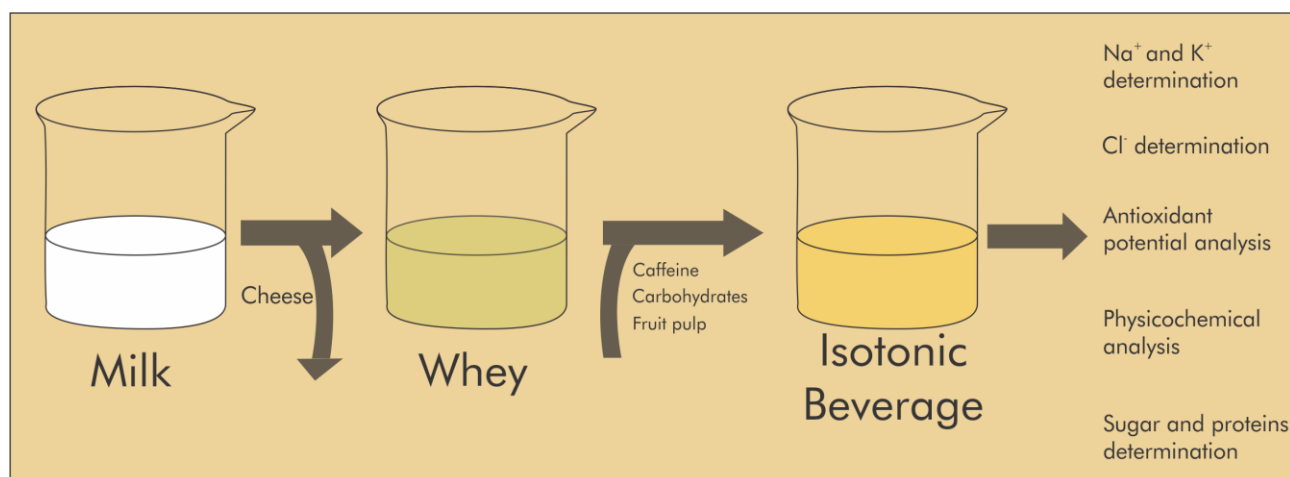


## Graphical Abstract



Graphical abstract representing briefly the production and analysis of a *butiá* and passion fruit pulp based caffeinated isotonic beverage.

### DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE UMA BEBIDA TIPO ISOTÔNICA CAFEINADA À BASE DO SORO DE LEITE E POLPA DE FRUTAS

**Daniel E. P. Araujo<sup>a</sup>, Fabiúla S. Delfino<sup>a</sup>, João V. Provesi<sup>a</sup>, Luiz G. Skiba<sup>a</sup>, Marcelo G. Hasper<sup>a</sup>, Paula V. da Silva<sup>a\*</sup>**

<sup>a</sup>Instituto Federal Catarinense - *Campus Araquari*, 89245-000 Araquari– SC, Brasil

---

( ) Manuscrito com material suplementar

(X) Manuscrito sem material suplementar

---

\*e-mail: [paula.silva@ifc.edu.br](mailto:paula.silva@ifc.edu.br)

## DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF A CAFFEINATED ISOTONIC TYPE BEVERAGE MADE FROM WHEY AND FRUIT PULP

Functional foods are those that present beneficial effects to health beyond its nutritional contribution. For a product to have functional appeal, it must be made available on the market with its attributions at least characterized and quantified in addition to meet the parameters established by sanitary legislation. This way, the objective of this work is the physical-chemical, microbiological and sensorial characterization of a whey and fruit pulp based beverage. Two formulations were elaborated with the addition of maltodextrin and caffeine. The physicochemical characterization predicts the quantification of Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup>, as well as% chlorides, total sugars, proteins and fats, osmolality, pH and antioxidant activity. Prior to the sensory analysis, which is planned for the next version of the work, microbiological analyzes will be performed to determine total fecal coliforms, molds and yeasts, total mesophilic aerobics and *Staphylococcus aureus*. The formulation chosen through Sensory Analysis will be sent to the Department of Post Graduation in Physical Education of Federal University of Santa Catarina - Campus Florianópolis in order to be tested on athletes and observe their performance and recovery.

Keywords: Beverage innovation; ergogenic properties; antioxidant effect; isotonic; functional foods.

## **INTRODUÇÃO**

### **Isotônicos**

Isotônicos são bebidas repositoras de água e eletrólitos formuladas para suprir as necessidades relacionadas aos exercícios físicos, facilitando assim a reidratação do indivíduo durante ou após exaustivas atividades físicas. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estipula parâmetros para que uma bebida possa ser denominada isotônica, dentre eles: o teor de sódio deve estar entre 460 e 1150 mg/L; o teor de potássio deve ser de até 700 mg/L; a osmolalidade do produto deve estar entre 270 e 330 mOsm/kg de água; os carboidratos devem estar em concentração de até 8% (m/v); o produto não pode ser adicionado de outros nutrientes e não nutrientes, excetuando-se coadjuvantes tecnológicos e aditivos alimentares como corantes, aromatizantes e saborizantes; e o produto pode ser adicionado de vitaminas ou minerais.<sup>1</sup> Desta forma, a associação de uma bebida tipo isotônica contendo cafeína, polpa de frutas, maltodextrina e soro do leite resultaria numa bebida de grande potencial por fornecer eletrólitos e nutrientes para o organismo, além de favorecer o desempenho de atletas.

### **Soro de leite**

Um outro produto de interesse, o soro do leite, é gerado na fabricação de queijos, se transformando em um subproduto normalmente abundante. É notável sua ação biológica em praticantes de esportes e outras atividades físicas, que se dá pelo favorecimento do ganho de força muscular em função do seu conteúdo proteico e por elevar a concentração de glutatona, substância antioxidante.<sup>2</sup> Além disso, por ser rico em lactose, carboidrato mais presente no leite, é um potencial fornecedor de energia uma vez que o carboidrato em questão sofre digestão e absorção através da atividade da enzima  $\beta$ -galactosidase, que possui a capacidade de hidrolisar a lactose em glicose e galactose<sup>3</sup>.

### **Maltodextrina**

A maltodextrina consiste de uma mistura de carboidratos com ampla faixa de peso molecular obtida principalmente da hidrólise de amidos, e está disponível no mercado na forma de pó ou como solução concentrada. A maltodextrina é amplamente utilizada como aditivo alimentício pois possui grande aplicação nas indústrias de alimentos devido às suas propriedades funcionais específicas e ao seu

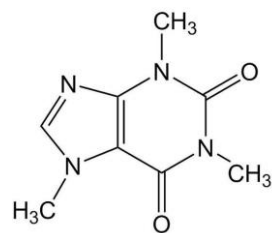
baixo custo quando comparadas com outros açúcares. Sua principal aplicação na nutrição esportiva está na sua lenta decomposição em carboidratos menores (como a glicose), o que mantém a glicemia em níveis constantes sem causar aumento brusco e permite um suprimento de energia gradativo ao organismo. Além disso, evita efeitos colaterais indesejáveis como esgotamento prematuro de glicogênio hepático e aumento dos níveis de colesterol e triglicerídios. As bebidas que utilizam maltodextrinas apresentam menor osmolaridade do que as que incluem glicose e fornecem menor saciedade por serem menos doces, ou seja, favorecem a ingestão de maior volume de líquido e assegura uma hidratação adequada ao atleta.<sup>4</sup>

### Polpas de butiá e maracujá

O uso de frutos amarelos como maracujá (*Passiflora edulis*) e butiá (*Butia capitata*) traz um incremento tecnológico e funcional interessante na elaboração de bebidas, uma vez que, além de fornecer cor e sabor de forma natural, também apresentam substâncias antioxidantes como carotenoides, que auxiliam na emancipação do nível do estresse oxidativo celular pela sua capacidade de utilizar o oxigênio singlete e reagir com radicais livres<sup>5-6</sup>, também por sua ocorrência regional.

### Cafeína

A cafeína (Figura 1) é uma molécula derivada da xantina cuja fórmula molecular é  $C_8H_{10}N_4O_2$ .



**Figura 1.** Fórmula estrutural da cafeína (1,3,7-trimetilxantina)

A cafeína desempenha função estimulante do sistema nervoso central (SNC) e, por ser estruturalmente parecida com a molécula de adenosina, age como antagonista nos receptores da mesma, impedindo as ligações do SNC com a molécula de adenosina, o que, por vez, estimula os centros vasomotores, vagais, medulares e respiratórios no cérebro, mecanismo também responsável pelo aumento na frequência cardíaca e intensidade respiratória<sup>7-8</sup>. Estudos com ratos apontaram que uma suplementação de cafeína pré exercício permite uma menor redução dos valores glicêmicos do

sangue, o que pode promover um menor consumo de glicose e uma melhor manutenção dos índices glicêmicos, que podem ser essenciais em exercícios de longa duração (*endurance*), principalmente no que se refere à prevenção da fadiga central.<sup>9</sup>

## **PARTE EXPERIMENTAL**

### **Formulação do produto**

A formulação final da bebida tipo isotônica foi baseada em uma breve avaliação na composição de bebidas eletrolíticas já disponíveis comercialmente, assim como os requisitos da legislação. Os ingredientes utilizados foram a água mineral mineral obtida comercialmente, polpa de butiá obtida de indústrias de polpas da região sul de SC e de maracujá proveniente do setor de fruticultura do IFC – *Campus Araquari*, maltodextrina adquirida em lojas de insumos para produtos alimentícios como fonte de carboidrato, cafeína adquirida comercialmente na forma de suplemento, e soro de leite proveniente da produção de queijo realizada no setor de laticínios do *campus*.

Ambas as polpas de frutas foram recepcionadas congeladas, posteriormente descongeladas, processadas em liquidificador para homogeneização total e filtradas para eliminação de sementes e fibras indesejáveis. Então, a polpa líquida homogeneizada foi diluída em água:soro e adicionados os demais insumos, sendo a bebida pronta novamente homogeneizada. Na sequência, o produto passou por processo de pasteurização, o qual consiste na exposição do produto envasado em frascos de vidro em banho-maria com temperatura de 85 °C durante 15 min a fim de aumentar o período de conservação, depois mantida armazenada em refrigeração (10 °C) até o momento das análises.

A quantidade exata de cada componente foi definida de fato após a caracterização físico-química do soro de leite, em função da sua composição ser rica em sais minerais e lactose. A composição do produto foi fixada em 50 % soro de leite, 40 % água e 10 % polpa. Já a concentração de cafeína adicionada foi de 210 mg/L conforme legislação e, de maltodextrina foi de 82,2 g/L, determinada após a quantificação dos açúcares presentes na bebida sem açúcar adicional, uma vez que a quantidade de açúcares totais ou carboidratos da bebida não deve exceder o limite de 8 % (m/m) para estar classificado como repositor hidroeletrólítico.

### **Caracterização do produto**

### *Determinação de carboidratos, proteínas e lipídios*

As determinações de carboidratos, proteínas e lipídios foram realizadas pela empresa de análises químicas Zinia, de acordo com métodos específicos de cada análise. QUAIS

### *Determinação de sólidos solúveis (°Brix)*

Esta análise foi realizada através do método de refratometria. Esta técnica é utilizada como forma de medição de sólidos solúveis totais, assim, a quantidade de açúcares totais deve ser semelhante à leitura em porcentagem do °Brix, validando o método de análise.<sup>11</sup>

### *Determinação de cloretos*

Para determinação dos cloretos, foi utilizado o método de Mohr, que consiste em uma volumetria de precipitação cujo reagente titulante é o nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ) e o indicador é o cromato de potássio ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ).<sup>12</sup>

### *Determinação de sódio e potássio*

Foi executada utilizando fotometria de chama, que consiste na atomização e posterior excitação de íons específicos presentes na solução. O equipamento utilizado foi um Fotômetro de chama Analyser 910MS microprocessado. Com base na intensidade e coloração da chama, determinam-se os teores de sódio e potássio na bebida.

### *pH e acidez titulável*

O valor do pH foi determinado através de um pHmetro de bancada, calibrado com solução tampão pH 4,0 e 7,0 modelo mPA210, da marca MS TECNOPAN.

### *Potencial antioxidante*

Para a determinação da atividade antioxidante foi monitorado a resistência à oxidação da molécula de  $\beta$ -caroteno quando submetido às amostras da bebida. A atividade antioxidante foi mensurada em

relação à um sistema de controle da substância, onde os valores foram expressos em percentual <sup>13</sup>, com modificações que se fizeram necessárias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Estudo da estabilidade da bebida

Ao desenvolver a bebida, encontrou-se um problema tecnológico referente à estabilidade desta em relação a sólidos que não ficaram suspensos. Assim, buscou-se a estabilização da parte sólida não-solubilizada a fim de que esta permanecesse suspensa na bebida. No entanto, ocorreu a sedimentação de partículas, aspecto indesejado no produto desenvolvido. A fim de se solucionar tal problema, estabeleceu-se uma bateria de dois testes (Tabela 1) a fim de amenizar o processo de sedimentação do material sólido, inicialmente suspenso, e a coagulação excessiva de sedimentos. Teve-se como parâmetro de resistência à sedimentação a quantificação volumétrica da parte sólida no fundo da proveta após sete dias de prateleira a 12 °C.

Tabela 1 – Teste da estabilidade da bebida a base de soro de leite e polpa de fruta

Procedimento	Pré-tratamento do soro: pasteurização + acidificação + sedimentação + filtração		Tratamento da bebida: filtração + sedimentação		Apenas pasteurização	
Teste	01		02		Controle	
Polpa	Butiá	Maracujá	Butiá	Maracujá	Butiá	Maracujá
Volume sedimentado (mL)	41,0	20,0	5,0	1,0	32,0	10,0
pH	4,43	3,61	4,73	3,71	4,72	3,69

### *Sedimentação*

A grande sedimentação não desejada, deve ser resultado do tratamento térmico durante o preparo e o meio ácido, proporcionado pelas polpas das frutas. Tais alterações devem ter relação com a sedimentação da bebida, uma vez que a base láctea - soro de leite - é sensível a tais variáveis. A caseína presente no soro coagula em pH menor do que 5,2 pois, neste ponto, a carga das proteínas e a hidratação diminuem, mantendo fracas as ligações que mantêm as moléculas de caseína juntas <sup>14</sup>.

O tratamento térmico - pasteurização - também pode ter provocado a sedimentação das micelas de caseína, visto que ela também é desestabilizada pelo aumento da concentração de fosfato de cálcio  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , este causado pelo aumento de temperatura, resultando na dissociação da k-caseína.

### **Análises físico-químicas**

*Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup>*

As análises revelaram os seguintes teores de cada analito:

Tabela 2 - Teor de íons da bebida a base de soro de leite e polpa de fruta

Íon	Na <sup>+</sup> (mg/L)	K <sup>+</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)
Água mineral	0,3127	0,0169	4,88
Butiá	342 ± 13	101,8 ± 1,3	693,0
Maracujá	340 ± 12	108,0 ± 1,4	648,0

\*De acordo com o rótulo da água mineral.

### *Carboidratos*

A bebida, ainda sem adição de açúcar, foi submetida aos testes de determinação de carboidratos, sendo estes realizados pelo Laboratório Zínia localizado na cidade de Joinville/SC. O valor resultante de carboidratos obtido destas análises foi menor que o mínimo legível pelo método abordado, o que não era esperado uma vez que há presença de lactose no soro do leite e frutose nas polpas das frutas. O baixo teor de carboidratos pode ter ocorrido por conta do intervalo entre as datas de coleta (06/09/2019) e análise (20/09/2019), sendo possível que uma fermentação ocorresse na bebida e os açúcares presentes fossem consumidos. A bebida então foi acrescida de massa de açúcar - maltodextrina - suficiente para completar 8% (m/m), atingindo assim aspecto palatavelmente aceitável.

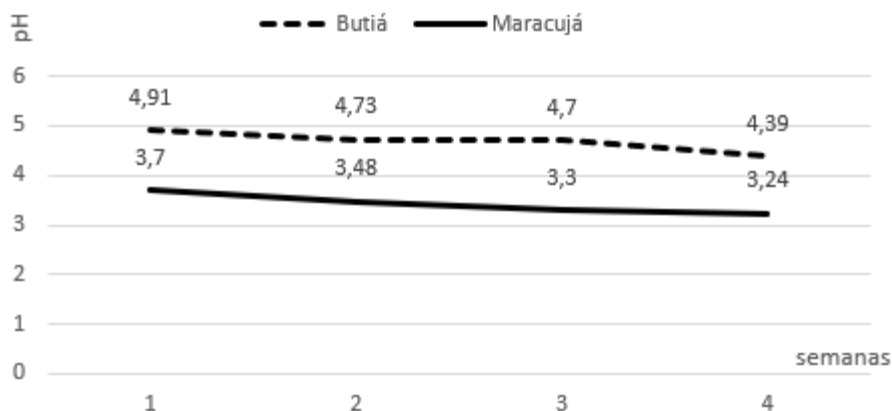
### *pH e acidez titulável*

Essa variável é de suma importância para a verificação da estabilidade e conservação de um produto alimentício, pois indica a deterioração dos compostos presentes. Os valores de pH variaram pouco ao



decorrer das semanas, indicando que a bebida permaneceu conservada. A bebida a base de polpa de butiá variou em 0,52 ao longo de quatro semanas, enquanto a bebida a base de polpa de maracujá variou em 0,46 no mesmo período de tempo.

Gráfico 1 - Variação do pH da bebida a base de soro de leite e polpa de fruta



Esses resultados apontam um bom grau de conservação da bebida, diminuindo a necessidade de adicionar conservantes e dessa forma favorecendo suas propriedades naturais.

#### *Potencial antioxidante*

O potencial foi medido em relação à perda de  $\beta$ -caroteno, as quais indicam a capacidade de tal substância de resistir à oxidação do meio, onde os valores das amostras são medidos em comparação percentual a este sistema de controle. Os resultados foram de 20% de atividade para a polpa de butiá e 7% para a bebida isotônica (média dos resultados entre ambas as formulações). Os valores encontrados, são principalmente da atividade e concentração do  $\beta$ -caroteno provindo das polpas quando se fala na bebida isotônica. Os valores em baixa devem ter sido devido a concentração de apenas 10% de polpa de fruta na formulação das bebidas. Análises adicionais podem confirmar quais são os princípios ativos da bebida, pois além dos carotenoides presentes nos frutos, as proteínas podem exercer um importante papel na diminuição da oxidação do  $\beta$ -caroteno.

## **CONCLUSÃO**

A partir da observação do comportamento da bebida quanto à sua estabilidade, foi possível concluir que esta permanece como um problema tecnológico, do qual novas oportunidades de pesquisa e

inovação podem surgir, assim como o estudo de seu comportamento perante a utilização de estabilizantes e controladores de acidez. Quanto à palatabilidade do produto, a adição de maltodextrina conferiu um sabor mais agradável à bebida conforme indicado pelos indivíduos que a provaram. É necessária ainda a realização de testes adicionais de fatores microbiológicos e sensoriais, para assim obter um retorno mais abrangente a respeito da aceitação da bebida pelo público alvo - praticantes de desporto.

Ainda assim, é visto que a realização da formulação do produto, bem como das suas determinações físico-químicas, foram imprescindíveis no desenvolvimento desta nova bebida, uma vez que a indústria de alimentos está cada vez mais buscando por produtos que agreguem valor além do simples nutricional. Contudo, há ainda uma necessidade de estudos visando ajustes e melhorias na bebida desenvolvida, para que esta se torne de fato um produto comercial.

## REFERÊNCIAS

1. Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, RDC N° 18, de 27 de abril de 2010.
2. Haraguchi, F. K.; Abreu, W. C.; Paula, H.; rev. nutr. **2006**, 19, 479-488.
3. Batista, R. A. B., *et al.* Lactose em alimentos industrializados: avaliação da disponibilidade da informação de quantidade. **Ciência & saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 12, p. 4119-4128, Dec. 2018. Acesso em: 30 out. 2019. Disponível em: <bit.ly/2q3aTb2>.
4. <http://bit.ly/2q9v2vW>, acessado em outubro 2019.
5. Rufino, M. S. M., *et al.* Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, Barking, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010. Disponível em: <<http://twixar.me/V343>>. Acesso em: 20 out. 2019.
6. Hassimotto, N. M. A.; Genovese, M. I.; Lajoto, F. M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 53, n. 8, p. 2928- 2935, 2005. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf047894h>>. Acesso em: 20 abr. 2019.
7. <http://bit.ly/2N5zcOA>, acessada em novembro 2019.
8. Almeida, D. V. P.; Pereira, N. K.; Moreira, D. A. R.; *Ciências em Saúde* **2013**, v3, n2.
9. FRANÇA, V. F.; MALFATTI, C. R. M.; SILVA, L. A.; WIETZIKOSKI, E. C.; OSIECKI, A.; OSIECKI, R.; *Rev. Bras. Med. Esporte* **2015**, 21, 5.

10. FILHO, W. G. V. *Bebidas não alcoólicas: Ciência e tecnologia*. ed. 2. Blucher, 2010. 412 p. v. 1.
11. <http://bit.ly/36ISRvv>, acessada em novembro 2019.
12. OHLWEILER, O. A. *Química Analítica Quantitativa*. 3. ed., Rio de Janeiro, RJ: Livro Técnico e Científico Editora Ltda, v. 2, **1981**. p. 121-122.
13. YANG, D. M., WANG, Q. S., Ke, L. Q., JIANG, J. M., & YING, T. J. (2007). Antioxidant activities of various extracts of lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn) rhizome. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 16(Suppl 1), 158-163. PMID:17392096.
14. O'CONNELL, J. E. et al. Influence of ethanol on the rennet- induced coagulation of milk. *Journal of Dairy Research*, v. 73, p. 312-317, 2006.