

GEL DE CARBOIDRATO: ASPECTOS REGULATÓRIOS, COMPOSIÇÃO E NOVAS PROPOSTAS EM SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR

CARBOHYDRATE GEL: REGULATORY ASPECTS, COMPOSITION, AND NEW PROPOSALS IN DIETARY SUPPLEMENTATION

GEL DE CARBOHIDRATOS: ASPECTOS REGULATORIOS, COMPOSICIÓN Y NUEVAS PROPUESTAS EN SUPLEMENTACIÓN DIETÉTICA



10.56238/edimpacto2025.090-043

Nathalia Gouveia Botan
Pós-graduanda em Engenharia de Alimentos
Instituição: Universidade Estadual de Maringá
Endereço: Paraná, Brasil
E-mail: nathibotan@gmail.com

Ana Clara Souza
Mestre em Engenharia de Alimentos
Instituição: Universidade Estadual de Maringá
Endereço: Paraná, Brasil
E-mail: anacsouza00@gmail.com

Rita de Cássia Bergamasco
Doutora em Engenharia Química
Instituição: Universidade Estadual de Maringá
Endereço: Paraná, Brasil
E-mail: rcbergamasco@uem.br

RESUMO

Suplementos ricos em carboidratos são muito utilizados por atletas devido ao fornecimento rápido de energia durante a prática esportiva. Entre esses, os géis se destacam pela praticidade de consumo e alta concentração de carboidratos em pequenas porções. Este estudo revisa informações sobre os suplementos alimentares em gel, abordando sua composição, principais ingredientes, regulamentações vigentes e pesquisas relacionadas ao seu desenvolvimento.

Palavras-chave: Carboidrato. Suplemento Alimentar. Energia. Atleta.

ABSTRACT

Carbohydrate-rich supplements are widely used by athletes due to the rapid energy they provide during sports practice. Among these, gels stand out for their ease of consumption and high concentration of carbohydrates in small portions. This study reviews information on gel-based dietary supplements, addressing their composition, main ingredients, current regulations, and research related to their development.

Conhecimento em Rede: Explorando a Multidisciplinaridade 3^a Edição

GEL DE CARBOIDRATO: ASPECTOS REGULATÓRIOS, COMPOSIÇÃO E NOVAS PROPOSTAS EM SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR



Keywords: Carbohydrate. Dietary Supplement. Energy. Athlete.

RESUMEN

Los suplementos ricos en carbohidratos son ampliamente utilizados por los atletas debido al rápido aporte energético que proporcionan durante el entrenamiento. Entre ellos, los geles destacan por su facilidad de consumo y su alta concentración de carbohidratos en pequeñas porciones. Este estudio revisa la información sobre los suplementos dietéticos en gel, abordando su composición, principales ingredientes, normativa vigente e investigaciones relacionadas con su desarrollo.

Palabras clave: Carbohidratos. Suplemento Dietético. Energía. Atleta.



1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o consumo de suplementos alimentares vem aumentando consideravelmente pela população, desde os não praticantes de atividade física, que buscam seus potenciais efeitos benéficos constantemente divulgados na era digital, ou por atletas, tanto amadores, quanto de elite (Garthe; Maughan, 2018; Borges; Sousa; Costa, 2022).

Borges, Sousa e Costa (2022) estudaram a relação entre o uso de suplementos alimentares e características sociodemográficas e de estilo de vida, índice de massa corporal e atividade física diária em Brasília. Considerando a população deste estado, 68% faz uso de suplementos, sendo o multivitamínico o mais consumido, seguido pelo proteico, consumido principalmente por homens com idade de 20 a 35 anos, energéticos e, por fim, bebidas eletrolíticas, também entre homens com idade de 28 a 52 anos e fumantes. Ainda, os fatores estudados de IMC, características sociodemográficas (nível de escolaridade e classe socioeconômica) e nível de atividade física não impactaram significativamente na ingestão de suplementos.

A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 243, de 26 de julho de 2018, da Anvisa, define que suplemento alimentar é o “produto para ingestão oral, apresentado em formas farmacêuticas, destinado a suplementar a alimentação de indivíduos saudáveis com nutrientes, substâncias bioativas, enzimas ou probióticos, isolados ou combinados”. Em complemento a esta, a Instrução Normativa (IN) nº 28, de 26 de julho de 2018, estabelece as listas de constituintes, de limites de uso, de alegações e de rotulagem complementar dos suplementos alimentares.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária é o órgão regulador do Brasil responsável pela supervisão da regularização de alimentos e embalagens. No caso dos suplementos alimentares, deve-se protocolar uma notificação junto ao órgão e, quando aprovada, a rotulagem deve declarar a informação “Alimento notificado na Anvisa”, seguido do número completo do processo de notificação, assim sendo a oferta do produto liberada (Brasil, 2024).

Géis energéticos são elaborados como alimentos fornecedores de energia, geralmente utilizados por praticantes de atividade física (Kovaleva *et al.*, 2024). A fonte de energia deste produto provém do carboidrato, que regula os níveis de glicose no sangue e, assim, garante sua disponibilidade para o músculo esquelético (Martinez *et al.*, 2024). Logo, o nome popular do produto torna-se “gel de carboidrato”, caracterizando-se como um suplemento alimentar. Ao consumi-lo, o atleta evita sintomas de esgotamento, como pernas pesadas, pela redução dos estoques de glicogênio nos músculos; e tontura, pela diminuição da glicemias (Kovaleva *et al.*, 2024).

Diante deste contexto, este trabalho teve como objetivo revisar os aspectos regulatórios, a composição e as novas propostas relacionadas aos géis de carboidrato, contribuindo para a compreensão do seu papel na suplementação alimentar e no desempenho esportivo.



2 GEL DE CARBOIDRATO

O consumo de suplementos alimentares é maior em atletas, conforme reportado pelo estudo de Garthe e Maughan (2018). Tanto a gordura quanto o carboidrato apresentam importante contribuição durante a prática de atividade física. O carboidrato, sobretudo, constitui uma fonte de energia mais rápida quando se trata de exercícios de alta intensidade e está associado à reserva de glicogênio muscular (Jeukendrup, 2010). Logo, para atletas de resistência competitivos, torna-se indispensável a disponibilidade de carboidratos. É neste cenário que entram os suplementos ricos em carboidratos, fáceis de serem consumidos durante o exercício, tanto na forma líquida quanto em gel (Assis, 2024; Kyu; Thed; John, 2024).

A melhora da performance está associada à manutenção do nível de glicose no sangue e às altas taxas de oxidação de carboidratos, que reduzem a quantidade desse macronutriente no trato digestório, o que ajuda a minimizar o risco de desconforto gastrointestinal (Jeukendrup, 2010; Kyu; Thed; John, 2024). Durante o exercício, líquidos e géis são oxidados praticamente na mesma proporção, porém, para alcançar a ingestão planejada de carboidratos, é preciso um volume maior de solução líquida, algo fora do padrão para a maioria dos atletas e que pode gerar incômodos gastrointestinais. Assim, é comum que os atletas ingiram carboidratos na forma de gel, que concentra uma grande quantidade do macronutriente em porções menores (Pfeiffer *et al.*, 2009; Pfeiffer *et al.*, 2010). A apresentação do suplemento em sachês, geralmente com 30 a 40g, é mais compacta e, portanto, prática para uso durante a prática esportiva. Já a versão líquida pode comprometer a praticidade durante a movimentação do atleta, com risco de perda de parte de seu conteúdo.

2.1 LEGISLAÇÃO

A regulamentação dos suplementos alimentares no Brasil é estabelecida principalmente pela RDC nº 243 e pela IN nº 28, ambas de 26 de julho de 2018 e publicadas pela Anvisa.

De acordo com a RDC nº 243, os produtos que nela se destacam devem ser designados como "Suplemento Alimentar" acrescido da sua forma farmacêutica, podendo ser complementada pelo nome individual do nutriente, pela categoria a que pertence ou pela fonte de sua extração.

Gel é a forma farmacêutica semissólida de um ou mais princípios ativos que contém um agente gelificante para fornecer viscosidade a um sistema no qual partículas de dimensão coloidal - tipicamente entre 1 nm e 1 μ m - são distribuídas uniformemente. Um gel pode conter partículas suspensas (Farmacopeia Brasileira, 2012)

Dessa maneira, o nome do suplemento pode ser definido como “Suplemento alimentar em gel a base de carboidrato”, entre outros.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária determina os valores diários de referência (VDR) com base em dados científicos sobre as necessidades nutricionais ou sobre a redução do risco de



doenças crônicas não transmissíveis. Estes valores são aplicados na rotulagem nutricional e nas alegações de propriedades funcionais e de saúde (Brasil, 2020a). Ademais, a IN nº 75, de 8 de outubro de 2020, estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados.

O anexo I da IN nº 28 aborda quais os constituintes que podem ser utilizados, enquanto os anexos III e IV indicam, de acordo com o grupo populacional a qual o suplemento se destina, as quantidades mínima e máxima, respectivamente. Ademais, o anexo V esclarece quais alegações são autorizadas para uso na rotulagem e os requisitos para isso.

As RDC's nº 243, de 26 de julho de 2018, e nº 778, junto com a IN nº 211, ambas de 1º de março de 2023, tratam dos princípios gerais e as condições de uso dos aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia, além de estabelecerem quais são autorizados para uso em suplementos alimentares, seus limites máximos e suas funções tecnológicas.

2.2 COMPOSIÇÃO

Em uma análise abrangente sobre os ingredientes dos géis disponíveis no mercado, observou-se que sua formulação é mais frequentemente composta por água, fontes de açúcares, acidulantes, reguladores de acidez, espessantes e fontes de minerais e vitaminas, com essa composição variando conforme o fabricante.

2.2.1 Fontes de açúcares

Os açúcares utilizados nos suplementos alimentares têm a função de serem uma fonte de carboidrato rápida para os atletas. Dentre os mais utilizados, estão a frutose e dextrose, que são monossacarídeos, e a maltodextrina que, embora seja um polissacarídeo, é facilmente digerida (Parikh; Agarwal; Raut, 2014).

A maltodextrina é um carboidrato de fácil dissolução na água, contribui com a viscosidade e possui sabor menos intenso que outras fontes de carboidrato. Logo, reduz o impacto no teor de doçura, parâmetro importante para o produto em questão que pode ser consumido repetidas vezes por um período extenso (Martinez *et al.*, 2024). Encontrada na maioria dos suplementos consultados, a maltodextrina é um ingrediente de baixo valor comercial, fator importante para o desenvolvimento de um produto, pois não encarece o valor final do suplemento, tornando-o mais acessível ao consumidor.

A frutose é 1,5 vezes mais doce do que a sacarose (Ferreira; Rocha; Silva, 2009) e sua co-ingestão com glicose maximiza a disponibilidade de carboidratos ao longo do exercício, além de atuar como substrato para repor o glicogênio hepático durante a recuperação (Kyu; Thed; John, 2024).

Além destes, a IN nº 28 permite também a utilização de dextrose, que possui rápida resposta glicêmica em virtude do seu grau de polimerização (Cardoso; Seabra; De Souza, 2017), D-ribose, isomaltulose, sacarose, entre outros.

2.2.2 Acidulantes e reguladores de acidez

Acidulante é uma substância que confere ou realça o sabor ácido em alimentos, promovendo um pH ácido e, consequentemente, auxiliando no não desenvolvimento de bactérias patogênicas (Brasil, 2023b). Ainda, opera como tampão no decorrer das etapas do processamento do produto, o que reduz a resistência térmica dos microrganismos ao realizar o controle do pH (Silva, Da Silva & Abud, 2015).

A IN nº 211 descreve que regulador de acidez é uma substância que altera ou controla a acidez, ou a alcalinidade dos alimentos, e esse controle é importante para alimentos do tipo gel, visto que o valor do pH afeta a gelificação (Quitmann; Fan; Czermak, 2014). Conforme anexo I da mesma Instrução Normativa, dentre as substâncias que podem ser utilizadas estão o ácido cítrico, ácido acético, ácido lático (L-, D- e DL-), ácido clorídrico, glucono-delta-lactona, fumaratos de sódio e, com um limite de 2000 mg/kg, ácido tartárico (L(+)-).

O ácido cítrico é o acidulante e regulador de acidez mais utilizado, tem menor toxicidade quando comparado a outros acidulantes e possui alta solubilidade em água, além de propriedades antioxidantes que auxiliam na conservação do alimento (Behera, 2020; Adeoye; Adegbola; Lateef, 2022). Ainda, há associação deste ácido com a prevenção da formação de cálculos renais em razão de sua capacidade de ligação com as superfícies dos cristais de oxalato de cálcio, inibindo, assim, seu crescimento (Koss-Mikolajczyk *et al.*, 2015)

2.2.3 Espessantes

Segundo a IN nº 211, de 1º de março de 2023, espessantes são substâncias adicionadas a alimentos para aumentar sua viscosidade. Conforme citado no anexo I dessa IN, para suplementos alimentares semissólidos, a quantidade a ser utilizada deste aditivo é *quantum satis*, ou seja, a concentração mínima suficiente para obtenção do efeito desejado. Entre os permitidos, destacam-se as gomas xantana, alfarroba e gelana, além de outras como goma guar, goma arábica, ágar, pectina, etc.

A goma xantana, uma das mais utilizadas, possui alta viscosidade em baixas concentrações, além de ser estável em meio ácido ou alcalino e permitir a manipulação e regulação de processos devido a tixotropia apresentada nas amostras em que é adicionada. Também demonstra estabilidade térmica, podendo ser aquecida ou resfriada sem que haja alteração das suas características texturais (Ates; Oner, 2017).

Assim como a goma xantana, a goma alfarroba também gera soluções viscosas a partir de baixas concentrações. Além disso, ambas apresentam sinergia, resultando num gel com mais elasticidade e resistência. A goma alfarroba não sofre influência de tratamento térmico, sais e pH por ter um caráter não iônico e, ainda, sua ingestão na alimentação regular diminui o risco de enfermidades cardiovasculares, diabetes e transtornos digestivos (Barak; Mudgil, 2014).

A goma gelana, um tetrassacarídeo linear, se apresenta estável em uma larga faixa de pH e temperatura, mantendo sua resistência, assim, tornando viável sua utilização em uma grande diversidade de produtos (Torres *et al.*, 2019)

2.2.4 Fontes de minerais e vitaminas

Uma dieta que forneça vitaminas é fundamental para a saúde tanto da população não ativa quanto da parcela fisicamente ativa, já que o corpo humano não é capaz de produzi-las (Maqbool *et al.*, 2017). Uma nutrição adequada contribui para uma melhor adaptação metabólica ao exercício, favorecendo o desempenho no treinamento, mas também na recuperação. Enquanto isso, a deficiência de vitaminas está associada a diferentes comprometimentos da saúde, como baixa disposição, sendo que atletas demandam maior aporte energético (Feng *et al.*, 2023).

A Instrução Normativa nº 75, de 8 de outubro de 2020, descreve que a ingestão diária recomendada de potássio é de 3500 miligramas e a população brasileira não ingere a quantidade suficiente. O potássio é associado a efeitos benéficos nos ossos e na diminuição da pressão arterial, singularmente na condição de uma dieta rica em sódio (Weaver, 2013).

O magnésio exerce uma função relevante na manutenção da integridade óssea, ao promover absorção de cálcio, dos níveis de glicose no sangue e na função muscular, além de estar relacionado à geração e reserva de energia (Volpe, 2015). Ainda, atua na recuperação do estresse oxidativo e na manutenção da contração e relaxamento muscular normais, havendo como valor diário recomendado de 420 mg (Pollock *et al.* 2019; Brasil, 2020b).

Ademais, pelo anexo V da IN nº 28, que traz a lista de alegações autorizadas para uso na rotulagem, para o magnésio, além de “Fonte de magnésio”, outras sete alegações são permitidas, com o único requisito de atender ao valor mínimo estabelecido no anexo III.

O suor contém o sódio como eletrólito mais predominante e, durante exercícios de resistência, a transpiração, que visa a termorregulação, é capaz de provocar perdas significativas do mineral. Logo, é importante a manutenção da concentração de sódio no sangue, já que há consequências associadas a sua falta, como a hiponatremia, principalmente em atletas de esportes de alta resistência (McCubbin; Costa, 2018).

Embora as vitaminas não sejam fonte de energia para exercícios físicos, elas desempenham um papel relevante nos processos metabólicos, como na regulação das reações químicas relacionadas à

produção de energia. A suplementação de vitaminas C e E se torna interessante para a proteção do organismo ao dano oxidativo ocasionado por exercício físico fatigante, além do que foi sugerido que a combinação de ambas produz sinergia e aumenta o potencial antioxidante, já que a vitamina C pode reciclar a vitamina E (Soares *et al.* 2019). Ainda, o ácido ascórbico (vitamina C) age na síntese de hormônios, como adrenalina e noradrenalina, no metabolismo dos aminoácidos, na manutenção do colágeno e simplifica o transporte e absorção de ferro não-heme na mucosa (Faccim, 2015).

A contribuição da vitamina D à performance esportiva está relacionada à redução de complicações associadas aos sistemas muscular e esquelético (Contreira *et al.*, 2025). As vitaminas do complexo B são um conjunto de oito vitaminas hidrossolúveis (B1, B2, B3, B5, B6, B7, B9, B12) que atuam como catalisadores, auxiliando na conversão de energia de maneira mais eficaz a suprir as necessidades do corpo, além de que uma suplementação moderada pode trazer benefícios à performance do exercício (Lee *et al.*, 2023).

3 DESENVOLVIMENTO DE GEL DE CARBOIDRATO NA LITERATURA

Apesar de cada vez mais utilizados por praticantes de atividade física e atletas, são poucos os estudos sobre a suplementação de carboidrato em gel. Um número reduzido de pesquisas acerca do desenvolvimento deste produto data de períodos mais recentes. Desta maneira, é um produto que há muito a ser explorado cientificamente quanto à composição, inovação, eficácia, etc.

Assis *et al.* (2024) elaboraram um gel de carboidrato à base de jenipapo e banana com três proporções diferentes de seus sucos clarificados (50:50, 70:30 e 90:10, respectivamente), além de açúcar demerara, xarope de glicose e goma ágar-ágar. As amostras do gel a base de fruta apresentaram baixos valores de pH, semelhante a um gel comercial, assim como os parâmetros físico-químicos e de composição que também foram comparáveis com este. Além de evidenciar alto valor energético e concentração de carboidratos, com predomínio da glicose, sacarose e, por último, a frutose, os géis expressaram teor de polifenóis totais entre 100 e 173 mg GAE/g, o que pode favorecer a recuperação muscular. Por fim, os géis foram considerados como um fluido pseudoplástico e todas as amostras apresentaram os mesmos perfis de aceitação sensorial em relação ao sabor e textura.

Martinez *et al.* (2024) formularam um gel com baixo teor de frutose que continha maltodextrina, xarope de glicose, xarope à base de sacarose sabor chocolate e água. O gel apresentou teor de frutose mínima de 0,17% p/p e, na porção de 47 gramas do produto, uma quantia de 29,2 gramas de carboidratos totais. O produto também expressou baixa osmolalidade, o que minimiza o risco de esvaziamento gástrico e sintomas gastrointestinais, sendo bem tolerado no protocolo de desafio intestinal modificado realizado.

Kyu, Thed e John (2024) desenvolveram um gel energético antioxidante utilizando jujuba e matcha como ingredientes funcionais, além de proteína do soro de leite, maltodextrina e pectina. O gel

formado exibiu alta atividade antioxidante, com 83% de atividade pelo sequestro do radical livre DPPH e poder redutor férreo de 49,21 mg FE/g atribuído, principalmente, à presença do ácido ascórbico na jujuba. O produto também apresentou 29,36 mg GAE/g e 7,54 mg CE/g de teor de fenólicos totais e de flavonoides totais, respectivamente. O índice de aceitação do produto foi de 77%.

Baroyi *et al.* (2023) elaboraram géis energéticos a base da pasta de três diferentes cultivares de tâmaras (Safawi, Sukkary e Medjool), com adição de mel, extrato de semente preta e goma xantana como agente gelificante. A amostra preparada com a cultivar Sukkary apresentou maior viscosidade, devido aos menores resultados de propriedades mecânicas (dureza, mastigabilidade e gomosidade) dessa cultivar. Os géis elaborados apresentaram comportamento de fluido não-newtoniano, com sua viscosidade diminuindo à medida que a taxa de cisalhamento aumenta, o que traz a percepção de que é fácil de engolir. Quanto ao teor de carboidratos, as amostras com Safawi e Medjool apresentaram valores similares e maiores em relação à amostra preparada com a cultivar Sukkary (42,9 g, 42,65 g e 40,34 g, respectivamente). Sensorialmente, os três géis foram aceitos pelos consumidores.

Vogel *et al.* (2022) inovaram ao buscarem a otimização de um gel energético enriquecido com mentol. Foram avaliados a tolerabilidade a uma maior concentração de mentol (0,1; 0,3; 0,5 e 0,7%) e a duração de um possível efeito de resfriamento percebido. Positivamente, incluindo o gel controle contendo apenas o sabor mentolado sem o efeito do mentol, não houve diferença significativa para a experiência geral e para o sabor, nem para os sintomas gastrointestinais, que se aproximaram de zero; logo o gel não impacta negativamente o desempenho do atleta. Ademais, todas as amostras com mentol apresentaram resultado significativo para sensação de resfriamento, sendo a com 0,5% a mais eficaz, com duração do efeito por aproximadamente 20 minutos.

3.1 A CHIA NESSE CONTEXTO

A semente de chia (*Salvia hispanica L.*) possui alto teor de ácidos graxos poliinsaturados, fibras e proteínas, tendo a capacidade de formar um gel mucilaginoso quando em contato com a água. Essa mucilagem tem propriedades funcionais únicas, sendo capaz de atuar na texturização e estabilidade de produtos alimentícios, promovendo uma maior qualidade destes (Antigo *et al.*, 2020).

Ainda pouco aplicada, alguns estudos a utilizaram de maneira direta, ou indiretamente, na formulação de gel de carboidrato, atribuindo a sua presença para a viscosidade do gel.

Lestari *et al.* (2021) buscaram determinar qual o melhor hidrocoloide para a produção de um gel energético com sementes de chia (*Salvia hispanica L.*). Além das sementes, misturou-se maltodextrina, suco de pitaya e de pepino e 0,1% do respectivo hidrocolóide, sendo goma xantana, pectina ou carboximetilcelulose, aquecendo essa mistura. Resultados das análises físico-químicas demonstraram que o gel com adição de goma xantana sobressaiu-se ao apresentar maiores valores de energia, potássio, viscosidade e sólidos solúveis, além de menor pH.

Torres (2017) constatou que a chia era a melhor opção para aumentar a viscosidade dos géis a base de microalgas (spirulina). Em seus testes, determinou a utilização de 11,1% de sementes de chia como a melhor. Morango (26,67%), açúcar mascavo (21,43%), isomaltulose (21,43%), água (12,07%), mel (6,83%) e microalga (*Spirulina*) (0,47%) também compuseram a base do gel, que foi peneirado para tirar as sementes, evitando desconforto na boca. Sensorialmente, para três amostras (8, 6 e 4g/100g de chia) preparadas, a maior diferença se deu na viscosidade que, conforme era diminuída, menor a nota, porém, a aceitabilidade das três foi muito similar, ligeiramente com maior aceitação para a amostra contendo 8g/100g de chia, que também apresentou uma intenção de compra muito maior. Ainda, essa amostra foi a que mais se assemelhou ao gel comercial na análise de retroextrusão, que traz resultados para viscosidade, coesividade, consistência e firmeza.

4 CONCLUSÃO

A crescente popularidade dos géis de carboidrato como suplementos alimentares entre os atletas destaca sua relevância no desempenho esportivo. Este trabalho revisou aspectos regulatórios e composicionais desses produtos, bem como inovações recentes.

A regulamentação vigente define critérios claros para a formulação e comercialização desses suplementos, garantindo segurança e qualidade ao consumidor. Seguindo estes critérios, os géis disponíveis no mercado apresentam composição que inclui diferentes fontes de carboidratos, acidulantes, espessantes e aditivos funcionais que auxiliam não só no desempenho esportivo, mas também na promoção à saúde.

Porém, são poucos os estudos científicos referentes ao tema visando explorar novos ingredientes e aprimorar formulações. Assim, esse campo continua a oferecer oportunidades promissoras para avanços científicos e desenvolvimento de produtos.

Dessa maneira, este trabalho contribui para a ampliação do conhecimento sobre o assunto, incentivando futuras investigações e o desenvolvimento de produtos cada vez mais eficientes.



REFERÊNCIAS

ADEOYE, A. O.; ADEGBOLA, G. M.; LATEEF, A. New insights into valorization of agro-industrial wastes for production of citric acid: effects of mutation and optimization – a review. **European Journal of Science, Innovation and Technology**, v. 2, n. 5, p. 102-137, 2022.

ANTIGO, Jéssica Lorraine Duenha; BERGAMASCO, Rita de Cássia; MADRONA, Grasiele Scamaral. How drying methods can influence the characteristics of mucilage obtained from chia seed and psyllium husk. **Ciência Rural**, v. 50, n. 8, p. e20190913, 2020. DOI: 10.1590/0103-8478cr20190913

ASSIS, Renata et al. Development of fruit-based carbohydrate gel for endurance athletes. **Processes**, v. 12, n. 10, p. 2304, 2024. DOI: 10.3390/pr12102304

ATEŞ, Ozlem; ONER, Ebru Toksoy. Microbial xanthan, levan, gellan, and curdlan as food additives. **Microbial Functional Foods and Nutraceuticals**, p. 149-173, 2017. DOI: 10.1002/9781119048961.ch7

BARAK, Sheweta; MUDGIL, Deepak. Locust bean gum: Processing, properties and food applications - A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 66, p. 74-80, 2014. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2014.02.017

BAROYI, Syahrul Anis Hazwani Mohd et al. Determination of Physicochemical, Textural, and Sensory Properties of Date-Based Sports Energy Gel. **Gels**, v. 9, n. 6, p. 487, 2023. DOI: 10.3390/gels9060487

BEHERA, Bikash Chandra. Citric acid from *Aspergillus niger*: a comprehensive overview. **Critical Reviews in Microbiology**, v. 46, n. 6, p. 727-749, 2020. DOI: 10.1080/1040841X.2020.1828815

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 243, de 26 de julho de 2018. Dispõe sobre os requisitos sanitários para suplementos alimentares. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 27 jul. 2018a.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa IN nº 28, de 26 de julho de 2018. Estabelece as listas de constituintes, de limites de uso, de alegações e de rotulagem complementar dos suplementos alimentares. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 27 jul. 2018b.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 09 out. 2020a.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa IN nº 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 09 out. 2020b.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 778, de 1 de março de 2023. Dispõe sobre os princípios gerais, as funções tecnológicas e as condições de uso de aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia em alimentos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 08 mar. 2023a.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa IN nº 211, de 1 de março de 2023. Estabelece as funções tecnológicas, os limites máximos e as condições de uso para os

Conhecimento em Rede: Explorando a Multidisciplinaridade 3ª Edição

GEL DE CARBOIDRATO: ASPECTOS REGULATÓRIOS, COMPOSIÇÃO E NOVAS PROPOSTAS EM SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR



aditivos alimentares e os coadjuvantes de tecnologia autorizados para uso em alimentos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 08 mar. 2023b.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 843, de 22 de fevereiro de 2024. Dispõe sobre a regularização de alimentos e embalagens sob competência do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) destinados à oferta no território nacional. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, 28 fev. 2024.

BORGES, Lara Pereira Saraiva Leão; SOUSA, Alessandra Gaspar; DA COSTA, Teresa Helena Macedo. Physically inactive adults are the main users of sports dietary supplements in the capital of Brazil. **European Journal of Nutrition**, v. 61, p. 2321-2330, 2022. DOI: 10.1007/s00394-022-02799-x

CARDOSO, Mariana; SEABRA, Thais Tavares Pereira; DE SOUZA, Elton Bicalho. Dextrose, Maltodextrina e Waxy Maize: principais diferenças na composição, mecanismo de ação e recomendações para o desempenho esportivo. **Cadernos UniFOA**, v. 12, n. 33, p. 101–109, 2017. DOI: 10.47385/cadunifoa.v12.n33.426

CONTREIRA, Renata de Lima et al. Avaliação de hábitos alimentares de tenistas de uma cidade do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 16, n. 101, p. 23-32, 2022.

FACCIM, Andressa Garbelotto. Avaliação antropométrica e nível de ingestão dos micronutrientes ferro, vitamina C e cálcio de atletas de handebol do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Venda Nova do Imigrante, Espírito Santo. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 9, n. 50, p. 120-128, 2015.

FARMACOPEIA Brasileira. 2. ed. Revisão 02. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2012.

FENG, Cong et al. Vitamin D Fortification and Its Effect on Athletes' Physical Improvement: A Mini Review. **Foods**, v. 12, n. 2, p. 256, 2023. DOI: 10.3390/foods12020256

FERREIRA, Vitor Francisco; ROCHA, David Rodrigues da; SILVA, Fernando de Carvalho da. Potencialidades e oportunidades na química da sacarose e outros açúcares. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 623-638, 2009. DOI: 10.1590/S0100-40422009000300007

GARTHE, Ina; MAUGHAN, Ronald J. Athletes and supplements: prevalence and perspectives. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 28, n. 2, p. 126-138, 2018. DOI: 10.1123/ijsnem.2017-0429

JEUKENDRUP, Asker E. Carbohydrate and exercise performance: the role of multiple transportable carbohydrates. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v. 13, n. 4, p. 452-457, 2010. DOI: 10.1097/MCO.0b013e328339de9f

KOSS-MIKOŁAJCZYK, Izabela et al. Juices from non-typical edible fruits as health-promoting acidity regulators for food industry. **LWT-Food Science and Technology**, v. 64, n. 2, p. 845-852, 2015. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.06.072

KOVALEVA, Oksana et al. Production process of new generation energy gels based on brown seaweed Fucus. **E3S Web of Conferences**. EDP Sciences, v. 486, p. 02015, 2024. DOI: 10.1051/e3sconf/202448602015



KYU, M. S. L.; THED, S. T.; JOHN, J.J. Development of jujube matcha energy gel and its effect on physical endurance performance of young active subjects. **Food Research**, v. 8, n. 2, p. 184-191, 2024. DOI: 10.26656/fr.2017.8(2).628

LEE, Mon-Chien et al. A functional evaluation of anti-fatigue and exercise performance improvement following vitamin B complex supplementation in healthy humans, a randomized double-blind trial. **International Journal of Medical Sciences**, v. 20, n. 10, p. 1272-1281, 2023. DOI: 10.7150/ijms.86738

LESTARI, Yanesti Nuravianda et al. Chia seeds (*Salvia hispanica* L.): Can they be used as ingredients in making sports energy gel?. **Gels**, v. 7, n. 4, p. 267, 2021. DOI: 10.3390/gels7040267

MAQBOOL, M. A., et al. Biological importance of vitamins for human health: A review. **Journal of Agriculture and Basic Science**, v. 02, n. 03, p. 50-58, 2017.

MARTINEZ, Isabel G. et al. Development of a low-fructose carbohydrate gel for exercise application. **Helijon**, v. 10, n. 13, p. e33497, 2024. DOI: 10.1016/j.helijon.2024.e33497

McCUBBIN, Alan J.; COSTA, Ricardo J. S. Impact of sodium ingestion during exercise on endurance performance: A systematic review. **International Journal of Sports Science**, v. 8, n. 3, p. 97-107, 2018. DOI: <https://www.doi.org/10.5923/j.sports.20180803.05>

PARIKH, Aakash, AGARWAL, Siddharth, RAUT, Kirtesh A review on applications of maltodextrin in pharmaceutical industry. **International Journal of Pharmacy and Biological Sciences**, v. 4, p. 67-74, 2014.

PFEIFFER, Beate et al. The effect of carbohydrate gels on gastrointestinal tolerance during a 16-km run. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 19, n. 5, p. 485-503, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1123/ijsnem.19.5.485>

PFEIFFER, Beate et al. CHO oxidation from a CHO gel compared with a drink during exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 42, n. 11, p. 2038-2045, 2010. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181e0efe6

POLLOCK, N. et al. An 8-year analysis of magnesium status in elite international track & field athletes. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 39, n. 5, p. 443-449, 2019. DOI: 10.1080/07315724.2019.1691953

QUITMANN, Hendrich; FAN, Rong; CZERMAK, Peter. Acidic organic compounds in beverage, food, and feed production. **Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology**, v. 143, p. 91-141, 2014. DOI: [/10.1007/10_2013_262](https://doi.org/10.1007/10_2013_262)

SILVA, Carlos Eduardo De Farias; DA SILVA, Izabelle Caroline C.; ABUD, Ana Karla S. Acidulants in tropical fruit pulp: physicochemical and sensory changes. **Chemical Engineering Transactions**, v. 44, p. 109-114, 2015. DOI: 10.3303/CET1544019

SOARES, Tamires da Cunha et al. Efeitos da suplementação das vitaminas C e E na prática de atividade física: uma revisão sistemática. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 11, n. 7, p. e354, 2019. DOI: 10.25248/reas.e354.2019

TORRES, Gonzalo Sánchez. Desarrollo y caracterización de geles a base de espirulina y chía para deportistas. Estudio del plan comercial. 2017. Trabajo de Fin de Grado (Grado en Ciencia y



Tecnología de los Alimentos) - Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural, Valencia, 2017.

TORRES, Ophelie et al. Gellan gum: A new member in the dysphagia thickener family. **Biotribology**, v. 17, p. 8-17, 2019. DOI: 10.1016/j.biотri.2019.02.002

VOGEL, Roxanne M. et al. Athlete perceptions of flavored, menthol-enhanced energy gels ingested prior to endurance exercise in the heat. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 19, n. 1, p. 580-592, 2022. DOI: 10.1080/15502783.2022.2117995

VOLPE, Stella Lucia. Magnesium and the athlete. **Current Sports Medicine Reports**, v. 14, n. 4, p. 279-283, 2015. DOI: 10.1249/JSR.0000000000000178

WEAVER, Connie M. Potassium and health. **Advances in Nutrition**, v. 4, n. 3, p. 368S-377S, 2013. DOI: 10.3945/an.112.003533