Os ovos do microcrustáceo foram colocados no criadouro e a solução os cobriu totalmente. Este teste foi realizado de acordo com a metodologia proposta por McLaughlin (1991). Os ovos de *A. salina* foram eclodidos em água salina artificial e após 48 horas, os náuplios foram coletados com auxílio de iluminação artificial, para os bioensaios usando a característica de fototropismo positivo dos mesmos. As diluições das amostras e do teste em branco foram realizadas em água salina artificial e 0,5 mL de dimetil sulfóxido concentrado. A formulação da bebida isotônica de cajuína e a cajuína foram diluídas em triplicata nas concentrações de 256, 640, 1600, 4000 e 10000 µL/mL, e 10 náuplios foram adicionados em cada tubo. Após 24 h de exposição, realizou-se a contagem do número de larvas sobreviventes. Foram consideradas mortas aquelas larvas que permaneceram imóveis por mais de 10 segundos após agitação suave dos tubos. Utilizou-se como controle positivo o dicromato de potássio (10 a 100 µg/mL) para determinação e confirmação da sensibilidade da técnica.

Após 24 h de exposição, os náuplios vivos e mortos foram contados, sendo considerados vivos todos aqueles que apresentassem qualquer tipo de movimento quando submetidos a uma leve agitação e observados próximos a uma fonte luminosa. Os resultados foram em valores de CL<sub>50</sub> (concentração letal 50%) e intervalos de confiança com 95% de significância para o método de Probit (IBM SPSS Statistics 20<sup>®</sup>).

#### 4.2.4.5. Teste sensorial de aceitação

As avaliações sensoriais da bebida isotônica de cajuína foram realizadas em salas de aula adaptadas para os testes, no Setor de Esporte, da Universidade Federal do Piauí (etapa 1) e no Laboratórios de Panificação do Instituto Federal do Piauí – Teresina Zona Sul (etapa 2).

Na etapa 1 participaram do teste de aceitação sensorial da bebida isotônica de cajuína 101 assessores sensoriais não treinados, de ambos os sexos, praticantes de atividade física, habituados ao consumo de bebida isotônica.

E na etapa 2, durante o estudo da estabilidade da bebida, totalizaram 180 provadores não treinados, de ambos os sexos e que demonstraram interesse e disponibilidade em julgar.

Foi entregue, inicialmente, para cada voluntário o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A), aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), da Universidade Federal do Piauí, (CAAE 58313216.0.0000.5214), do dia 09 de outubro de 2017, em que foi informado o propósito da pesquisa, a composição do produto e os contatos dos pesquisadores, atendendo à Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP.

As bebidas foram servidas aos julgadores a uma temperatura média de  $\pm 4$  °C, em copos descartáveis de cor branca e identificados, contendo 30 mL de bebida. Foi disponibilizada água mineral à temperatura ambiente para efetuar a limpeza do palato, entre as amostras. O experimento foi conduzido após testes microbiológicos que garantiram a segurança alimentar dos julgadores.

Os julgadores não treinados avaliaram o produto quanto aos atributos: sabor, cor e aroma, utilizando a escala hedônica estruturada de 1 - 9 pontos, com os termos: "gostei muitíssimo" a "desgostei muitíssimo", conforme a metodologia de Dutcosky (2013) e uma escala de 1 - 5 pontos, com termos "certamente compraria" a "certamente não compraria", para intenção de compra (Apêndice B).

Posteriormente, foi determinado o Índice de Aceitabilidade (IA) da bebida (OLIVEIRA et al., 2013). Para cálculo, foi adotada o seguinte:

$$IA (\%) = 100. A/B \quad (10)$$

Em que:

A – Nota média obtida pelo produto

B – Nota máxima dada ao produto

#### **4.2.5. Análises estatísticas**

Os dados assim obtidos foram organizados em tabelas e tratados através do software Microsoft Excel<sup>®</sup>. Os resultados foram analisados por meio de análise de variância (ANOVA) seguidos pelos testes de Tukey, usando GraphPad Prism (versão 6.0), considerando  $p < 0,05$  com um nível de confiança de 95 %.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Prospecção tecnológica e científica do uso da cajuína na elaboração de bebidas esportivas

O resultado da busca das patentes utilizando a base de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) estão na Tabela 7, as palavras-chave utilizadas isoladas e/ou combinadas foram caju (cashew), cajuína (cajuina), suco clarificado de caju (cashew and juice and clarified), isotônico (isotonic), hidroeletrolítico (hydroelectolyte), bebidas (beverage), atletas (athletes).

Das patentes depositadas no INPI foram selecionadas as classificadas na seção A (Necessidades Humanas), de acordo com a IPC - Classificação Internacional de Patente, sistema de classificação internacional que divide as patentes em classes de A a H, de acordo com a área tecnológica. E dentro de cada classe, têm subclasses, grupos principais e grupos, através de um sistema hierárquico.

Na Tabela 7 estão os números das patentes depositadas no INPI, com as palavras-chave relacionadas ao pedido de patente “Isotônico de cajuína” e o número de patentes classificados na seção A, classe A23 (Alimentos ou Produtos alimentícios; seu beneficiamento, não abrangido por outras classes) e suclasse A23L (Alimentos, produtos alimentícios ou bebidas não alcoólicas, não abrangidos pelas subclasses A21D ou A23B-A23J; seu preparo ou tratamento)

Nas bases de dados WIPO e EPO também não foram encontrados patentes com as palavras-chave “isotonic and cajuina”, “sport drink and cajuina” e “hydroelectrolytic repository and cajuina”, mostrando que a utilização da cajuína (suco de caju clarificado) como ingrediente no desenvolvimento de uma bebida isotônica é bastante inovadora e promissora.

**Tabela 7.** Número de patentes depositadas no INPI e o número de patentes classificadas na subclasse A23L, relacionadas com as palavras-chave “isotônico” e “cajuína”.

<b>Palavras-chave</b>	<b>Número de Patentes depositadas no INPI</b>	<b>Número de patentes classificadas na subclasse (A23 L)</b>
<i>Cashew</i> (Caju)	130	30
<i>Cashew and juice</i> (caju e suco)	11	09
<i>Cashew and juice and clarified</i> (Caju e suco e clarificado)	01	01
<i>Cajuina</i> (Cajuína)	03	01
<i>Cajuina and beverage</i> (cajuína e bebida)	01	01
<i>Isotonic</i> (Isotônico)	17	03
<i>Isotonic and cashew</i> (Isotônico e caju)	00	00
<i>Isotonic and cajuina</i> (Isotônico e cajuína)	00	00
<i>Isotonic and juice</i> (isotônico e suco)	01	01
<i>Isotonic and Athletes</i> (Isotônico e atletas)	00	00
<i>Isotonic and beverage</i> (Isotônico e bebida)	03	03
<i>Isotonic and juice and athletes</i> (Isotônico e suco e atletas)	00	00
<i>Isotonic and juice and beverage</i> (Isotônico e suco e bebida)	00	00
<i>Hydroelectolyte</i> (Hidroeletrolítico)	06	02
<i>Hydroelectolyte and beverage</i> (Hidroeletrolítico e bebida)	01	01
<i>Beverage and athletes</i> (Bebida e atletas)	05	05
<i>Beverage and athletes and juice</i> (Bebida e atletas e suco)	01	01

Fonte: Instituto Nacional de Propriedade Intelectual – (INPI, 2018).

As patentes encontradas com o termo “cajuína” foram três (03), com apenas uma (01), classificada em A23L. O pedido de patente foi “Microfiltração de suco de caju para obtenção de cajuína através de membranas biopoliméricas de quitosana”, em que a invenção refere-se a uma membrana de quitosana para obtenção de cajuína, através de uma força motriz (nº pedido: PI 0905458-8 A8).

Para a palavra-chave “isotônico” e a sua combinação com as palavras “caju”, “cajuína”, “suco”, “bebida” e “atletas” foram encontrados 17 pedidos de patentes, sendo 04 (quatro) pedidos classificados na Seção A, subclasse A23L (Tabela 7). Os pedidos depositados foram “Refrigerante isotônico natural” (nº pedido: PI 0900048-8 A2), “Bebida reidratante e energética natural a base de água-de-coco, sucos de frutas e componentes nutritivos incorporados” (nº pedido: PI 0203591-0 A2), “Isotônico energizante” (nº pedido: PI

0105112-1 A2) e “Isotônico de arroz” (nº pedido: PI 0002316-7 A2).

O diferencial das patentes depositadas são os ingredientes utilizados na preparação, com a mesma função em comum, de serem energizante e hidroeletrólítico. A patente de invenção “Refrigerante isotônico natural”, refere-se a uma bebida em que os ingredientes são açúcar, gengibre, água, suco de fruta concentrado natural. O produto é fermentada, pode ser gaseificado naturalmente, não é utilizado composto químico e pode ser diet (PI 0900048-8 A2). A patente de invenção “Bebida reidratante e energética natural a base de água-de-coco, sucos de frutas e componentes nutritivos incorporados”, refere-se à bebida isotônica gaseificada com CO<sub>2</sub> de uma mistura de água de coco, sucos de frutas concentrados e adição de sais minerais, vitaminas e extratos estimulantes (PI 0203591-0 A2).

O pedido de invenção “Isotônico energizante” é um repositivo de sais minerais energético, que contém na sua formulação magnésio aminoácido quelato como princípio ativo, além de cloreto de sódio, citrato de sódio, fosfato de potássio monobásico, ácido cítrico, carboidratos, aromatizante e corante (PI 0105112-1 A2). E a invenção “Isotônico de arroz” que consiste de uma bebida isotônica, energética e nutritiva, em que utiliza como ingredientes principal o arroz hidrolisado e o soro de leite (PI 0002316-7 A2).

Para as palavras-chave “hidroeletrólítico” e “bebida e hidroeletrólítico” foram encontradas no total 03 (três) pedidos de patentes no INPI, classificados A23L. Entre eles, o pedido de patente “Repositor hidroeletrólítico efervescente” é caracterizada por um produto químico sólido, que torna-se efervescente. É composto por ácido cítrico, bicarbonato de sódio, bicarbonato de potássio, cloreto de sódio, cloreto de potássio, fosfato monobásico de potássio, edulcorante, corante, aromatizante, acidulante e carboidrato (Nº do pedido: PI 9802149-4 A2). E o pedido intitulado “Água de coco em pó como repositivo hidroeletrólítico para atletas” é caracterizada pela mistura de água de coco em pó com a polpa de maracujá, além de aminoácidos, vitamina C e vitaminas do complexo B, sendo o seu uso especialmente para atletas (Nº do pedido: BR 102014018170-9). E o pedido “Bebidas não alcoólicas, sem adição de corantes artificiais, com erva-mate”, que se refere a produção de bebidas não alcoólicas com erva-mate e sem adição de corantes artificiais, destinadas a esportistas e consumidores em geral, como bebida hidroeletrólítica, energética e bebida para consumidores em geral (Nº do pedido BR 10 2012 019825 8 A2).

As palavras-chave “bebida e atletas” foram encontradas cinco (05) patentes depositadas no INPI, relacionados ao tema da presente invenção “Isotônico de Cajuína”. As patentes e os números dos pedidos foram os seguintes: “Suplemento energético funcional, processo de obtenção e método para controle” (BR1020120260484), “Composição de bebida

em pó para atletas” (PI 0904101-0), “Produto fermentado isento de lactose e método de obtenção do mesmo” (PI 0510462-9 ), “Composição para fabricação de bebida reidratante” (PI 0205553-8), “Power dry” (PI 0006358-4 ).

Na Tabela 8 estão os resultados da prospeção científica, da quantidade de artigos publicados nos últimos 10 anos (2008-2018), nos periódicos *Web of science*, *Scielo* e *Pub Med*.

**Tabela 8.** Prospecção científica nos últimos 10 anos (2008-2018), relacionadas com as palavras-chave “isotônico” e cajuína”, nos periódicos *Web of science*, *Scielo* e *Pub Med*.

Palavras-chave	Periódicos		
	<i>Web of science</i>	<i>Scielo</i>	<i>Pub Med</i>
<i>Cashew</i> (caju)	3.865	107	556
<i>Cashew and juice</i> (caju e suco)	824	18	46
<i>Cashew and juice and clarified</i> (caju e suco e clarificado)	123	3	5
<i>Cajuina</i> (Cajuína)	2	2	2
<i>Cajuina and bevarage</i> (Cajuína e bebida)	2	0	1
<i>Isotonic</i> (isotônico)	20.481	81	4.622
<i>Isotonic and cashew</i> (Isotônico e caju)	17	0	0
<i>Isotonic and cajuina</i> (Isotônico e cajuína)	0	0	0
<i>Isotonic and juice</i> (Isotônico e suco)	695	0	9
<i>Isotonic and athletes</i> (Isotônico e atletas)	727	3	50
<i>Isotonic and athletes and juice</i> (Isotônico e atletas e suco)	57	0	1
<i>Isotonic and juice and beverage</i> (Isotônico e suco e bebidas)	204	0	5
<i>Sport drink</i> (Bebida esportiva)	357	2	16
<i>Sport drink and cajuina</i> (Bebida esportiva e cajuína)	0	0	0

Fonte: Elaborada pela autora.

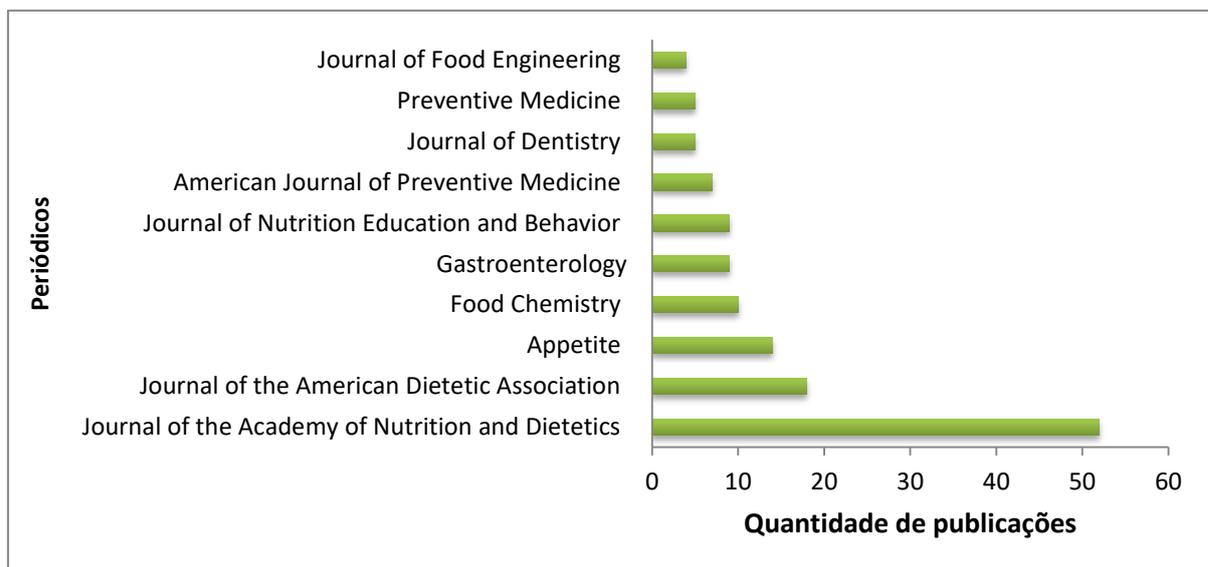
Os resultados da prospeção científica também mostraram que não foi identificado nenhum artigo relacionado com a combinação de descritores nas estratégias de busca utilizando as palavras-chave “*Isotonic and Cajuina*” (*Sport drink and cajuina*). E os artigos encontrados com a palavra-chave “Cajuína” foram publicados no periódico *Journal of Ethnopharmacology*: “Acute, subacute toxicity and mutagenic effects of anacardic acids from cashew (*Anacardium occidentale* Linn.) in mice”, em que pesquisou sobre os ácidos

anacárdicos (AAs) no líquido da casca da castanha de caju (CARVALHO et al., 2011). E o outro trabalho foi uma revisão bibliográfica sobre o fruto caju no periódico Exotic Fruits: “Caju—*Anacardium occidentale*” (BRITO, SILVA E RODRIGUES, 2018).

Na base de busca *Scielo* os artigos encontrados, utilizando o termo “Cajuína” foram “Evaluation and optimization of non enzymatic browning of cajuína during thermal treatment”, em que o objetivo do trabalho foi descobrir a principal reação causadora do escurecimento não enzimático na cajuína submetida ao tratamento térmico, a altas temperaturas (DAMASCENO et al., 2008). E o artigo intitulado “Antimutagenic activity of cashew apple (*Anacardium occidentale* Sapindales, Anacardiaceae) fresh juice and processed juice (*cajuína*) against methyl methanesulfonate, 4-nitroquinoline N-oxide and benzo[a]pyrene”, em que avaliaram as propriedades antimutagênicas do suco do caju e da cajuína (MELO-CAVALCANTE et al., 2008).

Na Figura 12 estão distribuídos os artigos publicados nos periódicos, segundo a base de dados *Web of Science*, no período de 2008-2018, em que foi utilizada a palavra-chave “*sport drink*”. Dentre os 133 artigos encontrados, nenhum faz referência à utilização da cajuína como ingrediente na formulação de bebidas esportivas.

**Figura 12.** Número de publicações por área de pesquisa com o termo *Sport drink*.



Fonte: Elaborada pela autora.

## 5.2. Parâmetros físico-químicos de amostras de cajuína produzidas no Estado do Piauí

Os resultados dos parâmetros físico-químicos de pH, sólidos solúveis totais (°Brix), acidez total, relação SST/ATT, teor de vitamina C, açúcares redutores, açúcares não redutores e açúcares totais de amostras de cajuína produzidas no Estado do Piauí estão na Tabela 9.

**Tabela 9.** Parâmetros físico-químicos de amostras de cajuínas produzidas no Estado do Piauí.

Parâmetros/ Cajuína	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
pH	4,25 ± 0,05	4,32 ±0,03	4,43 ±0,03	4,57 ±0,05	4,49 ±0,04	4,09 ±0,02	4,27 ±0,02	4,03 ±0,05	4,05 ±0,03	4,62 ±0,02
Sólidos solúveis totais (°Brix)	12,0 ± 0,00	14,0 ±0,00	11,4 ±0,00	12,8 ±0,00	14,0 ±0,00	13,4 ±0,00	13,6 ±0,00	11,8 ±0,20	12,8 ±0,00	12,10± 0,00
Acidez total (AT) (g de ácido citríco/ 100 g)	0,18 ±0,00	0,32± 0,00	0,23± 0,00	0,22± 0,01	0,26± 0,01	0,28± 0,04	0,22± 0,00	0,26± 0,01	0,32± 0,00	0,16± 0,00
Relação SST/AT	66,23 ± 1,40	43,32± 0,5	49,26± 0,80	58,7 ± 3,65	53,91 ± 1,54	48,01 ± 7,85	61,06 ± 0,00	44,67± 0,74	40,43 ± 0,48	74,91± 1,78
Vitamina C (mg ácido ascórbico/100mL)	171,74 ± 0,30	96,48 ± 1,38	123,62 ±3,42	105,83 ±1,28	85,02 ±3,13	187,23 ±3,84	257,95 ±2,19	145,40 ±1,89	273,61 ±0,92	216,69 ±0,40
Açúcares redutores (g de glicose/100 g)	13,14 ± 0,68	16,9 ± 0,60	11,66 ± 0,36	12,66 ± 0,53	13,33 ± 0,40	13,14 ± 0,68	15,74 ± 0,20	15,65 ± 0,96	14,10 ± 0,17	11,16 ± 0,80
Açúcares não redutores (g de sacarose/100 g)	0,00 ± 0,00	0,00± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,29 ± 0,01	1,49 ± 0,21	0,24 ± 0,05	2,18 ± 0,19	0,66 ± 0,01	0,01 ± 0,00
Açúcares totais (g de glicose/ 100 g)	13,14 ± 0,68	16,9 ± 0,60	11,66 ± 0,36	12,66 ± 0,53	13,62 ± 0,74	14,13 ± 0,50	15,97 ± 0,30	15,65 ± 0,54	14,76 ± 0,17	11,17 ± 0,26

Valores expressam médias ± desvio padrão (n = 3). Fonte: Elaborada pela autora.

O pH da maioria das amostras das cajuínas analisadas está abaixo de 4,5, mas as amostras D e J estão com pH  $4,57 \pm 0,05$  e  $4,62 \pm 0,02$ , respectivamente. Esta diferença pode estar relacionada ao processamento da bebida e maturação dos frutos utilizados na produção da cajuína. Segundo Franco e Landgraf (2008), os alimentos de baixa acidez ( $\text{pH} > 4,5$ ) são os mais sujeitos a multiplicação microbiana, tanto de espécies patogênicas, quanto de espécies deteriorantes, diminuindo assim a estabilidade do produto.

Os valores de sólidos solúveis totais contidos nas bebidas é utilizado como índice de açúcar totais nos frutos e seu grau de maturidade, segundo Chaves et al. (2004). Observou-se que o °Brix das amostras variaram de 11,4 a 14,0 °Brix, estando todas as amostras em conformidade com o preconizado pela legislação vigente (Instrução Normativa nº 1, de 7 de janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) que estabelece um valor mínimo de 10 °Brix. Esta variação nos valores das amostras de cajuína está relacionada com as condições da safra do caju, levando em consideração fatores ambientais e atraso da colheita.

Os ácidos orgânicos contribuem para a qualidade dos frutos, principalmente o sabor, que se deve ao balanço entre o conteúdo de ácidos e o de açúcares. De acordo com a Tabela 9, a acidez total expressa em ácido cítrico apresentou valores entre 0,16 e 0,32 %. As amostras A, C, D, G e J de cajuína apresentaram valores abaixo da quantidade mínima exigido pela legislação brasileira (mínimo de 0,25 g/100 g de ácido cítrico), ou seja, estavam desconforme. Conforme Maia et al. (2007) para a maioria das frutas tropicais, o teor de ácidos orgânicos diminui após a colheita, sendo que a perda pode ser devido à menor capacidade de síntese de ácidos orgânicos em frutos maduros, ou perda durante o processo respiratório, em que no ciclo de Krebs ocorre a oxidação dos ácidos.

A relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável (SST/ATT) apresentou variação dos resultados em função das amostras avaliadas, estando entre 40,43 e 74,91 (Tabela 9). Esta relação SST/ATT é o indicativo do equilíbrio entre o sabor doce e ácido da fruta, sendo considerada como um importante índice de maturidade do fruto, embora não seja uma garantia da qualidade dos mesmos. A relação SST/ATT é uma das melhores formas de avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares e de acidez (GOMES et al. 2012).

Os teores de vitamina C das amostras de cajuína analisadas estão entre 85,02 e 273,61 mg ácido ascórbico/100 mL) (Tabela 9). Todas as amostras analisadas encontram-se em acordo com o padrão estabelecido para cajuína, que deve ser, no mínimo de 60 mg/100 g. Nascimento et al. (2003) associaram a variação na quantidade de vitamina C a diversos fatores, como os relacionados ao cultivo do caju. Aguiar et al. (2000) encontraram valores de 156 mg a 387 mg de vitamina C no pedúnculo do caju.

Fatores como o processamento e armazenamento da bebida também alteram o teor de vitamina C, pois durante o cozimento do suco clarificado de caju, ocorre a degradação dessa substância durante as reações de escurecimento não enzimático. Além da oxidação do ácido ascórbico durante o aquecimento, Lima et al. (2007) verificaram a perda de substância

também na aeração do suco, que ocorre durante as etapas de agitação e a filtração do processamento da cajuína.

A quantificação de açúcares não redutores (sacarose), de açúcares redutores (glicose e frutose) e de açúcares totais estão na Tabela 9. Verificou-se que os teores de açúcares totais das amostras B, G e H estão acima do valor máximo de 15 g/100 g, estabelecido pela legislação brasileira vigente. A diferença da quantidade de açúcares na cajuína está associada a diversos fatores como variedade, solo, safra, grau de maturidade e condições climáticas (MAIA et al., 2007).

Nas amostras de cajuína E, F, G, H, I, J observou-se a presença de açúcares não redutores (Tabela 9). A inversão da sacarose pode ocorrer devido a sua hidrólise em meio ácido e com altas temperaturas, e resulta em uma mistura de glicose e frutose (DAMODARAM et al., 2010). Além desses fatores, é possível de ter ocorrido adição de sacarose na bebida, identificando possíveis produtos adulterados (CALDAS et al, 2015). Como já mencionado que não é permitido o uso de açúcar comercial, sendo apenas o açúcar natural do pedúnculo responsável pela doçura da cajuína (SILVA NETO et al, 2009).

### 5.3. Planejamento experimental e desenvolvimento da bebida isotônica de cajuína

Na indústria alimentar, muitas vezes é oportuno fazer novas formulações de um produto alimentar bem conhecido, como as bebidas isotônica (esportiva ou hidroeletrólítica). Os estudos para a formulação de novos sabores de bebidas esportivas é indispensável, pois estas mudanças podem influenciar na aceitação do produto pelos consumidores e é um investimento importante para um fabricante.

Para o desenvolvimento da bebida isotônica de cajuína foi necessário caracterizar um dos seus principais ingredientes, a cajuína. Na Tabela 10 estão os resultados das características físico-química do suco de caju clarificado (cajuína) utilizado no presente estudo.

**Tabela 10.** Características físico-químicas da cajuína.

Análises	Média ± DP
° Brix	14,0 ± 0,0
Açúcares Totais (g/100 mL)	13,62 ± 0,74
Frutose (g/100 mL)	5,344 ± 0,68
Glicose (g/100 mL)	5,505 ± 0,69
Sacarose (g/100 mL)	0,117 ± 0,01
Teor de Na (mg/L)	30,4 ± 0,23
Teor de K (mg/L)	70,25 ± 0,19

Valores expressam médias ± desvio padrão (n = 3). Fonte: Elaborada pela autora.

A partir dos resultados obtidos das características físico-química da cajuína, foram realizados estudos prévios para a formulação do protótipo da bebida esportiva. Além da determinação das variáveis que seriam utilizadas no planejamento experimental: quantidade de açúcar (sacarose) e quantidade de cajuína.

As formulações das bebidas isotônicas obtidas através de planejamento experimental foram onze (11), com três (03) repetições. Assim, neste trabalho foram estudadas nove (09) formulações: F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8 e F9 (Figura 13).

**Figura 13.** Formulações das bebidas isotônicas de cajuína, obtidas através de planejamento experimental.



Fonte: Elaborada pela autora.

Foram analisadas as características físico-químicas das formulações da bebida isotônica de cajuína e os valores médios e desvio-padrão referentes às medidas de pH, °Brix, Acidez Total Titulável, *Ratio*, Açúcares Redutores (AR), Açúcares Não Redutores (ANR) e Açúcares Totais (AT) estão apresentados na Tabela 11.

**Tabela 11.** Quantificação das características físico-químicas das formulações da bebida isotônica de cajuína (Valores médio  $\pm$  Desvio padrão).

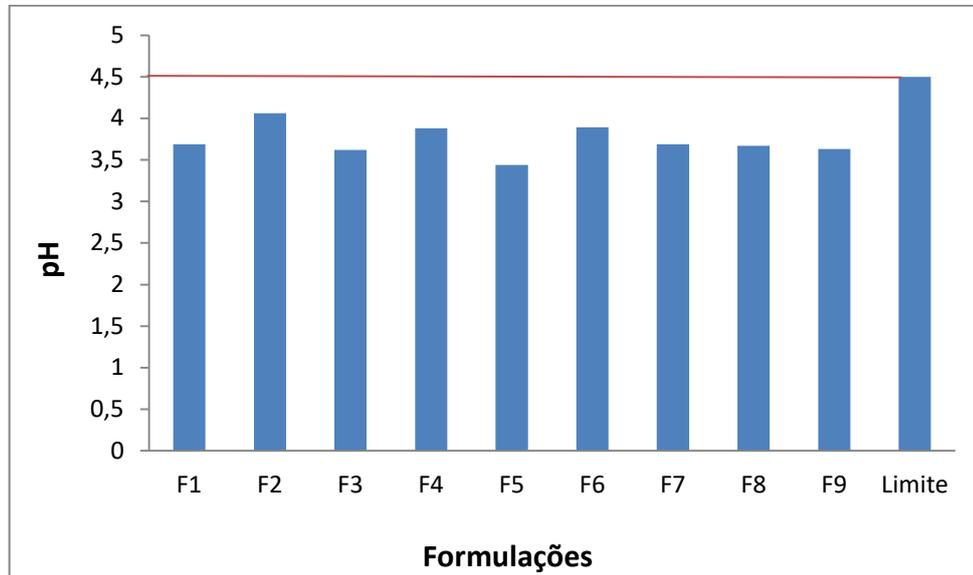
Formulações / Análises	pH	°Brix	Acidez total (g/100 mL)	<i>Ratio</i> (°Brix/Acidez)	AR (g de glicose/100g)	ANR (g de sacarose/100g)	AT (%)
F1	3,69 $\pm$ 0,10	5,0 $\pm$ 0,0	0,27 $\pm$ 0,0	18,83 $\pm$ 0,36	3,72 $\pm$ 0,01	2,02 $\pm$ 0,5	5,76 $\pm$ 0,04
F2	4,06 $\pm$ 0,09	7,30 $\pm$ 0,0	0,32 $\pm$ 0,0	23,0 $\pm$ 0,37	6,81 $\pm$ 0,11	1,81 $\pm$ 0,2	8,72 $\pm$ 0,04
F3	3,62 $\pm$ 0,03	8,1 $\pm$ 0,0	0,29 $\pm$ 0,01	28,10 $\pm$ 1,27	5,09 $\pm$ 0,75	2,15 $\pm$ 0,0	7,51 $\pm$ 0,58
F4	3,88 $\pm$ 0,09	10,3 $\pm$ 0,0	0,31 $\pm$ 0,0	33,67 $\pm$ 0,55	11,0 $\pm$ 0,18	2,54 $\pm$ 0,17	13,54 $\pm$ 0,07
F5	3,44 $\pm$ 0,02	6,1 $\pm$ 0,0	0,27 $\pm$ 0,0	22,98 $\pm$ 0,44	3,41 $\pm$ 0,09	2,39 $\pm$ 0,14	5,81 $\pm$ 0,14
F6	3,89 $\pm$ 0,15	9,2 $\pm$ 0,0	0,33 $\pm$ 0,01	28,0 $\pm$ 1,31	14,12 $\pm$ 1,42	3,09 $\pm$ 0,15	17,16 $\pm$ 1,04
F7	3,69 $\pm$ 0,07	5,6 $\pm$ 0,0	0,27 $\pm$ 0,01	33,22 $\pm$ 1,19	5,43 $\pm$ 0,31	2,05 $\pm$ 0,22	7,48 $\pm$ 0,07
F8	3,67 $\pm$ 0,04	10,0 $\pm$ 0,0	0,29 $\pm$ 0,01	35,02 $\pm$ 1,06	6,51 $\pm$ 0,39	1,43 $\pm$ 0,08	7,94 $\pm$ 0,37
F9	3,63 $\pm$ 0,05	8,0 $\pm$ 0,0	0,30 $\pm$ 0,01	26,67 $\pm$ 0,87	6,21 $\pm$ 0,56	2,37 $\pm$ 0,24	8,58 $\pm$ 0,26

Valores expressam médias  $\pm$  desvio padrão (n = 3). Fonte: Elaborada pela autora.

De acordo com os resultados obtidos, todas as formulações das bebidas isotônicas apresentaram pH inferior a 4,1 (Figura 14). A diminuição do pH nas bebidas está associada a adição de acidulantes, que são substâncias que impedem ou retardam as alterações dos

alimentos e bebidas, provocadas por microrganismos ou enzimas. O acidulante mais utilizado na fabricação de repositores hidroeletrolíticos é o ácido cítrico (VENTURINI, 2005).

**Figura 14.** Análise de pH das formulações da bebida isotônica de cajuína.



Fonte: Elaborada pela autora.

Os valores de pH encontrados neste estudo, estão de acordo com os resultados de pH obtidos nos estudos de Santos et al. (2013), em que foi desenvolvida a bebida isotônica orgânica de tangerina, e o pH variou de 3,1 a 3,3. No estudo de Mettler S. et al. (2006), em que analisaram o pH de 22 amostras de bebidas esportivas comercializadas na Suíça, verificaram que os valores de pH variaram de 3,0 a 4,4.

Com relação à acidez titulável, expressa em porcentagem de ácido cítrico por 100 mL de isotônico de cajuína, observou-se que os níveis de acidez entre as formulações variaram de 0,27 a 0,33 % (Tabela 11). Este valores corroboram outros estudos, como o de Cipriano (2011), que desenvolveu bebidas isotônicas com antocianinas de casca de jaboticaba, açaí e a mistura deles, e os valores obtidos para acidez titulável variaram de 0,14 a 0,30 % de ácido cítrico. Na pesquisa de Ferreira (2017), a acidez total titulável (ATT) da bebida isotônica do permeado da ultrafiltração do soro de leite adicionado de carotenóides em pó de pequi foi de 0,51 % m/v (expresso em ácido cítrico), superior aos valores das formulações de isotônico de cajuína.

A elevada acidez associada a um baixo pH são fatores importantes de conservação da bebida, considerados obstáculos atuantes na garantia da segurança microbiológica deste produto. Entretanto, para a formulação de bebidas, o que deve ser observado é que uma

elevada acidez pode causar rejeição no produto, caso a quantidade adicionada de acidulantes (ácido cítrico e ácido ascórbico) forem altas. Por isso, a importância de se avaliar a relação °Brix/Acidez (*Ratio*) das amostras, para verificar a aceitação sensorial do produto, pois se verifica ao paladar a sensação de uma bebida “diluída” ou “muito ácida”.

Os valores das médias e desvio-padrão dos sólidos solúveis totais (°Brix) das formulações de bebida isotônica de cajuína variaram de  $5,0 \pm 0,0$  a  $10,3 \pm 0,0$  °Brix (Tabela 11). O °Brix presente na bebida isotônica expressa a quantidade de sólidos solúveis totais presentes no produto, constituindo numa relação importante para a qualidade do produto final.

Analisando a relação °Brix/acidez (*Ratio*), a bebida formulada F8 foi a que apresentou maior valor, com  $35,02 \pm 1,06$  (Tabela 11), isto ocorreu devido ao elevado teor de sólidos solúveis totais (SST), associado à baixa acidez desta formulação, levando a uma relação SST/Acidez superior as demais bebidas.

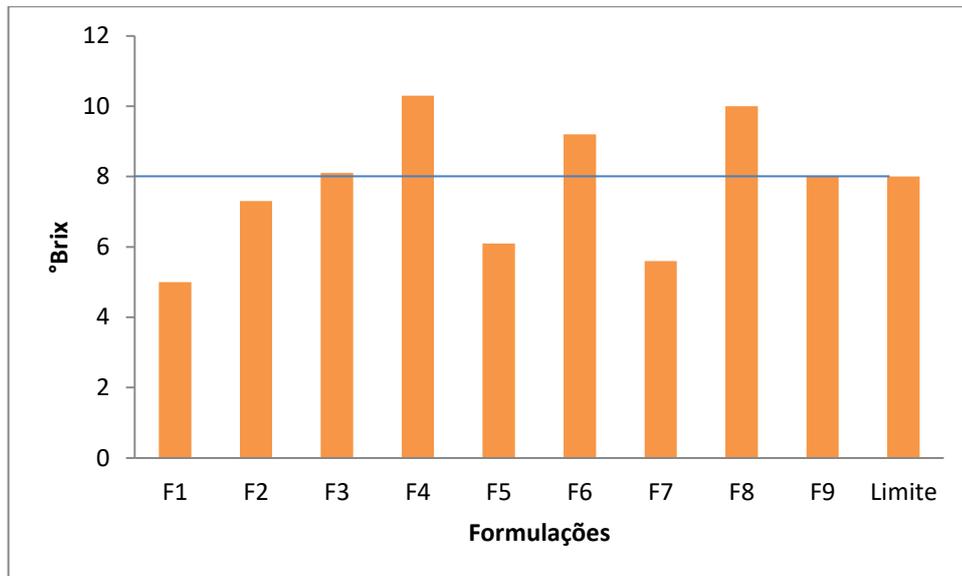
Donyinah (2012) desenvolveu uma bebida esportiva a partir da combinação de água de coco com três variedades de suco de abacaxi, selecionou o produto final que continha 6,8 de °Brix e 5,61 % de carboidratos.

A quantidade de açúcares totais (%) das formulações elaboradas de isotônico de cajuína variaram de  $5,76 \pm 0,04$  a  $17,16 \pm 1,04$  (Tabela 11). Tal diferença encontrada está relacionada às quantidades de ingredientes adicionadas na elaboração das formulações da bebida isotônica de cajuína. As quantidades de sacarose e cajuína variaram de 24 a 66 g e de 109 a 391 g, respectivamente, entre as formulações F1 a F9. A quantidade de açúcares totais da amostra de cajuína utilizada no estudo é de 11,3 % (Tabela 10).

Encontrar a quantidade certa de açúcar em bebidas esportivas é um desafio. De acordo com Taylor (2017), muito açúcar reduz a taxa em que a bebida se esvazia do estômago e entra na corrente sanguínea, mas pouco açúcar significa menos energia e uma bebida possivelmente desagradável, dado aos sais adicionados. Como resultado, uma bebida esportiva deve conter em média cerca de 3 a 7% de carboidratos. Os formuladores experimentam a mistura de vários tipos de açúcares, como glicose, frutose, sacarose e maltodextrinas, de modo a não sobrecarregar qualquer tipo de transportador no intestino.

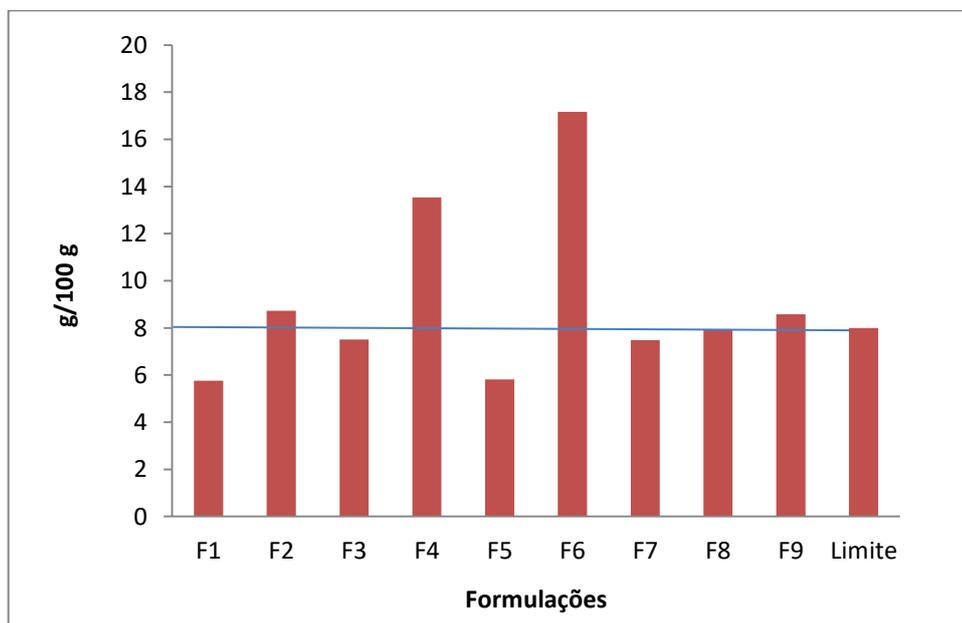
A partir das análises físico-químicas, as formulações que apresentaram °Brix e açúcares totais menores que 8,0 foram selecionadas (Figura 15 e 16). Com estes critérios, as formulações de bebida isotônica de cajuína F1, F5 e F7 foram incluídas para as análises posteriores.

**Figura 15.** Análise de °Brix das formulações de bebida isotônica de cajuína.



Fonte: Elaborada pela autora.

**Figura 16.** Análise de açúcares totais das formulações de bebida isotônica de cajuína.



Fonte: Elaborada pela autora.

Nas formulações F1, F5 e F7 da bebida isotônica de cajuína foram analisadas a osmolalidade, o conteúdo de cinzas e o teor de sódio e de potássio (Tabela 12).

**Tabela 12.** Valores médios ( $\pm$  desvio-padrão) das características físicas e químicas das formulações F1, F5 e F7 da bebida isotônica de cajuína.

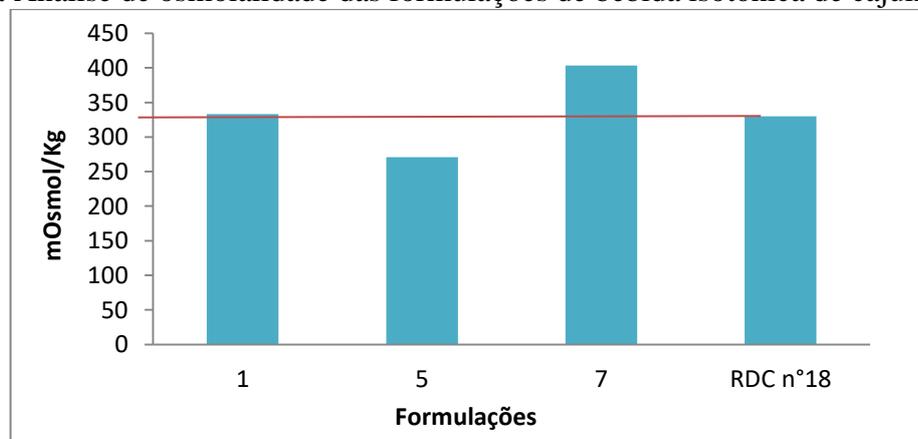
Formulações/ Análises	Osmolalidade ( <i>mOsmol/Kg</i> )	Cinzas ( <i>g/100 mL</i> )	Teor de Na ( <i>mg/L</i> )	Teor de K ( <i>mg/L</i> )
<b>1</b>	333,33 $\pm$ 0,19	0,21 $\pm$ 0,0	882,0 $\pm$ 0,37	857,0 $\pm$ 0,40
<b>5</b>	270,97 $\pm$ 0,05	0,21 $\pm$ 0,0	810,0 $\pm$ 0,87	447,0 $\pm$ 0,76
<b>7</b>	403,23 $\pm$ 0,27	0,18 $\pm$ 0,0	724,0 $\pm$ 0,56	523,0 $\pm$ 0,58

Valores expressam médias  $\pm$  desvio padrão (n = 3). Fonte: Elaborada pela autora.

Analisando os valores de osmolalidade da Tabela 12, observou-se que as formulações F1 e F7 encontram-se acima do valor estabelecido pela RDC N° 18, de 27 de abril de 2010, em que a osmolalidade do produto deve ser inferior a 330 mOsm/kg água. Assim, apenas a formulação F5 com osmolalidade de 270,97  $\pm$  0,05 está dentro dos parâmetros exigidos para suplementos hidroeletrólíticos (Figura 17).

As bebidas isotônicas devem apresentar o mesmo número de partículas osmoticamente ativas que o plasma, portanto, ter uma osmolalidade semelhante, ou seja, na faixa de 280 a 300 mOsmol/kg. Esta característica permite que a bebida seja rapidamente absorvida após o consumo (MATTA; WOLKOFF; MORETTI, 2009).

**Figura 17.** Análise de osmolalidade das formulações de bebida isotônica de cajuína.



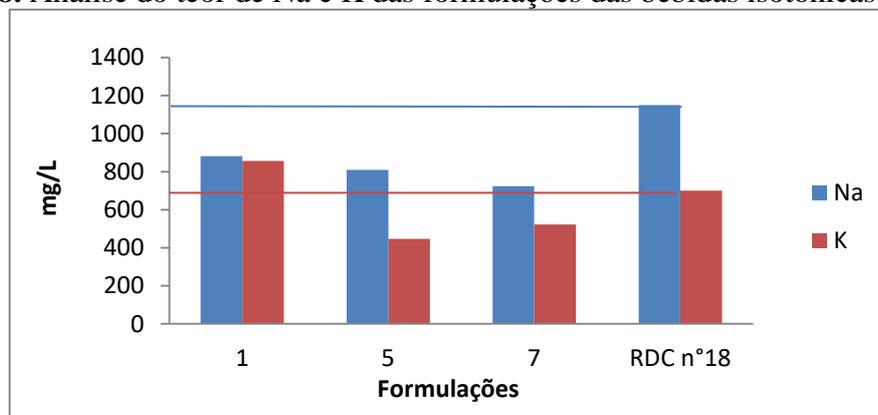
Fonte: Elaborada pela autora.

No estudo sobre os valores de osmolalidade das bebidas esportivas comercializadas na Suíça, Mettler S. et al. (2006) analisaram que os valores de osmolalidade variaram de 210 a 391 mmol/Kg. Os autores atribuíram o aumento da osmolalidade, ao aumento do teor total de carboidratos, mas também as proporções de monossacarídeos, dissacarídeos ou polissacarídeos contidos nas bebidas. Fontes et al. (2015) elaboraram uma bebida repositora eletrolítica a base de permeado da ultrafiltração de leite e obtiveram o valor de osmolalidade de  $311,6 \pm 0,7$  mmol/L. E Petrus e Faria (2005) estudando a estabilidade de uma bebida isotônica em garrafa plástica, formularam uma bebida com osmolalidade de 286,5 mmol/L, portanto, dentro da faixa do valor osmótico do plasma sanguíneo humano já mencionado.

O conteúdo de cinzas nas formulações das bebidas isotônicas de cajuína variou de 0,18 a 0,21 g/100 mL (Tabela 12), devido à diferença da quantidade de ingredientes adicionada nas formulações das bebidas. Segundo Cecchi (2003), a quantidade de cinzas de um alimento é o resíduo inorgânico que permanece após a queima da matéria orgânica, que é transformado em  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{NO}_2$ . Os principais minerais que constituem as cinzas são K, Na, Ca, Mg, Al, Fe, Cu, Mn, Zn, Ar, I e F.

Nas bebidas esportivas, os principais eletrólitos são o Na e o K, por isso, os mesmos foram quantificados nas formulações de bebida isotônica de cajuína. A quantidade de Na exigido pela RDC N° 18, de 27 de abril de 2010, é de 460 e 1150 mg/L, assim, observando a Figura 18, todas as amostras estão dentro do limite estabelecido pela legislação. O uso do sódio nas bebidas esportivas se justifica por melhorar a palatabilidade, auxiliar na reposição do conteúdo deste eletrólito perdido no suor, diminuição da produção de urina e facilitação da absorção dos carboidratos (MURRAY et al, 1997).

**Figura 18.** Análise do teor de Na e K das formulações das bebidas isotônicas de cajuína.



Fonte: Elaborada pela autora.

Segundo Taylor (2017), o sódio é o eletrólito mais comum em bebidas esportivas, ajudando o corpo a manter o fluido e mantendo a pressão osmótica nos vasos sanguíneos. A quantidade de sal liberada no suor durante uma determinada atividade varia de acordo com o indivíduo, daí alcançar a quantidade certa pode ser um ato de equilíbrio para os fabricantes, pois muito sal arrica-se a ficar com mau gosto e uma quantidade mínima de sal não irá substituir o que um atleta precisa. Por esta razão, as bebidas esportivas, geralmente, contêm cerca de 20 mM de sódio no máximo, que é a quantidade inferior ao que as pessoas comuns perdem no suor.

O outro eletrólito adicionado nas bebidas esportivas é o potássio, segundo a legislação brasileira para bebidas esportivas, a quantidade máxima estabelecida é de 700 mg/L. Na Tabela 12 observou-se que a quantidade de potássio nas formulações F5 e F7 foram de  $447,0 \pm 0,76$  e  $523,0 \pm 0,58$  mg/L, respectivamente, valores estes abaixo de 700 mg/L. Na formulação F1 o teor de potássio foi de  $857,0 \pm 0,40$ , valor acima do estabelecido pela legislação brasileira, sendo assim, esta formulação foi descartada da pesquisa (Figura 18).

A presença do potássio, em bebidas esportivas, pode auxiliar na hidratação. O potássio é importante durante a reidratação, por que é o principal cátion intracelular, ajudando potencialmente a restaurar, de forma seletiva, o volume do fluido intracelular (IDÁRRAGA e VARGA, 2014). Pequenas quantidades como 2 mmol/L podem aumentar a retenção de líquido no espaço intracelular e reduzir qualquer perda extra de potássio, em virtude da retenção de sódio pelos rins (LIMA et al., 2007).

Assim, nas condições de realização do planejamento experimental para elaboração da bebida isotônica de cajuína, das nove formulações estudadas e dos resultados obtidos pelas análises físico-químicas, a formulação F5 foi escolhida, pois atende aos requisitos exigidos pela RDC nº18/2010, da ANVISA.

## 5.4. Caracterização físico-química, sensorial, microbiológica e toxicológica da formulação da bebida isotônica de cajuína selecionada

### 5.4.1. Características físico-químicas

Os resultados das características físico-químicas da formulação da bebida isotônica de cajuína (F5) estão na Tabela 13.

**Tabela 13.** Características físico-químicas da formulação F5 da bebida isotônica de cajuína.

<b>Características físico-químicas</b>	<b>Média ± DP</b>
Valor energético (Kcal/100 mL)	23,2 ± 0,0
Carboidratos (g/100 mL)	5,2 ± 0,0
Glicose (g/100 mL)	0,587 ± 0,04
Frutose (g/100 mL)	0,579 ± 0,04
Sacarose (g/100 mL)	4,468 ± 0,50
Proteínas (g/100 mL)	0,6 ± 0,0
Gorduras totais (g/100 mL)	0,0 ± 0,0
Umidade (g/100 mL)	93,79 ± 0,1
Vitamina C (mg/100 mL)	48,72 ± 3,63
Teor de Na (mg/L)	810,0 ± 0,87
Teor de K (mg/L)	447,0 ± 0,76
Osmolalidade (mOsmol/L)	270,97 ± 0,05

Valores expressam médias ± desvio padrão (n = 3). Fonte: Elaborada pela autora.

A bebida esportiva formulada contém 23,2 ± 0,0 Kcal/100 mL, valores correspondentes a quantidade de proteína que foram de 0,6 ± 0,0 g/100 mL, de lipídios 0,0 ± 0,0 e de carboidratos 5,2 ± 0,0. Os valores dos açúcares da bebida isotônica de cajuína foram 4,468 g/100 mL de sacarose, 0,587 g/100 mL de glicose e 0,579 g/100 mL de frutose (Tabela 13).

A quantidade de carboidratos da bebida formulada está compatível com os ingredientes adicionados para adoçar a bebida, sacarose e cajuína. E com a exigência da

legislação para suplementos hidroeletrólíticos, que não permite quantidades superiores a 3 % (m/v) de frutose no produto pronto para consumo.

Devido à existência de carboidratos com características distintas, como palatabilidade, características físico-químicas, dulçor, digestão, entre outras, a escolha do tipo para cada situação pode ser importante na otimização dos resultados do produto. Nem todos os carboidratos são utilizados e/ou encontrados no mercado de suplementos esportivos, pois alguns se limitam a estudos e outros não apresentam sua eficiência comprovada, não sendo, portanto, utilizados. Os suplementos de carboidratos à base de maltodextrina, glicose, frutose e sacarose são os mais comercializados atualmente, ou em sua forma isolada ou em conjunto para maior otimização (FONTAM e AMADIO, 2015)

Segundo Shi et al. (1995) e Murray et al. (1989), as bebidas esportivas contém, via de regra, mais de um tipo de carboidrato e geralmente apresentam combinações de sacarose, glicose, frutose e maltodextrina. Estas combinações são aceitáveis quer do ponto de vista sensorial, quer do ponto de vista fisiológico. As bebidas que contém apenas frutose não são indicadas devido ao fato da frutose ser absorvida mais lentamente a nível intestinal e é convertida em glicose no fígado antes de ser metabolizada pelos músculos, tornando, portanto, a frutose pouco efetiva como fonte de energia para o desempenho atlético.

Fontam e Amadio (2015) afirmaram através de revisão sistemática que o aumento da *performance* do atleta, ocorre quando a ingestão de carboidrato é anterior ao exercício, e deve ser realizada sob a ingestão concomitante dos carboidratos glicose + frutose ou sacarose + frutose.

O teor de vitamina C da bebida isotônica de cajuína formulada foi de  $48,72 \pm 3,63$  mg/100 mL (Tabela 13). A quantidade elevada de vitamina C na bebida formulada deve-se ao ingrediente adicionado que é a cajuína e a adição de ácido ascórbico, com a função de agente regulador. No Brasil, de acordo com a legislação pertinente, a ingestão diária recomendada (IDR) é de 60 mg para adultos (BRASIL, 1998), assim o consumo de uma garrafa de 200 mL da bebida isotônica de cajuína supriria as necessidades diárias de um atleta. De Marchi et al. (2003), avaliaram a estabilidade de um isotônico natural de maracujá, e apresentaram conteúdo de vitamina C de  $1,43 \pm 0,03$  mg/100 mL para a bebida fresca e de  $0,29 \pm 0,0$  mg/100 mL para a bebida pasteurizada. De Castro et al. (2006) analisaram 14 diferentes marcas de repositores hidrolíticos e encontraram que a quantidade de vitamina C estava até 10 vezes maior que o teor declarado no rótulo. Os valores tão elevados podem ser devido à sobredosagem, para compensar perdas durante o processamento e para garantir os níveis recomendado até o prazo de validade do produto.

Atendendo aos requisitos de uma bebida hidroeletrólítica para atletas, observou-se que a bebida formulada de isotônico de cajuína atendeu as quantidades de eletrólitos de sódio ( $810,0 \pm 0,87$  mg/L) e de potássio ( $447,0 \pm 0,76$  mg/L). E que a osmolalidade do produto pronto para consumo foi de  $270,97 \pm 0,05$ , inferior a 330 mOsm/kg água, que é o valor estabelecido pela legislação (Tabela 13).

#### 5.4.2. Análise microbiológica

Na Tabela 14 estão os resultados das análises microbiológicas realizadas na bebida isotônica de cajuína, no tempo zero de estocagem, ou seja, logo após o seu processamento.

**Tabela 14.** Análises microbiológicas da bebida isotônica de cajuína.

<b>Análises realizadas</b>	<b>Resultados</b>	<b>Padrão (UFC/g)</b>
Coliformes totais – 35°C	Ausência	Ausência
Coliformes Termotolerantes (fecal) – 45 °C	Ausência	10
Bolores e leveduras	< 1	-
<i>Salmonella</i> sp.	Ausência	Ausência

Fonte: Elaborada pela autora.

Os resultados microbiológicos evidenciam que os padrões de higiene adotados no processo de fabricação da bebida atenderam às especificações microbiológicas da RDC nº12/2001.

Não existe portaria que estabelece padrões microbiológicos para bebidas isotônicas. Os resultados encontrados estavam conforme a Resolução RDC nº 12/2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que aprovou o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos (BRASIL, 2001). Nesta resolução estabelece padrões microbiológicos para sucos de frutas, água e similares, em que comparamos nossos resultados com estas especificações.

#### 5.4.3. Análise de toxicidade

Para avaliação da toxicidade aguda da bebida isotônica de cajuína foi utilizado o bioindicador, microcústaceo *Artemia salina*. Além da bebida pronta, foi feito o teste de toxicidade com a cajuína, que é o ingrediente indispensável na formulação da bebida esportiva em estudo. Esta técnica de avaliação da toxicidade é interessante, pois tem baixo

custo e rapidez, dispensando o uso de técnicas assépticas, funcionando apenas como incentivo para a toxicidade. Outros estudos devem ser realizados.

Para a classificação do nível de toxicidade, foi utilizado o critério proposto por Nguta et al. (2011). Os autores consideraram toxicidade forte para compostos com valores de  $CL_{50}$  de até 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , toxicidade moderada para  $CL_{50}$  entre 100 e 500  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , toxicidade baixa para  $CL_{50}$  entre 500  $\mu\text{g}/\text{mL}$  e 1000  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , e não tóxico para valores acima de 1000  $\mu\text{g}/\text{mL}$ .

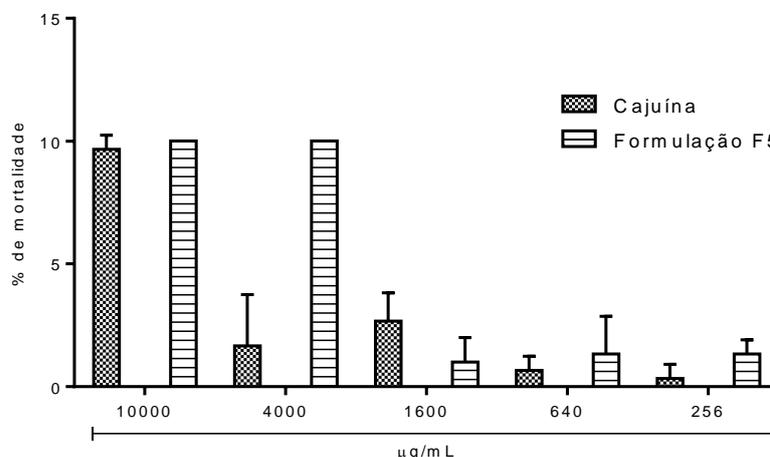
No bioensaio com *A. salina*, para averiguar provável toxicidade preliminar, a bebida isotônica de cajuína (F5) apresentou  $CL_{50}$  (concentração letal média) de 2022,0  $\mu\text{g mL}^{-1}$ , e a cajuína com  $CL_{50}$  de 5459,0 (Tabela 15). Segundo os critérios estabelecidos por Nguta et al. (2011), indicam que as bebidas são classificadas como “não tóxicas”. A Figura 19 demonstra a relação da taxa de mortalidade do microcústáceo *A. salina* pela concentração de bebida isotônica e de cajuína.

**Tabela 15.** Concentração letal ( $CL_{50}$ ) em ensaio de toxicidade aguda utilizando como bioindicador o microcústáceo *A. salina* avaliada após de 24h de exposição.

Amostras	Concentração Letal Média ( $CL_{50}$ ) $\mu\text{g}/\text{mL}$	Classificação
F5	2022,0	NT
Cajuína	5459,0	NT

F5 – formulação 5;  $CL_{50}$  – concentração letal média; NT – Não tóxico. Fonte: Elaborada pela autora.

**Figura 19.** Relação taxa de mortalidade (%) de *A. salina* por concentração ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) da bebida isotônica de cajuína (F5) e da cajuína.



Fonte: Elaborada pela autora.

#### 5.4.4. Análise sensorial de aceitação

Os assessores sensoriais que participaram do teste de aceitação da bebida isotônica de cajuína totalizaram 101 provadores: 65 do gênero masculino (64,36 %) e 36 do feminino (35,64 %), com idade média de  $23,74 \pm 6,66$  anos.

Na Tabela 16 estão apresentadas as médias e os desvios-padrão de aceitação do consumidor para a bebida isotônica de cajuína. Pode-se observar que, quanto ao atributo sabor, cor e aroma, a bebida obteve média de  $7,74 \pm 1,23$ ,  $7,01 \pm 1,87$  e de  $7,79 \pm 1,31$ , respectivamente. As médias obtidas destes atributos correspondem à “gostei regularmente” na escala hedônica.

A partir da impressão global, foi julgada a intenção de compra da bebida esportiva, que obteve a nota média de  $4,12 \pm 0,79$ , que corresponde na escala hedônica a “possivelmente compraria”, caso o produto estivesse a venda no supermercado (Tabela 16).

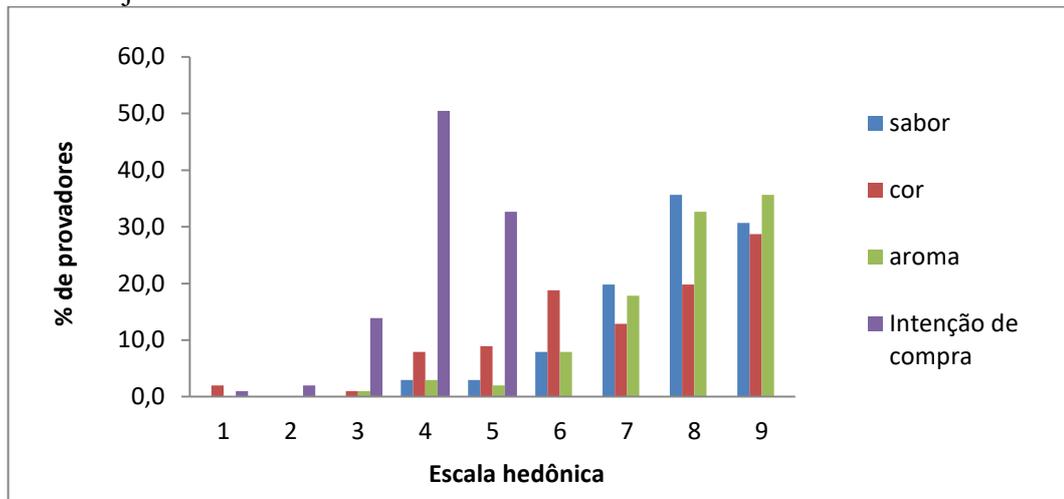
**Tabela 16.** Aceitação do consumidor para a bebida isotônica de cajuína.

Parâmetros avaliados	Notas	Nota (Mín.-Máx.)
Sabor	$7,74 \pm 1,23$	1-9
Cor	$7,01 \pm 1,87$	1-9
Aroma	$7,79 \pm 1,31$	1-9
Intenção de compra	$4,12 \pm 0,79$	1-5

Valores expressam médias  $\pm$  desvio padrão (n = 101). Fonte: Elaborada pela autora.

A Figura 20 representa a frequência de notas da escala hedônica atribuídas ao sabor, cor e aroma (notas de 1-9) e para intenção de compra (notas de 1-5) para a formulação em estudo. Dentre os 101 provadores que participaram do teste de aceitabilidade, 35,6 % atribuíram a nota 9 para o aroma, 35,6% atribuíram a nota 8 para o sabor e 28,7% a nota 9 para cor. E a nota 4 foi a mais frequente para a intenção de compra, com 50,4 %.

**Figura 20.** Frequência de notas da escala hedônica atribuída a análise sensorial da bebida isotônica de cajuína.



Fonte: Elaborada pela autora.

Elaborando uma bebida isotônica orgânica de tangerina, Santos et al. (2013), demonstraram através de análise sensorial que a formulação com 15 % de suco de tangerina *in natura* angariou uma boa aceitação, e que o atributo aroma obteve a maior média (7,47 = gostei moderadamente).

Asante-Donyinah (2010) desenvolveu uma bebida a partir de água de coco e suco de abacaxi, de três variedades diferentes da fruta. A partir da análise sensorial não houve diferença significativa entre as formulações que continha um alto valor energético, ou seja, elevado °Brix e uma quantidade significativa de carboidratos. E a amostra que teve a maior média (4,93) em relação ao atributo sabor, foi devido ao elevado °Brix (8,53) da bebida formulada.

Na pesquisa de Cipriano (2011), em que elaboraram bebidas isotônicas utilizando os extratos de antocianina obtidos da casca de jabuticaba e de polpa de açaí, a aceitabilidade das bebidas isotônicas adicionadas de extratos de casca de jabuticaba e açaí não foi significativamente afetada pela adição de corantes naturais. O atributo cor obteve valores de 6,61, 6,86 e 7,13, para as bebidas adicionadas de extrato de açaí, casca de jabuticaba e a comercial, respectivamente, correspondendo aos termos hedônicos “gostei ligeiramente” a “gostei muito”. Quanto à impressão global, os valores hedônicos foram de 6,65 (bebidas comercial), 6,79 (bebida adicionadas de extrato de açaí) e 6,93 (bebida de casca de jabuticaba), correspondendo aos termos hedônicos “gostei ligeiramente” a “gostei moderadamente”.

Ao desenvolver um novo produto, um dos pontos fundamentais é avaliar sua aceitabilidade, a fim de prever seu comportamento frente ao mercado consumidor (MOSCATTO et al., 2004). Com base nas notas para a aceitabilidade, os índices de aceitabilidade (IA) da bebida isotônica de cajuína foram de 86,03, 77,89, 86,58 e 82,38 para o sabor, cor, aroma e para a intenção de compra, respectivamente (Tabela 17).

**Tabela 17.** Índice de aceitabilidade (IA) para a bebida isotônica de cajuína.

<b>Parâmetros avaliados</b>	<b>Índice de aceitabilidade (%)</b>
Sabor	86,03
Cor	77,89
Aroma	86,58
Intenção de compra	82,38

Fonte: Elaborada pela autora.

Segundo Teixeira et al. (1987), valores de índice de aceitabilidade acima de 70, refletem positivamente na aceitação sensorial do produto por parte do consumidores. Assim, de acordo com os dados obtidos, todos os parâmetros avaliados apresentaram resultados satisfatórios quanto a aceitabilidade do produto.

Outros estudos que desenvolveram bebida isotônica também avaliaram o IA. Ferreira (2017) formulou uma bebida isotônica tendo como base o permeado da ultrafiltração do soro de leite com adição de carotenoides em pó de pequi, com aroma de abacaxi e maracujá. E segundo os resultados obtidos para o índice de aceitabilidade, somente o atributo cor para as duas bebidas formuladas apresentaram resultados satisfatórios, com 72,49 % para a formulação com aroma de abacaxi e de 70,58 % para a formulação com aroma de maracujá.

No trabalho de Valente (2015), foi elaborada uma bebida isotônica a partir do permeado da ultrafiltração do leite com adição do corante natural de antocianina extraído da casca da jabuticaba, com aroma de goiaba e de frutas vermelhas. Foi verificado que nas duas formulações avaliadas, apresentaram índice de aceitabilidade superior a 70 %, para todos os atributos avaliados (cor, sabor, aroma e impressão global).

### 5.5. Estudo da estabilidade da bebida isotônica de cajuína

O estudo de estabilidade foi realizado para verificar a previsão da vida de prateleira (*shelf life*) da bebida isotônica de cajuína. A vida de prateleira, ou popularmente prazo de validade, que é o período temporal no qual o alimento se mantém seguro para o consumidor, mantendo as características sensoriais, físicas, químicas e funcionais desejadas, e cumpre com as características nutricionais evidenciadas na rotulagem, sob as condições de armazenagem recomendadas. Ou seja, o alimento enquanto válido tem que de cumprir duas condições essenciais – segurança e qualidade (GIMÉNES et al., 2012).

A bebida isotônica de cajuína selecionada (Formulação 5) para o teste de estabilidade está representada na Figura 21.

**Figura 21.** Garrafas de bebida isotônica de cajuína (Formulação 5).



Fonte: Elaborado pela autora.

### 5.5.1. Avaliação da estabilidade físico-química

As determinações dos parâmetros físico-químicos (pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, *ratio* e teor de vitamina C) da bebida isotônica de cajuína armazenada em diferentes condições de estocagem estão apresentados na Tabela 18.

**Tabela 18.** Médias e desvios-padrão dos parâmetros físico-químicos das bebidas isotônicas de cajuína armazenada em temperatura ambiente (TA) e sob refrigeração (TR) durante os períodos de 0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias de estocagem.

Análises/ Período (dias)	pH		Acidez total titulável (g/100mL)		Sólidos Solúveis Totais (°Brix)		Ratio (°Brix/ Acidez)		Teor de vitamina C (mg/100 mL)	
	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR
<b>0</b>	3,58± 0,03 <sup>aA</sup>	3,66± 0,07 <sup>aA</sup>	0,19± 0,0 <sup>aA</sup>	0,18± 0,01 <sup>aA</sup>	6,1± 0,0 <sup>aA</sup>	6,1± 0,0 <sup>aA</sup>	32,85± 0,60 <sup>aA</sup>	33,96± 1,32 <sup>aA</sup>	42,33± 4,58 <sup>aA</sup>	46,97± 1,39 <sup>aA</sup>
<b>30</b>	3,46± 0,01 <sup>bA</sup>	3,39± 0,09 <sup>bA</sup>	0,18± 0,0 <sup>aA</sup>	0,18± 0,01 <sup>aA</sup>	6,1± 0,0 <sup>aA</sup>	6,1± 0,0 <sup>aA</sup>	33,93± 0,64 <sup>aA</sup>	34,70± 0,68 <sup>aA</sup>	29,10± 4,58 <sup>bA</sup>	35,47± 2,12 <sup>abA</sup>
<b>60</b>	3,27± 0,03 <sup>cA</sup>	3,22± 0,02 <sup>cA</sup>	0,18± 0,0 <sup>aA</sup>	0,18± 0,01 <sup>aA</sup>	6,1± 0,0 <sup>aA</sup>	6,1± 0,0 <sup>aA</sup>	33,56± 0,66 <sup>aA</sup>	33,18± 0,0 <sup>aA</sup>	21,16± 4,58 <sup>bA</sup>	23,81± 7,94 <sup>bcA</sup>
<b>90</b>	3,22± 0,01 <sup>cA</sup>	3,12± 0,01 <sup>cdA</sup>	0,18± 0,03 <sup>aA</sup>	0,18± 0,0 <sup>aA</sup>	6,1± 0,0 <sup>aA</sup>	6,1± 0,0 <sup>aA</sup>	34,13± 0,67 <sup>aA</sup>	34,13± 0,67 <sup>aA</sup>	20,25± 2,69 <sup>bA</sup>	21,81± 2,7 <sup>cA</sup>
<b>120</b>	3,09± 0,03 <sup>dA</sup>	3,04± 0,01 <sup>dA</sup>	0,18± 0,0 <sup>aA</sup>	0,18± 0,0 <sup>aA</sup>	6,1± 0,0 <sup>aA</sup>	6,1± 0,0 <sup>aA</sup>	34,30± 0,0 <sup>aA</sup>	34,13± 0,67 <sup>aA</sup>	18,75± 6,25 <sup>bcA</sup>	20,83± 3,61 <sup>cA</sup>
<b>150</b>	2,9± 0,02 <sup>eA</sup>	2,88± 0,05 <sup>eA</sup>	0,18± 0,0 <sup>aA</sup>	0,18± 0,0 <sup>aA</sup>	6,1± 0,0 <sup>aA</sup>	6,1± 0,0 <sup>aA</sup>	34,33± 1,14 <sup>aA</sup>	34,7± 0,68 <sup>aA</sup>	7,07± 1,75 <sup>cA</sup>	11,62± 1,75 <sup>cA</sup>

Valores expressam médias ± desvio padrão (n = 3). Valores seguidos pela mesma letra minúscula entre colunas e maiúscula entre linhas não diferem significativamente entre si (p < 0,05), pelo teste de Tuckey. Fonte: Elaborada pela autora.

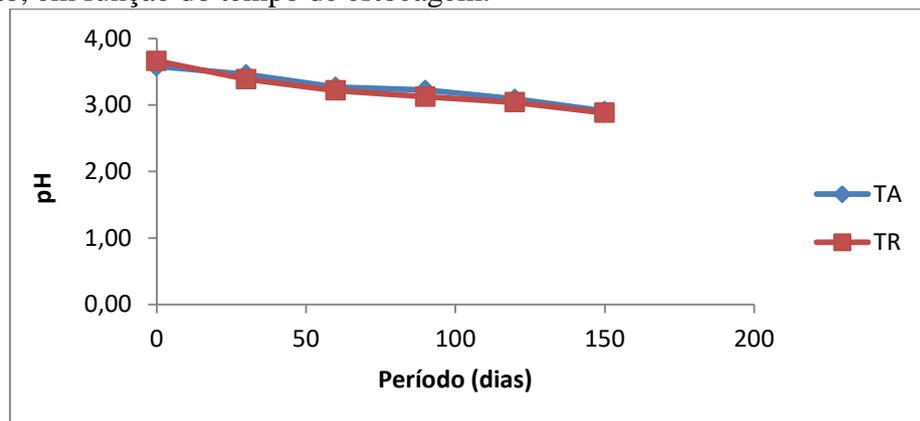
Analisando os valores de pH das bebidas isotônicas de cajuína armazenada em temperatura ambiente (TA) e sob refrigeração (TR), durante o período de 150 dias, houve diferença significativa para cada uma das amostras (p < 0,05). Na amostra TA os valores do pH variaram de 3,58 ± 0,03 a 2,9 ± 0,02, e o pH da amostra TR variou de 3,66 ± 0,07 a 2,88 ± 0,05. Os decréscimos dos valores de pH das amostras podem ser visualizados na Figura 22.

E quando comparamos os valores de pH entre amostras, no mesmo período, constatou-se que não houve diferença significativa entre si (p < 0,05), pelo teste de Tuckey (Tabela 18).

A determinação do pH é um parâmetro de qualidade. De acordo com Dionísio et al., (2018), os alimentos são classificados: baixa acidez (pH > 4,5), ácidos (pH de 4,0 a 4,5) e muito ácidos (pH < 4,0). Esta classificação se baseia no pH mínimo para a multiplicação e produção de toxina do *Clostridium botulinum* (pH = 4,5), e no pH mínimo para a

multiplicação da grande maioria das bactérias (pH = 4,0). Dessa forma, a bebida isotônica elaborada foi considerada como “muito ácida”, o que favoreceu sua estabilidade microbiológica e, conseqüentemente, a sua segurança de consumo.

**Figura 22.** Variação do pH das bebidas isotônicas, sob diferentes condições de armazenamento, em função do tempo de estocagem.



Legenda: TA – temperatura ambiente, TR – temperatura refrigeração.

Fonte: Elaborada pela autora.

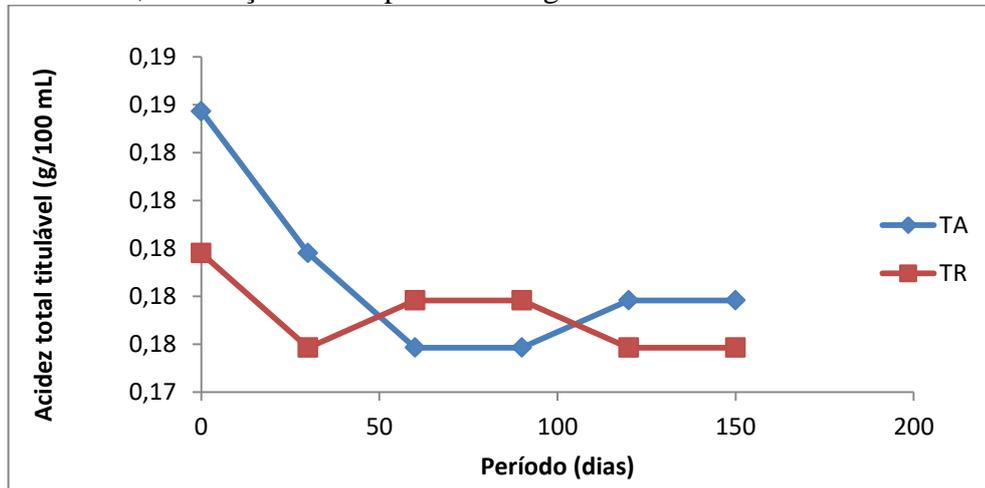
Pela análise de variância, verificou-se que a acidez total titulável (ATT) das amostras de bebida isotônica de cajuína não apresentaram diferença estatística significativa a 5% de probabilidade. Na Tabela 18 observou-se que os valores de acidez total titulável na amostra armazenada em temperatura ambiente (TA) variaram de 0,19 a 0,18 g/100 mL, e quando acondicionada sob refrigeração (TR), a acidez da bebida permaneceu em 0,18 g/100 g, durante o período do estudo.

A preservação dos valores de pH (Figura 22) e a acidez total titulável (Figura 23) indicaram que os ácidos orgânicos presentes na bebida esportiva não sofreram oxidações ao longo do armazenamento (LIMA et al., 2008).

Durante os 150 dias de estoque, as bebidas apresentaram valores de sólidos solúveis de 6,1 °Brix (Figura 24), não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ), pelo teste de *Tuckey*. (Tabela 18). A preservação dos valores dos sólidos solúveis totais durante o período de armazenamento também foi constatada por De Marchi et al. (2003), em que estudaram a vida de prateleira de um isotônico natural de maracujá acondicionado em embalagens cartonadas, estocadas em temperatura ambiente e sob refrigeração (8,2 °Brix). E no estudo de Petrus & Faria (2005), no qual o teor de sólidos solúveis totais dos 3 lotes da bebida isotônica,

acondicionadas em garrafa plástica e temperatura de 25 °C, permaneceram constante durante o período de estocagem de 26 semanas.

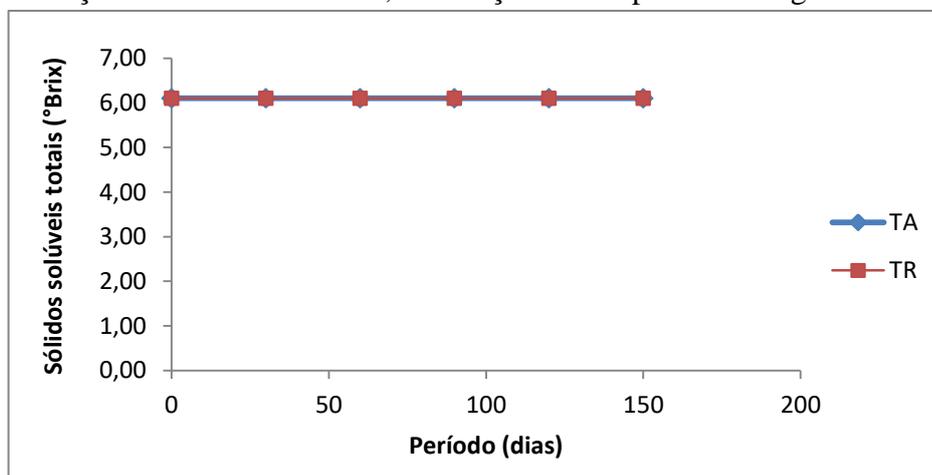
**Figura 23.** Variação da acidez total titulável das bebidas isotônicas, sob diferentes condições de armazenamento, em função do tempo de estocagem.



Legenda: TA – temperatura ambiente, TR – temperatura refrigeração.

Fonte: Elaborada pela autora.

**Figura 24.** Estabilidade do teor de sólidos solúveis totais (°Brix) das bebidas isotônicas, sob diferentes condições de armazenamento, em função do tempo de estocagem.



Legenda: TA – temperatura ambiente, TR – temperatura refrigeração.

Fonte: Elaborada pela autora.

Pesquisas como a de Bovi et al. (2017), que produziram uma bebida isotônica com nanoemulsões de óleo de buriti, observaram que após 38 dias de estocagem houve alterações nas médias das análises físico-química. Os valores de pH diminuíram de  $2,92 \pm 0,01$  para  $2,72 \pm 0,05$ , apresentando diferença significativa ( $p < 0,05$ ), pelo teste de *Tuckey*. E as médias dos

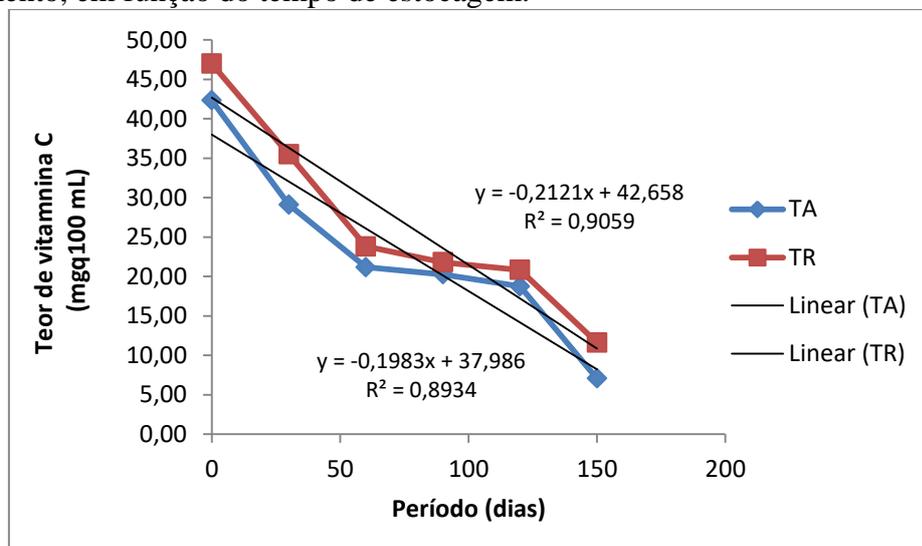
valores de °Brix ( $4,9 \pm 0,06$  a  $5,13 \pm 0,12$ ) e de acidez total titulável ( $0,173 \pm 0,001$  a  $0,177 \pm 0,004$ ) não houve diferença significativa, durante o tempo de estudo.

O *ratio* mensurado para as bebidas esportivas de cajuína não diferiu estatisticamente ( $p < 0,05$ ) em relação às diferentes temperaturas de estocagem e no decorrer dos 150 dias do estudo. Os valores encontrados variaram de  $32,85 \pm 0,60$  a  $34,70 \pm 0,68$ . (Tabela 18). A curta variação entre os valores da acidez total das bebidas isotônicas contribuiu para diminuir o coeficiente de variação do *ratio*. Apesar disso, as bebidas mantiveram o grau de doçura desejável, o que foi verificado na avaliação sensorial dos produtos.

Os valores obtidos para o teor de vitamina C apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ), para as duas amostras de bebidas (TA e TR). Porém, comparando as médias de vitamina C entre as amostras armazenadas em temperaturas diferentes, não houve diferença significativa, durante os 150 dias de estocagem (Tabela 18).

A bebida isotônica de cajuína estocada em temperatura ambiente (TA) apresentou uma redução de vitamina C de 83,3 %, em relação à quantidade inicial que foi de 42,33 mg/100 mL. Na Figura 25, observou-se que o decréscimo da vitamina C apresentou um comportamento linear com o passar dos meses. Segundo Özkan et al., (2004), a depleção do ácido ascórbico pode ter fatores como a temperatura de armazenamento ( $28 \pm 2$  °C), a exposição da bebida à luz (garrafas PET e transparente), as reações de oxidação devido ao oxigênio presente no interior da embalagem, bem como ao oxigênio dissolvido na bebida, e a possível ocorrência de reações entre o ácido ascórbico (reação de *Maillard*, por exemplo).

**Figura 25.** Variação do teor de vitamina C das bebidas isotônicas, sob diferentes condições de armazenamento, em função do tempo de estocagem.



Legenda: TA – temperatura ambiente, TR – temperatura refrigeração.

Fonte: Elaborada pela autora.

Segundo Faria (1990), caso a degradação da vitamina C fosse parâmetro para medir o a vida de prateleira de um produto, o prazo de validade do alimento poderia ser determinado quando o teor de vitamina C atingisse 50 % de redução em relação ao valor inicial. Desta forma, analisando os resultados da Tabela 18, a vida de prateleira da bebida isotônica de cajuína seria estipulada em até 60 dias. Entretanto, como uma bebida isotônica não tem, primariamente, a função de atuar como fonte de vitamina C, e sim como repositor hidroeletrólítico, esta perda não consistiria em fator crítico ou limitante da vida de prateleira do produto.

Os resultados do nosso estudo corroboram outros trabalhos, como o de Castro et al. (2006), que avaliaram o teor e a estabilidade da vitamina C de bebidas isotônicas disponíveis comercialmente, totalizando 14 amostras de 3 fabricantes diferentes. Para todos os fabricantes, independente do tipo de embalagem ou vida de prateleira, o valor encontrado foi superior ao declarado, que pode ser devido à sobredosagem, para compensar perdas durante o processamento. E que verificou uma perda de vitamina C, ao final do prazo de validade de seis meses, na ordem de 5,0 e 30 % nas duas marcas avaliadas, respectivamente.

### 5.5.2. Avaliação da estabilidade microbiológica

Os resultados do estudo de estabilidade microbiológica da bebida isotônica de cajuína, armazenados em temperatura ambiente (TA) e sob temperatura de refrigeração (TR), nos períodos de 0,30, 60, 90, 120 e 150 dias estão na Tabela 19.

**Tabela 19.** Análises microbiológicas das bebidas isotônicas de cajuína armazenado em temperatura ambiente (TA) e sob refrigeração (TR) durante os períodos de 0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias de estocagem.

Período	0 dia (UFC/g)		30 dias (UFC/g)		60 dias (UFC/g)		90 dias (UFC/g)		120 dias (UFC/g)		150 dias (UFC/g)		Padrões (UFC/g)
	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	
Coliformes totais – 35°C	Ausência		Ausência		Ausência		Ausência		Ausência		Ausência		Ausência
Coliformes Termotolerantes ( <i>E. coli</i> ) – 45 °C	Ausência		Ausência		Ausência		Ausência		Ausência		Ausência		10
Bolores e leveduras	Ausência		Ausência		Ausência		1	Ausência	1	1	Ausência		-
<i>Salmonella</i> sp.	Ausência		Ausência		Ausência		Ausência		Ausência		Ausência		Ausência

Fonte: Elaborada pela autora.

Para as bebidas isotônicas de cajuína armazenadas em diferentes temperaturas, os resultados mostraram ausência de Coliformes totais, *E coli.* e de *Salmonella sp.*, durante os 150 dias de estudo.

A contagem de bolores e leveduras, na maioria dos lotes/períodos da pesquisa, foi ausente. Porém, a amostra da bebida isotônica TA, do período de 90 dias, e as amostras de isotônico TA e TR, do período de 120 dias, contou 1 UFC/g de bolores e leveduras (Tabela 19).

A legislação vigente, RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001, não estabelece um padrão para quantidade de microrganismo permitida nas bebidas isotônicas. Ao compararmos a bebida isotônica de cajuína com bebidas como sucos, refrescos, refrigerantes e outras bebidas não alcoólicas, excluindo os de base láctea e de chocolate (cacau e similares), em que não foram estabelecidos valores para bolores e leveduras, os resultados das bebidas formuladas neste trabalho podem ser considerados adequados do ponto de vista microbiológico.

A baixa contagem microbiana das bebidas deste estudo pode ser atribuída à eficácia do processo de assepsia das embalagens, e das boas práticas de manipulação durante o processamento da bebida isotônica de cajuína. Além do controle do desenvolvimento microbiano nas bebidas através: do uso de temperaturas elevadas (pasteurização); do emprego de agentes químicos, como o benzoato de potássio e fosfato de potássio, que atua como inibidor de bolores e leveduras e contra algumas bactérias; e do uso de ácidos orgânicos, como o ácido cítrico, que diminuiu o pH do alimento, inibindo o crescimento de alguns microrganismos.

Neste trabalho, as avaliações microbiológicas determinam que o tempo de vida útil das bebidas isotônicas de cajuína, é capaz de ser superior a 150 dias. Pois foram mantidas as características iniciais durante o período de estocagem, tanto da bebida armazenada em temperatura ambiente como sob refrigeração.

Petrus & Faria (2005) elaboraram uma bebida isotônica em garrafa plástica microbiologicamente estável, prescindindo de refrigeração. Em que compararam 3 lotes: lote 1 – 10,0 mg/L de sorbato; lote 2 – 50 mg/L de sorbato e o lote 3 – controle (sem conservante). E observaram através de análises microbiológicas (contagens de microrganismos aeróbios mesófilos e de bolores e leveduras), que a bebida isotônica pasteurizada e acondicionada em garrafas plásticas evidenciou a estabilidade dos três lotes produzidos, indicando a possibilidade de eliminação do conservador químico da composição do produto.

De Marchi et al. (2003) estudaram a vida de prateleira de um isotônico natural de maracujá acondicionado em embalagens cartonadas, estocadas em temperatura ambiente e sob

refrigeração. E analisaram que não houve variação para a contagem de bolores e leveduras e para as contagens de microrganismos aeróbios mesófilos totais, para os dois tipos de bebida. Observaram que a contagem de microrganismo foi baixa e que as bebidas praticamente não sofreram alterações durante todo o período de estocagem.

### 5.5.3. Avaliação da estabilidade sensorial

As análises sensoriais das bebidas isotônicas de cajuína estocada em temperatura ambiente (TA) e temperatura de refrigeração (TR) foram realizadas nos períodos de 30, 90 e 150 dias de armazenamento.

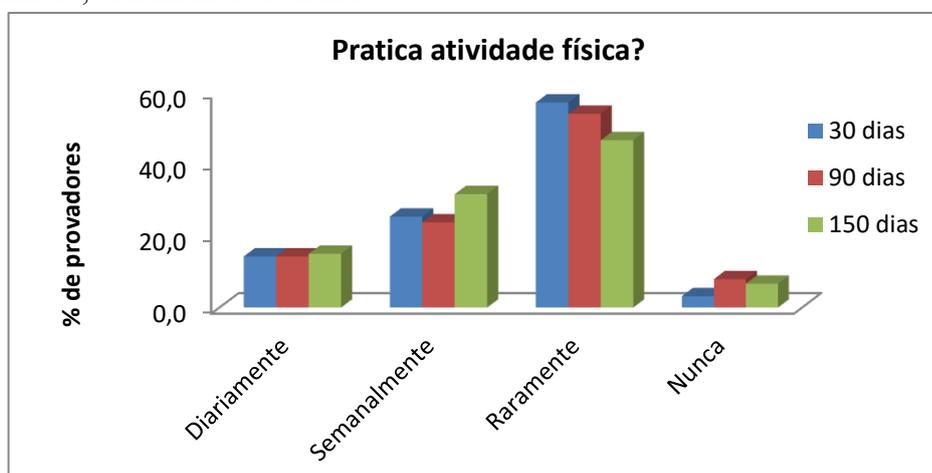
Para cada período foram realizados testes de aceitabilidade com 60 provadores não treinados (assessores sensoriais), que demonstraram interesse e disponibilidade em julgar. Sendo que a maioria dos participantes era composta pelo sexo feminino: 59 %, 69% e 62 %, nos períodos de 30, 90 e 150 dias. A média de idade dos provadores foi de  $25,2 \pm 10,78$  anos,  $23,5 \pm 10,33$  anos e  $26,7 \pm 12,10$  anos para os períodos de 30, 90 e 150 dias, respectivamente.

Os provadores da análise sensorial foram questionados com as seguintes perguntas: “Pratica atividade física?”; “Consome cajuína?” e se “Consome bebida isotônica?”.

Na Figura 26 observa-se que a maioria dos provadores que participaram do teste de aceitabilidade sensorial (57,1 %; 54 %; 46,7%), para os períodos de 30, 90 e 150 dias, respectivamente, responderam que “raramente praticam atividade física”.

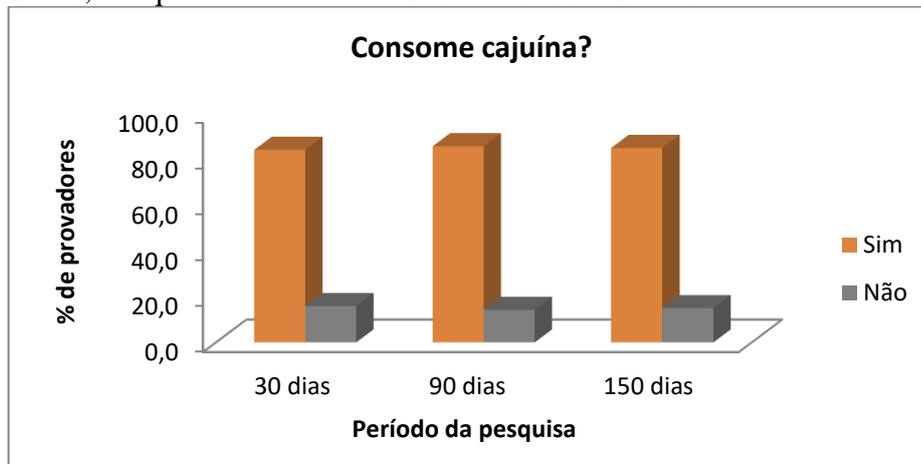
E quando questionados sobre o consumo de cajuína, mais de 84 %, em todos os períodos do estudo, responderam que “sim” (Figura 27).

**Figura 26.** Porcentagem de provadores que praticam atividade física “diariamente”, “semanalmente”, “raramente” e “nunca”.



Fonte: Elaborada pela autora.

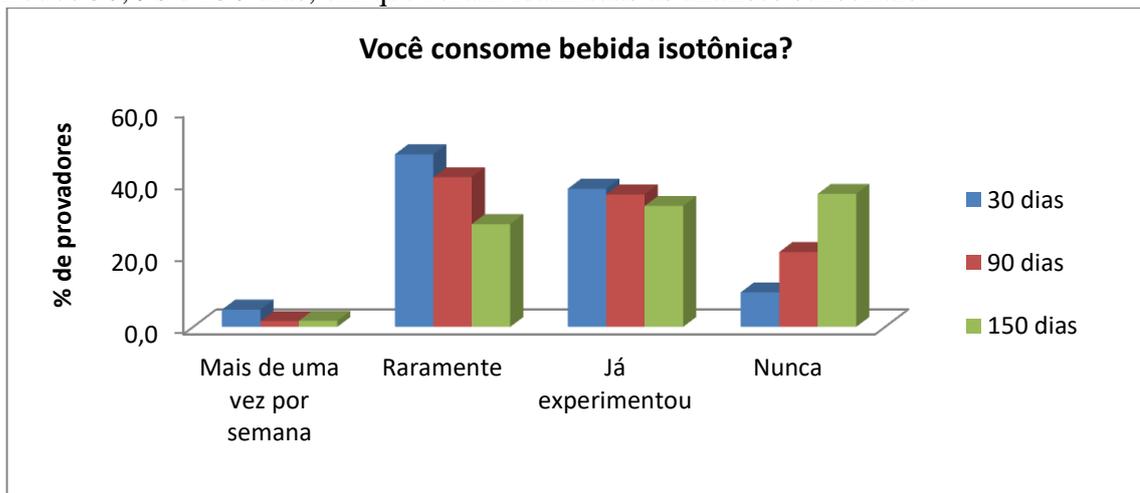
**Figura 27.** Porcentagem de provadores que consomem e não consomem cajuína, nos períodos 30, 90 e 150 dias, em que foram realizadas as análises sensoriais.



Fonte: Elaborada pela autora.

A Figura 28 representa a frequência de provadores que já consumiram algum tipo de bebida isotônica (bebida esportiva). As respostas foram as seguintes: 47,6% e 41,3 % dos provadores “raramente consumiram” bebida isotônica, nos períodos 30 e 90 dias, respectivamente; e 36,7 % “nunca consumiram” algum tipo de bebida isotônica, no período de 150 dias do estudo.

**Figura 28.** Porcentagem de provadores que consomem e não consomem bebida isotônica, nos períodos 30, 90 e 150 dias, em que foram realizadas as análises sensoriais.



Fonte: Elaborada pela autora.

O teste sensorial foi realizado para verificar a resposta dos consumidores, em relação ao armazenamento da bebida isotônica de cajuína. As médias das notas de aceitabilidade (cor, aroma e sabor) e a intenção de compra estão demonstradas na Tabela 20.

**Tabela 20.** Análise sensorial de aceitabilidade das bebidas isotônicas de cajuína armazenada em temperatura ambiente (TA) e sob refrigeração (TR), durante os períodos de 30, 90 e 150 dias de estocagem.

Atributos	Cor (nota:1-9)		Aroma (nota: 1-9)		Sabor (nota: 1-9)		Intenção de compra (nota: 1-5)	
	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	T.R
<b>30</b>	7,4± 1,09 <sup>aA</sup>	6,4± 1,61 <sup>bB</sup>	7,9± 1,25 <sup>aA</sup>	7,3± 1,36 <sup>bA</sup>	7,9± 1,12 <sup>aA</sup>	6,7± 1,74 <sup>bB</sup>	4,1± 0,82 <sup>aA</sup>	3,3± 1,09 <sup>bA</sup>
<b>90</b>	7,5± 1,28 <sup>aA</sup>	6,6± 1,57 <sup>bA</sup>	7,6± 1,27 <sup>aA</sup>	7,6± 1,36 <sup>bA</sup>	7,4± 1,44 <sup>aA</sup>	6,9± 1,73 <sup>bA</sup>	3,8± 0,95 <sup>aA</sup>	3,7± 0,94 <sup>bA</sup>
<b>150</b>	7,4± 1,56 <sup>aA</sup>	6,1± 2,09 <sup>bB</sup>	7,8± 1,17 <sup>aA</sup>	7,0± 1,77 <sup>bB</sup>	7,1± 2,12 <sup>aA</sup>	6,4± 2,36 <sup>bA</sup>	4,0± 1,14 <sup>aA</sup>	3,5± 1,20 <sup>bA</sup>

Valores expressam médias ± desvio padrão (n=60). Valores seguidos pela mesma letra minúscula entre colunas e maiúscula entre linhas não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ), pelo teste de Tuckey. Fonte: Elaborada pela autora.

Analisando os dados obtidos com relação aos atributos cor, aroma, sabor e intenção de compra não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ), para as amostras de bebida isotônica de cajuína TA e TR, durante as etapas em que foram realizados os testes sensoriais (Tabela 20). As maiores médias obtidas nos testes sensoriais foram para os atributos aroma e sabor com 7,9, para a bebida estocada em temperatura ambiente (tempo 30 dias), o que equivale na escala hedônica a “gostei regularmente”.

Os resultados demonstraram que não houve alteração nas notas dos atributos analisados, durante os 150 dias de armazenamento, das amostras de bebida isotônica de cajuína. Assim, pode-se afirmar que a temperatura de armazenamento não interferiu nas características sensoriais.

A bebida isotônica de cajuína armazenada em temperatura ambiente (TA), em todos os atributos (cor, aroma e sabor) e tempos do estudo, obtiveram notas acima de 7,0, que correspondem a “gostei regularmente” na escala hedônica (Tabela 20).

Para a bebida armazenada sob refrigeração, as notas para o atributo cor foram de 6,1 a 6,6, que significa na escala hedônica a “gostei ligeiramente” (Tabela 20). Visualmente foi perceptível a diferença de cor entre as amostras estudadas, a bebida TA mais escura que a

bebida TR, durante o período estocagem, tornando-a menos atraente para os provadores.

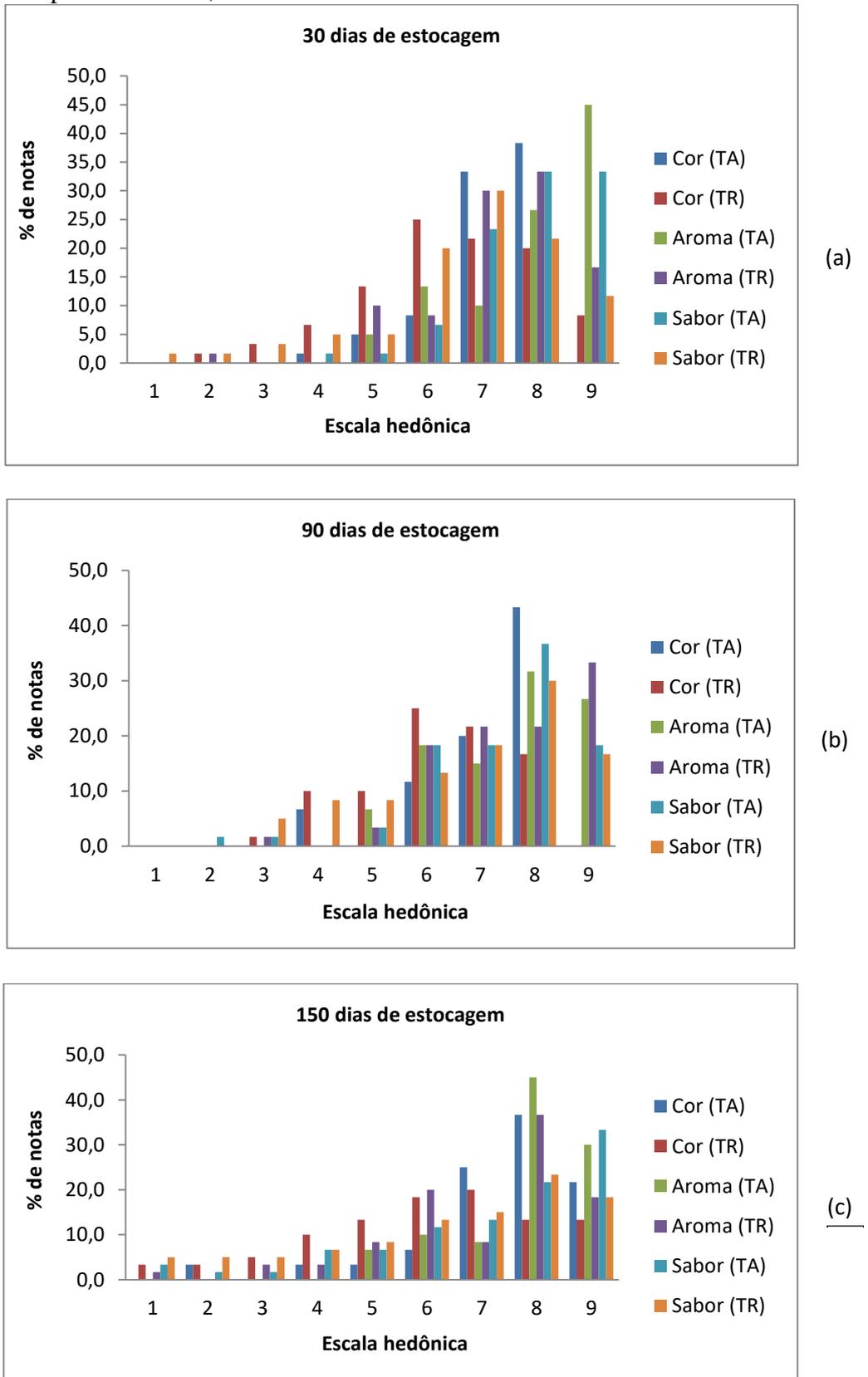
Segundo Damodaram (2010), a tendência ao escurecimento da bebida é devida provavelmente a processos não enzimáticos, como a reação de *Maillard*. Em que sob determinadas condições de armazenamento, os açúcares redutores de alimentos produzem pigmentos marrons que podem ser desejáveis ou indesejáveis. A reação química ocorre principalmente entre a D-glicose (açúcar redutor) e um grupo amina primário (um aminoácido livre ou grupo aminoacídico da cadeia lateral de uma molécula de proteína).

A cor é um fator de qualidade importante na escolha de um produto alimentício, por esse motivo, há uma alta demanda de corantes pela indústria alimentícia (Estupiñan et al., 2011). Atualmente, as preferências da indústria e dos clientes é usar corantes naturais na formulação de novos produtos. Por esse motivo, o nosso trabalho utilizou a cajuína como ingrediente na elaboração do isotônico para aparentar a cor característica e não utilizar corantes artificiais, como é usual na indústria de bebidas esportivas.

Comparando estatisticamente, atributos e tempos, entre as amostras da bebida isotônica de cajuína TA e TR, observou-se que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ), pelo teste de *Tuckey*, para: o atributo cor (tempo 30 e 150 dias); o atributo aroma (tempo 150 dias) e para o atributo sabor (tempo 30 dias) (Tabela 20). Tais resultados indicaram que, apesar de ser a mesma formulação da bebida, não foram igualmente aceitas, quando armazenadas em temperaturas diferentes.

Na Figura 29 estão as frequências (%) de notas atribuídas na análise sensorial. A bebida isotônica armazenada em temperatura ambiente obteve as maiores frequência de notas positivas. Nos primeiros 30 dias de estocagem, a nota 9 (gostei extremamente) atribuído ao aroma obteve a maior frequência de resposta (45 %). Com 90 dias de estocagem, a cor obteve 43,3 % de frequência para a nota 8 (gostei moderadamente). E após 150 dias de estocagem, a nota 8 (45%) foi a que mais pontou para o atributo aroma.

**Figura 29.** Frequência de notas da escala hedônica atribuída a análise sensorial da bebida isotônica de cajuína armazenadas em temperatura ambiente (TA) e sob refrigeração (TR), estocadas nos períodos de 30, 90 e 150 dias.



Fonte: Elaborada pela autora.

O aroma e a cor da bebida isotônica desenvolvida neste trabalho foram os atributos que receberam notas bastante expressivas, isso se deve a adição da cajuína como ingrediente, em que, o sabor refrescante, aroma intenso e a cor amarelo-âmbar são características marcantes da cajuína, que continuaram evidentes no produto final. Além da maioria dos provadores desta pesquisa (Figura 27) ser consumidores da bebida com indicação geográfica (IG) do Piauí.

Com base nos resultados obtidos durante o estudo da vida de prateleira da bebida estocada em diferentes temperaturas, pôde-se observar que nenhum dos atributos sensoriais recebeu notas inferiores à nota de corte de aceitação (menor que 6,0), indicando que o prazo de validade desta bebida foi no mínimo de 150 dias de estocagem.

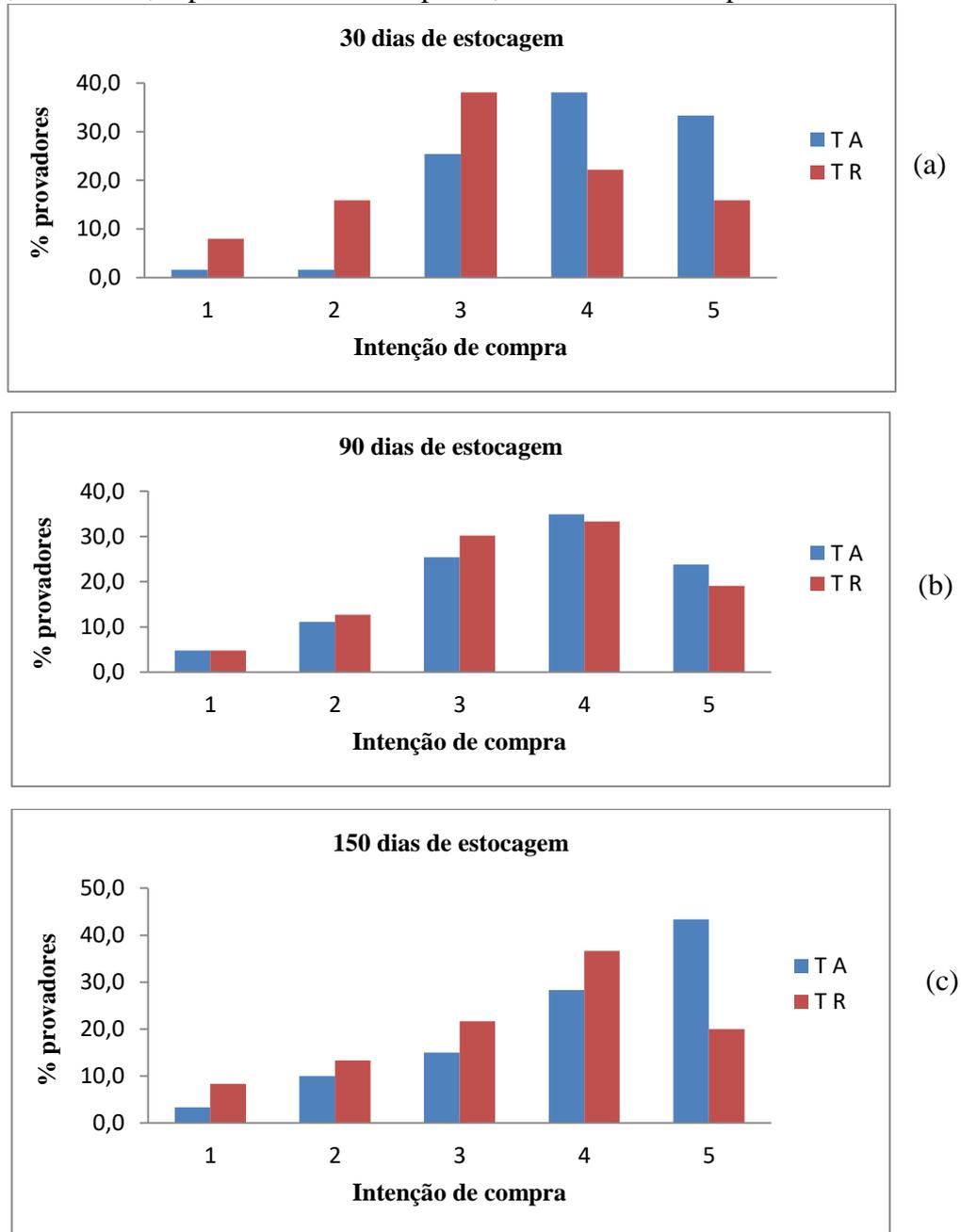
Com relação à intenção de compra, não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ), pelo teste de *Tuckey*, entre as amostras estudadas (TA e TR) e com relação aos diferentes tempos em que foram realizadas as análises sensoriais. As notas variaram de  $3,3 \pm 1,09$  (TR/30 dias) a  $4,1 \pm 0,82$  (TA/30 dias), o que corresponde a “talvez comprasse, talvez não” e “possivelmente compraria”, respectivamente (Tabela 20).

Na Figura 30 estão os histogramas com relação à intenção de compra para as bebidas TA e TR. Na Figura 30.a observou-se que 38,1 % dos assessores sensoriais deram nota 4 (possivelmente compraria) e nota 3 (talvez comprasse, talvez não), respectivamente para as amostras TA e TR, aos 30 dias de estocagem. Os resultados da Figura 30.b mostraram que houve a mesma tendência de distribuição de notas para as duas bebidas, com atitude de que “possivelmente compraria o produto” (nota 4), com 34,9 % e 33,3 % para as bebidas isotônicas TA e TR, respectivamente. E a Figura 30.c mostrou que aos 150 dias de estocagem, 43,3 % dos provadores deram nota 5 (“certamente compraria”) para a bebida TA, e 36,7 % deram nota 4 (“possivelmente compraria”) para a bebida TR.

As notas expressivas para a atitude de compra, segundo os assessores sensoriais, deve-se a aceitação para as duas amostras (TA e TR), independente da temperatura de armazenamento.

Novas bebidas isotônicas foram desenvolvidas e apresentaram resultados sensoriais satisfatórios. Como o estudo de MARTINS et al, 2011, que avaliaram um isotônico preparado com suco de frutas e hortaliças, e que após 30 dias armazenadas em congelador comercial a -18 °C, não interferiu na boa aceitação sensorial do produto. No trabalho de Gironés-Vilaplana et al, 2014, que analisaram o perfil sensorial do isotônico preparado com suco de limão e frutas silvestres, como o maqui, açaí e espinheiro-negro. E observaram após os 70 dias de acondicionamento, bons atributos sensoriais, como o aroma e cor.

**Figura 30.** Histogramas de atitude de compra dos provadores para a bebida isotônica de cajuína estocada em temperatura ambiente e sob refrigeração durante 30 (a), 90 (b) e 150 dias (c) de estocagem. 1-certamente não compraria; 2-possivelmente não compraria; 3-talvez comprasse, talvez não; 4-possivelmente compraria; 5-certamente compraria.



Legenda: TA – temperatura ambiente, TR – temperatura refrigeração.

Fonte: Elaborada pela autora.

Na Tabela 21 estão os índices de aceitabilidade (IA), que é calculado a partir das notas obtidas no teste de aceitabilidade. A bebida estocada em temperatura ambiente teve todos os índices de aceitabilidade (IA) maiores que 70 %, sendo que o atributo aroma, no período de 150 dias, apresentou o maior índice de aceitabilidade (86,85 %). O menor índice de aceitabilidade (IA) foi atribuída à cor da bebida estocada sob refrigeração, aos 150 dias, com 67,69 %.

**Tabela 21.** Índice de aceitabilidade (IA) para as bebidas isotônicas de cajuína armazenadas em temperatura ambiente e sob refrigeração.

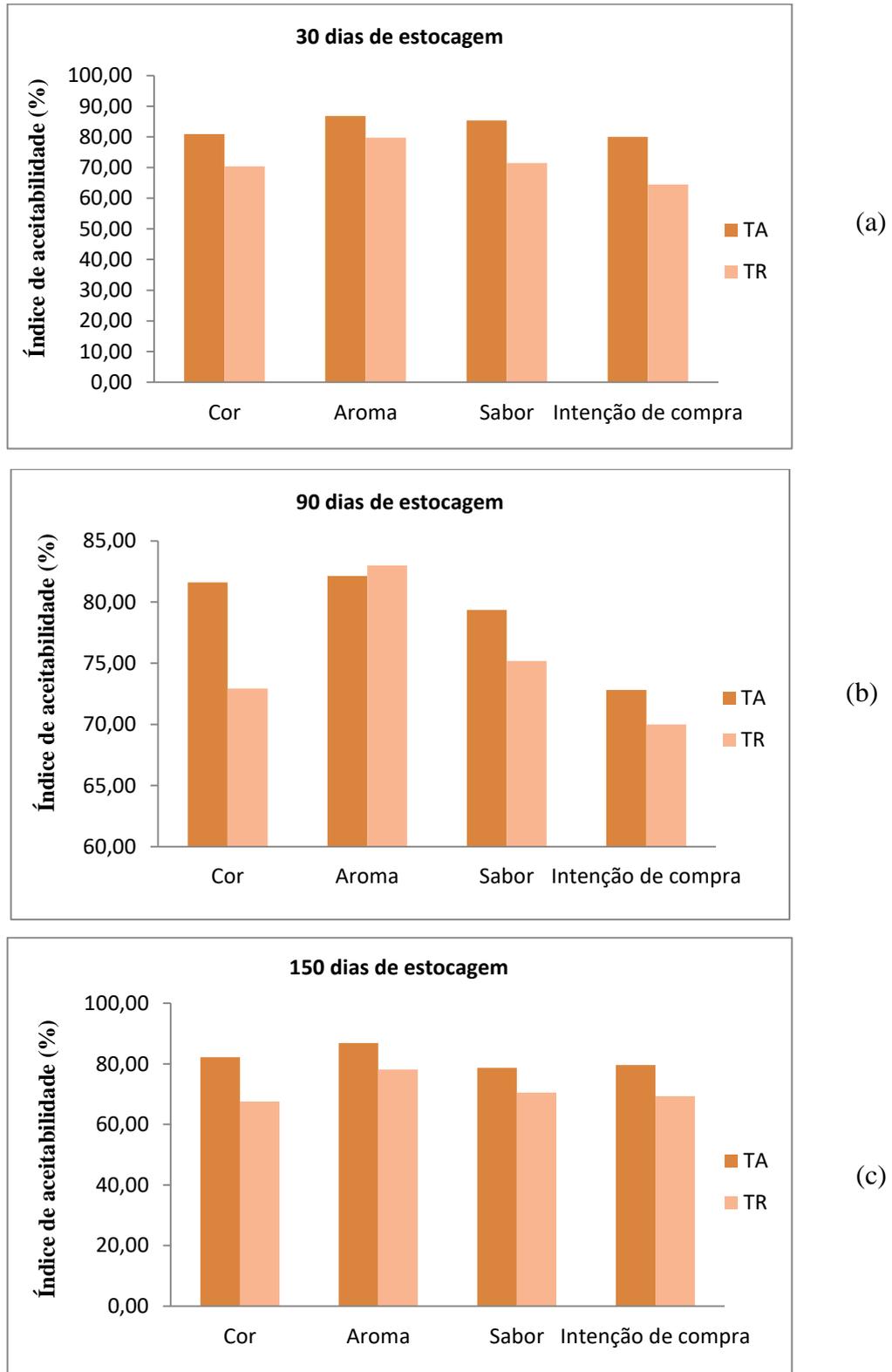
Atributos	Cor IA (%)		Aroma IA (%)		Sabor IA (%)		Intenção de compra IA (%)	
	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	T.R
<b>30</b>	80,95	70,37	86,77	79,72	85,36	71,43	80,0	64,44
<b>90</b>	81,6	72,92	82,12	82,99	79,34	75,17	72,81	70,0
<b>150</b>	82,22	67,59	86,85	78,15	78,7	70,56	79,67	69,33

Fonte: Elaborada pela autora.

Na Figura 31 é possível verificar que os índices de aceitabilidade menores que 70 % foram para a bebida estocada sob refrigeração: atributo intenção de compra (30 dias de estoque), para a cor e intenção de compra (150 dias de estoque).

De acordo com vários estudos, para que um produto seja considerado aceito, em termos de propriedades sensoriais, pelos provadores, é necessário que obtenha um Índice de Aceitabilidade de no mínimo 70% (TEIXEIRA, 1987). Desta forma, a amostra de bebida isotônica de cajuína armazenada em temperatura ambiente foi bem aceita, sendo viável comercialmente.

**Figura 31.** Índice de aceitabilidade (IA) para as bebida isotônicas de cajuína estocadas em temperatura ambiente e sob refrigeração durante 30 (a), 90 (b) e 150 dias (c) de estocagem.



Legenda: TA – temperatura ambiente, TR – temperatura refrigeração.

Fonte: Elaborada pela autora.

## 6. CONCLUSÕES

Nas condições de realização desta pesquisa, e de acordo com os dados obtidos, é possível inferir que:

- Os resultados obtidos através de prospecção tecnológica e científica, demonstraram que há nenhuma patente depositada ou artigo relatando à utilização da cajuína na elaboração de bebidas esportivas, assim foi realizado o Pedido de Patente de Invenção intitulado “COMPOSIÇÃO DE BEBIDA ALIMENTÍCIA REIDRATANTE” foi Protocolada ao INPI, com o número do processo: BR 10 2017 001273-5.
- Analisando as características físico-químicas de amostras de cajuína produzidas no Estado do Piauí, as amostras E, F e I estão em conformidade com todos os parâmetros estabelecidos pela legislação brasileira vigente;
- É necessária a padronização no processo de produção do suco de caju clarificado e sua fiscalização, para tornar a cajuína competitiva no mercado de bebidas e proporcionando um maior desenvolvimento de micro e pequenas empresas produtoras de cajuína;
- Nas condições de realização do planejamento experimental para elaboração da bebida isotônica de cajuína foram estudadas nove formulações, em que apenas a formulação F5 foi selecionada, pois atendeu aos requisitos exigidos pela RDC nº18/2010, da ANVISA.
- Os resultados obtidos nesse trabalho demonstraram qualidade microbiológica favorável à bebida esportiva, evidenciando boas condições higiênico-sanitárias em todas as etapas do processamento.
- As respostas do ensaio de toxicidade aguda utilizando como bioindicador o microcústeo *A. salina*, demonstraram que o repositores hidroeletrolítico de cajuína, não é tóxico.
- A avaliação da análise sensorial demonstrou que houve boa aceitação da bebida esportiva, com os atributos sabor, cor e aroma correspondendo a “gostei regularmente”, e com intenção de compra de “possivelmente compraria”, na escala hedônica.

- Com tais características, a utilização da cajuína na produção de bebida isotônica mostrou-se como alternativa de bebida esportiva sem adição de corantes, sabor regional, e com menor quantidade de adição de açúcares, sendo direcionado a atletas que querem tornar a vida ainda mais natural.

- Os dados do estudo de estabilidade apontaram que a bebida isotônica de cajuína pode ser consumida com qualidade e segurança até 150 dias de estocagem. A bebida apresentou-se estável microbiologicamente e sensorial, assim como insignificantes alterações físicas e químicas em sua composição que não descaracterizaram o produto armazenado em temperatura ambiente e sob refrigeração.

## REFERÊNCIAS

- ABIR, Associação Brasileira das Indústrias de refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas. (2018). **Isotônicos**. Disponível em: <http://abir.org.br/o-setor/dados/isotonicos/>. Acessado: 20 de fev 2018.
- ABREU, F. A. P.; NETO, R. M. S. Cajuína. **Brasília: Embrapa Informação Tecnológica**, p. 1-59, 2007.
- ACSM (American College of Sports Medicine). Nutrition and Athletic Performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 48, n. 3, p. 543-68, 2016.
- AGUIAR, L.P.; ALVES, R.E.; LIMA, D.P. (2000). Carotenoides totais em pedúnculos de clones de caju anão precoce (*Anacardium occidentale* L. var. Nanum). **In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos (SBCTA)**, Fortaleza, Ceará.
- AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY). **Official methods of analysis of the AOAC**. Faculdade de Saúde Gaithersburg, Maryland: AOAC, v. 2, p.15-18, 2000.
- APHA-AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Committee on Microbiological for Foods. Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4.ed. Washington: American Public Health Association, 2001. 676p.
- ASSIS, M. M. M. et al. Processamento e estabilidade de geleia de caju. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 38, n. 1, p. 46-51, 2007.
- BOGDANOV, S. Honey quality and international regulatory standards: review by International Honey Commission Bee World. **Gerrard Cross**, v. 80, n. 2, p. 6169, 1999.
- BOVI, G. G.; PETRUS, R. R.; PINHO, S. C. Feasibility of incorporating buriti (*Mauritia flexuosa* L.) oil nanoemulsions in isotonic sports drink. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 52, p. 2201–2209, 2017.
- BRAINER, M. S. C. P.; VIDAL, M. F. Cajucultura nordestina em recuperação. **Caderno Setorial ETENE**, n. 54, 2018.
- BRAGANTE, A. G. **Desenvolvendo Produto Alimentício – Conceitos e Metodologia**. São Paulo, Brasil, 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria nº 76 de 26 de novembro de 1986. **Dispõe sobre os métodos analíticos de bebidas e vinagre**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 28 nov. 1986.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 33 de 13 de janeiro de 1998. **Adota valores como níveis de IDR para as vitaminas, minerais e proteínas.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Instrução Normativa nº. 12, de 10 de setembro de 1999. Aprova padrões de identidade e qualidade para suco de caju clarificado.** Brasília, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. (2000). **Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Fruta** (Instrução Normativa nº 1, de 07 de janeiro de 2000). Diário Oficial da União.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 12, de 02 de Janeiro de 2001- Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.** Brasília, 2001.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária Resolução (2010). **Dispõe sobre alimentos para atletas (Resolução – RDC nº 18, de 27 de Abril de 2010).** Brasília, 2010.

BRITO, I P. Considerações atuais sobre reposição hidroeletrólítica no esporte. **Nutrição em Pauta**, v. 11, p. 48-52, 2003.

BRITO, E. S; SILVA, E. O.; RODRIGUES, S. “Caju—*Anacardium occidentale*”. *Exotic Fruits. Reference Guide*, p. 85-89, 2018.

CAJUCULTURA. **Produtos e derivados do cajueiro.** Brasil, 2011. Disponível em: <<http://www.cajucultura.com/derivados.html>> . Acessado: maio/2016.

CALDAS, B.S. et al. Determinação de açúcares em suco concentrado e néctar de uva. **Scientia Chromatographica**, v. 7, n. 1, 53-63, 2015.

CAPPELLETTI, M. et al. High Pressure Carbon Dioxide pasteurization of coconut water: A sport drink with high nutritional and sensory quality. **Journal of Food Engineering**, v. 145, p. 73-81, 2015. 73–81.

CARRO, R. **Ambev e Coca agitam mercado de isotônicos.** Disponível: <<http://brasileconomico.ig.com.br/negocios/2014-09-15/ambev-e-coca-agitam-mercado-de-isotonicos.html>>. Acessado: 10/02/2018.

CARVALHO, J. M. et al. Bebida à base de água de coco e cajuína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos.**, v. 25, n. 4, p. 813-818, 2005.

CARVALHO, J. M. et al. Composição mineral de bebida mista a base de água-de-coco e suco de caju clarificado. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 24, n. 1, p. 1-12, 2006.

CARVALHO, A. L. et al. Acute, subacute toxicity and mutagenic effects of anacardic acids from cashew (*Anacardium occidentale* Linn.) in mice. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 135, n. 3, p. 730-736, 2016.

CASA, D.J. et al. National Athletic Trainer's Association Position Statement (NATA): Fluid replacement for athletes. **Journal of Athletic Training**, v. 35, p. 212-224, 2000.

CASTRO, F.J.; SCHERER, R.; GODOY, H.T. Avaliação do teor e da estabilidade de vitaminas do complexo B e vitamina C em bebidas isotônicas e energéticas. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 719-723, 2006.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**, 2<sup>a</sup> ed. rev. – Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2003.

CHAVES, M.C.V. et al. Caracterização físico-química do suco da acerola. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v. 2, 2004.

CIPRIANO, Paula de Aguiar. **Antocianinas de açaí (*Euterpe oleracea* mart.) e casca de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) na formulação de bebidas isotônicas**. 2011. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

COSTA, J. R. R. **Produção de Cajuína no Piauí**. Teresina: Procajuína, 44p., 2015.

DAMASCENO, L. F et al. Evaluation and optimization of non enzymatic browning of “cajuína” during thermal treatment. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v. 25, n. 2, 2008.

DAMODARAN, S., PARKIN, K.L., FENNEMA, O.R. **Química de Alimento de Fenenma**. (4. ed.). Porto Alegre: Artemed., 2010.

DE MARCHI, R. et al. Avaliação da Vida-de-Prateleira de um Isotônico Natural de Maracujá (*Passiflora edulis Sims. f. flavicarpa* Deg.). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n. 2, p. 291-300, 2003.

DIONISIO, A.P.; WURLITZER, N.J.; PINTO, C.O.; GOES, T.S.; BORGES, M.F.; ARAUJO, I.M.S. Processamento e estabilidade de uma bebida de caju e yacon durante o armazenamento sob refrigeração. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, 2018.

DONYINAH, David Asante. **Product development of sports drink using coconut water and pineapple juice**. 2010. Dissertação (Department of biochemistry and biotechnology - food science and technology ). Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 2013.

ESTUPIÑAN, D.C.; SCHWARTZ, S.J.; GARZÓN, G.A. Antioxidant Activity, Total Phenolics Content, Anthocyanin, and Color Stability of Isotonic Model Beverages Colored with Andes Berry (*Rubus glaucus* Benth) Anthocyanin Powder. **Journal Food Science**, v. 76, n.1, p. 1-21, 2011.

FARIA, J. A. F. **Estabilidade de Alimentos em Embalagens Plásticas**. Campinas, UNICAMP/FEA, 1990.

FERNANDES, G. A. et al. Utilização de técnicas de planejamento experimental na obtenção de carvão de pinhão (*Araucaria angustifolia*) para a adsorção de corante de azul de metileno. **Ciência & Engenharia**, v. 25, n. 1, p. 105 – 111, 2016.

FERRAREZI, A. C., SANTOS, K.O., MONTEIRO, M. (2010). Avaliação crítica da legislação brasileira de sucos de fruta, com ênfase no suco de fruta pronto para beber. **Revista Nutrição**, v. 23, n. 4, p. 667-677, 2010.

FERREIRA, F. G. et al. Hydration practices of runners during training vs competition. **Archivos de Medicina del Deporte**, v. 33, n. 1, p. 11-17, 2016.

FERREIRA, L. R. **Bebida isotônica formulada a base de permeado obtido da ultrafiltração do soro de leite adicionado de carotenoides em pé de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.)**. 2017. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

FIGUEIRA, R. et al. Caracterização química e legalidade em bebidas não alcoólicas de caju. **Energia na Agricultura**, v, 30, n. 4, p. 437-441, 2015.

FONTES, E. A. F. et al. Bebida eletrolítica a base de permeado da ultrafiltração de leite: avaliação física, química e microbiológica durante o armazenamento. **Ciência Rural**, v. 45, n. 2, p. 342-348, 2015.

FRANCO, B.D.G.M., LANDGRAF, M. **Microbiologia de Alimentos**. São Paulo: Attheneu, 2008.

GATORADE. **História da marca**. Disponível em: <http://www.gatorade.com.br/>. Acesso: 04/02/2019.

GERALDINI, S. et al. Isotonic sports drink promotes rehydration and decreases proteinuria following karate training. **Brazilian Journal of Nephrology**. n. 39, v. 4, p. 362-369, 2017.

GOMES, M. J. N. et al. Análise físico-química de suco de caju concentrado. **Enciclopédia biosfera-Centro Científico Conhecer**, v. 8, n. 15, p. 2019-2024, 2012.

GUERRA, I.; ALVES, L. A.; BIESEK, S. **Estratégias de Nutrição e Suplementação no Esporte**. 2ª edição. 2010.

GIMÉNEZ, Ana; ARES, Florencia; ARES, Gastón. Sensory shelf-life estimation: A review of current methodological approaches. **Food Research International, Montevideo**, v. 1, n. 49, p.311-325, 2012.

GIRONÉS-VILAPLANA, A.; Mena, P.; Moreno, D.A.; García-Viguera, C. Evaluation of sensorial, phytochemical and biological properties of new isotonic beverages enriched with lemon and berries during shelf life. **Journal Science Food Agriculture**, v. 94, p. 1090-1100, 2014.

IAL (INSTITUTO ADOLFO LUTZ). **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2008. 1018 p.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Levantamento sistemático da Produção Agrícola**. Fortaleza: IBGE/GCEA-CE, 2018.

IDÁRRADA, P. V. A. Postexercise rehydration: potassium-rich drinks versus water and a sports drink. **Appl Physiol Nutr Metab.**, v. 10, p. 1167-1174, 2014.

INPI (Instituto Nacional de Propriedade Intelectual). **Cajuína do Piauí**. Brasil, 2015. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/noticias/cajuina-do-piaui>>. Acessado em: 10 set de 2017.

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Conselho consultivo do patrimônio cultural. **Parecer sobre a Produção tradicional e práticas socioculturais associadas à cajuína no Piauí**, de 15 de maio de 2014. Conselheiro Roque de Barros Laraia. [Brasília], mai. 2014. 7p.

JASSON, V. et al. Alternative microbial methods: an overview and selection criteria. **Food Microbiology**, v.27, p.710-730, 2010.

KREGIEL, D. Health safety of soft drinks: contents, containers, and microorganisms. **Biomed Reserch International**. v 2015, p. 1-15, 2015.

LARSON, N. et al. Sports and energy drink consumption are linked to health-risk behaviours among young adults. **Public Health Nutrition**, v. 18, n. 15, p. 2794- 2803, 2015.

LAITANO, O. et al. Improved Exercise Capacity in the Heat Followed by Coconut Water Consumption. **Motriz**, v. 20, n. 1, p. 107-111, 2014.

LENTNER, C. **Geigy scientific tables: Units of measurement, Body Fluids, Composition of the Body, Nutrition**, 8<sup>a</sup> ed. Editora: Ciba-Geigy, 1981.

LIMA, C.; MICHELS, M. F.; AMORIM, R. Diferentes tipos de substratos utilizados na hidratação do atleta para melhora do desempenho. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 1, n. 1, p. 73-83, 2007.

LIMA, E.G.S, MOITA, J.M.M.N., MOITA, G.C. Redução de vitamina c em suco de caju (*Anacardium occidentale* l.) industrializado e cajuína. **Química Nova**, v. 30, n. 5, p. 1143-1146, 2007.

LIMA, Jr. Caracterização físico-química e sensorial de hambúrguer vegetal elaborado à base de caju. **Ciência e agrotecnologia**, v. 32, n. 1, p. 191-195, 2008.

LIMA, A.S. et al. Desenvolvimento de bebida mista à base de água de coco e suco de acerola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.3, p.683-690, 2008.

MACHADO-MOREIRA, C. A. et al. Hidratação durante o exercício: a sede é suficiente? **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 6, p. 405-409, 2006.

MAIA, G. A., SOUSA, P.H.M., LIMA, A.S. **Processamento de sucos de frutas tropicais**. Fortaleza: Edições UFC, 2007.

MARTINS, R. C. et al. Avaliação da vida de prateleira de bebida isotônica elaborada com suco concentrado de frutas e hortaliças congelado por 30 dias. **Alimentos e Nutrição**, v. 22, n. 4, p.623-629, 2011.

MATTA, V. M.; WOLKOFF, D. B.; MORETTI, R. H. **Bebidas para praticantes de atividades físicas: repositores hidroeletrólitos**. Rio de Janeiro : Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2009. 24 p.

MELO-CAVALCANTE, A. A. et al. Antimutagenic activity of cashew apple (*Anacardium occidentale* Sapindales, Anacardiaceae) fresh juice and processed juice (cajuína ) against methyl methanesulfonate, 4-nitroquinoline N-oxide and benzo[a]pyrene. **Genetics and Molecular Biology** , v. 31, n. 3, p. 759-766, 2008.

MELLO, Janaína Cardoso de. Tecnologia da informação e indicação geográfica no comércio da cajuína. **Revista Analisando em Ciência da Informação: RACIn**, João Pessoa, v. 3, n. 1, p.01-18, 2015.

METTLER S.; RUSH, C.; COLOMBANI, P. C. Osmolality and pH of sport and other drinks available in Switzerland. **Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie**, n. 54, v. 3, p. 92–95, 2006.

MONTEIRO, C. R. et al. Hydration in soccer: a review. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 9, n. 4, p. 243-246, 2003.

MORENO, I. L. M. et al. Effects of an isotonic beverage on autonomic regulation during and after exercise. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 2, n. 10, p. 2-10, 2013.

MURRAY, B. *Reposição de Fluidos*. **Sports Science Exchange**, v. 13, p. 1-6, 1997.

NASCIMENTO, R.F. et al. Avaliação do tratamento térmico na composição química e na qualidade da cajuína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 217-221, 2003.

NEVES, C. F. C.; SCHVARTZMAN, M. M. A. M. Técnica para seleção de variáveis aplicada à separação de gases. **Química Nova**, v.25, n. 2, 2002.

OLIVEIRA, D. M.; MARQUES, D. R.; KWIATKOWSKI, A.; MONTEIRO, A. R. G.; CLEMENTE, E. Sensory analysis and chemical characterization of cereal enriched 34 with grape peel and seed flour. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 35, n. 3, 2013.

OLKOSKI, M. M. et al.. Respostas bioquímicas e físicas ao treinamento realizado dentro e fora da água em atletas de futsal. **Motriz**, v. 19, n 2, p. 432-440, 2013.

ÖZKAN, M.; AYSEGÜL, K.; CEMEROGLU, B. Effects of hydrogen peroxide on the stability of ascorbic acid during storage in various fruit juices. **Food Chemistry**, v. 88, n.4, p.591-597, 2004.

PALACÍN-ARCE, A. et al. Analysis of the drinks that contribute to the hydration of andalusian sportspeople. **Revista Andaluza Medicina del Deporte**, v. 6, n. 1, p. 12-16, 2013.

PETRUS, R. R. **Desenvolvimento de processo e avaliação de estabilidade de bebida Isotônica acondicionada em garrafa plástica asséptica**. 2000. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

PETRUS, R. R., FARIA, J. A. F. Processamento e avaliação de estabilidade de bebida isotônica em garrafa plástica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. 518-524, 2005.

PINHEIRO, E.S. et al. Estabilidade físico-química e mineral do suco de uva obtido por extração a vapor. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 3, p. 373-380, 2009.

PINTO, J. C.; SCWAAB, M. **Analysis of Experimental Data: Design of Experiments**. E-papers, v. 2, 2011.

PINTO, A. C. L.; LIMA, D. L. F.; ALVES, F. A. F. Água de coco em pó como suplemento hidroeletrólítico e energético para atletas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 21, n. 5, p. 390-394, 2015.

PIRES, E. G. et al. Influência do pH de bebidas isotônicas sobre a microdureza de resinas compostas. **Arquivos em Odontologia**, v. 51, n. 3, p. 123-128, 2015.

PORTO, R. G. C. L.; JÚNIOR, F. C. R.; SANTOS, G. M., MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R. Determinação do teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante da cajuína e do mel produzidos no Estado do Piauí – Brasil. **Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente**, v. 6, n. 2, p. 21 – 32, 2018.

PRATI, P.; MORETTI, R.H.; CARDELLO, H.B. Elaboração de bebida composta por mistura de garapa parcialmente clarificada-estabilizada e sucos de frutas ácidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 147-152, 2005.

RIBEIRO, J. L. **Cajuína: informações técnicas para a indicação geográfica de procedência do Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 106 p, 2011.

RIZZON, L. A, MIELE, A. Extrato seco total de vinhos brasileiros: comparação de métodos analíticos. **Ciência Rural**, v. 26, n. 2, p. 297-300, 1996.

ROCHA, E. M. F. F. et al. Obtenção de suco de caju atomizado através do controle das condições de secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 6, p. 646-651.

RODRIGUES, MARIA ISABEL. **Planejamento de experimentos e otimização de processos**. 3ª ed. – Campinas: Casa do Espírito Amigo Fraternidade Fé e Amor, 2014.

SANTOS, E. S.M.; ALVES, R.M.; LIMA, C.S. Elaboração tecnológica e aceitação sensorial de bebida isotônica orgânica de tangerina (*Citrus reticulata* Blanco). **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 72, n. 1, p. 87-92, 2013.

SILVA NETO, R. M.; ABREU, F. A. P.; PAIVA, F. F. A. **Processamento do pedúnculo de caju: cajuína**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009.

SILVA, F. I. C. et al. A importância da hidratação hidroeletrólítica no esporte. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v. 9, n. 3, p. 120-128, 2011.

SILVA, W. V. R.; RUSSO, S. L. Valorização dos produtos de origem como estratégia para o desenvolvimento territorial sustentável – o caso da cajuína do Piauí. **Revista INGI**. v.2, n.4, p.195-208, 2018.

SINDICAJU. **Panorama da Cajucultura nacional** (2018). Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/fruticultura/2017/53a-ro/sindicaju-panorama-da-cajucultura-nacional.pdf/view>. Acessado 22/01/2019.

SIQUEIRA, L.O. et al. Análise da suplementação de carboidratos e solução isotônica sobre parâmetros hematológicos e bioquímicos de jogadores profissionais de futebol em condições reais de treinamento. **Revista Brasileira de Ciência do Esporte**, v. 34, n. 4, 2012.

SBME (Sociedade Brasileira de Medicina do Exercício e do Esporte). Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 15, n. 3, p. 3-12, 2009.

TALASIL, U.; SHAIK, K. B. Quality, spoilage and preservation of cashew apple juice: A review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 1, p. 54-62, 2015.

TAYLOR, A. A. **What are sports drinks, and do regular athletes need them? The tasty mixtures of water, sugar, and electrolytes are useful for elite endurance athletes but probably not for normal fitness fans**. Chemical & Engineering News. 21 feb. 2017. Disponível em <https://cen.acs.org/articles/95/web/2017/02/what-are-sports-drinks-and-do-regular-athletes-need-them.html>. Acessado: 10/03/2018.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.M. ; BARBETTA, P.A. **Métodos sensoriais**. In: **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis, Editora: UFSC; 1987.

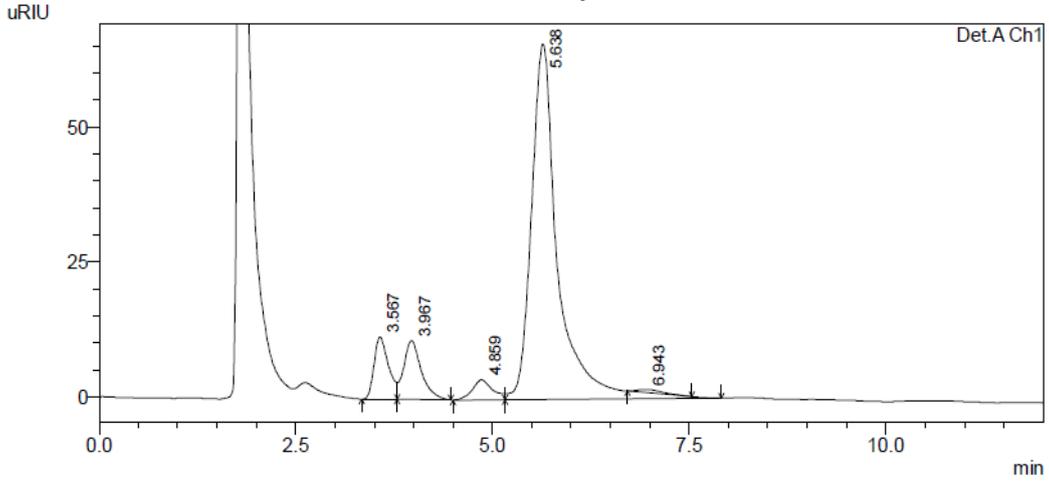
URDAMPILLETA, A. et. al. A. Hydration and chemical ingredients in sport drinks: food safety in the European context. **Nutricion Hospitalar**, v. 31, n. 5, p. 1889-1899, 2015.

VENTURINI, Valdemar Gastoni. **Tecnologia de Bebidas: matéria prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado**. 1ª ed. São Paulo: Editora Blucher, 2005.

VIEIRA, S. **Estatística experimental**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

## **ANEXOS**

**Anexo A - Cromatograma da amostra F5.A da bebida isotônica de cajuína.**



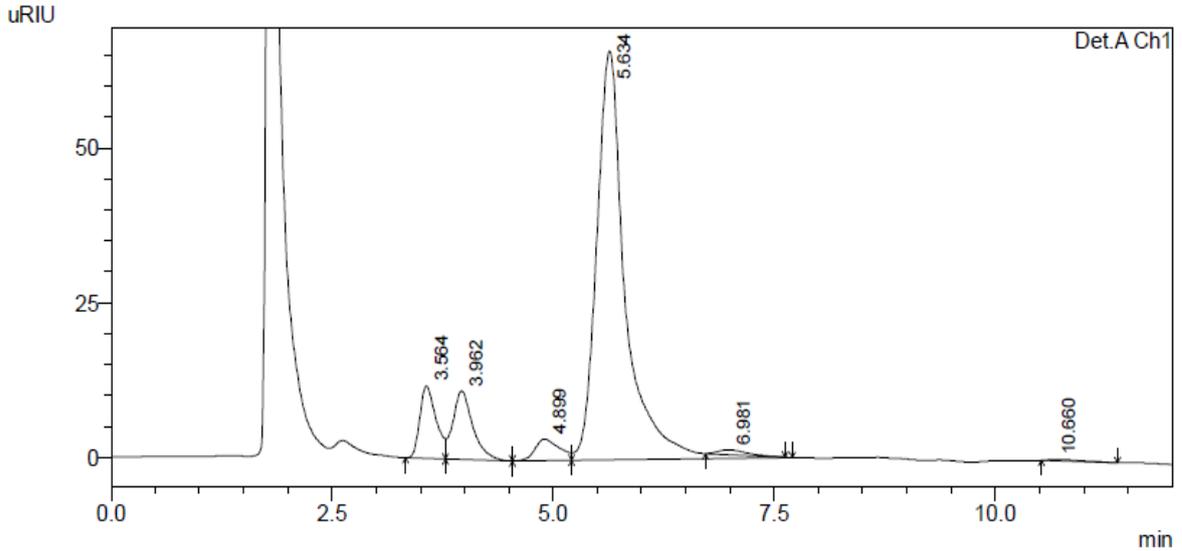
1 Det.A Ch1/

**Quantitative Results**

Detector A

ID#	Name	Ret. Time	Area	Height	Conc.
1	Fructose	3.567	148626	11554	5.786
2	Glucose	3.967	170430	10955	5.817
3	Sacarose	5.638	1547883	65858	45.438

**Anexo B - Cromatograma da amostra F5.B da bebida isotônica de cajuína.**



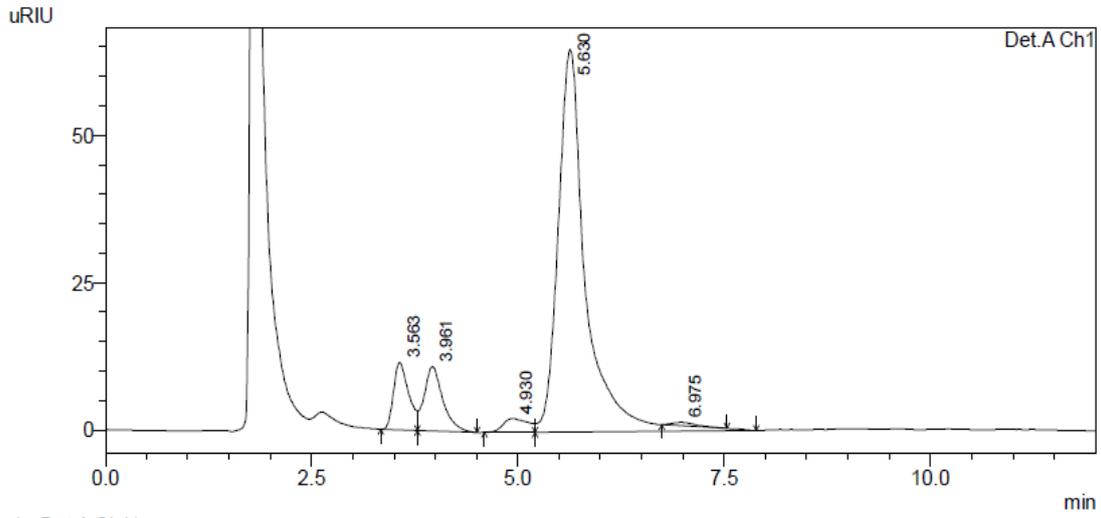
1 Det.A Ch1/

**Quantitative Results**

Detector A

ID#	Name	Ret. Time	Area	Height	Conc.
1	Fructose	3.564	150291	11708	5.850
2	Glucose	3.962	174326	11102	5.919
3	Sacarose	5.634	1501920	66033	44.113

**Anexo C - Cromatograma da amostra F5.C da bebida isotônica de cajuína.**



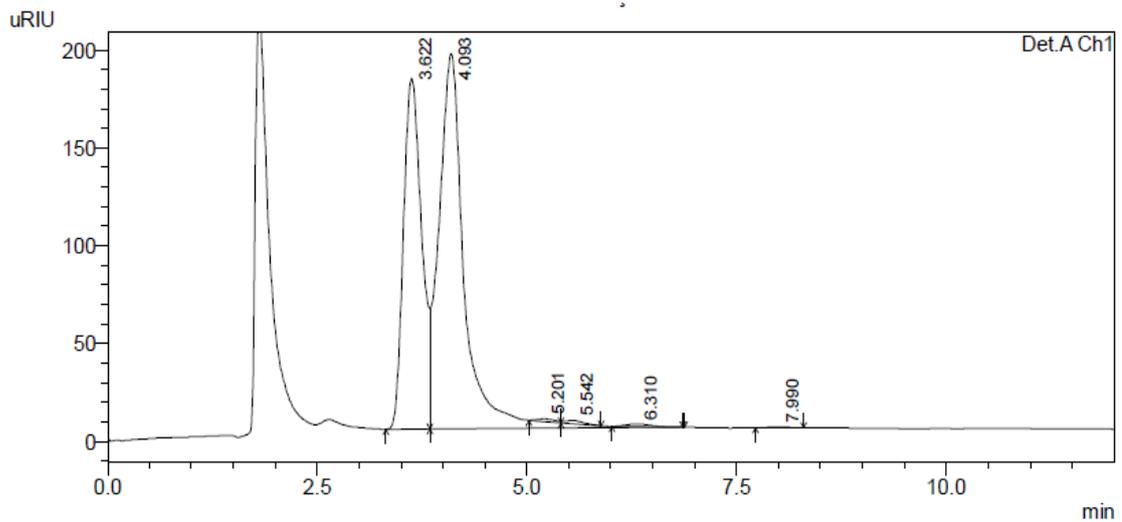
1 Det.A Ch1/

**Quantitative Results**

Detector A

ID#	Name	Ret. Time	Area	Height	Conc.
1	Fructose	3.563	147428	11442	5.740
2	Glucose	3.961	172064	10950	5.860
3	Sacarose	5.630	1515261	64869	44.498

**Anexo D - Cromatograma da amostra de cajuína (C1).**



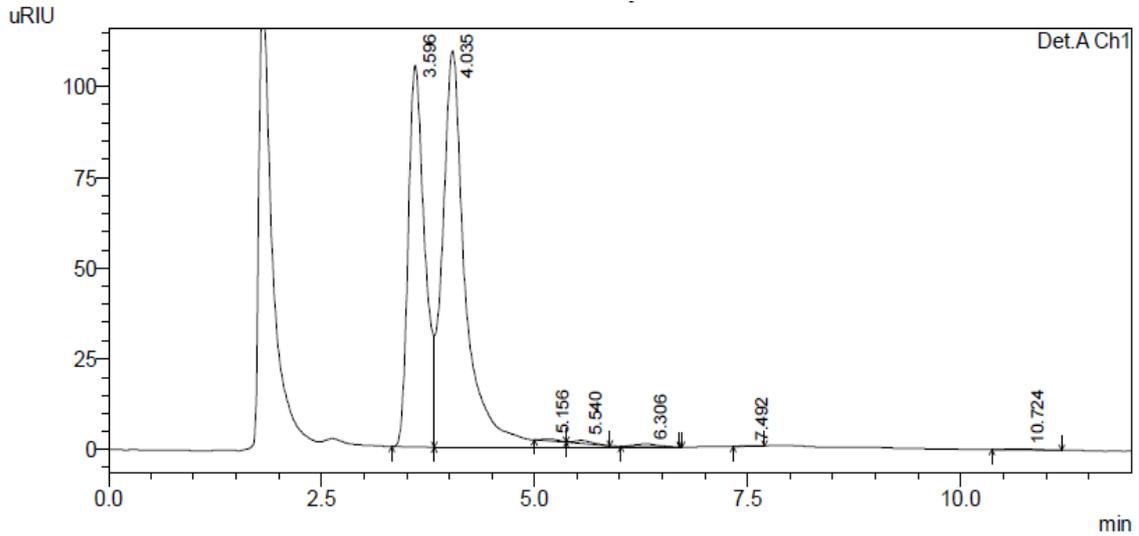
1 Det.A Ch1/

**Quantitative Results**

Detector A

ID#	Name	Ret. Time	Area	Height	Conc.
1	Fructose	3.622	2696574	179422	103.190
2	Glucose	4.093	4087756	191803	108.078
3	Sacarose	5.542	22625	1543	1.465

**Anexo E - Cromatograma da amostra de cajuína (C2).**



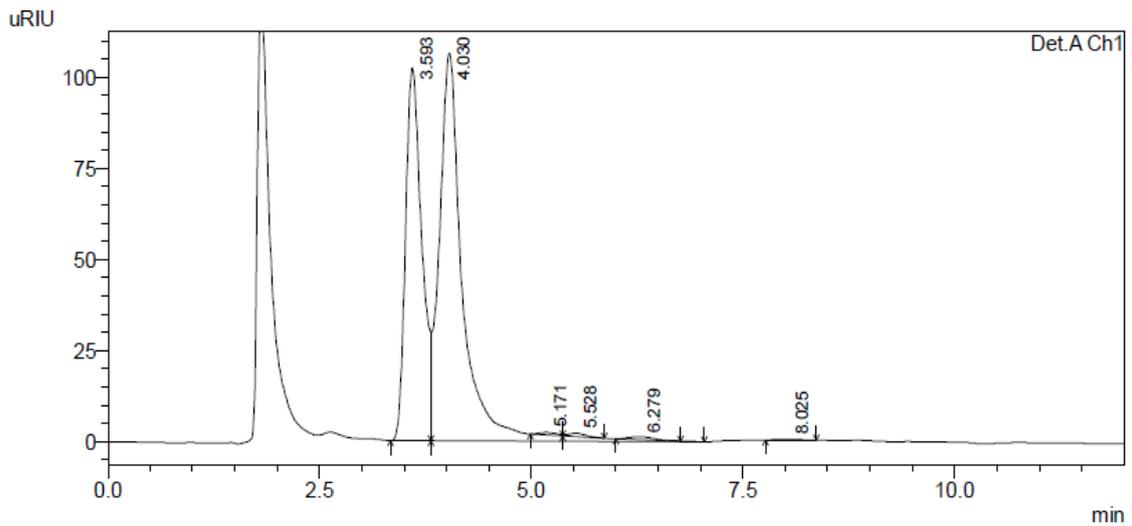
1 Det.A Ch1/

**Quantitative Results**

Detector A

ID#	Name	Ret. Time	Area	Height	Conc.
1	Fructose	3.596	1420296	105139	54.400
2	Glucose	4.035	2082172	109024	55.723
3	Sacarose	5.540	12280	817	1.166

**Anexo F - Cromatograma da amostra de cajuína (C3).**



1 Det.A Ch1/

**Quantitative Results**

Detector A

ID#	Name	Ret. Time	Area	Height	Conc.
1	Fructose	3.593	1368507	102406	52.420
2	Glucose	4.030	2070317	106354	55.413
3	Sacarose	5.528	13202	911	1.193

**Anexo G** – Depósito da patente: Composição de bebida alimentícia reidratante.

 <p><b>República Federativa do Brasil</b> Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços Instituto Nacional da Propriedade Industrial</p>	<p><b>(21) BR 102017001273-5 A2</b></p> <p><b>(22) Data do Depósito:</b> 20/01/2017</p> <p><b>(43) Data da Publicação:</b> 14/08/2018</p>	 <p>* B R 1 0 2 0 1 7 0 0 1 2 7 3 A</p>
<p><b>(54) Título:</b> COMPOSIÇÃO DE BEBIDA ALIMENTÍCIA REIDRATANTE</p> <p><b>(51) Int. Cl.:</b> A23L 2/02; A23L 2/52</p> <p><b>(73) Titular(es):</b> UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ, FITO FIT - SUPLEMENTOS E PRODUTOS NATURAIS</p> <p><b>(72) Inventor(es):</b> LUANNE MORAIS VIEIRA GALVÃO; LÍVIO CESAR CUNHA NUNES; MARCOS ANTONIO PEREIRA DOS SANTOS; ROBSON ALVES DA SILVA; FABIANE ARAUJO SAMPAIO</p> <p><b>(85) Data do Início da Fase Nacional:</b> 20/01/2017</p>	<p><b>(57) Resumo:</b> COMPOSIÇÃO DE BEBIDA ALIMENTÍCIA REIDRATANTE A presente invenção se refere à formulação de bebida alimentícia com aplicação na área de saúde e da indústria alimentícia. A invenção foi formulada para ser consumida pelos praticantes de atividade física (profissionais ou amadores), facilitando a sua reidratação e reposição de minerais durante ou após a prática de exercícios físicos, utilizando a cajuína para agregar valor ao produto. A formulação do repositores hidroeletrolítico consiste de uma composição de ingredientes contendo: água, suco de caju clarificado (cajuína), sacarose, cloreto de sódio, citrato de sódio, fosfato de potássio e ácido cítrico, podendo conter cafeína e taurina (caracterizando-a como bebida energética e podendo, ainda, ser gaseificada).</p>	

**Anexo H – Submissão do artigo: *Technological elaboration and sensory acceptance of cajuina isotonic*** (Revista: Food Chemistry – Qualis A1 – Biotecnologia/ Qualis A1 – Ciências dos Alimentos)

Elsevier Editorial System(tm) for Food  
Chemistry  
Manuscript Draft

Manuscript Number:

Title: TECHNOLOGICAL ELABORATION AND SENSORY ACCEPTANCE OF CAJUINA ISOTONIC

Article Type: Research Article (max 7,500 words)

Keywords: Cajuina; CLAE; Microbiological; Hydroelectrolytic repository; Sensory; Toxicity.

Corresponding Author: Mrs. LUANNE MORAIS VIEIRA GALVAO,

Corresponding Author's Institution: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

First Author: LUANNE MORAIS VIEIRA GALVAO

Order of Authors: LUANNE MORAIS VIEIRA GALVAO; Afra M Nascimento, Master; Lívio C Nunes, Doctor; Mariana M Sousa, Doctor

Abstract: Sports or isotonic drinks are formulated to meet fitness needs and facilitate rehydration after or during the practice of intense exercise. The cajuina, regional beverage from Northeast of Brazil, was used as an ingredient in the formulation of a sports drink. The formulated beverage met the parameters regulated by resolution n°18/2010 from National Health Surveillance Agency: 3.44±0.02 (pH), 6.1±0.0 (°Brix), 0.27±0.0 g/100mL (total acidity), 0.579 g/100 mL (Fructose), 270.97±0.05 mOsmol/Kg (Osmolality), 810.0±0.87 mg of Na/L, 447.0±0.76 mg of K/L and 48.72 mg/100 mL (Vitamin C). The cajuina isotonic sample met the microbiological standards and showed no toxicity. The sample showed good sensory acceptance, according to 101 untrained tasters. Thus, the use of cajuina in the production of isotonic beverages is shown as an alternative to sports drinks. It has the advantages of no dyes addition, regional flavor, and lower amount of sugar addition.

**Anexo I – Submissão do artigo:** *Shelf Life evaluation of isotonic beverage enriched with cajuina* (Revista: Food Science and Technology – Qualis B3 – Biotecnologia/ Qualis B1 – Ciência do Alimentos)

Food Science and Technology



**Evaluation of shelf life of isotonic beverage enriched with cajuina**

Journal:	<i>Food Science and Technology</i>
Manuscript ID	CTA-2019-0061
Manuscript Type:	Original Article
Keyword:	Sports drinks, Sensory Analysis, Stocking

SCHOLARONE™  
Manuscripts

## **APÊNDICES**

## Apêndice A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (T.C.L.E)

Você está sendo convidado (a) a participar como voluntário (a) da pesquisa intitulada **“DESENVOLVIMENTO E ESTUDO DA ESTABILIDADE DE UMA BEBIDA ISOTÔNICA A BASE DE CAJUÍNA”**, do projeto de tese do Doutorado em Biotecnologia – RENORBIO-UFPI. Você não deve participar contra a sua vontade.

Leia atentamente as informações abaixo e faça qualquer pergunta que desejar, para que todos os procedimentos desta pesquisa sejam esclarecidos. Esta pesquisa tem como objetivo verificar a aceitabilidade de isotônico de cajuína com sais de sódio e potássio, cujos os principais ingredientes são água, cajuína e sacarose. Por ser um produto novo, é fundamental saber seu grau de aceitação pelos consumidores potenciais.

Caso o julgador **NÃO GOSTE OU TENHA ALERGIA OU INTOLERÂNCIA A ALGUM DESSES INGREDIENTES**, NÃO É INDICADO PARTICIPAR DA PESQUISA, pois poderá causar algum desconforto abdominal ou algum sinal alérgico.

Os provadores analisarão os produtos quanto aos atributos: aparência global, aroma, sabor e intenção de compra. O pesquisador garante fornecer respostas a quaisquer perguntas ou esclarecimentos que julgue necessário sobre os procedimentos, riscos, benefícios e outros relacionados com a pesquisa realizada e está consciente que a participação do sujeito da pesquisa é voluntária, podendo se retirar a qualquer momento da análise sem qualquer consequência para o mesmo. Não haverá nenhum tipo de ressarcimento financeiro ou ajuda de custo aos voluntários durante a participação na pesquisa.

Em caso de algum problema relacionado com a pesquisa, o participante terá assistência gratuita que será prestada através do contato com o Serviço de Urgência, onde será encaminhado para o hospital mais próximo.

Serão garantidos o sigilo e privacidade aos participantes, assegurando-lhes o direito de omissão de sua identificação, ou de dados que possam comprometê-lo. Os resultados obtidos com a pesquisa poderão ser apresentados em eventos ou publicações científicas.

### **Para qualquer outra informação, o (a) Sr. (a) poderá entrar em contato:**

Nome: Luanne Morais Vieira Galvão

Instituição: Universidade Federal do Piauí – UFPI. Campus Universitário Ministro Petrônio Portella. Endereço: Laboratório de Inovação Tecnológica e Empreendedorismo – Medicamento e Correlatos – LITE. Departamento de Farmácia. Telefone para contato: (86) 99959-0311.

Atenção: Para informar qualquer questionamento durante a sua participação no estudo, dirija-se ao: Comitê de Ética em Pesquisa - UFPI. Campus Universitário Ministro Petrônio Portella – Bairro Ininga. Pró Reitoria de Pesquisa - PROPESQ. CEP: 64.049-550 - Teresina - PI. Telefone: 86 3237-2332. email: cep.ufpi@ufpi.edu.br

**TERMO DE CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIMENTO**

O abaixo-assinado \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ anos, RG nº \_\_\_\_\_ declaro (o) que é de livre e espontânea vontade que está participando como voluntário (a) da pesquisa. Declaro que li cuidadosamente esse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, tendo sido devidamente esclarecido de seu(s) objetivo(s), método(s) e condições éticas legais, concordando em dele participar. Declaro ainda, estar assinando 02 (duas) vias do devido termo, sendo que uma ficará com o pesquisador e a outra com o participante.

Teresina - PI, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Assinatura do participante

---

Assinatura do pesquisador responsável

**Apêndice B - Análise Sensorial de Bebida Isotônica de Cajuína**

Sexo: ( ) Feminino      ( ) Masculino

Idade: \_\_\_\_\_

Pratica atividade física? ( ) sim      ( ) não

⇒ Você está recebendo uma amostra de bebida isotônica de cajuína. Avalie cada atributo segundo o grau de gostar ou desgostar, utilizando a escala abaixo:

- ( 9 ) gostei extremamente
- ( 8 ) gostei moderadamente
- ( 7 ) gostei regularmente
- ( 6 ) gostei ligeiramente
- ( 5 ) não gostei, nem desgostei
- ( 4 ) desgostei ligeiramente
- ( 3 ) desgostei regularmente
- ( 2 ) desgostei moderadamente
- ( 1 ) desgostei extremamente

Atributo: SABOR	Atributo: COR	Atributo: AROMA

⇒ Baseado na sua impressão global, **MARQUE**, na escala abaixo a sua intenção de **COMPRA** se o produto estivesse à venda em supermercado:

- ( 5 ) Certamente compraria
- ( 4 ) Possivelmente compraria
- ( 3 ) Talvez comprasse, talvez não
- ( 2 ) Possivelmente não compraria
- ( 1 ) Certamente não compraria

**Apêndice C – Análise Sensorial de Bebidas Isotônicas (Estudo de estabilidade)**

- Sexo: ( ) Feminino ( ) Masculino Idade: \_\_\_\_\_

- Pratica atividade física? ( ) diariamente ( ) semanalmente ( ) raramente ( ) nunca

- Você consome cajuína? ( ) sim ( ) não

- Você consome bebidas isotônicas?

( ) mais de uma vez por semana ( ) raramente ( ) já experimentou ( ) nunca

- Você está recebendo duas amostras codificadas de bebidas isotônicas de cajuína. Avalie cada atributo segundo o grau de gostar ou desgostar, utilizando a escala abaixo:

- ( 9 ) gostei extremamente
- ( 8 ) gostei moderadamente
- ( 7 ) gostei regularmente
- ( 6 ) gostei ligeiramente
- ( 5 ) não gostei, nem desgostei
- ( 4 ) desgostei ligeiramente
- ( 3 ) desgostei regularmente
- ( 2 ) desgostei moderadamente
- ( 1 ) desgostei extremamente

<b>Atributo: COR</b>	<b>Atributo: AROMA</b>	<b>Atributo: SABOR</b>
Código da amostra/ Escala	Código da amostra/ Escala	Código da amostra/ Escala
_____ ( )	_____ ( )	_____ ( )
_____ ( )	_____ ( )	_____ ( )

Baseado na sua impressão global indique na escala abaixo a sua **INTENÇÃO DE COMPRA** se o produto estivesse à venda em supermercado:

- (5) Certamente compraria
- (4) Possivelmente compraria
- (3) Talvez comprasse, talvez não
- (2) Possivelmente não compraria
- (1) Certamente não compraria

<b>Intenção de compra</b>
Código da amostra / Escala
_____ ( )
_____ ( )