

Gel de carboidrato de beterraba e açaí para atletas e esportistas: desenvolvimento, caracterização e aceitabilidade sensorial

Beetroot and açai carbohydrate gel for athletes and physically active individuals: development, characterization and sensory acceptability

Carlos Alberto da Silva

Nutricionista, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, Campo Grande – MS, Brasil.

<https://orcid.org/0009-0008-4643-3692>

Mariana Falaschi Mazzo

Nutricionista, Mestre em Biotecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, Campo Grande – MS, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0002-0100-7365>

Iara Penzo Barbosa

Nutricionista, Mestre em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, Campo Grande - MS, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0002-0447-1382>

Willian Rafael Gonçalves Soares

Nutricionista, Especialização em Nutrição Esportiva e Estética, Centro Universitário São Camilo. Técnico administrativo do Curso de Nutrição da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Alimentos e Nutrição – FACFAN da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, Campo Grande - MS, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0002-3027-5422>

Márcio Olívio Figueiredo Vargas

Químico, Mestre em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS. Técnico administrativo do Curso de Nutrição da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Alimentos e Nutrição – FACFAN da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, Campo Grande - MS, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0002-5861-3198>

Fabiane La Flor Ziegler Sanches

Nutricionista e Farmacêutica, Doutora em Alimentos e Nutrição, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Docente do Curso de Nutrição e do Programa de Biotecnologia, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Alimentos e Nutrição – FACFAN da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, Campo Grande - MS, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0002-0096-3697>

E-mail: Fabiane La Flor Ziegler Sanches - fabiane.sanches@ufms.br

Resumo

Objetivo: Desenvolver formulações de suplemento em gel de carboidrato de beterraba e açaí, realizar a caracterização físico-química e a análise sensorial com

esportistas e atletas. **Métodos:** Foram desenvolvidas duas formulações (F1 e F2), comparadas ao gel comercial (F3) da marca Dobro® e caracterizadas quanto umidade, cinzas, lipídios, proteínas, carboidratos, valor calórico total, pH e acidez titulável. Considerou-se avaliação de atributos sensoriais através de escala hedônica estruturada de 9 pontos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos (CEP) sob parecer 2.305.728. **Resultados:** As formulações finais do gel de carboidrato utilizaram-se de: água purificada (30,75%), maltodextrina (50%), açúcar cristal (15%), beterraba (1,7% a 2,5%), polpa de açaí (1,7% a 2,5%) e ácido cítrico (0,17% do rendimento). Os geis diferiram estatisticamente ($p < 0,05$) entre si nos teores de acidez, proteínas, carboidratos, pH e valor calórico total. A análise sensorial foi realizada com 52 participantes, pelo teste de variância ANOVA, as formulações desenvolvidas se destacaram significativamente ($p < 0,05$) em relação ao gel comercial nos atributos aparência ($F1 = 7,46 \pm 1,91$; $F2 = 7,46 \pm 1,67$), cor ($F1 = 8,13 \pm 1,37$; $F2 = 7,65 \pm 1,70$) e textura ($F1 = 6,56 \pm 2,20$; $F2 = 6,58 \pm 1,85$). A formulação F2 apresentou médias estatisticamente superiores à F1 nos atributos sabor, doçura, aceitação global e na intenção de compra, porém sem diferença para o gel comercial. **Conclusão:** A utilização de açaí e beterraba no desenvolvimento de suplementos do tipo gel de carboidrato se mostrou eficiente em termos nutricionais e tecnológicos, com a formulação F2 sendo mais promissora nos aspectos sensoriais em relação a F1, e apresentando boa competitividade com F3, gel já comercializado no mercado brasileiro.

Palavras-chave: Nutrição esportiva. Suplementos nutricionais. Inovação.

Abstract

Objective: To develop beetroot and açai-based carbohydrate gel supplement formulations and to perform physicochemical characterization and sensory evaluation with athletes. **Methods:** Two formulations (F1 and F2) were developed and compared with a commercial gel (F3) from the brand Dobro®. The formulations were characterized for moisture, ash, lipids, proteins, carbohydrates, total caloric value, pH, and titratable acidity. Sensory attributes were assessed using a 9-point structured hedonic scale. The study was approved by the Human Research Ethics Committee (CEP) under protocol number 2.305.728. **Results:** The final carbohydrate gel formulations consisted of purified water (30.75%), maltodextrin (50%), crystal sugar (15%), beetroot (1.7–2.5%), açai pulp (1.7–2.5%), and citric acid (0.17%). The formulations differed significantly ($p < 0.05$) in acidity, protein and carbohydrate content, pH, and total caloric value. Sensory analysis was conducted with 52 participants, and data were analyzed using ANOVA. The developed formulations achieved significantly higher scores ($p < 0.05$) than the commercial gel for appearance ($F1 = 7.46 \pm 1.91$; $F2 = 7.46 \pm 1.67$), color ($F1 = 8.13 \pm 1.37$; $F2 = 7.65 \pm 1.70$), and texture ($F1 = 6.56 \pm 2.20$; $F2 = 6.58 \pm 1.85$). Formulation F2 showed significantly higher mean scores than F1 for flavor, sweetness, overall acceptability, and purchase intention, with no significant difference compared to the commercial gel. **Conclusion:** The incorporation of beetroot and açai proved effective from nutritional and technological perspectives. The F2 formulation demonstrated superior sensory performance and competitive potential compared to the commercial product available in the Brazilian market.

Keywords: Sports nutrition. Nutritional supplements. Innovation.

INTRODUÇÃO

Suplementos em gel são muito utilizados por atletas que buscam melhorar o desempenho em treinos e competições, a maior parte desses atletas buscam alcançar a recomendação da *International Society of Sports Nutrition* (ISSN) que defende a ingestão de 0,7 g de carboidrato/kg/h durante o exercício, para que ocorra a reposição dos estoques energéticos e diminua os efeitos deletérios do exercício intenso prolongado, como a menor resistência aeróbica, fadiga e hipoglicemia¹.

A legislação brasileira vigente RDC nº 243², dispõe sobre os requisitos sanitários de suplementos alimentares, no caso de gel, em sua formulação, além de carboidratos, permite a adição de nutrientes, vitaminas, minerais e outros compostos, como corantes.

A beterraba é um alimento muito promissor para aumentar a *performance* de atletas por ser uma fonte natural de nitrito, substância que quando convertida em óxido nítrico é responsável por efeitos fisiológicos que influenciam de forma benéfica nos exercícios físicos intensos devido a vasodilatação, regulação do fluxo sanguíneo, distribuição do oxigênio, aumento da eficiência mitocondrial e captação de glicose, melhorando a capacidade cardiorrespiratória³.

O açaí, embora seja um fruto característico da região norte do país, é muito aceito pela população brasileira, a sua coloração roxa intensa, característico da polpa, ocorre pela presença das antocianinas, pigmentos naturais que possuem alta capacidade antioxidante e podem auxiliar na prevenção de doenças cardiovasculares⁴. Além disso, recentemente começaram a surgir estudos que indicam benefícios da introdução de açaí na alimentação de atletas que praticam exercícios de natureza oxidativa, como diminuir a concentração de lactato sanguíneo, elevando a intensidade de limiar anaeróbio e minimizando os efeitos do estresse oxidativo induzido pelo treinamento intenso⁵.

Embora já existam produtos comerciais que utilizem ingredientes naturais na nutrição esportiva, a literatura ainda evidencia desafios relacionados ao desenvolvimento de alimentos funcionais sustentáveis, incluindo questões tecnológicas, aceitação do consumidor e necessidade de maior robustez científica na área. Além disso, muitos suplementos esportivos permanecem predominantemente baseados em carboidratos simples e eletrólitos, com menor exploração sistemática de matrizes alimentares que integrem compostos bioativos com finalidade

ergogênica⁶. Nesse contexto, estudos que abordem desenvolvimento tecnológico, estabilidade e características sensoriais de novas formulações tornam-se relevantes para o avanço da área.

Conforme a composição nutricional e propriedades funcionais do açaí e da beterraba, o desenvolvimento de um suplemento em gel que possa auxiliar no aumento da *performance* de atletas em seus treinamentos intensos e/ou competições é de interesse do público-alvo, atletas, esportistas e também do mercado de suplementos que está em expansão. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo desenvolver formulações de suplemento em gel de carboidrato de beterraba e açaí, realizar a caracterização físico-química e análise sensorial com o público de atletas e esportistas.

MÉTODOS

Trata-se do desenvolvimento, análise físico-química e aceitabilidade sensorial de um gel de carboidrato de beterraba e açaí. Todas as etapas da pesquisa ocorreram em laboratórios da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos (CEP) sob parecer 2.305.728, CAAE 56187822.1.0000.0021.

Desenvolvimento das formulações

Foram elaboradas duas formulações de géis finais (F1 e F2) contendo maltodextrina, água, açúcar, beterraba, polpa de açaí e ácido cítrico, de forma que os géis ofertassem no mínimo 65% de carboidratos ou 19,5g na porção de 30g, como estabelecido pela legislação brasileira⁷.

A elaboração de duas formulações (F1 e F2) teve como objetivo avaliar o impacto da variação proporcional entre beterraba e polpa de açaí nas características sensoriais e físico-químicas do produto final, mantendo constante a base de carboidratos. A escolha das concentrações foi definida a partir de testes preliminares de bancada (pré-teste), nos quais foram avaliadas diferentes proporções dos ingredientes quanto à intensidade de cor, sabor residual e viscosidade. Observou-se que concentrações superiores a 2,5% de beterraba resultavam em sabor terroso mais pronunciado, enquanto níveis elevados de açaí impactavam significativamente a coloração e a percepção de doçura. Assim, optou-se por testar duas formulações com inversão proporcional dos teores (F1: maior teor de beterraba e menor de açaí; F2:

maior teor de açaí e menor de beterraba), permitindo analisar a influência sensorial e tecnológica de cada matéria-prima no desempenho global do produto.

Todos os ingredientes foram pesados em balança analítica, em seguida, com o auxílio do mixer, a beterraba foi triturada até obter uma massa homogênea e em um liquidificador industrial foram adicionados os demais ingredientes. Na etapa seguinte foi realizada a separação dos resíduos sólidos do conteúdo líquido e em fogo baixo, o conteúdo foi mexido constantemente até se obter a viscosidade próxima do mel e após a cocção foi adicionado o ácido cítrico.

A formulação F3 não foi desenvolvida no presente estudo, sendo utilizada como padrão comparativo um gel comercial disponível no mercado brasileiro, da marca Dobro®, especificamente o produto “BT Gel – Beterraba com Laranja”, na porção de 30 g. De acordo com as informações declaradas no rótulo, o produto fornece 20 g de carboidratos por porção, tendo como principais ingredientes tapioca e palatinose, e não contém adição de nitrato. O sabor beterraba com laranja foi selecionado por apresentar similaridade conceitual com as formulações desenvolvidas, permitindo comparação sensorial mais adequada. A escolha desse produto justifica-se por sua ampla comercialização no segmento de nutrição esportiva nacional, pela presença de beterraba em sua composição e por representar uma referência de mercado para suplementos em gel à base de carboidratos.

Caracterização físico-química

A composição centesimal ocorreu em triplicata como é preconizado pelo Instituto Adolfo Lutz⁸. A determinação de umidade aconteceu por secagem direta a 105°C, determinação de cinzas por resíduo de incineração a 550 °C, enquanto os macronutrientes foram analisados pelo método micro-Kjeldahl para proteína, extração soxhlet para lipídios e os carboidratos por diferença, os valores calóricos totais (VCT) foram determinados pelo seguinte cálculo: $VCT = \text{lipídios} \times 9,03 + \text{proteína} \times 4,27 + \text{carboidratos} \times 3,82^9$.

Foi realizada também a determinação eletrométrica de pH, acidez titulável e sólidos solúveis (°Brix) por refratometria, análises essas que ocorreram de acordo com as metodologias da AOAC¹⁰ e Instituto Adolfo Lutz⁸.

Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada no laboratório de análise sensorial da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, aplicando as duas amostras desenvolvidas (F1 e F2) e

uma amostra de gel comercial (F3) da marca Dobro®, com o público-alvo de esportistas e/ou atletas, de diversas modalidades, de ambos os gêneros e predominantemente adultos

Foram avaliados os atributos: aparência, aroma, sabor, textura, cor, doçura e aceitação global, numa escala hedônica estruturada de 1 a 9 pontos e a sua intenção ou não de comprar os produtos formulados usando uma escala estruturada de 5 pontos¹¹. Também houve avaliação do perfil dos consumidores quanto ao consumo de gel de carboidrato, açaí e beterraba através de perguntas como: “Consome gel de carboidrato?”, “Gosta de açaí?”, “Consome beterraba?”.

A divulgação foi realizada por meio de grupos de atletas e esportistas nas redes sociais “WhatsApp” e “Instagram” e também com panfletos espalhados pelo *campus* da universidade.

As médias de cada atributo foram utilizadas para cálculo do índice de aceitabilidade:

IA (%) = $A / B \times 100$, sendo A nota média obtida para o atributo e B a nota máxima para o atributo¹¹.

Análise estatística

Os dados foram organizados em planilhas e avaliados no *software* SPSS® (*Statistical Package for the Social Sciences*), os resultados foram submetidos ao teste de normalidade, posteriormente à análise de variância ANOVA e pós teste de Tukey (teste paramétrico) para variáveis com distribuição normal e teste Kruskal-Wallis e pós teste de Dunn-Bonferroni (teste não paramétrico) para variáveis com distribuição não normal, considerando 5% de probabilidade.

RESULTADOS

Desenvolvimento das formulações do gel de carboidrato

Após pré-testes, as formulações finais do gel de carboidrato foram compostas por: água purificada, maltodextrina, açúcar cristal, beterraba, polpa de açaí e ácido cítrico, conforme dados da Tabela 1.

Tabela 1 - Formulações finais desenvolvidas de gel de carboidrato de beterraba e açaí (F1 e F2).

Ingredientes	F1 (g/ml)	F1 (%)	F2 (g/ml)	F2 (%)
Água Purificada	184,8	30,75	184,8	30,75
Beterraba	15	2,50	10,2	1,70
Polpa açaí	10,2	1,70	15	2,50
Maltodextrina	300	50	300	50
Açúcar cristal	90	15	90	15
Total	600	100	600	100

*Ácido cítrico = 0,17% do rendimento final.

As proporções de água purificada, maltodextrina, açúcar cristal e ácido cítrico foram iguais nas duas formulações, enquanto a quantidade de beterraba e açaí variaram, sendo a F1 = 2,5% de beterraba e 1,7% de açaí e F2 = 1,7% de beterraba e 2,5% de açaí.

Caracterização físico-química

Os resultados obtidos após a realização da caracterização físico-química dos géis de carboidrato e seus respectivos valores de umidade, cinzas, lipídios, proteínas, carboidratos, valor calórico, pH e acidez titulável estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2 - Caracterização físico-química das formulações de gel de carboidrato de beterraba e açaí.

Componentes (g/100g)*	F1 Média±DP	F2 Média±DP	F3 Média±DP	p-valor**
Umidade	29,53±0,63	25,53±0,36	29,68±0,36	0,082
Cinzas	0,11±0,17	0,10±0,01	2,62±0,29	0,077
Lipídios	0,11±0,03	0,08±0,01	0,14±0,03	0,113
Proteínas	1,02±0,01 ^b	0,81±0,01 ^b	1,80±0,11 ^a	0,001
Carboidratos	69,24±0,57 ^b	73,31±0,11 ^a	65,80±0,78 ^c	0,002
Valor Calórico Total	282,00±2,59 ^b	296,89±1,04 ^a	271,70±3,29 ^b	0,005
pH	2,94±0,91 ^b	2,84±0,12 ^b	3,71±0,04 ^a	0,0001
Acidez titulável	2,92±0,67 ^b	3,41±0,24 ^{ab}	8,60±0,04 ^a	0,044

*Cálculos realizados considerando a triplicata, expressos em Média±DP. **Teste de variância ANOVA. Letras diferentes na mesma linha representam diferença significativa pelo pós teste de Tukey. F1 = 2,5% de beterraba e 1,7% de açaí, F2 = 1,7% de beterraba e 2,5% de açaí e F3 = gel comercial (marca Dobro®).

Após a realização das análises físico-química da composição centesimal, os géis foram submetidos ao teste de variância ANOVA e se diferiram nos teores de proteínas, carboidratos e valor calórico total ($p < 0,05$). Não apresentaram diferença estatística significativa para umidade, cinzas e lipídios ($p > 0,05$).

Em relação ao teor proteico, F3 foi superior a F2 e F1, as quais não diferiram entre si. Sobre o teor de carboidrato, F2 foi superior a F1 e F3, sendo F3 o menor. Já no valor calórico total, F2 foi superior a F1 e F3, as quais não diferiram entre si.

Os teores de acidez e pH diferiram entre as formulações estudadas ($p < 0,05$), sendo que para o pH, F3 foi superior a F2 e F1, que não diferiram entre si e em relação a acidez F3 foi superior apenas a F1, não diferindo de F2.

Análise Sensorial

A análise sensorial obteve a participação de 52 esportistas e atletas, sendo 38 mulheres (73,1%) e 14 homens (26,9%), entre 17 e 52 anos com média de $23,62 \pm 7,77$ anos. Do total de participantes ($n=52$), 48 (92,3%) já consumiram açaí, 45 (86,5%) relataram que gostam da fruta, 48 (92,3%) consumidores já consumiram beterraba e 46 (88,5%) relataram que gostam dessa hortaliça tuberosa.

Os resultados dos atributos sensoriais analisados, submetidos ao teste de variância ANOVA, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Médias dos atributos sensoriais e intenção de compra realizados para as formulações de gel de carboidrato F1, F2 e F3.

Formulações/ Atributos	F1 Média±DP	F2 Média±DP	F3 Média±DP	p-valor*
Aparência	7,46±1,91 ^a	7,46±1,67 ^a	6,33±2,18 ^b	0,004
Aroma	6,13±1,96	5,46±1,80	5,35±1,81	0,094
Sabor	4,77±2,63 ^b	6,48±2,26 ^a	6,19±2,17 ^a	0,002
Textura	6,56±2,20 ^a	6,58±1,85 ^a	5,63±2,12 ^b	0,030
Cor	8,13±1,37 ^a	7,65±1,70 ^a	6,71±1,80 ^b	0,0001
Doçura	4,77±2,79 ^b	6,83±2,09 ^a	6,73±2,22 ^{ab}	0,0001
Aceitação Global	5,37±2,30 ^b	6,60±1,97 ^a	6,13±2,05 ^{ab}	0,017
Intenção de Compra	2,60±1,50 ^b	3,46±1,36 ^a	3,15±1,40 ^{ab}	0,010

DP: Desvio padrão; F1 = 2,5% de beterraba e 1,7% de açaí, F2 = 1,7% de beterraba e 2,5% de açaí e F3 = gel comercial (marca Dobro®). *Teste de Kruskal-Wallis. Letras diferentes na mesma linha representam diferença significativa pelo pós teste de Dunn-Bonferroni.

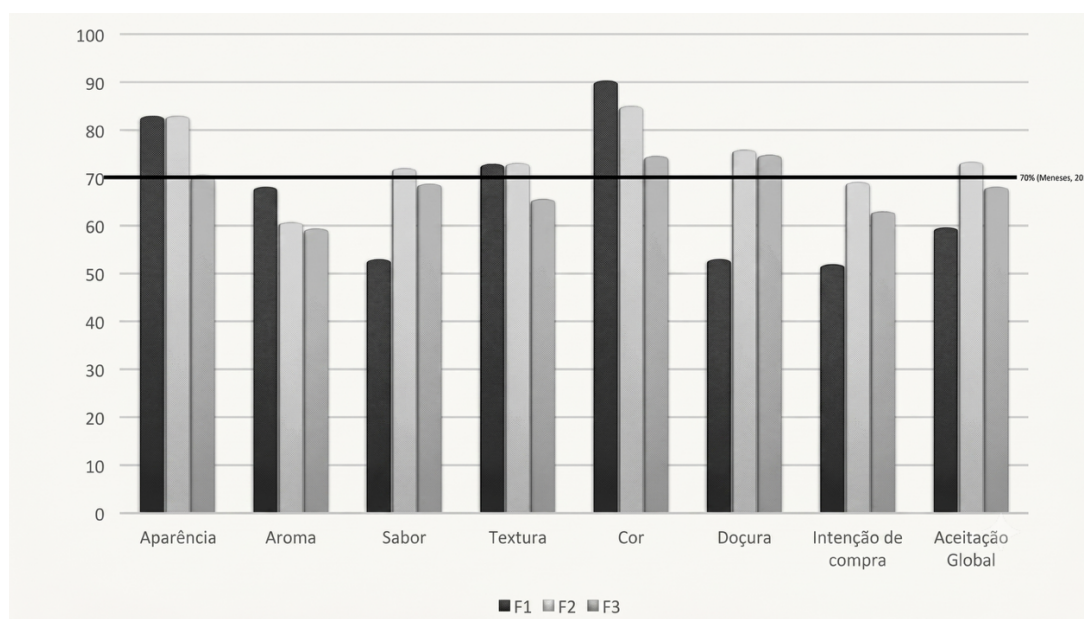
Não houve diferença significativa entre as formulações de géis apenas para o atributo aroma ($p=0,094$). A formulação F3 (gel comercial) teve média de aparência, textura e cor inferior à F1 e F2. A formulação F2 se destacou na avaliação dos consumidores nos atributos sabor e doçura, apresentando médias estatisticamente superiores à F1, porém sem diferença para o gel comercial (F3). Tanto para a

aceitação global como para a intenção de compra, a média de F2 foi estatisticamente superior à média de F1 e não diferiu de F3.

Os índices de aceitabilidade dos atributos sensoriais estão representados na Figura 1, por meio de gráfico de barras comparativo, no qual são apresentados os percentuais de aceitação das formulações F1, F2 e F3 para cada atributo avaliado, conforme especificado em métodos.

É considerado um bom índice de aceitabilidade quando a percentagem é maior ou igual a 70%¹⁰. A cor foi o atributo com maior aceitabilidade, sendo 90,3% (F1), 85,0% (F2), 74,6% (F3), seguido pelo atributo aparência com 82,9% (F1), 82,9% (F2), 70,3% (F3), respectivamente. Nenhuma das formulações atingiu 70% de aceitação para os atributos aroma e intenção de compra, no entanto o maior valor em intenção de compra foi da formulação F2, e no aroma foi de F1.

Figura 1 - Índice de aceitabilidade (%) dos atributos sensoriais das formulações de gel de carboidrato F1, F2 e F3, obtido a partir das médias da escala hedônica de 9 pontos (n = 52).



Legenda: F1 = 2,5% de beterraba e 1,7% de açaí, F2 = 1,7% de beterraba e 2,5% de açaí e F3 = gel comercial (marca Dobro®).

DISCUSSÃO

Estratégias nutricionais para exercícios de endurance têm evoluído para o desenvolvimento de formulações de rápida absorção e alta densidade energética, incluindo diferentes matrizes alimentares que visam praticidade e melhor tolerância gastrointestinal. Nesse contexto, a incorporação de compostos bioativos naturais representa uma tendência crescente na nutrição esportiva, embora persistam

desafios relacionados à estabilidade, padronização e validação científica dessas formulações⁶.

O carboidrato é a principal fonte de energia para exercícios físicos prolongados¹¹, suplementar carboidratos antes, durante ou após exercícios físicos é considerado como uso de recurso ergogênico para auxiliar atletas a aumentar a *performance*¹². Durante treinos e provas o seu consumo é responsável por repor os estoques de glicogênio e estabilizar a glicemia durante a realização de exercícios prolongados¹. A suplementação de carboidratos está presente nas mais diversas modalidades esportivas, em especial nas modalidades de *endurance*, a utilização de suplementos e compostos ergogênicos está cada vez mais frequente em eventos esportivos a fim de otimizar o desempenho dos atletas¹³.

Nos últimos anos a beterraba vem recebendo destaque nos estudos de nutrição esportiva por ser uma fonte rica de nitrato inorgânico (NO₃), após o seu consumo, o NO₃ é reduzido a nitrito (NO₂) pelas bactérias presentes na língua através da enzima nitrato redutase, após a deglutição, no estômago, parte é convertido em óxido nítrico (NO) e finalmente absorvido pelo intestino, entrando na circulação e aumentando a concentração plasmática^{14,15,16,17}. A literatura recente confirma que a suplementação com nitrato proveniente da beterraba pode melhorar eficiência mitocondrial e economia de esforço, especialmente em exercícios submáximos¹⁸. Contudo, a maior parte dos estudos utiliza suco concentrado ou extratos padronizados, sendo escassos os trabalhos que avaliam a incorporação da beterraba em matrizes alimentares complexas como géis, o que reforça a relevância tecnológica do presente estudo¹⁹.

O açaí, em contraste com a beterraba, não é um fruto amplamente estudado na área de nutrição esportiva. Os poucos estudos sobre o açaí, em sua maioria, são estudos brasileiros, o que revela a importância do fruto para o país. Presente em todo o território do estuário amazônico, a produção de açaí é concentrada principalmente nos estados do Pará, Amapá e Maranhão^{20,21}. Além da sua relevância econômica e social, o açaí, no que se diz respeito ao uso do fruto em nutrição esportiva, apresenta dados promissores. A suplementação de açaí demonstra aumento do tempo até a exaustão para 90% do VO_{2máx} e na intensidade aumentada no limiar anaeróbico^{22,23}, reduções significativas em marcadores de danos musculares como creatina quinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH) pós-exercício^{24,25}, redução no perfil lipídico²⁶ e marcadores de estresse oxidativo como o malondialdeído (MDA) diminuídos^{22,23}.

A combinação de açaí e beterraba em géis de carboidrato é promissora, após realizar pesquisas em bases de dados governamentais como o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), periódicos científicos em bases como o SciELO, PubMed e Google Acadêmico, não foi encontrado nenhum produto semelhante ao “Gel de carboidrato de beterraba e açaí”. Recentemente, a marca Dobro® lançou o único produto do mercado com essa combinação, até o presente momento, os autores consideram de interesse dos consumidores produtos novos com propostas semelhantes, para enriquecer as opções disponíveis do mercado de suplementos brasileiros.

As formulações desenvolvidas F1 e F2 se diferiram apenas na proporção utilizada de açaí e beterraba, o que resultou em géis com aparência semelhante, porém com aspectos sensoriais diferentes, nos permitindo avaliar a preferência do público participante sobre a predominância sensorial do ingrediente açaí em detrimento da beterraba.

No que se diz respeito a composição físico-química dos géis, é possível observar na tabela 3 que em relação ao teor de carboidratos, nutriente principal da composição do gel, a F3 (gel comercial) apresentou a menor quantidade, em seguida ficou F1, enquanto F2 apresentou o maior valor de carboidratos, porém todas em conformidade com a Instrução Normativa nº 28 (2018)⁷. Esses dados tornam as formulações desenvolvidas mais atrativas quando levamos em consideração o objetivo principal do gel, que é fornecer carboidratos de maneira rápida, efetiva e prática, para que atletas e esportistas possam suplementar carboidratos nas situações em que a ressíntese de glicogênio precisa ocorrer de maneira mais rápida¹.

Para o pH e acidez titulável, F3 foi superior a F1 e F2. No entanto, o pH mais baixo de F1 e F2 revelam que o produto desenvolvido é mais ácido, tal característica está presente em decorrência da utilização do açaí na formulação do gel, o qual é um fruto que possui pH ácido próximo a 4²⁷. Além disso, as formulações F1 e F2 não possuem a necessidade de adicionar corantes em sua composição, já que apresentam a beterraba na lista de ingredientes, a qual oferta de maneira natural os compostos de betalaínas, que são pigmentos naturais da beterraba responsáveis por adicionar atividade antioxidante e coloração no produto, esses pigmentos por serem naturais são sensíveis a diversos fatores, e a sua durabilidade e estabilidade tem pico em pH menores²⁸.

Observando as informações obtidas através da análise sensorial, podemos notar o destaque de F2 em relação a F1 em praticamente todos os atributos avaliados (sabor, doçura, aceitação global e intenção de compra), no entanto, não apresentou diferença estatística significativa de F3, o que pode ser considerado algo positivo, levando em consideração que F3 (comercial) é um gel já estabelecido no mercado, de uma marca líder de venda e as formulações desenvolvidas apresentaram a mesma intenção de compra pelo público alvo. O índice de aceitabilidade também revela a maior preferência do público na cor e aparência dos géis desenvolvidos F1 e F2 em relação ao gel comercial F3.

Embora o gel comercial (F3) apresente formulação consolidada no mercado, observa-se maior complexidade da composição do produto, incluindo múltiplos açúcares, aditivos, conservantes e agentes sequestrantes. Em contraste, as formulações desenvolvidas apresentaram composição reduzida e ausência de conservantes sintéticos, alinhando-se às tendências “clean label”. Do ponto de vista tecnológico, essa simplificação implica menor interferência de aditivos na percepção sensorial e potencial diferencial mercadológico, porém também pode representar desafios futuros quanto à estabilidade microbiológica e vida de prateleira, aspectos não avaliados no presente estudo.

Como limitações do estudo, destaca-se a ausência de avaliação da estabilidade durante armazenamento, da biodisponibilidade dos compostos bioativos após processamento térmico e da mensuração direta de marcadores fisiológicos de desempenho esportivo. Além disso, a composição detalhada do produto comercial foi considerada apenas com base nas informações declaradas em rótulo, o que pode limitar comparações mais aprofundadas. Estudos futuros devem investigar a estabilidade dos pigmentos naturais e compostos bioativos ao longo do armazenamento, bem como avaliar o impacto das formulações sobre marcadores metabólicos e desempenho físico em protocolos controlados.

CONCLUSÃO

Os resultados demonstram a viabilidade tecnológica da incorporação de beterraba e açaí em suplementos do tipo gel de carboidrato, evidenciando que a variação proporcional entre esses ingredientes influencia diretamente os atributos sensoriais e parâmetros físico-químicos do produto final. A formulação F2 apresentou desempenho sensorial superior, indicando que maior proporção de açaí contribui positivamente para aceitação pelo público-alvo.

Além de atender aos requisitos da legislação vigente para suplementos alimentares, o produto desenvolvido amplia as possibilidades de aplicação de matérias-primas de origem vegetal com potencial funcional em matrizes esportivas. Os achados reforçam a importância do desenvolvimento tecnológico aliado à caracterização físico-química e sensorial para consolidação de alternativas inovadoras no segmento de nutrição esportiva.

REFERÊNCIAS

1. Kerksick CM, Wilborn CD, Roberts MD, Ryan AS, Kleiner SM, Jäger R, *et al.* ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *J Int Soc Sports Nutr.* 2018;15(1):38.
2. Ministério da Saúde (MS), Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução da diretoria colegiada – RDC Nº243, de 26 de julho de 2018. [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2018. [acesso em 2024 Ago 23]. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3898888/RDC_243_2018_.pdf/0e39ed31-1da2-4456-8f4a-afb7a6340c15
3. Domínguez R, Cuenca E, Luis JMM, García PF, Serra NP, Carmen MLE, *et al.* Effects of beetroot juice supplementation on cardiorespiratory endurance in athletes. A systematic review. *Nutrients.* 2017;9(1)43.
4. Oliveira AG, Costa MCD, Rocha SMBM. Functional benefits of açai berry in the prevention of cardiovascular diseases. *Jour A H Sci.* 2015;03(1)1.
5. Ivone SBMTS. Suplementação de açaí em ciclistas: efeitos sobre marcadores inflamatórios, oxidativos e capacidade aeróbia. Repositório Institucional UNESP. 2018;11.
6. Naselli A, Rossi F, Martino G, Leone A, Procopio A, Caruso G, *et al.* Challenges and future perspectives of sustainable supplements, functional foods, and nutrigenomics in athletic performance. *Nutrients.* 2024;16(2):79.
7. Ministério da Saúde (MS), Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Instrução normativa – IN Nº28, de 26 de julho de 2018. [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2018. [acesso em 2024 Ago 23]. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3898888/IN_28_2018_COMP.pdf/db9c7460-ae66-4f78-8576-dfd019bc9fa1
8. IAL (Instituto Adolfo Lutz). Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 4a ed. São Paulo: IAL; 2008.
9. Merrill AL, Watt BK. Energy value of foods: basis and derivation. Washington DC: United States Department of Agriculture; 1973.
10. Association Of Official Analytical Chemists – AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Arlington: AOAC; 1990.
11. Monteiro CLB. Técnicas de Avaliação sensorial, 2a ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, CEPPA; 1984.

12. Santos JF, Bevilacqua MA. O uso do carboidrato antes da atividade física como recurso ergogênico: revisão sistemática. *Rev Bras Med Esp*. [São Paulo]. 2015;21(2).
13. Burke LM, Castell LM, Casa DJ, Close GL, Costa RJS, Desbrow B, *et al*. International Association of Athletics Federations Consensus Statement 2019: Nutrition for Athletics. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2019;29(2)73–84.
14. Barbosa GS, Lannes LL. Nitrate: supplementation, dietary sources and effects on performance. *Braz Journ of Func Nut*. 2017;10.
15. Sinead TJM, Wylie LJ, Thompson C, Vanhatalo A, Jones AM. Potential benefits of dietary nitrate ingestion in healthy and clinical populations: A brief review. *Eur J Sport Sci*. 2019;19(1)15–29.
16. Oskarsson J, McGawley K. No individual or combined effects of caffeine and beetroot–juice supplementation during submaximal or maximal running. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2018;43(7)697–703.
17. Santana J, Madureira D, França E, Rossi F, Rodrigues B, Fukushima A, *et al*. Nitrate Supplementation Combined with a Running Training Program Improved Time–Trial Performance in Recreationally Trained Runners. *Sports (Basel)*. 2019;7(5)120.
18. Domínguez R, Cuenca E, Martínez–Sanz JM, García–Fernández P, Serra–Paya N, Estevan MCL, *et al*. Effects of beetroot juice supplementation on cardiorespiratory endurance in athletes: a systematic review. *Nutrients*. 2017;9(1):43.
19. Clifford T, Howatson G, West DJ, Stevenson EJ. The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease. *Nutrients*. 2015;7(4):2801–22.
20. Nogueira AKM. As tecnologias utilizadas na produção de açaí e seus benefícios socioeconômicos no Estado do Pará. *Rep Inst da UFRA*. 2011;79.
21. Fapespa. Nove municípios paraenses lideram produção nacional do açaí, aponta Fapespa [Internet]. Pará: Governo do Pará; 2024. [acesso em 2024 out 14]. Disponível em: <https://www.fapespa.pa.gov.br/2024/07/04/nove-municipios-paraenses-lideram-producao-nacional-do-acai-aponta-fapespa/#:~:text=Em%202022%2C%20quatorze%20estados%20brasileiros,da%20produ%C3%A7%C3%A3o%20total%20do%20pa%C3%ADs>
22. Carvalho JP, Ribeiro MLM, Amorim FC, Christiano PBL, David WM, Maria LJC, *et al*. Consumption of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) functional beverage reduces muscle stress and improves effort tolerance in elite athletes: a randomized controlled intervention study. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2015;40(7)725–33.
23. Ivone SBMT, Steve BMG, Giolo FC, Paula VV, Maria LGA, Papoti M, *et al*. Açaí pulp supplementation as a nutritional strategy to prevent oxidative damage, improve oxidative status, and modulate blood lactate of male cyclists. *Eur J Nutr*. 2020;59(7)2985–2995.
24. Soares DV, Maria LJC, Ribeiro MLM, Carvalho JP, Luiz JVC. Biochemical assessment of oxidative stress by the use of açaí (*Euterpe oleracea* Martius) gel in physically active individuals. *Food Sci Tech*. 2017;37(1).
25. Almeida IC, Rebello RM, Henrique JG, Mara AOS, Fabrício RS, Santos AO. Effects of chronic supplementation of açaí on the muscle damage in track runners. *J. Phys Educ*. 2019;30.

26. Sadowska EK, Kłapcińska B, Podgórski T, Szade B, Tyl K, Hadzik A. Effects of supplementation with acai (*Euterpe oleracea* Mart.) berry-based juice blend on the blood antioxidant defence capacity and lipid profile in junior hurdlers. A pilot study. *Biol Sport*. 2015;32(2)161–8.
27. Silva WBC, Carvalho AV. Avaliação físico-química de polpas comerciais de açaí. *Embrapa. Brasil*. 2019;149–154.
28. Deisy AD, Marilde TBL, Leita DF. Influência dos ácidos tânico e gálico na estabilidade de betacianinas do extrato bruto de beterraba vermelha (*Beta vulgaris* L.) *R Gate*. 2008;15(1)35–41.

Submissão: 22/10/2024

Aprovação: 13/03/2026