



# DESENVOLVIMENTO DE UMA BEBIDA ISOTÔNICA: INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL EM HIDRATAÇÃO ESPORTIVA

*Natalya Picheictt Carvalho Gomes<sup>1</sup>, Vivian Cristina Ito<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Acadêmica do Curso de Nutrição, Campus Ponta Grossa-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista PIBIC/ICETI-UniCesumar. npicheictt@hotmail.com

<sup>2</sup> Docente do curso de Nutrição, Campus Ponta Grossa-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Orientadora vivian.ito@unicesumar.edu.br

## RESUMO

As bebidas isotônicas são soluções desenvolvidas para repor rapidamente água, eletrólitos (sódio, potássio e magnésio) e carboidratos perdidos durante atividades físicas intensas. Sua formulação visa ter osmolaridade semelhante à dos fluidos corporais, favorecendo a rápida absorção intestinal por mecanismos como o cotransporte de sódio e glicose via SGLT1. Diante da crescente demanda por produtos funcionais e sustentáveis, este estudo propõe o desenvolvimento de bebidas isotônicas naturais a partir de subprodutos agroindustriais, como a casca de abacaxi e o bagaço de maçã, além da inclusão de chá verde. A casca de abacaxi apresenta alto teor de fibras, minerais e compostos bioativos, como a bromelina e flavonoides, agregando valor nutricional e funcional. O bagaço de maçã é rico em fibras, açúcares naturais e polifenóis, atuando como adoçante natural e fonte de compostos antioxidantes. O chá verde, por sua vez, contribui com catequinas como a EGCG, que possuem potente ação antioxidante e anti-inflamatória, auxiliando na redução do estresse oxidativo e na recuperação muscular. A adição de sal marinho (sódio) e potássio é responsável por restaurar o equilíbrio eletrolítico, melhorar a hidratação e prevenir câibras. O reaproveitamento desses resíduos não apenas promove a sustentabilidade ambiental, mas também atende às exigências do mercado por produtos "clean label" e naturais. Com base nesse contexto, o estudo busca formular uma bebida isotônica funcional que una benefícios nutricionais, redução de desperdício e apelo sustentável, representando uma alternativa inovadora e promissora no setor de alimentos e bebidas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ciências da Nutrição e do Esporte; Sistema Alimentar Sustentável; Suplementos Nutricionais.

## 1 INTRODUÇÃO

Bebidas isotônicas são soluções líquidas formuladas para repor rapidamente os líquidos, sais minerais (sódio, potássio magnésio) e carboidratos, os quais são perdidos durante a prática de atividades físicas intensas ou de longa duração, como corrida, ciclismo e natação. Sua principal característica é possuir uma concentração de solutos semelhante à dos fluidos corporais, o que favorece a absorção rápida pelo organismo. Essa semelhança osmótica permite que a água e os solutos presentes na bebida sejam absorvidos eficientemente no intestino delgado, principalmente no jejuno (MACHADO, 2020). Um dos principais mecanismos envolvidos na absorção é o cotransporte de sódio e glicose através da proteína transportadora, Sodium-Glucose Linked Transporter 1 (SGLT1). Esse processo é fundamental para a reidratação e reposição energética durante e após atividades físicas intensas. (SILVA, 2013)

A casca de abacaxi, possui elevado teor de fibras, minerais e compostos bioativos, como a bromelina, ácidos fenólicos, flavonoides e carotenoides, que podem ser aproveitados na formulação de bebidas isotônicas naturais. A casca do abacaxi contém aproximadamente 17,92% de fibra alimentar e 4,74% de minerais, superando a polpa em alguns nutrientes essenciais (ANDRADE, 2022). Somado a isso, seu alto teor de umidade (cerca de 81%) favorece processos fermentativos, permitindo o enriquecimento protéico do resíduo e sua aplicação em produtos funcionais (OLIVEIRA, 2005). A utilização da casca de abacaxi em isotônicos não apenas agrega valor nutricional, mas também contribui para a redução de resíduos agroindustriais, promovendo a sustentabilidade na cadeia produtiva.



O bagaço de maçã é rico em fibras alimentares, açúcares naturais e polifenóis, tornando-se um ingrediente funcional promissor para bebidas isotônicas, com ênfase no sabor adocicado natural. A farinha de bagaço de maçã apresenta excelentes propriedades nutricionais, podendo ser utilizada como substituto de açúcares refinados e fonte de fibras em alimentos. Incorporar o bagaço de maçã em isotônicos naturais não só melhora o perfil nutricional da bebida, mas também representa uma estratégia eficaz de reaproveitamento de resíduos agroindustriais e se apresenta como uma opção de adoçante natural. (ZANELLA, 2021)

O chá verde, derivado das folhas da planta *Camellia sinensis*, é amplamente reconhecido por seus benefícios à saúde, atribuídos principalmente à presença de catequinas, compostos com potente atividade antioxidante. A inclusão de chá verde em bebidas isotônicas pode contribuir para a redução do estresse oxidativo induzido pelo exercício físico, além de auxiliar na recuperação muscular. Durante o exercício físico intenso, especialmente em exercícios prolongados ou de alta intensidade, ocorre uma produção excessiva de espécies reativas de oxigênio (EROs), ou radicais livres, como o ânion superóxido ( $O_2^-$ ) e o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ). Esses radicais livres podem causar danos às células musculares, membranas celulares e outras estruturas biológicas, um processo conhecido como estresse oxidativo. As catequinas, em particular a EGCG, atuam como antioxidantes, capturando esses radicais livres e prevenindo seus danos. Isso ocorre porque a EGCG possui um grupo fenol que pode doar elétrons aos radicais livres, neutralizando-os e evitando que eles provoquem danos às células musculares e outras estruturas do corpo. Esse mecanismo de ação reduz o estresse oxidativo, melhorando a recuperação muscular e a saúde geral. (KHAN et al., 2019).

Além de sua ação antioxidante, o chá verde também tem um efeito anti-inflamatório significativo. A EGCG inibe a produção de citocinas pró-inflamatórias e outras moléculas de sinalização que são ativadas durante o processo inflamatório após o exercício. Isso ajuda a reduzir a inflamação muscular e acelera a recuperação. A catequina também pode modular a sinalização do fator nuclear kappa B (NF- $\kappa$ B), que está envolvido no processo inflamatório e na ativação de genes relacionados ao estresse celular. A inibição do NF- $\kappa$ B pode diminuir a inflamação muscular pós-exercício (CAO et al., 2021).

A combinação do chá verde com subprodutos gerados durante o processamento de alimentos, como a casca de abacaxi e o bagaço de maçã representa uma abordagem inovadora, unindo os benefícios funcionais de ingredientes tradicionais e alternativos, e promovendo a sustentabilidade na indústria de bebidas.

A adição de sal marinho e potássio oferece benefícios na hidratação e recuperação durante do atleta devido ao papel desses componentes no equilíbrio eletrolítico e na função muscular. O sal marinho, rico em sódio, regula o equilíbrio hídrico, ajudando a reter líquidos no corpo, essencial para evitar a desidratação durante atividades físicas intensas. O sódio também facilita a absorção de glicose e outros nutrientes no intestino, através do cotransporte de sódio e glicose (SGLT1), melhorando a reposição energética e a hidratação (IVY, 2019). Já o potássio é um eletrólito essencial que ajuda a manter a função muscular e nervosa, prevenindo câibras e fadiga muscular. Durante o exercício, ocorre a perda de potássio pelo suor, o que pode prejudicar o funcionamento muscular. A reposição adequada de potássio ajuda a restaurar o equilíbrio ácido-base e a função muscular, evitando disfunções e promovendo uma recuperação mais rápida (KHAN et al., 2021).

Um levantamento da ABIAD revelou que, em 2021, 59% dos lares brasileiros possuíam ao menos uma pessoa que utilizava algum tipo de suplemento, representando um aumento de 10% em relação a 2015. No Brasil, o segmento de produtos naturais já movimenta cerca de US\$ 35 bilhões por ano, conforme dados da Euromonitor Internacional. Por conta de uma notória preferência dos consumidores a produtos “clean label”, ou seja, ingredientes naturais, baixo teor de açúcar e aditivos, esses fatores levantam a questão de



como o reaproveitamento de resíduos agroindustriais e a inclusão de ingredientes naturais, podem ser utilizados nessa oportunidade de mercado e como esses alimentos podem beneficiar de forma nutricional essas bebidas. Dessa forma o objetivo deste trabalho será desenvolver e caracterizar uma bebida natural isotônica utilizando subprodutos gerados durante o processamento de alimentos, como a casca de abacaxi e o bagaço de maçã, combinados com chá verde e sais minerais, voltada para praticantes de atividade física.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

A casca de abacaxi e o bagaço de maçã serão obtidos a partir do reaproveitamento da preparação de sucos de frutas. O chá verde será preparado por infusão da planta seca (*Camellia sinensis*). Para a formulação da bebida isotônica, serão realizados testes preliminares para estabelecer a proporção ideal entre os ingredientes, de forma a alcançar uma bebida com teor adequado de carboidratos (6–8%) e eletrólitos, conforme recomendações para bebidas esportivas (BRASIL, 2018). A adição dos sais será ajustada com base nos resultados analíticos. A formulação poderá ser padronizada com adoçantes naturais, se necessário.

Para as análises físico-químicas da bebida, serão realizadas o Potencial de hidrogênio (pH) por pHmetro, Acidez total titulável (ATT) determinada por titulação com solução de hidróxido de sódio 0,1N padronizada e sólidos solúveis totais (°Brix), medido por refratometria.

Para determinar o teor de compostos bioativos, os extratos serão preparados por maceração, conforme descrito por Ito et. al (2016). Os compostos fenólicos totais (CPT) seguirá a metodologia de Folin-Ciocalteu. A determinação de flavonóides totais (FT) será de acordo com Silva et. al (2021). Para determinar o poder antioxidante da redução do ferro (FRAP), a metodologia descrita em Benzie e Strain (1996) será empregada e para a determinação do poder antioxidante pela eliminação do radical livre estável 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH) será utilizado para determinação da capacidade de captura dos radicais livres, de acordo com o método descrito por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995), seguindo o método adaptado por Avila et al. (2023) para microplacas de 96 poços.

As análises estatísticas serão realizadas por meio do software STATISTICA, versão 13.2 (Statsoft, Tulsa OK, EUA). Os dados foram apresentados como média e desvio padrão. Para determinação de diferenças entre as amostras, a análise de variância (ANOVA) foi aplicada, considerando-se o nível de significância de 95% seguido do teste de Tukey.

## 3 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que a formulação desenvolvida apresente características físico-químicas compatíveis com uma bebida isotônica, incluindo teor adequado de eletrólitos e osmolaridade entre 270 e 330 mOsm/L. A presença de compostos bioativos do chá verde e dos resíduos frutíferos deve conferir à bebida propriedades antioxidantes relevantes, agregando valor funcional ao produto, compatível com as necessidades dos praticantes de exercícios físicos.

É esperado também, que a bebida apresenta boa estabilidade físico-química e sensorial, além de promover uma hidratação eficiente, contribuindo para a recuperação muscular e reduzindo o estresse oxidativo induzido pelo exercício. A incorporação de sal marinho e potássio visa otimizar o equilíbrio eletrolítico e a função muscular dos consumidores.

Outro resultado esperado será a viabilidade do reaproveitamento de subprodutos como ingredientes principais da formulação, promovendo uma alternativa sustentável para



a indústria de bebidas. Com isso, o estudo poderá contribuir não apenas para a inovação no mercado de isotônicos naturais, mas também para a redução do desperdício de alimentos e para o desenvolvimento de produtos alinhados à demanda por opções “*clean label*”, funcionais e ambientalmente responsáveis.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo evidencia o potencial do desenvolvimento de bebidas isotônicas funcionais a partir de subprodutos agroindustriais, como casca de abacaxi e bagaço de maçã, associados ao chá verde. A formulação proposta busca aliar benefícios nutricionais, ação antioxidante e eletrolítica, com apelo sustentável e natural, atendendo às exigências do mercado por produtos *clean label*. A utilização desses resíduos não apenas agrega valor funcional à bebida, como também promove a redução de desperdício na cadeia produtiva, contribuindo para práticas mais sustentáveis na indústria alimentícia. Espera-se que a bebida final apresente características físico-químicas compatíveis com bebidas isotônicas tradicionais, oferecendo hidratação eficiente, reposição de eletrólitos e compostos bioativos, favorecendo a recuperação muscular e o bem-estar dos praticantes de atividades físicas. Dessa forma, este estudo parcial reforça a viabilidade técnica e nutricional do reaproveitamento de subprodutos para a criação de alternativas inovadoras e funcionais no setor de alimentos e bebidas.

#### REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Letícia da Silva et al. Caracterização do abacaxi e sua casca como alimento funcional: revisão narrativa. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 24, 2022.
- ÁVILA, Suelen et al. Influence of cooking methods on *in vitro* bioaccessibility of phenolics, flavonoids, and antioxidant activity of red cabbage. **Plant Foods for Human Nutrition**, [S.l.], v. 77, n. 4, p. 483–489, 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS PARA FINS ESPECIAIS E CONGÊNERES (ABIAD). Levantamento sobre consumo de suplementos no Brasil. 2021.
- CAO, Y. et al. Green tea extract attenuates muscle damage and oxidative stress in rats after exhaustive exercise. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 88, p. 106-114, 2021.
- EUROMONITOR INTERNACIONAL. Relatório sobre o mercado de produtos naturais no Brasil. 2021. Disponível em: <https://www.euromonitor.com/>. Acesso em: 25 abr. 2025.
- ITO, Vanessa Cristina; BET, C. D.; WOJEICCHOWSKI, J. P.; DEMIATE, I. M.; SPOTO, M. H. F.; SCHNITZLER, E.; LACERDA, L. G.. Effects of gamma radiation on the stability and degradation kinetics of phenolic compounds and antioxidant activity during storage of (*Oryza sativa* L.) black rice flour. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 62, 2019.
- IVY, J. L. Dietary Strategies to Promote Postexercise Recovery. In: **The ACSM's Sports Medicine: A Comprehensive Review**. 7. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2019. p. 131-140.
- KHAN, N. et al. Green tea polyphenols: bioavailability, bioefficacy and safety. **Food Research International**, v. 123, p. 517-523, 2019.



MACHADO, Ana Maria de Resende. Análises físico-químicas na caracterização de bebidas isotônicas e carboidratadas em Belo Horizonte-MG. 2020.

OLIVEIRA, Marinévea M. de; CAMPOS, Ana R. N.; GOMES, Josivanda P.; SILVA, Flávio L. H. da. Isotermas de sorção do resíduo agroindustrial de casca do abacaxi (*Ananas comosus* L. Mer). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 515–519, 2005.

SILVA, Elcimar Rédoa da. Análise físico-química de bebidas isotônicas comercializadas no município de Ariquemes-RO. 2013.

SILVA, Alisson David et al. In vitro bioaccessibility of proteins, phenolics, flavonoids and antioxidant activity of *Amaranthus viridis*. **Plant Foods for Human Nutrition**, [S.l.], v. 76, n. 4, p. 456–462, 2021.

ZANELLA, Sílvia Tais da Silva. Aproveitamento do bagaço da maçã na produção de farinha: elaboração de formulações e avaliação físico-química e sensorial. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.