

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

LAIS LEDUR ROCHA

CARBOGEL ENERGÉTICO À BASE DE BANANA ADICIONADO DE TAURINA

FRANCISCO BELTRÃO

2025

LAIS LEDUR ROCHA

CARBOGEL ENERGÉTICO À BASE DE BANANA ADICIONADO DE TAURINA
Banana-based energy carbogel with added taurine

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Andréa Cátia Leal Badaró

Coorientadora: MS. Adriana Menegaro

FRANCISCO BELTRÃO

2025



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es).

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

LAIS LEDUR ROCHA

CARBOGEL ENERGÉTICO À BASE DE BANANA ADICIONADO DE TAURINA

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de Aprovação: 02 de dezembro de 2025

Andréa Cátia Leal Badaró

Doutorado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Fabiane Picinin de Castro Cislaghi

Doutorado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Luciano Lucchetta

Doutorado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

FRANCISCO BELTRÃO

2025

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.”

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me guiado até aqui, concedendo-me força, sabedoria e resiliência para superar todos os desafios desta jornada, que exigiu tanto de mim em todos os aspectos.

Ao meu companheiro de vida, Rodrigo de Oliveira, expresso minha eterna gratidão pelo apoio incondicional durante toda essa trajetória tão intensa que é cursar uma universidade em período integral, especialmente pelo suporte emocional nos momentos mais difíceis.

À minha mãe, Elizandra Ledur, meu alicerce, que sempre esteve ao meu lado, oferecendo amor, apoio e palavras de incentivo, lembrando-me constantemente da importância de nunca desistir dos meus sonhos.

À professora Andréa Badaró, que abraçou este projeto desde o início, orientando-me com dedicação, paciência e cuidado, contribuindo com artigos, ideias e palavras de conforto que foram essenciais para a concretização deste trabalho.

À professora Fabiane Picinin, que além de ministrar a disciplina de TCC, foi membro da banca avaliadora e sempre esteve disposta a ajudar com conselhos, sugestões e incentivo ao longo de todo o semestre.

Ao professor Luciano Lucchetta, membro da banca, agradeço pelas contribuições pertinentes, pelo olhar crítico e pelas observações que enriqueceram significativamente este trabalho.

A todos os professores e técnicos laboratoristas da UTFPR – Campus Francisco Beltrão, manifesto meu profundo reconhecimento pelo ensino de qualidade, pela orientação constante, pelo suporte técnico e pelos momentos vividos ao longo da graduação.

A cada um de vocês, registro minha mais sincera e profunda gratidão.

RESUMO

O elevado desperdício de bananas maduras tem impulsionado a busca por soluções sustentáveis que agreguem valor à cadeia produtiva, nesse contexto, surgiu o banamel. Considerando a crescente demanda por suplementos alimentares voltados a praticantes de atividades físicas, este trabalho teve como objetivo desenvolver um carbogel energético a partir do banasuco, que é uma etapa anterior à produção do banamel, oferecendo uma alternativa natural, funcional e economicamente viável. O estudo envolveu a elaboração do produto, seguida de análises físico-químicas, microbiológicas. A formulação apresentou pH 4,2; acidez titulável de $3,31 \pm 0,2\%$; umidade de $16,95 \pm 0,2\%$; sólidos solúveis totais de 21°Brix ; densidade de $1,08 \pm 0,025 \text{ g/mL}$, carboidratos totais de $79,12\%$; açúcares totais de $21,73 \pm 0,58\%$; proteínas de $1,21 \pm 0,03\%$; lipídios de $0,75 \pm 0,24\%$; cinzas de $1,97 \pm 0,48\%$. As análises microbiológicas indicaram ausência de *Salmonella*, enterobactérias, bolores e leveduras, atendendo aos parâmetros microbiológicos da legislação vigente. A comparação com produtos comerciais evidenciou semelhança em composição, demonstrando a viabilidade do carbogel como alternativa aos suplementos energéticos convencionais. Sugere-se que estudos futuros possam estabelecer mais informações sobre a viabilidade de consumo e comércio do produto, através de ensaios que contemplem os aspectos sensoriais e nutricionais do carbogel à base de banasuco. Ademais, o desenvolvimento do produto pode vir a contribuir com a valorização de ingredientes regionais, promovendo sustentabilidade e inovação na indústria de alimentos.

Palavras-chave: banana; carbogel; suplemento energético; sustentabilidade.

ABSTRACT

The high waste of ripe bananas has driven the search for sustainable solutions that add value to the production chain. In this context, banamel emerged, and considering the increasing demand for dietary supplements aimed at physically active individuals, this study aimed to develop an energy carbogel from banasuco, an intermediate stage prior to banamel production, providing a natural, functional, and economically viable alternative. The formulation presented a pH of 4.2; titratable acidity of $3.31 \pm 0.2\%$; moisture of $16.95 \pm 0.2\%$; soluble solids of 21°Brix ; density of $1.08 \pm 0.025 \text{ g/mL}$; total carbohydrates of 79.12% ; total sugars of $21.73 \pm 0.58\%$; proteins of $1.21 \pm 0.03\%$; lipids of $0.75 \pm 0.24\%$; and ash of $1.97 \pm 0.48\%$. Microbiological analyses indicated the absence of *Salmonella*, *Enterobacteriaceae*, molds, and yeasts, meeting the microbiological standards required by current legislation. Comparison with commercial products showed similarity in composition, demonstrating the feasibility of the carbogel as an alternative to conventional energy supplements. Future studies are recommended to further assess the product's commercial and consumption viability through sensory and nutritional evaluation. Additionally, the development of this product may contribute to the valorization of regional ingredients, promoting sustainability and innovation within the food industry.

Keywords: banana; carbogel; energy supplement; sustainability.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVOS	9
2.1	Objetivo Geral	9
2.2	Objetivos Específicos	9
3	REVISÃO DE LITERATURA	10
3.1	Banana	10
3.1.1	Produtos obtidos da banana	13
<u>3.1.1.1</u>	<u>Banamel</u>	<u>14</u>
3.2	Desperdícios da banana	15
3.3	Suplementos alimentares	17
3.3.1	Taurina	18
3.3.2	Goma Guar	19
3.3.3	Carbogel	21
3.4	Desenvolvimento de novos produtos	22
4.	MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1	Desenvolvimento do carbogel	24
4.2	Análises microbiológicas	24
4.2.1	Presença de <i>Salmonella</i> sp.	25
4.2.2	Contagem de Enterobactérias	25
4.2.3	Contagem de bolores e leveduras em placas	26
4.3	Análises Físico-Químicas	27
4.3.1	pH	27
4.3.2	Determinação da acidez titulável	28
4.3.3	Determinação do teor de umidade	28
4.3.4	Sólidos solúveis totais (SST)	29
4.3.5	Densidade	29
4.3.6	Carboidratos totais	29
4.3.7	Açúcares totais	30
4.3.8	Determinação de Proteínas	31
4.3.9	Determinação do teor de lipídeos	32
4.3.10	Determinação do teor de cinzas	33

5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1	Qualidade Higiênico-Sanitária	35
5.2	Parâmetros Físico-Químicos	35
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
	REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem-se observado um aumento significativo no consumo de suplementos alimentares, especialmente entre indivíduos que frequentam academias e praticam atividades físicas regularmente. Esse crescimento está diretamente relacionado à busca por melhorias no desempenho físico, na recuperação muscular e na qualidade de vida (Mazza; Dumith; Knuth, 2022).

Diante dessa demanda crescente, a indústria de alimentos e suplementos tem investido no desenvolvimento de produtos inovadores, que atendam às necessidades desse público, priorizando fórmulas funcionais, práticas e com apelo natural. Essa tendência impulsiona a criação de alternativas que combinem eficácia fisiológica com o uso de matérias-primas de fácil obtenção e origem sustentável.

Nesse contexto, a banana se destaca por ser uma das frutas mais produzidas e consumidas no Brasil. Além de sua ampla disponibilidade, é rica em carboidratos e energia, contendo também vitaminas e minerais essenciais (Bianchi, 2010). Essas características tornam a fruta um excelente ingrediente para formulações de suplementos alimentares, tanto pelo seu valor nutricional quanto pela versatilidade tecnológica.

Apesar dessa relevância, a banana apresenta elevada perecibilidade, o que contribui para perdas significativas ao longo da cadeia produtiva. Entre as alternativas já existentes para seu aproveitamento está o banamel, um xarope natural de consistência viscosa, que se destaca como substituto ao açúcar refinado.

Com base nisso, propõe-se o desenvolvimento de um carbogel funcional à base de banamel enriquecido com taurina. A formulação buscou associar os carboidratos de rápida absorção presentes na banana, usando praticamente o mesmo processo de fabricação do banamel e os efeitos fisiológicos benéficos da taurina, resultando em um suplemento energético natural, acessível e inovador.

Além de atender às demandas do mercado de nutrição esportiva, o produto poderá contribuir para o aproveitamento sustentável de subprodutos da cadeia da banana, agregando valor, incentivando o uso de ingredientes regionais. Assim, além do potencial nutricional e sensorial, a proposta apresenta benefícios econômicos e ambientais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um carbogel energético à base de banana adicionado de taurina.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar análises microbiológicas do produto formulado, a fim de verificar sua qualidade higiênico-sanitária, através de análises de *Salmonella* spp., enterobactérias e bolores e leveduras;
- Determinar as propriedades físico-químicas da formulação do carbogel, através de análises de pH, umidade, sólidos solúveis totais (°Brix), densidade, carboidratos totais, açúcares totais, proteínas, lipídios e cinzas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Banana

O Brasil ocupa uma posição de destaque tanto na produção quanto no consumo de bananas no cenário mundial. De acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), o consumo *per capita* de banana no país é, em média, de 25 quilos/habitante/ano. A bananicultura ocupa mais de 465 mil hectares em território nacional, o que posiciona o Brasil como o quarto maior produtor mundial, segundo dados de 2023 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (Sebrae, 2023). A popularidade da fruta está associada à sua ampla disponibilidade ao longo do ano, sabor agradável e versatilidade de uso, além dos benefícios nutricionais que oferece. Especialmente entre praticantes de atividades físicas, a banana é valorizada por sua contribuição energética e pelo potencial de auxiliar no ganho de massa muscular (Bianchi, 2010).

Para muitas populações, a banana representa um alimento básico e, em vários países, uma importante fonte econômica. Seu crescente apelo junto aos consumidores deve-se não apenas às suas qualidades nutricionais, mas também à praticidade no consumo. A casca da banana funciona como uma embalagem natural, fácil de remover, higiênica e que dispensa o uso de utensílios cortantes. Além disso, a falta de sementes duras e sua disponibilidade durante todo o ano contribuem para sua ampla aceitação (Nomura *et al.*, 2020).

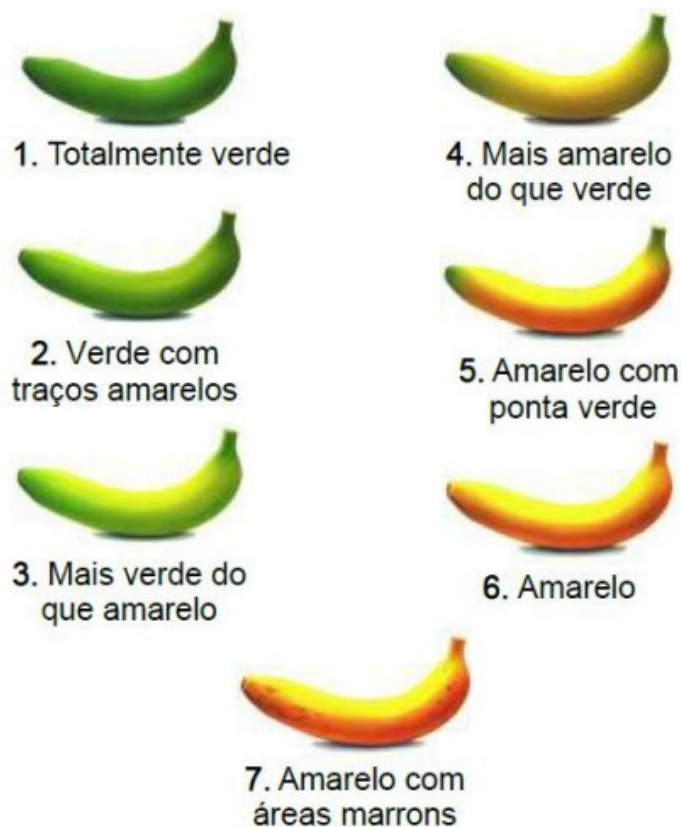
A ampla aceitação da banana está relacionada tanto às suas características sensoriais quanto ao seu valor nutricional. Destaca-se por ser uma fonte rica em carboidratos, sobretudo amido nos estágios iniciais de maturação, e açúcares simples, como glicose, frutose e sacarose, à medida que amadurece. Também é fonte relevante de vitaminas A, C e do complexo B (B₁, B₂ e niacina), além de minerais como potássio, fósforo, cálcio, sódio e magnésio, com traços de ferro, zinco, manganês. Em relação às proteínas, a fruta contém pequenas quantidades de albumina e globulina, com predominância dos aminoácidos asparagina, glutamina e histidina (Bianchi, 2010).

A maturação da banana é frequentemente avaliada visualmente, com base na coloração da casca. De acordo com a escala de cores proposta por Von Loesecke (1950), a maturação da banana é dividida em sete estágios distintos, que vão desde

a casca totalmente verde (estágio 1) até o amarelo com manchas marrons (estágio 7), refletindo a progressão natural do amadurecimento do fruto (Figura 1) (Fernandes; Bonaldo, 2011).

Dessa forma, permite-se estimar mudanças bioquímicas que ocorrem no fruto. Durante esse processo, que se intensifica após a colheita por ser um fruto climatérico, há grande transformação do amido em açúcares redutores e sacarose, marcando a principal alteração metabólica do amadurecimento (Rocha, 1984).

Figura 1 – Demonstrativo da escala de Von Loesecke (1950)



Fonte: Adaptado de Fernandes; Bonaldo, (2011).

Durante o amadurecimento, a banana passa por diversas transformações físicas, químicas e físico-químicas que permitem identificar com clareza seu estágio de maturação. Entre as primeiras mudanças observáveis está a redução da firmeza da polpa, acompanhada da alteração da coloração da casca, causada pela degradação da clorofila e pelo acúmulo de carotenoides (Lichtemberg, 1999 apud Nascimento Júnior *et al.*, 2008).

Outro fator característico dessa fase é o aumento expressivo nos sólidos solúveis totais, que podem atingir até 27%, contribuindo para o sabor adocicado da fruta. Ao mesmo tempo, ocorre uma variação na acidez total, o principal ácido presente nesse processo é o ácido málico. O amido, abundante na polpa durante os primeiros estágios, é gradualmente convertido em açúcares simples, como glicose, frutose e sacarose, aumentando a doçura característica do fruto Lichtemberg, 1999 apud Nascimento Júnior *et al.*, 2008).

Também há redução da adstringência, decorrente da diminuição dos taninos, transformação que pode ser influenciada pelo estágio de colheita. Paralelamente, intensifica-se o aroma da banana, fator determinante para sua aceitação sensorial, decorrente da liberação de compostos voláteis como ésteres (os mais expressivos), álcoois, aldeídos, cetonas, fenóis e aminas. Essas transformações tornam a banana um alimento bastante apreciado, não só por seu aroma e sabor agradáveis, mas também por seu valor nutricional, sendo uma fonte significativa de energia por conter açúcares e amido, além de vitaminas e minerais (Lichtemberg, 1999 apud Nascimento Júnior *et al.*, 2008).

O estudo de Bezerra (2011) traz a tabela brasileira de alimentos de 2006 algumas variedades de banana, para comparação entre elas. A Tabela 1 apresenta algumas características físico-químicas das diferentes variedades de banana, indicando que as variações podem refletir as particularidades de cada cultivar.

Tabela 1 - Composição de polpa de diversas variedades de banana, na forma *in natura*

Parâmetros	Banana Terra	Banana Maçã	Banana Nanica	Banana Ouro	Banana Pacovan	Banana Prata
Umidade (%)	63,9	75,2	73,8	68,2	77,7	71,9
Energia (Kcal)	128	87	92	112	78	98
Proteína (g)	1,4	1,8	1,4	1,5	1,2	1,3
Lípideo (g)	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
Carboidrato (g)	33,7	22,3	23,5	28,0	20,3	25,0
Fibra alimentar (g)	1,5	2,6	1,9	2,0	2,0	2,0
Cinzas (g)	0,8	0,6	0,6	0,8	0,6	0,7
Cálcio (mg)	*	3	3	3	5	8

Fonte: Adaptado de Bezerra (2011).

Essas diferenças, embora muitas vezes sutis, podem influenciar diretamente o desempenho tecnológico e sensorial de produtos derivados, como doces e geleias. O conhecimento dessas variações é fundamental, pois possibilita escolher a variedade mais adequada ao objetivo de produção, garantindo melhor rendimento, sabor e estabilidade do produto final (Bezerra, 2011).

Em outro estudo, a banana variedade nanica apresentou as seguintes características: teor de umidade: 75%; calor específico: 3,30 kJ (kg K)⁻¹; teor de cinzas: 0,74 ± 0,07%; densidade: 0,80 ± 0,02 g cm⁻³; Vitamina C: 4,76 ± 0,26 mg (100 g)⁻¹; pH 5,13 ± 0,01 e Acidez total de 0,24 ± 0,03 g ácido cítrico anidro (100 g amostra) (Leite *et al.*, 2003).

Com isso, percebe-se que a banana é um bom alimento tanto *in natura* quanto para fabricação de subprodutos, somando-se ao fato de que nos últimos anos, os consumidores têm tido um interesse crescente por hábitos alimentares mais naturais e saudáveis, o que tem impulsionado o consumo de alimentos de origem vegetal. Frutas como a banana estão sendo valorizadas não apenas por seu aporte nutricional, mas também por conterem compostos bioativos, como fibras e fitoquímicos. As fibras alimentares auxiliam na regulação intestinal e na modulação da microbiota, enquanto os fitoquímicos apresentam propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e reguladoras do metabolismo, podendo contribuir na prevenção e no tratamento de doenças crônicas não transmissíveis, como diabetes, obesidade e distúrbios cardiovasculares (Carra *et al.*, 2021).

3.1.1 Produtos obtidos da banana

Além do consumo *in natura*, a banana é amplamente utilizada em diversas formas industriais. A partir da fruta verde, é possível obter farinha, massa de polpa e produtos desidratados, enquanto a banana madura é empregada na produção de doces, fermentados e outros alimentos processados (Viana Júnior, 2010).

Um dos componentes mais relevantes da banana verde é o amido resistente, que atua como espessante natural em preparações doces e salgadas, contribuindo ainda para o valor nutricional dos alimentos (Bianchi, 2010).

A utilização integral da banana, contemplando o aproveitamento de todas as suas partes para a formulação de novos produtos, constitui uma estratégia sustentável

e alinhada aos princípios de tecnologias limpas. Essa prática pode ser aplicada em diferentes esferas, desde a indústria alimentícia até feiras livres e residências, promovendo a redução de resíduos orgânicos. Além disso, contribui para ampliar a disponibilidade de alimentos no mercado, aumentar a vida útil dos produtos, favorecer a segurança alimentar e gerar impacto positivo na renda familiar (Ataíde *et al.*, 2013).

No Brasil, a maior parte da produção de bananas é consumida *in natura*, e apenas entre 2,5% e 3,0% passam por processamento industrial, sendo que cerca de um terço desse volume é destinado ao mercado interno. A fruta pode ser transformada em uma ampla variedade de produtos, incluindo frutas cristalizadas ou em calda, balas, farinhas, pós, sucos simples ou concentrados, néctares, bebidas fermentadas, além de destilados e licores (Leobet *apud* Folegatti; Matsuura, 2014). Ademais, a banana mostra grande potencial como ingrediente em diferentes formulações, a exemplo de tortas, bolos, biscoitos, barras de cereais, alimentos infantis e dietéticos, iogurtes, sorvetes e bombons, o que evidencia sua versatilidade e importância para a indústria alimentícia.

3.1.1.1 Banamel

De acordo com Menegaro *et al.* (2025), o banamel é uma solução composta por açúcares presentes na banana madura, de consistência líquida e coloração escura e foi classificado como xarope de frutas, considerando a matéria-prima utilizada e o pH final, e também como xarope de mesa, devido ao seu valor de °Brix, sem a adição de ingredientes opcionais. Os resultados demonstraram que o xarope apresenta níveis seguros de umidade e atividade de água, garantindo proteção contra a deterioração bacteriana.

Foi identificado um elevado teor de açúcares, composto por 35,1% de sacarose, 32,7% de frutose e 32,2% de glicose, além de níveis de hidroximetilfurfural (HMF) de $53,2 \pm 1,20 \text{ mg.kg}^{-1}$. O produto apresenta coloração escura e baixa viscosidade. A análise do perfil mineral indicou a presença de minerais essenciais para a saúde humana, como potássio (K), magnésio (Mg), ferro (Fe) e cálcio (Ca). Além disso, evidenciou uma significativa concentração de compostos voláteis relacionados ao aroma característico da banana. Essas características tornam o xarope uma interessante fonte natural de minerais e carboidratos, configurando-se

como uma alternativa atrativa para adoçar alimentos, especialmente aqueles com colorações amarronzadas, como os que apresentam notas terrosas e caramelizadas (Menegaro *et al.*, 2025)

Esse xarope é obtido exclusivamente da banana madura, originário da cidade de Morretes, no litoral do Paraná, sendo uma alternativa inovadora para o aproveitamento das bananas cultivadas por pequenos produtores locais. Com um dulçor característico e sem a adição de outros ingredientes, o Banamel reflete o potencial de valorização dos produtos locais (Bonfim, 2024).

O processo de produção começa com a extração do líquido da polpa da banana madura, denominado Banasuco, que devido à sua alta doçura, é inicialmente um fluido claro. Este líquido é aquecido gradualmente até atingir uma consistência mais espessa e uma coloração escura. Esse escurecimento e a alteração do aroma são atribuídos à reação de Maillard, um processo não enzimático que transforma os açúcares presentes em compostos aromáticos chamados melanoidinas, responsáveis pelas características sensoriais do Banamel (Bonfim, 2024).

No estudo de Menegaro *et al.* (2025) O xarope de banana (banamel) apresentou 65,57 °Brix, classificando-se como um xarope de mesa de frutas. O pH foi de 4,63, valor típico para xaropes frutais, e a acidez total de $194,8 \pm 2,00$ mEq kg⁻¹ está associada à presença de ácido cítrico e málico da banana e aos efeitos do processo térmico de concentração. O produto apresentou umidade de 36,63 % e atividade de água de $0,86 \pm 0,01$, indicando baixa suscetibilidade a bactérias, porém possível crescimento de fungos e leveduras se armazenado inadequadamente. Cinzas apresentou $3,77 \pm 0,15\%$.

Com essas propriedades que ultrapassam a simples função nutricional, o xarope demonstra um grande potencial para o aproveitamento do excedente de bananas, contribuindo para a redução do desperdício e oferecendo uma alternativa tecnológica viável para a produção de um adoçante líquido com valor nutricional agregado (Menegaro *et al.*, 2025).

3.2 Desperdícios da banana

O desperdício de alimentos no Brasil é um tema de grande relevância social, econômica e ambiental. De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa

Agropecuária (Embrapa, 2019), cada brasileiro descarta, em média, 41 kg de alimentos por ano. Entre os produtos mais suscetíveis às perdas estão frutas e hortaliças, como banana, maçã, tomate, alface, pimentão, pera e uva (Ataíde *et al.*, 2013).

Uma alternativa promissora para enfrentar a realidade da banana por exemplo, é o aproveitamento integral da banana, prática que consiste na utilização de todas as partes da fruta para a elaboração de novos produtos. Trata-se de uma tecnologia limpa e acessível, que pode ser aplicada em indústrias, feiras livres e residências. Essa abordagem possibilita a redução da geração de resíduos orgânicos, o aumento da oferta de alimentos, a ampliação da vida útil, a promoção da segurança alimentar e o fortalecimento da renda familiar (Ataíde *et al.*, 2013).

Nesse contexto, o aproveitamento integral da banana não apenas reduz o desperdício e otimiza o uso de nutrientes, como também estimula o consumo consciente e responsável, despertando maior consciência ambiental e econômica. Além disso, favorece o empreendedorismo e o desenvolvimento tecnológico, ao possibilitar a criação de novos produtos. Ressalta-se ainda que a utilização integral dos alimentos é essencial para sensibilizar a população quanto à importância de práticas sustentáveis, evitando perdas e ampliando as opções de preparo. Como exemplo, o projeto descrito por Ataíde *et al.* (2013) utilizou bananas de baixo valor comercial para a produção de doces, geleias, compotas, bolos, biscoitos, tortas, banana-passa, licor e até mesmo para compostagem.

A duração ideal de conservação da banana, segundo a percepção dos consumidores, apresenta variações significativas. Pesquisa realizada por Matsuura, Costa e Folegatti (2004) mostrou que mais da metade dos entrevistados (52,8%) considera aceitável que a fruta, adquirida no estágio “de vez” e mantida em temperatura ambiente, permaneça em boas condições entre 7 e 10 dias. Por outro lado, 25,4% dos participantes indicaram satisfação com uma vida útil menor, de 4 a 6 dias, enquanto uma parcela de 10,5% prefere frutos que possam ser consumidos após mais de 11 dias de armazenamento. Esses dados evidenciam que bananas com durabilidade inferior a uma semana atendem a uma parcela menor da demanda, apontando para a importância de estratégias que prolonguem a conservação e o aproveitamento da fruta.

3.3 Suplementos alimentares

Com o aumento da prática de atividades físicas e a busca por melhor desempenho estético e de saúde, o consumo de suplementos aumentou significativamente no Brasil (Ferreira *et al.*, 2016).

Os suplementos alimentares são definidos como produtos destinados a complementar a alimentação habitual, em situações específicas, como dietas restritivas, deficiências nutricionais ou treinos de alta intensidade. Sua composição pode incluir nutrientes essenciais, substâncias bioativas, enzimas, probióticos, entre outros compostos com funções fisiológicas relevantes (Brasil, 2024).

Os mesmos devem obedecer às diretrizes estabelecidas pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 243, de 26 de julho de 2018, da Anvisa, que define os requisitos sanitários obrigatórios para a fabricação, composição, rotulagem e comercialização desses produtos, garantindo sua segurança, qualidade e conformidade antes de serem disponibilizados ao consumidor (Brasil, 2018a).

A 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 (Brasil, 2018b). Classificam-se em diferentes categorias, entre elas os suplementos ergogênicos, que têm como função melhorar o desempenho físico. Os termogênicos, que atuam no aumento da temperatura corporal, promovendo maior gasto calórico e redução do apetite. Os anabólicos, como BCAA (Aminoácidos de Cadeia Ramificada), Whey Protein e Glutamina, que favorecem a síntese proteica e o ganho de massa muscular (Silva; Rodrigues Junior, 2022).

Dentre os nutrientes utilizados na formulação de suplementos voltados para praticantes de atividade física, os carboidratos se destacam por sua função primordial como fonte primária de energia. Durante exercícios prolongados e de alta intensidade, os estoques de glicogênio muscular tendem a se esgotar, o que pode comprometer o desempenho atlético. A ingestão adequada de carboidratos antes, durante e após o exercício físico é fundamental para manter os níveis de glicose no sangue e retardar o aparecimento da fadiga (Silva Neto *et al.*, 2022).

Além de fornecer energia de forma eficiente, os carboidratos exercem outras funções relevantes no organismo, como a regulação do metabolismo proteico, evitando o uso de proteínas como substrato energético e a atuação no metabolismo de lipídios, promovendo efeito anticetogênico. Também são indispensáveis para o

sistema nervoso central, visto que a glicose é seu principal combustível. Dessa forma, os carboidratos são considerados nutrientes estratégicos para a prática esportiva, influenciando diretamente a performance física (Demonte, 2008; Viebig; Nacif, 2007 *apud* Silva Neto *et al.*, 2022).

Outro grupo de nutrientes presente em muitos suplementos são as vitaminas, classificadas como micronutrientes. Estas atuam principalmente como cofatores em reações metabólicas, sendo essenciais para o funcionamento adequado do organismo. As vitaminas podem ser lipossolúveis (A, D, E e K) ou hidrossolúveis (complexo B e vitamina C). Atletas expostos a mudanças de temperatura e altitude podem se beneficiar da suplementação de vitaminas específicas, como as do complexo B, C e E. No entanto, o uso indiscriminado, especialmente em altas dosagens, pode levar a efeitos adversos, como distúrbios neurológicos. Vale ressaltar que, em dietas equilibradas, a suplementação nem sempre se faz necessária e pode não resultar em melhor desempenho final (Ferreira *et al.*, 2016).

3.3.1 Taurina

A taurina, também conhecida como ácido beta-aminossulfônico, é o produto final do metabolismo dos aminoácidos sulfurados, como a metionina e a cisteína. No organismo, ela se associa aos ácidos biliares de sódio e potássio, originando o ácido taurocólico, um dos componentes da bile alcalina, fundamental para a digestão e absorção de lipídios. Naturalmente, a taurina é encontrada em grandes quantidades em organismos do reino animal e em algumas espécies de algas. Sua ingestão diária é essencial para manter seus níveis adequados no organismo e apoiar funções fisiológicas importantes (Ganong, 1993 *apud* Dall'agnol; Souza, 2009).

Sua biossíntese ocorre por meio de reações enzimáticas que envolvem oxidação e transulfuração desses aminoácidos precursores, sendo a vitamina B6 um cofator indispensável nesse processo. Por esse motivo, a ingestão insuficiente de metionina e cisteína pode aumentar a demanda por taurina (Dall'agnol; Souza, 2009).

A taurina é um aminoácido com diversas funções fisiológicas importantes, atuando como neurotransmissor, regulador do equilíbrio hídrico e eletrolítico celular, além de estabilizar membranas celulares. Está envolvida em processos de desintoxicação, produção da bile e apresenta possível ação terapêutica em diferentes

enfermidades, especialmente cardiovasculares. Estudos indicam que concentrações adequadas de taurina contribuem para o fortalecimento do músculo cardíaco, redução da pressão arterial e melhoria da contratilidade cardíaca. Também exerce papel relevante na saúde ocular, estando presente em altas concentrações na retina, onde atua como protetora contra danos da luz UV e auxilia na prevenção de catarata e degeneração retiniana. Adicionalmente, favorece a digestão de gorduras ao participar da formação dos sais biliares, podendo inibir a formação de cálculos. Por fim, destaca-se sua ação antioxidante e seu elevado teor nas bebidas energéticas (Carvalho *et al.*, 2013).

As chamadas bebidas energéticas, formuladas com compostos de ação estimulante, surgiram comercialmente em 1987 e, desde então, sua aceitação e expansão no mercado global têm sido significativas. Inicialmente voltadas ao público esportista, essas bebidas buscavam aprimorar o desempenho físico, aumentar a velocidade de reação, melhorar o foco, reduzir a sonolência, promover bem-estar e estimular o metabolismo, além de auxiliar na eliminação de toxinas do organismo (Carvalho *et al.*, 2013).

Em sua composição, geralmente há água, carboidratos e cafeína como ingredientes centrais. Enquanto os carboidratos oferecem energia rápida, a cafeína atua como um agente estimulante do sistema nervoso central. Além disso, é comum a inclusão de outros componentes funcionais, como aminoácidos e vitaminas. A taurina, por exemplo, é um aminoácido não proteínogênico amplamente distribuído no corpo humano. Produzida principalmente no fígado e no cérebro a partir da cisteína, também se encontra em altas concentrações em tecidos como o coração, retina, músculos esqueléticos e sistema nervoso central (Carvalho *et al.*, 2013).

Atende a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 719, de 1º de julho de 2022, da Anvisa, a legislação estabelece que a quantidade máxima permitida de taurina em produtos é de 400 mg por 100 mL (Brasil, 2022b).

3.3.2 Goma Guar

A goma guar é um dos hidrocoloides vegetais mais utilizados na indústria de alimentos devido à sua capacidade de atuar como espessante, estabilizante e agente de retenção de água em sistemas aquosos. Esse polissacarídeo é obtido a partir do

endosperma da semente da planta *Cyamopsis tetragonoloba*, originária de regiões áridas e semiáridas da Índia, Paquistão e de áreas restritas nos Estados Unidos (Rodriguez *et al.*, 2003).

Sua estrutura molecular é composta por uma cadeia principal de manose com ramificações de galactose na proporção de 2:1 (manose:galactose), o que caracteriza o galactomanano, seu componente funcional predominante. Uma das propriedades mais relevantes da goma guar é sua habilidade de se hidratar rapidamente em água fria, formando soluções de alta viscosidade. Essa viscosidade é influenciada por variáveis como tempo, temperatura, concentração, pH, força iônica e tipo de agitação (Rodriguez *et al.*, 2003).

Estudos mostram que a goma guar apresenta estabilidade moderada sob condições ácidas (pH entre 2 e 3,5), mas sua viscosidade pode ser reduzida em ambientes com alta temperatura e pH muito baixo. Em sistemas alimentares, a goma guar é frequentemente aplicada para melhorar a textura e prevenir a separação de fases, sendo eficaz inclusive quando combinada com outros ingredientes como o amido de milho ou proteínas lácteas, como as micelas de caseína. Seu uso é tecnicamente justificado por melhorar a viscosidade e a estabilidade da matriz, sem interferir negativamente nas propriedades sensoriais do produto (Rodriguez *et al.*, 2003).

Além de suas aplicações tecnológicas, a goma guar também tem sido associada a benefícios funcionais à saúde, como o aumento da saciedade e a melhora na motilidade intestinal, devido à formação de um gel viscoso no trato gastrointestinal promove sensação prolongada de saciedade e melhora a motilidade intestinal (Rodriguez *et al.*, 2003).

A goma guar (INS 412) é autorizada como aditivo alimentar com função de espessante, conforme estabelece a Resolução RDC nº 778, de 1º de março de 2023, da Anvisa (Brasil, 2023a). A Instrução Normativa nº 211, de 1º de março de 2023, complementa essa regulamentação ao definir os aditivos e coadjuvantes de tecnologia permitidos e suas respectivas funções tecnológicas. Nessa norma, a goma guar é autorizada para uso na categoria “Suplementos alimentares líquidos (inclusive suspensões, soluções, xaropes, emulsões e conteúdo líquido de cápsulas gelatinosas)”, sob o critério de quantum satis, ou seja, sem um limite máximo definido, desde que a quantidade empregada seja suficiente para atingir o efeito tecnológico

desejado e não ofereça risco à saúde do consumidor. Além disso, exige-se que sua presença seja corretamente declarada no rótulo do produto, indicando a função tecnológica e o número INS correspondente (Brasil, 2023b).

3.3.3 Carbogel

Os géis de carboidratos são ideais para treinos de longa duração, pois fornecem glicose de maneira rápida e eficiente, poupando as reservas energéticas do organismo e prevenindo a fadiga. Além disso, auxiliam na manutenção dos níveis de glicose sanguínea durante o exercício, evitando quedas de desempenho e preservando o glicogênio hepático. Essa estratégia é especialmente importante em atividades prolongadas e de alta intensidade, nas quais ocorre maior depleção de glicogênio e aumento da sensação de cansaço (Alves *et al.*, 2012).

O consumo de carboidratos deve ser ajustado conforme o momento do exercício e o tipo de treino. Antes do treino, recomenda-se o uso de carboidratos de baixo índice glicêmico (IG), que liberam energia gradualmente e evitam o rebote glicêmico. Já os carboidratos de alto IG são mais indicados durante e após o exercício, pois favorecem o desempenho e a recuperação muscular (Parente *et al.*, 2025).

Durante atividades com duração superior a 60 minutos, a suplementação com carboidratos demonstra benefícios significativos no desempenho, enquanto em exercícios mais curtos (<60 min) os efeitos ainda são pouco conclusivos. (Parente *et al.*, 2025).

Os carboidratos mais utilizados em géis energéticos são os de rápida absorção, pois são facilmente convertidos em energia e entram rapidamente na corrente sanguínea. Esses açúcares são ideais para repor o glicogênio muscular durante exercícios intensos, prolongando o desempenho do atleta. (Parente *et al.*, 2025).

E para otimizar seus efeitos, recomenda-se a ingestão de carboidratos específicos em proporções adequadas. Estudos indicam que a combinação de carboidratos de alto índice glicêmico (glicose e sacarose) com carboidratos de baixo índice glicêmico (frutose), na proporção de aproximadamente 2:1, proporciona melhor desempenho. Essa associação favorece uma absorção mais eficiente, aumenta a taxa

de oxidação de carboidratos e mantém níveis estáveis de glicemia, resultando em maior resistência e otimização da performance (Fontan, 2015).

Em um estudo por Alves *et al.*, (2012), observou-se que a glicose sanguínea aumentou significativamente 20 minutos após a ingestão do carboidrato em gel, demonstrando sua eficácia na elevação da glicemia. Resultados semelhantes foram relatados por Febbraio *et al.* (2000) que verificaram aumento da glicose plasmática entre 10 e 30 minutos após a ingestão de bebida com carboidrato. No entanto, após o término do exercício, os níveis de glicose não apresentaram alterações significativas (Alves *et al.*, 2012).

3.4 Desenvolvimento de novos produtos

O desenvolvimento de novos produtos é um processo estratégico que transforma informações sobre oportunidades de mercado e possibilidades técnicas em diretrizes para a fabricação. Esse processo envolve um conjunto integrado de ações relacionadas às áreas de pesquisa e desenvolvimento, marketing e logística, permitindo que as empresas respondam com maior rapidez, eficiência e menores custos às demandas dos clientes (Senhoras *et al.*, 2007).

Assim sendo, uma forma de inovação que pode abrir novas oportunidades para as empresas. A inovação está diretamente ligada ao ciclo de desenvolvimento e à fabricação, sendo essencial que as organizações criem processos para gerenciar essas transformações de forma eficaz (Robert, 1995 *apud* Senhoras *et al.*, 2007).

De modo geral, o processo de inovação pode ser dividido em quatro fases principais: busca, quando se identificam ideias com potencial de mercado; avaliação, em que são analisadas as oportunidades; desenvolvimento, etapa que permite antecipar fatores críticos de sucesso ou fracasso; e, por fim, implementação estratégica, em que a empresa elabora um plano para maximizar os resultados do novo produto (Senhoras *et al.*, 2007).

O Sistema de Desenvolvimento de Produto (SDP) é crucial para a competitividade e sobrevivência de qualquer empresa nos dias de hoje, compreende um ciclo que se inicia com a identificação de oportunidades e passa por fases como pesquisa de mercado, definição de conceitos, desenvolvimento do projeto, planejamento de processo e produção. Esse sistema pode ser entendido como uma

sequência de entradas, processamento e saídas, acompanhada pelas transformações tecnológicas e mercadológicas. Produtos que não atendam às exigências do mercado ao longo desse ciclo podem ser ajustados, postergados ou descartados (Cheng, 2010).

O desenvolvimento de produtos situa-se na interface entre a empresa e o mercado, abrangendo aspectos como produtos, serviços, processos, pessoas e a própria estrutura organizacional, com o objetivo de entender e atender às reais necessidades do consumidor. Trata-se de um processo que exige pesquisa, planejamento, controle e uso de métodos sistemáticos, demandando uma abordagem interdisciplinar que integra ferramentas de marketing, engenharia, estética e estilo (Souza *et al.*, 2020).

Assim, vem se tornando um fator estratégico fundamental para as empresas do setor alimentício, especialmente diante de um cenário em que os consumidores estão cada vez mais exigentes. Esse comportamento reduz a fidelidade às marcas e contribui para a intensificação da concorrência no mercado, além de encurtar o ciclo de vida dos produtos lançados. Diante disso, torna-se imprescindível que as empresas atuem com agilidade e eficiência para se manterem competitivas (Lauschner *et al.*, 2016).

O desenvolvimento de produtos alimentícios, por sua vez, inclui desde a identificação de tendências e preferências de consumo até a adaptação das soluções testadas em laboratório à realidade da produção em escala industrial. A inovação pode ocorrer tanto no produto em si quanto em sua forma de posicionamento no mercado, com estratégias direcionadas a públicos-alvo específicos. No entanto, todo esse processo está sujeito a riscos e incertezas inerentes à introdução de algo novo no mercado (Lauschner *et al.*, 2016).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Desenvolvimento do carbogel

Para o desenvolvimento desse produto foi utilizado o suco da banana, denominado banasuco obtido através da produção de banamel, que foi conduzida pela equipe de Pesquisa e Desenvolvimento da *startup* Future Foods Brazil, vinculada à empresa Ideal Consultoria em Alimentos. A empresa forneceu integralmente a quantidade necessária do insumo. Para a produção do banasuco, foram empregadas bananas da variedade caturra/nanica (espécie), e o processo produtivo seguiu as etapas descritas na patente BR 10 2024 004899 7, referente ao método de elaboração do Banamel.

Para iniciar a produção do carbogel o banasuco foi pasteurizado a 70 °C por 15 minutos, e resfriado até 40 °C, então foram adicionados os demais ingredientes. A partir de 1.331 g (sendo um volume de 1250mL) de base de banasuco, foram incorporados 30 g (2,19%) de goma guar (agente espessante), responsável por conferir a textura característica do gel, em sequência, juntamente com 5,0 g (0,36%) de taurina, atendendo aos limites estabelecidos pela legislação vigente (Brasil, 2022b).

O carbogel energético obtido foi envasado em sacos tipo Nasco, e armazenado sob refrigeração a aproximadamente 7 °C até o momento das análises.

Os insumos utilizados, taurinos e goma guar foram de grau alimentício e adquiridos de fornecedores certificados. Os demais reagentes empregados foram de grau analítico ou alimentar.

4.2 Análises microbiológicas

De acordo com a Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022, da Anvisa (Brasil, 2022a), suplementos líquidos e em géis não comercialmente estéreis devem ser avaliados quanto à presença de microrganismos indicadores e patogênicos. Para o carbogel desenvolvido, foram realizadas análises microbiológicas de *Salmonella* spp., Enterobacteriaceae e bolores e leveduras. A análise de *Salmonella* foi conduzida seguindo a metodologia descrita no *Bacteriological Analytical Manual*, 8ª edição, pela Food and Drug Administration (FDA – EUA). Já as

análises de Enterobacteriaceae e Bolores e leveduras seguiram os procedimentos descritos por Kornacki e Johnson (2001), Frank e Yousef (2004) e Silva *et al.* (2007). O desenvolvimento experimental foi conduzido no laboratório de Microbiologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Francisco Beltrão e todas as análises foram realizadas em triplicata.

Conforme a legislação vigente, os limites microbiológicos adotados consideraram a ausência de *Salmonella* spp. em 25 g de amostra; limite máximo de 10^2 UFC/g para Enterobacteriaceae, e limite máximo de 10^3 UFC/g para Bolores e leveduras (Brasil, 2022a). Estes parâmetros garantem a segurança, qualidade e inocuidade do carbogel para consumo.

4.2.1 Presença de *Salmonella* sp.

Inicialmente, foram pesados 25 g da amostra de carbogel de forma asséptica, transferidos para um frasco estéril contendo 225 mL de caldo lactosado, realizando-se o pré-enriquecimento da amostra. O material foi homogeneizado e incubado a 37 °C por 24 ± 2 horas. Após esse período, alíquotas de 1,0 mL do pré-enriquecimento foram transferidas, para tubos contendo caldo Rappaport-Vassiliadis (RV) e caldo Tetracionato (TT), os quais constituem os meios de enriquecimento seletivo. Os tubos foram incubados em banho-maria a 42 °C por 24 horas.

Em seguida, procedeu-se a semeadura por estrias em placas de ágar Salmonella-Shigella (SS) e ágar Xilose-Lisina-Desoxicolato (XLD). As placas foram incubadas a 37 °C por 24 horas e avaliadas quanto à presença de colônias com características típicas de *Salmonella*.

4.2.2 Contagem de Enterobactérias

Para a análise microbiológica do carbogel, foi empregada a técnica do Número Mais Provável (NMP) para determinação de coliformes totais e termotolerantes. Inicialmente, foi realizada a assepsia da bancada e o preparo das diluições da amostra em solução salina estéril (10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3}). Em seguida, inoculou-se 1 mL de cada diluição em séries de três tubos contendo 9 mL de caldo lactosado com tubo de Durham, mantendo uma série como controle negativo. Os tubos foram incubados a 35

°C por 48 h, observando-se a formação de gás como indicativo positivo então fazer a contagem dos tubos com gás em cada diluição e replicata e ler os resultados a partir da tabela de NMP (número mais provável).

Os tubos que apresentem formação de gás devem ser selecionados e devidamente homogeneizados. Cada tubo positivo é identificado e relacionado a novos tubos contendo Caldo Lactosado Bile Verde Brilhante (BVB) e Caldo *Escherichia coli* (EC), ambos preparados com 9 mL de meio e tubos de Durham invertidos no seu interior. Utilizando uma alça de platina esterilizada, transfere-se uma alçada de cada tubo positivo para os respectivos tubos contendo os meios confirmativos BVB e EC. Após a inoculação, os tubos foram homogenizados, mantendo-se também um tubo de cada meio sem inoculação, utilizado como controle negativo.

O protocolo prevê que os tubos contendo Caldo BVB sejam incubados em estufa bacteriológica a 35 °C por 24 horas, enquanto os tubos contendo Caldo EC sejam incubados em banho-maria a 45 °C por 24 horas, condição seletiva para coliformes termotolerantes. Após a incubação, os tubos são verificados quanto à presença de gás nos tubos de Durham, o que indicaria resultado positivo para coliformes no respectivo meio. Os resultados foram obtidos em número mais provável (NMP) de acordo com a tabela apresentada por Silva *et al.* (2007).

Caso algum tubo do Caldo EC apresente resultado positivo, é realizada uma etapa adicional de confirmação em meio sólido. Para isso, uma alçada do conteúdo desses tubos é semeada por estriamento em placas contendo ágar Eosina Azul de Metileno (EMB), seguidas de incubação a 35 °C por 24 horas. Em condições positivas, é esperada a formação de colônias típicas de *Escherichia coli*, caracterizadas por centro escuro, aspecto nucleado e, por vezes, brilho verde metálico, confirmando a presença da bactéria.

4.2.3 Contagem de bolores e leveduras em placas

A análise do carbogel foi realizada por meio da técnica de plaqueamento em ágar Batata-Dextrose acidificado, utilizando diluições seriadas da amostra. Inicialmente, a amostra foi diluída em solução salina peptonada a 0,1%, sendo preparadas diluições decimais, 10^{-2} , 10^{-3} e 10^{-4} em tubos de ensaio estéreis.

A inoculação foi realizada transferindo 0,1 mL de cada diluição (10^{-2} , 10^{-3} e 10^{-4}) para as placas respectivas, iniciando pela maior diluição. O espalhamento do inóculo foi feito utilizando alça de Drigalski estéril, flambeada ao trocar de diluição, garantindo a assepsia durante o procedimento. As placas foram incubadas em estufa bacteriológica a 25 °C por 5 dias.

Para a leitura, segue os critérios estabelecidos para análises microbiológicas, considerando-se válidas apenas as placas que apresentou entre 15 e 150 unidades formadoras de colônias (UFC), faixa recomendada para garantir precisão.

Para cada diluição analisada, as placas foram cuidadosamente observadas sob iluminação adequada, permitindo distinguir colônias típicas de bolores e leveduras.

4.3 Análises Físico-Químicas

O produto foi submetido a análises físico-químicas para avaliação dos seguintes parâmetros: pH, acidez, umidade, sólidos solúveis totais (°Brix), densidade, carboidratos totais, açúcares totais, proteínas, lipídios e cinzas.

Todas as determinações foram realizadas em triplicata. Os procedimentos foram realizados nos laboratórios de Físico-Química, Bioquímica e de Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Francisco Beltrão.

4.3.1 pH

A determinação do pH das amostras foi realizada utilizando um pHmetro digital devidamente calibrado com soluções tampão padrão de pH 4,0 e 7,0, conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). A amostra foi previamente homogeneizada para garantir a representatividade e uniformidade da leitura. Em seguida, o eletrodo do pHmetro foi imerso diretamente, realizando-se a leitura apenas após a estabilização do valor indicado pelo equipamento.

4.3.2 Determinação da acidez titulável

A determinação da acidez titulável que expressa a quantidade total de ácidos presentes (ácidos orgânicos livres, na forma de sais e compostos fenólicos) do carbogel foi realizada por titulação ácido-base, utilizando-se fenolftaleína como indicador e solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 M metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Inicialmente, uma alíquota de 5,07 g da amostra foi pesada e transferida para um frasco Erlenmeyer de 125 mL contendo aproximadamente 50 mL de água destilada, garantindo a completa dissolução do gel. Em seguida, foram adicionadas três gotas de solução de fenolftaleína, e a amostra foi titulada com NaOH até a mudança de coloração para róseo, indicando o ponto final da titulação. O resultado final foi obtido pela Equação 1.

$$\text{Acidez\%} = \frac{V \times F \times M \times 100}{P} \quad (1)$$

Sendo:

V = nº de mL da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação;

f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio;

P = massa da amostra em g ou volume pipetado em mL;

M = molaridade da solução de hidróxido de sódio.

4.3.3 Determinação do teor de umidade

A determinação do teor de umidade do carbogel foi realizada pelo método de secagem em estufa, conforme os procedimentos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

Para o ensaio, foram utilizados cadinhos previamente secos e tarados, nos quais foram adicionados aproximadamente 2 g de amostra homogeneizada. Os cadinhos foram levados à estufa a 105 °C por 3 horas, para a remoção da água livre e compostos voláteis presentes. Após o período de secagem, as amostras foram resfriadas em dessecador até atingirem temperatura ambiente e, em seguida, pesadas.

O processo de secagem, resfriamento e pesagem foi repetido até obtenção de massa constante, garantindo a completa remoção da umidade. O teor percentual de umidade foi calculado conforme a Equação 2.

$$\% \text{ Umidade} = \frac{N}{P \times 100} \quad (2)$$

Onde:

N = peso final da amostra (g);

P = peso inicial da amostra (g).

4.3.4 Sólidos solúveis totais (SST)

A determinação dos sólidos solúveis totais foi realizada utilizando um refratômetro portátil, previamente calibrado com água destilada. Uma pequena quantidade da amostra foi aplicada sobre a lente ótica do equipamento, e os resultados foram expressos em graus Brix, indicando a concentração de açúcares solúveis presentes no produto.

4.3.5 Densidade

A densidade do carbogel foi determinada com picnômetro, que permite medir com precisão a relação entre massa e volume de líquidos ou géis. Inicialmente, o picnômetro foi pesado vazio para registrar sua massa. Em seguida, o picnômetro foi preenchido com a amostra até a marca de volume especificada. A massa da amostra foi calculada de acordo com a Equação 3.

$$\text{Densidade} = \frac{\text{massa da amostra}}{\text{volume do picnômetro}} \quad (3)$$

4.3.6 Carboidratos totais

A determinação dos carboidratos totais foi realizada por diferença. Essa abordagem consiste em estimar a quantidade de carboidratos totais a partir da

diferença entre 100% e a soma das demais frações analíticas: umidade, proteínas, lipídios e cinzas, de acordo com a Equação 4.

$$\text{Carboidratos(\%)} = 100 - [\text{Umidade(\%)} + \text{Proteínas(\%)} + \text{Lipídios(\%)} + \text{Cinzas(\%)}] \quad (4)$$

Este método fornece uma estimativa do teor total de carboidratos, incluindo açúcares simples, oligossacarídeos e amido, porém não diferencia os tipos de carboidratos presentes.

4.3.7 Açúcares totais

A determinação dos teores de açúcares totais foi realizada pelo método de Lane-Eynon, conforme a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Inicialmente, uma amostra homogeneizada (5 g) foi pesada em erlenmeyer de 250 mL, sendo adicionados 50 mL de água destilada para completa dissolução. Em seguida, foram acrescentados 2 mL de ácido clorídrico concentrado para promover a hidrólise ácida dos açúcares não redutores, convertendo-os em açúcares redutores. A mistura foi mantida em banho-maria a 60 °C por 60 minutos. Após o resfriamento, a solução foi neutralizada com solução de hidróxido de sódio 40%, utilizando papel indicador de pH para ajuste.

Posteriormente, a amostra foi transferida para um balão volumétrico de 250 mL, adicionando-se 2 mL de ferrocianeto de potássio a 15% e 2 mL de acetato de zinco a 30%, empregados como agentes clarificantes, responsáveis pela precipitação de substâncias interferentes. O volume foi completado com água destilada e a solução homogeneizada. Após a sedimentação do material, o filtrado foi coletado e utilizado na titulação.

Para a titulação, foram pipetados 5 mL da solução de Fehling A e 5 mL da solução de Fehling B em um balão de fundo chato, adicionando-se 40 mL de água destilada e algumas pérolas de ebulição. A solução foi aquecida até o ponto de ebulição, e o filtrado foi adicionado gradualmente até o início da descoloração. Em seguida, foi adicionada uma gota de solução de azul de metileno, e a titulação foi continuada até o desaparecimento total da coloração azul, registrando-se o volume gasto.

O teor de açúcares totais foi calculado de acordo com a Equação 5.

$$\text{Glicídios Totais (glicose + sacarose)\%} = \frac{(\text{FC}/2) \times 250 \times 100}{V \times P} \quad (5)$$

Onde:

FC = fator de correção (título da solução de Fehling);

V = volume da amostra gasto na titulação (mL);

P = massa da amostra (g).

4.3.8 Determinação de Proteínas

A análise de determinação de proteínas, Kjeldahl teve modificações de Tedesco *et al.* (1995). Para a etapa de digestão, pesou-se 0,500 g da amostra previamente homogeneizada em um tubo de digestão. Em seguida, adicionou-se 1,0 mL de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) e 2,0 mL de ácido sulfúrico concentrado (H₂SO₄), sendo esta adição realizada sob capela devido à reação exotérmica. Após a mistura esfriar por aproximadamente 10 minutos, adicionou-se 0,7 g da mistura digestora, composta por 100 g de sulfato de sódio (Na₂SO₄), 10 g de sulfato de cobre II (CuSO₄) e 1,0 g de selênio em pó. O tubo foi então colocado no bloco digestor, iniciando-se o aquecimento gradual conforme o seguinte programa: 150 °C por 30 minutos, 200 °C por 30 minutos, 250 °C por 30 minutos e, posteriormente, elevação da temperatura para 375 °C até o clareamento da amostra, indicando a completa oxidação da matéria orgânica. A temperatura foi mantida nessa faixa por mais 2 horas. Após o resfriamento, adicionaram-se aproximadamente 5 mL de água destilada ao tubo, homogeneizando o conteúdo para posterior destilação.

Na etapa de destilação, foi utilizado entre 25 mL de água destilada, e 10 mL de solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 40% de forma lenta, para tornar o meio fortemente alcalino e liberar a amônia (NH₃). O destilado liberado foi recolhido em um erlenmeyer contendo 5 mL de solução de ácido bórico 4% e duas gotas de indicador de proteínas. A destilação foi conduzida até a coleta de aproximadamente 40 mL de destilado.

Por fim, na etapa de titulação, o destilado coletado foi titulado com solução padronizada de ácido clorídrico (HCl) $0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. O volume gasto na titulação foi registrado para posterior cálculo da porcentagem de nitrogênio total (%N), conforme a Equação 6.

$$\%N = \frac{V \times N \times f \times 0,014 \times 100}{m \text{ (g)}} \quad (6)$$

Em que:

%N = porcentagem de nitrogênio total na amostra;

V = volume de HCl gasto na titulação (mL);

N = concentração (mol/L) do padrão (HCl);

f = fator de correção do padrão;

m = massa da amostra (g).

A porcentagem de proteína bruta (%PB) foi obtida multiplicando-se o valor de %N pelo fator específico de conversão (Equação 7), sendo adotado o fator 6,25, o qual é amplamente utilizado para alimentos em geral, especialmente quando a composição proteica da amostra é de origem vegetal ou mista, sem fator específico estabelecido na literatura.

$$\%PB = \%N \times FE \quad (7)$$

Onde:

%PB = porcentagem de proteína bruta contida na amostra;

FE = fator específico (diferente para cada tipo de alimento).

O fator 6,25 baseia-se na suposição de que, em média, as proteínas contêm aproximadamente 16% de nitrogênio ($100/16 = 6,25$). Assim, esse valor é adotado como referência universal para a conversão do teor de nitrogênio total em proteína bruta, quando não há um fator de conversão específico determinado para o alimento em estudo.

4.3.9 Determinação do teor de lipídeos

A determinação do teor de lipídeos do carbogel foi realizada segundo o método de Soxhlet, conforme a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

Inicialmente, cerca de 2 g da amostra homogeneizada foi pesada em cartucho de Soxhlet, preparado com papel filtro, o conjunto foi seco em estufa a 105 °C por 2 horas.

Um balão de fundo chato, foi previamente seco em estufa 105 °C por 1 hora, resfriado em dessecador por 30 minutos e pesado. O cartucho com a amostra foi então colocado no extrator de Soxhlet, acoplado ao balão, e adicionaram-se 250 mL de éter de petróleo como solvente.

O sistema foi conectado ao condensador e mantido sob aquecimento contínuo por aproximadamente 8 horas, com taxa de gotejamento de 4 a 5 gotas por segundo, então o solvente juntamente com o óleo extraído foi levado para o rota-evaporador onde foi separado o solvente do óleo. O balão contendo o resíduo lipídico foi levado à estufa a 105 °C por 2 horas, resfriado novamente em dessecador e pesado.

O teor de lipídeos foi calculado pela diferença de massa antes e após a extração, conforme a Equação 8.

$$\text{Teor de Lipídeos (\%)} = \frac{(\text{PL}) \times 100}{P} \quad (8)$$

Em que:

PL = peso do balão com gordura – peso do balão vazio (g);

P = peso da amostra (g).

4.3.10 Determinação do teor de cinzas

A determinação de cinzas foi realizada com o objetivo de quantificar o teor de matéria mineral presente na amostra. Essa análise foi determinada pelo método de incineração em mufla (cinzas secas), de acordo com as recomendações do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Inicialmente, pesou-se aproximadamente 2 g da amostra em cadinhos, que foi levado ao banho-maria para a evaporação da água, a fim de evitar perdas por ebulição durante a etapa de incineração. Após essa etapa, o material foi submetido à incineração inicial em bico de Bunsen, com aquecimento gradual e uniforme, tomando-se cuidado para que a amostra não entrasse em combustão.

Quando o material adquiriu aspecto carbonizado, o cadinho foi transferido para o forno mufla, mantido a 550 °C, até a completa destruição da matéria orgânica e obtenção de cinzas de coloração clara.

Após o término da incineração, o cadinho permaneceu na mufla até a temperatura reduzir para, no máximo, 150 °C. Em seguida, foi retirado e deixado em um dessecador por aproximadamente 20 minutos. Por fim, realizou-se a pesagem final para determinação do teor de cinzas, expresso em porcentagem e calculado usando a Equação 9.

$$\% \text{Cinzas} = \frac{\text{Peso da cinza} \times 100}{\text{Peso da amostra}} \quad (9)$$

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Qualidade Higiênico-Sanitária

O produto apresentou ausência de *Salmonella* spp., conforme a metodologia recomendada pela legislação vigente. A ausência deste patógeno confirma que as etapas de processamento, e manuseio higiênico, foram adequadas para inibir a presença de microrganismos de risco.

A determinação da população de enterobactérias pelo método do Número Mais Provável (NMP) indicou ausência de produção de gás em todos os tubos, por isso a análise não precisou dar continuidade nos testes confirmativos. Obteve um resultado de $< 3,0$ NMP/g, dentro dos limites aceitáveis. Este resultado representa sem risco de contaminação fecal ou ambiental e confirma a eficácia das práticas de higiene durante a produção e armazenamento.

Também não foi observada a presença de colônias de bolores e leveduras nas placas analisadas, sendo o resultado final considerado como $<10^2$ UFC/g. Dessa forma, o produto encontra-se em conformidade com os padrões estabelecidos pela Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022, o que indica que o produto foi submetido a um tratamento térmico adequado e a boas práticas de fabricação durante o processamento (Brasil, 2022a).

5.2 Parâmetros Físico-Químicos

A Figura 2 apresenta o resultado final da produção do carbogel energético à base de banana.

Figura 2. Carbogel energético à base de banana produzido no estudo



Fonte: Autoria própria (2025).

Observa-se que o produto final apresenta coloração típica de banana madura submetida a leve aquecimento, além de uma consistência homogênea e estável, característica de um gel.

A Tabela 2 apresenta os resultados das análises físico-químicas realizadas para o produto desenvolvido neste estudo.

Tabela 2 – Resultados das análises físico-químicas obtidos para o carbogel energético à base de banana adicionado de taurina

Parâmetro	Média ± DP
pH	4,2 ± 0,00
Acidez (%)	3,31 ± 0,20
Umidade (%)	16,95 ± 0,20
Sólidos Solúveis (° Brix)	21,00 ± 0,00
Densidade (g/mL)	1,08 ± 0,02
Carboidratos (%)	79,12 ± 0,00
Açúcares Totais (%)	21,73 ± 0,58
Lipídios (%)	0,75 ± 0,24
Proteínas (%)	1,21 ± 0,03
Cinzas (%)	1,97 ± 0,48

Fonte: Autoria própria (2025).

Observa-se que o pH foi de $4,2 \pm 0,00$, caracterizando o produto como ácido. Esse valor se aproxima do pH da banana madura in natura, que normalmente varia entre 4,0 e 4,7, faixa em que se observa aumento gradual do pH ao longo do amadurecimento devido à elevação dos açúcares e à redução dos ácidos orgânicos presentes nos frutos (Nascimento Júnior et al., 2008). Em comparação, Almeida (2019) em seu desenvolvimento de carboidratos em géis, encontrou pH de 3,70 para o extrato de jabuticaba e para o extrato de amora de 2,86, indicando maior acidez em relação ao presente estudo. E dados apresentados por Felipe (2019) mostram que a água de coco em pó utilizada também em formulações de carboidratos em géis apresenta pH entre 4,7 e 4,8, valor superior ao encontrado no carbogel à base de banasuco.

Estudo realizado por Sabaa-srur (1996) indica que valores de pH próximos de 4 são ideais para produtos que passam por processos envolvendo concentração de açúcares. Nessa faixa ocorre uma menor taxa de inversão da sacarose, preservando as características sensoriais e físico-químicas do produto. Além disso, esse pH favorece a hidrólise parcial das pectinas da parede celular, o que gera microfissuras no tecido vegetal e facilita a penetração do xarope e a difusão dos sólidos solúveis durante o processamento. Esses fatores contribuem para uma melhor textura e qualidade final do produto (Sabaa-srur, 1996, *apud* Ribeiro; Sabaa-srur, 1999).

No carbogel esse valor contribui tanto para o sabor quanto para a estabilidade do produto. Um pH levemente ácido é adequado para alimentos pois ajuda a inibir o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, mantendo a segurança e a durabilidade.

A acidez foi $3,31 \pm 0,20\%$. Esse valor depende da matéria prima que se utiliza, a banana é levemente acida e seu teor vai aumentando conforme seu amadurecimento. Na formulação do carbogel energético a base de rapadura de Santos (2025), apresentou consumo de $1,50 \pm 0,00$ mL de NaOH 0,1N, e foi feito a comparação com o produto comercial que apresentou $2,00 \pm 0,00$ mL de NaOH 0,1N. Dessa forma, o teor observado no carbogel a base de banana é coerente com o tipo de processamento e matéria prima utilizada.

O teor de umidade ficou em $16,95 \pm 0,20$ %. Esse resultado é devido ao processo de concentração térmica aplicado durante o preparo do produto, que promove a evaporação parcial da água e aumenta a densidade de açúcares, resultando em uma textura mais viscosa e estável. Além disso, a redução da umidade contribui para a conservação e estabilidade microbiológica do gel. Formulação de Santos (2025) também apresentou um teor de 22,25% de umidade segundo sua análise é próximo dos produtos já comercializados.

Sólidos Solúveis Totais apresentou $21 \pm 0,00$ °Brix, valor que representa a concentração de sólidos solúveis totais, principalmente açúcares naturalmente presentes, além de ácidos orgânicos, minerais e outros componentes solúveis. Esse teor está dentro da faixa típica de bananas maduras, que varia de 19,72 a 22,36 °Brix (Nascimento Júnior *et al.*, 2008), evidenciando que o processamento utilizado preservou as características naturais do fruto, indicando que não houve degradação

significativa dos açúcares durante o processo, o que é desejável para ter a doçura, viscosidade e aporte energético rápido característico desse tipo de produto

Almeida (2023), em sua formulação de géis energéticos, utilizou extratos com diferentes concentrações de sólidos solúveis, registrando 17,5 °Brix para o extrato de jabuticaba e 9,9 °Brix para o extrato de amora, evidenciando a variação natural entre as matérias-primas utilizadas.

A densidade média do carbogel foi de $1,08 \pm 0,02$ g/mL. Esse valor reflete a consistência físico-química do produto, sugerindo que possui teor adequado de sólidos solúveis, açúcares e agentes espessantes utilizados, tendo uma viscosidade e estabilidade estrutural, características essenciais para a aceitação sensorial e funcionalidade dos géis energéticos. Valores mais baixos poderiam indicar um produto excessivamente fluido, comprometendo a textura e o aporte energético por porção, enquanto valores muito altos poderiam prejudicar a palatabilidade e dificultar o consumo durante a prática esportiva. Não é um valor único e fixo, pode variar significativamente dependendo da formulação específica do produto, seus ingredientes e textura desejada. Felipe (2019) reportou que a água de coco utilizada na formulação de géis energéticos apresentou densidade de aproximadamente 1,020 g/mL, valor próximo ao observado no presente estudo, indicando similaridade quanto à concentração de sólidos na matriz líquida utilizada para o desenvolvimento dos produtos.

O carbogel desse estudo apresentou 79,12% de carboidratos totais, valor considerado elevado e condizente com a finalidade do produto, que é fornecer energia de rápida disponibilidade durante a prática de atividades físicas. Esse resultado está associado à própria composição da banana madura, que apresenta elevada concentração de açúcares simples, resultantes da conversão do amido ao longo do amadurecimento, favorecendo o aporte energético imediato.

No estudo desenvolvido por Santos (2025), o suplemento em gel à base de rapadura apresentou teor de carboidratos de 74,65g, valor ligeiramente superior ao encontrado em um produto comercial (72,77g), indicando maior concentração energética na formulação artesanal. Assim, o teor observado no carbogel deste trabalho está em consonância com formulações energéticas similares, reforçando sua adequação para consumo por praticantes de atividade física, em que o rápido

fornecimento de carboidratos auxilia no desempenho e na prevenção da fadiga muscular (Silva Neto *et al.*, 2022).

O teor de açúcares totais obtidos para essa formulação foi de $21,73 \pm 0,58\%$. Esse valor reflete a concentração de açúcares prontamente disponíveis para absorção, evidenciando que o carbogel possui quantidade adequada de carboidratos solúveis para fornecer energia rápida durante a prática de atividades físicas. Quando comparado a carboidratos em gel disponíveis comercialmente, o valor obtido neste estudo encontra-se semelhante. Em uma pesquisa rápida nos sites de suplementação encontrou-se exemplos de produtos comercializados como suplemento energético, que são amplamente utilizados por atletas em atividades de alta intensidade, apresentando em torno de 5 g de açúcares totais em sachê de 30 g. Desta forma, demonstra-se que os teores de carboidratos e as características físico-químicas observadas no carbogel desenvolvido neste estudo são semelhantes aos demais encontrados no mercado.

O teor médio de nitrogênio determinado foi de $0,19 \pm 0,03 \%$, resultando em uma porcentagem de proteína bruta de 1,21%, considerando o fator de conversão 6,25. Esse valor indica baixo teor de proteína no carbogel energético à base de banana, o que é esperado, uma vez que o produto é formulado predominantemente por carboidratos provenientes da banana e não apresenta adição de fontes proteicas.

Assim como o teor de lipídios obtido que foi de $0,75 \pm 0,24\%$, indicando um baixo conteúdo de gordura no produto, condizente com a composição típica de produtos destinados ao fornecimento rápido de energia.

Resultados semelhantes também foram relatados por Santos (2025), pois o carbogel energético desenvolvido apresentou teores reduzidos de lipídios e proteínas devido à composição natural da matéria-prima e à ausência de ingredientes adicionados. Já que o propósito funcional desses produtos, é priorizar a rápida disponibilidade energética. Dessa forma, os valores obtidos confirmam que o produto desenvolvido apresenta perfil nutricional compatível com sua proposta funcional e adequado ao consumo por praticantes de atividade física que buscam energia de rápida absorção e baixo teor de gordura.

Quanto ao teor de cinzas, o produto obteve um resultado de $1,97 \pm 0,48\%$, indicando estar de acordo com o esperado, uma vez que a banana *in natura* apresenta valores aproximadamente de 0,80% e o processo de cozimento empregado na

produção do carbogel promove a redução da umidade, resultando em concentração dos minerais naturalmente presentes na fruta.

5.2.3 Comparação com produto comercial

Por fim, torna-se fundamental comparar o produto desenvolvido com aqueles já comercializados. A Figura 3 apresenta a tabela nutricional de um carbogel energético disponível no mercado, permitindo a comparação direta com a formulação proposta neste estudo.

Figura 3 - Tabela nutricional de sachê de carbogel energético comercial

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porções por embalagem: 12		
Porção: 30 g (1 sachê)		
	30 g	%VD*
Valor energético (kcal)	80	4
Carboidratos (g)	20	7
Açúcares totais (g)	5,4	
Açúcares adicionados (g)	5,4	11
Frutose (g)	1,3	
D-Ribose (g)	0,6	
Sódio (mg)	57	3
Vitamina C (mg)	45	45
Vitamina B3 (mg)	16	107
Vitamina B6 (mg)	1,3	100
Vitamina B12 (µg)	2,8	117
Selênio (µg)	34	57
Não contém quantidades significativas de proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, gorduras trans e fibras alimentares.		
* Percentual de valores diários fornecidos pela porção.		

Fonte: Vitafor (2025)

A tabela nutricional apresentada refere-se à composição de um sachê de 30 g de um carbogel energético comercial, sabor banana. Verifica-se que o produto possui elevado teor de carboidratos e açúcares, componentes responsáveis pelo fornecimento rápido de energia ao organismo, característica fundamental para esse tipo de suplemento. Observa-se também a presença de vitaminas adicionadas que auxiliam no metabolismo energético e contribuem para a redução da fadiga durante o exercício, e o baixo conteúdo de lipídios e proteínas que reforça o perfil nutricional típico dos géis energéticos.

A tabela 3 apresenta os parâmetros físico-químicos do produto desenvolvido neste trabalho. Destaca-se, porém, que não foram determinadas as quantidades de fibras alimentares, gorduras saturadas e trans, sódio e vitaminas, que complementarizam o perfil nutricional do produto.

Tabela 3 – Composição nutricional do carbogel energético desenvolvido, expressa por 100 g e porção de 30 g do produto

Componente	100 g	30 g
Valor energético (kcal)	327	99
Carboidratos (g)	79	24
Açúcares Totais (g)	22	6,5
Lipídios (g)	0,7	0,2
Proteínas (g)	1,2	0,4

Fonte: Autoria própria (2025).

Ao comparar os resultados das composições nutricionais do carbogel desenvolvido com os da tabela nutricional do produto comercial, observa-se grande semelhança entre os valores obtidos.

O teor de carboidratos, parâmetro essencial para o fornecimento de energia nesses produtos, apresentou valores próximos, padrão normalmente utilizado pelos produtos do mercado. O gel desenvolvido contém 24 g, enquanto o produto comercial possui 20 g de carboidratos para 30 g de produto.

Da mesma forma, os açúcares totais mostraram proximidade entre as formulações, sendo 6,5 g no gel elaborado neste estudo e 5,4 g no produto comercial.

Em relação aos lipídios e gorduras, ambos apresentaram valores reduzidos, a ponto de não serem declarados na tabela nutricional do produto comercial por não atingirem níveis significativos.

O produto desenvolvido apresentou valor energético de 327 kcal por 100 g, o que corresponde a aproximadamente 99 kcal por porção de 30 g e ao comparar esse resultado com o produto comercial que fornece 80 kcal na mesma porção dos 30 g, percebe-se que o gel formulado apresenta maior kcal. Essa diferença pode ser explicada pelo maior teor de carboidratos presente no carbogel desenvolvido, já que esse macronutriente é o principal responsável pelo aporte calórico em suplementos destinados à reposição rápida de energia.

Essas comparações indicam que o produto desenvolvido apresenta composição nutricional compatível com os já estabelecidos no mercado, reafirmando seu potencial como suplemento energético de rápida absorção.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dessa forma, conclui-se que o produto desenvolvido apresenta composição nutricional adequada e elevado valor energético, atendendo às necessidades de consumidores que buscam suplementação para fornecimento rápido de energia. As análises físico-químicas e microbiológicas demonstraram que o carbogel formulado possui qualidade satisfatória e encontra-se em conformidade com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente, evidenciando boas condições higiênico-sanitárias durante todo o processo de elaboração.

A utilização da banana como matéria-prima mostrou-se uma alternativa viável e sustentável, contribuindo para o desenvolvimento de um novo produto de baixo custo e favorecendo a agregação de valor no âmbito da indústria alimentícia. Assim, o carbogel apresenta potencial para inserção no mercado de suplementação esportivas, reunindo vantagens nutricionais, praticidade e sustentabilidade.

Recomenda-se a realização de estudos complementares envolvendo análises sensoriais, determinação de vida de prateleira e quantificação de fibras alimentares, gorduras saturadas e trans, sódio e vitaminas, a fim de consolidar sua aplicabilidade comercial e aprofundar o conhecimento sobre o produto.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. D. **Desenvolvimento de géis de reposição energética suplementados com compostos bioativos de frutas vermelhas e própolis**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Nutrição, Ouro Preto, 2023.
- ALVES, J. P.; MACALOSSI, A. L.; NUNES, R. B.; NAVARRO, F. **Efeitos da suplementação de carboidrato em gel sobre o desempenho físico e a resposta glicêmica em teste de natação de 12 minutos**. Physical performance and glycemic responses in 12-minutes swimming test: effects of carbohydrate gel supplementation. 2012.
- ANDREWS, W.H, HAMMACK, T.S. **Salmonella. Bacteriological Analytical Manual**. Gaithersburg:U.S.A. Food and Drug Administration, 1998. Disponível em:< <http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-5.html> >.
- ATAÍDE, C. S.; FIGUEIREDO, M. J.; RODRIGUES, J. G. S.; OSMAR, J. O aproveitamento integral da banana como alternativa sustentável. In: ENCONTRO DE EXTENSÃO DA UFPB, 15., 2013, João Pessoa. **Anais [...]**. João Pessoa: UFPB, 2013. Disponível em: <http://www.prac.ufpb.br/enex/trabalhos/7CCHSADGTAPROBEX2013478.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2025.
- BEZERRA, V. S. Características físico-químicas de frutos de bananeiras resistentes à sigatoka-negra. In: DIAS, J. do S. A.; BARRETO, M. C. (Ed.). **Aspectos agrônômicos, fitopatológicos e socioeconômicos da sigatoka-negra na cultura da bananeira no Estado do Amapá**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. p. 68–76. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/916772/1/AP2011cap5.pdf>. Acesso em: 20 out. 2025.
- BIANCHI, M. L. **Farinha de banana verde como ingrediente funcional**. 2010. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/88314>. Acesso em: 12 abr. 2025.
- BONFIM, Bruna Schultz. **Caracterização da massa residual da produção de “Banamel”**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2024.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Suplementos alimentares**. Brasília: Anvisa, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/alimentos/suplementos-alimentares>. Acesso em: 6 mai. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada – **RDC nº 243, de 26 de julho de 2018a**. Dispõe sobre os requisitos sanitários dos suplementos alimentares. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 27 jul. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. 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 República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 jul. 2018b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 161, de 1º de julho de 2022a**. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, n. 126, p. 5–12, 6 jul. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada – **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. 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA - **RDC Nº 719, DE 1º DE JULHO DE 2022b** (Publicada no DOU nº 126, de 6 de julho de 2022). Dispõe sobre os requisitos sanitários das misturas para o preparo de alimentos e dos alimentos prontos para o consumo.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 778, de 1º de março de 2023a**. Dispõe sobre os princípios gerais, as funções tecnológicas e as condições de uso de aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia em alimentos.

BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária/Diretoria Colegiada. **Instrução Normativa nº 211, de 1º de março de 2023b**. Estabelece as listas de aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia autorizados para uso em alimentos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 2 mar. 2023.

BRASIL. Embrapa – **Cultivos: Banana, Pós-colheita, Processamento**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente; Brasília: Embrapa – Secretaria de Inovação e Negócios, [2023]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/banana/pos-producao/pos-colheita/processamento>. Acesso em: 20 ago. 2025.

CARRA, A. B.; BAPTISTA, R. C.; MARÓSTICA JÚNIOR, M. R. Propriedades funcionais e fisiológicas da casca e polpa da banana madura e verde. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNICAMP, 29., 2021, Campinas. **Anais eletrônicos[...]**Campinas: PRP/UNICAMP, 2021.

CARVALHO, J. M. de; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M. de; RODRIGUES, S. Perfil dos principais componentes em bebidas energéticas: cafeína, taurina, guaraná e glucoronolactona. RIALA6 e-ISSN, n. 1068, **REVIEW ARTICLE** 2013.

CHENG, L. C.; MELO FILHO, L. D. R. *QFD: desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos*. 2. ed. rev. **São Paulo: Blücher**, 2010.

DALL'AGNOL, T.; SOUZA, P. F. A. de. Efeitos fisiológicos agudos da taurina contida em uma bebida energética em indivíduos fisicamente ativos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte, Niterói**, v. 15, n. 2, p. 156–160, mar./abr. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/hnPhpMBbtVMDZbL3bQmCFJr/abstract/?lang=pt> Acesso em: 5 mai. 2025.

FARIAS, R. P. FARIAS, R. P.; SILVA, W. P.; MAGALHÃES, H. L. F.; LIMA, W. M. P. B.; GOMEZ, R. S.; LIMA, E. S.; SILVA, S. K. B. M. Estudo teórico e experimental da secagem de banana inteira em estufa. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11. (2020).

FEBBRAIO, M. A.; CHIU, A.; ANGUS, D. J.; ARKINSTALL, M. J.; HAWLEY, J. A. Efeitos da ingestão de carboidratos antes e durante o exercício sobre a cinética da glicose e o desempenho. **Revista de Fisiologia Aplicada**, v. 89, n. 6, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.89.6.2220>. Acesso em: 20 out 2025.

FELIPE, T. R. **Desenvolvimento e validação de gel de carboidratos à base de água de coco em pó para reposição energética de atletas**. 2019. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

FERNANDES S. O.; BONALDO, S. M. Controle de antracnose (*Colletotrichum musae*) e conservação em pós-colheita de banana 'nanica' no norte de Mato Grosso. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia: Centro Científico Conhecer, 2011.

FERREIRA, A. B.; LIMA, V. A.; SOUZA, W. C.; MASCARENHAS, L. P. G.; LEITE, N. Quais os suplementos alimentares mais utilizados **Revista do Departamento de Educação Física e Saúde e do Mestrado em Promoção da Saúde da Unversidade de Santa Cruz do SuL**. São Paulo, v. 10, n. 57, p. 414–422, maio/jun. 2016. Acesso em: 20 jun. 2025.

FONTAN, J. S.; AMADIO, M. B. **O uso do carboidrato antes da atividade física como recurso ergogênico: revisão sistemática**. São Paulo: Centro Universitário Senac, 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Coord. ZENEON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

KORNACKI, J.L.; JOHNSON, J.L. **Enterobacteriaceae, coliforms and Escherichia coli quality and safety indicators**. In: Downes, F.P. and Ito, K. (eds). Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, 4 th ed. American Public Health Association, Washington, DC, 2001, p.69-82.

LAUSCHNER, D. S.; LINN, A. L.; RUSCHEL, T. C.; ALBERTI, R. A.; FIORI JÚNIOR, J.; ILHA, J.; PILETTI, R. Desenvolvimento de novos produtos alimentícios: hambúrguer recheado. In: ENCONTRO DE PRODUÇÃO E TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA – AGROTEC, 2016, Itapiranga. **Anais eletrônicos...** Itapiranga: UCEFF, 2016. Disponível em: https://eventos-antigo.uceff.edu.br/eventosfai_dados/artigos/agrotec2016/426.pdf. Acesso em: 24 abr. 2025.

LEITE, J. C. A.; SILVA, M. M.; RIBEIRO, C. F. A.; GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; ALEXANDRE, H. V. **Propriedades físicas e químicas da banana variedade Nanica**. Campina Grande: Univap, 2003. Acesso em: 20 out 2025.

LEOBET, J. **Casca de banana (*Musa cavendishii*) como fonte de energia e caracterização do resíduo mineral fixo**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Florianópolis, 2016.

MADUWANTHI, S. D. T.; MARAPANA, R. A. U. J. Comparative Study on Aroma Volatiles, Organic Acids, and Sugars of Ambul Banana (*Musa acuminata*, AAB) Treated with Induced Ripening Agents. **Journal of Food Quality**, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/7653154> Acesso em: 5 maio 2025.

MATSUURA, F. C. A. U.; COSTA, J. L. P.; FOLEGATTI, M. I. S. Marketing de banana: preferências do consumidor quanto aos atributos de qualidade dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 24-28, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452004000100014>. Acesso em: 10 mai. 2025.

MAZZA, S. E. I.; DUMITH, S. C.; KNUTH, A. G. Uso de suplementos alimentares por praticantes de atividade física: um estudo de base populacional. **Revista Brasileira de Epidemiologia, São Paulo**, v. 25, jan./mar. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1414-462X202230010428>. Acesso em: 11 abr. 2025.

MENEGARO, A; PEREIRA, M.O.; BONA, E.; JOHANN, G. Analysis of the table syrup composition produced from two species of bananas (*Musa sapientum* L. and *Musa acuminata* Colla). **Journal of Food Science and technology**. 2025. Acesso em: 5 mai. 2025.

NASCIMENTO JÚNIOR, B. B; OZORIO L. P.; REZENDE, C. M.; SOARES, A. G.; FONSECA, M. J. O. **Diferenças entre bananas de cultivares Prata e Nanico ao longo do amadurecimento: características físico-químicas e compostos voláteis**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 28, n. 3, p. 649–658, set. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000300022>. Acesso em: 5 mai. 2025.

NOMURA, E. S.; DAMATTO JUNIOR, E. R.; MARUYAMA, I. S.; MENDONÇA, J. C.; SAES, L. A.; PENTEADO, L. A. C.; KOBORI, R. T.; MORAES, W. S. **Cultivo de bananeira**. São Paulo: Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável – CDRS, 2020. (Manual Técnico CDRS, 82).

PARENTE, M.; CARDOSO, A. B. O.; SEABRA, A. L. P. G.; QUADROS, K. C. Análise da rotulagem de carboidratos em gel e a influência dos seus componentes na performance. **Revista Contemporânea**, v. 5, n. 3, p. –, 2025. DOI: 10.56083/RCV5N3-017.

RIBEIRO, M. S.; SABAA-SRUR, A. U. O. **Saturação de manga (*Mangifera indica* L.) var. rosa com açúcares**. v. 19, n. 1, p. 43–48, 1999. DOI:10.1590/S0101-20611999000100021

ROCHA, M. J. Métodos para avaliar a qualidade de frutos climatéricos. In: SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA DE FRUTAS, 1984, Campinas. **Anais[...]**Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1984.

RODRIGUEZ SANDOVAL, E.; SANDOVAL ALDANA, A.; AYALA APONTE, A. **Hidrocoloides naturales de origen vegetal: investigaciones recientes y aplicaciones en la industria de alimentos**. Universidad del Valle, Departamento de Ingeniería de Alimentos, 2003.

SANTOS, L. C. **Desenvolvimento, composição centesimal e análise físico-química de um suplemento alimentar em gel à base de rapadura**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso 2025. Disponível em: <http://hdl.handle.net/123456789/3901>.

SEBRAE. **Brasil é o 4º produtor mundial de banana**. 2023. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/brasil-e-o-4-produtor-mundial-de-banana,1f00286bf0837810VgnVCM100001b00320aRCRD>. Acesso em: 12 abr. 2025.

SENHORAS, E. M.; TAKEUCHI, K. P.; TAKEUCHI, K. P. Gestão da inovação no desenvolvimento de novos produtos. In: simpósio de excelência em gestão e tecnologia – SEGeT, 2007, Resende. **[Anais...]** Resende: AEDB, 2007. Disponível em: https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos07/418_artigos2007EGET_Inovacao&DesenvolvimentoProdutos2007.pdf. Acesso em: 24 abr. 2025.

SILVA, A. C. G.; RODRIGUES JÚNIOR, O. M. R. R. Riscos e benefícios no uso de suplementos nutricionais na atividade física. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 12, 2020. Acesso em: 10 abr. 2025.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A.; TANIWAKI, M.H.; SANTOS, R.F.S.; GOMES, R.A.R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. Varela: São Paulo, 2010, 624p.

SILVA NETO, L. P.; SANTOS, Y. P.; LIMA, A. M.; CAL, G. G. V.; FRANCO, J. V. V.; ANDRADE, L. A.; SOUZA, T. S.; BEDRAN, S. C.; GOMES, S. T. M. Aspectos nutricionais e fisiológicos relacionados à suplementação alimentar: uma revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 16, e168111637729, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i16.37729>. Acesso em: 10 set. 2025

SILVA, V. L.; VERAS, V. L. S. Efeitos da suplementação com goma guar. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 14, n. 1, p. 163–170, 2021. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/saudpesq/article/view/8416>. Acesso em: 13 jun. 2025.

SOUZA, L. M. R.; AMARAL, G. R.; MELO FILHO, L. D. R. de. Um estudo sobre o processo de desenvolvimento de produtos-serviços em uma empresa de afiação e recuperação de ferramentas de corte industrial. **Revista GEPROS: Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 15, n. 2, p. 175, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.15675/gepros.v15i2.2487>. Acesso em: 24 abr. 2025.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2º edição revisada e ampliada. Porto Alegre:Departamento de solos. UFRGS. Porto Alegre-RS, 1995, 174p.

VIANA JÚNIOR, A. M. **Aproveitamento da banana verde na produção de alimentos funcionais**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

VITAFOR. Loja de comércio on-line. CNPJ: 07.455.576/0001-92. Disponível em: <https://www.vitafor.com.br/>. Acesso em 05 dez. 2025.