

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA**

ETEC TRAJANO CAMARGO

Técnico em Química

Júlia Pulz Mariano Silva

Luan da Silva Tank

Matheus Henrique Martins

Mayra Kristhyny de Sousa Barbosa

**PROPOSTA DE ENERGÉTICO FUNCIONAL COM COMPOSTOS
NATURAIS E FORTIFICAÇÃO COM VITAMINA D**

LIMEIRA

2025

Júlia Pulz Mariano Silva

Luan da Silva Tank

Matheus Henrique Martins

Mayra Kristhyny de Sousa Barbosa

**PROPOSTA DE ENERGÉTICO FUNCIONAL COM COMPOSTOS
NATURAIS E FORTIFICAÇÃO COM VITAMINA D**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso Técnico em Química da Etec Trajano
Camargo, orientado pelo Prof. Reinaldo
Blezer, como requisito parcial para obtenção
do título do técnico em Química.

LIMEIRA

2025

RESUMO

As bebidas energéticas pertencem ao grupo das bebidas funcionais e têm como principal finalidade o estímulo físico e mental, atuando na redução da fadiga e no aumento do estado de alerta. Seu consumo tem se expandido globalmente, especialmente entre o público jovem, como universitários e atletas. Diante do crescente interesse por bebidas energéticas, este trabalho teve como objetivo propor a substituição da cafeína pelo pó de guaraná em bebida energética para adultos, testar sua eficácia como estimulante, usar frutas cítricas para melhorar o sabor e incluir vitamina D como diferencial. O processo de desenvolvimento incluiu testes físico-químicos, sensoriais e de estabilidade do produto. A formulação final foi alcançada após diversas tentativas, levando em consideração parâmetros como °Brix, pH, acidez, e características sensoriais. Embora o pó de guaraná tenha sido inicialmente testado como alternativa à cafeína, sua aplicação foi descartada devido a alterações indesejáveis na textura e sabor. A bebida final apresenta um perfil sensorial equilibrado, mantendo os limites estabelecidos pela ANVISA, e oferece um diferencial funcional com a adição de vitamina D.

Palavras-chave: Bebidas Energéticas. Cafeína. Vitamina D.

ABSTRACT

Energy drinks belong to the group of functional beverages and have as main purpose the physical and mental stimulation, acting on fatigue reduction and increased alertness. Its consumption has expanded globally, especially among young people, such as college students and athletes. Given the growing interest in energy drinks, this work aimed to propose the replacement of caffeine by guarana powder in energy drink for adults, test its effectiveness as a stimulant, use citrus fruits to improve taste and include vitamin D as differential. The development process included physico-chemical, sensory and product stability tests. The final formulation was achieved after several attempts, taking into account parameters such as °Brix, pH, acidity and sensory characteristics. Although guarana powder was initially tested as an alternative to caffeine, its application has been discarded due to undesirable changes in texture and taste. The final drink presents a balanced sensory profile, maintaining the limits established by ANVISA, and offers a functional differential with the addition of vitamin D.

Keywords: Energy Drinks. Caffeine. Vitamin D.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura Química da Taurina (ácido 2-amino-etano-sulfônico).....	9
Figura 2 - Estrutura Química da Cafeína (1, 3, 7-trimetilxantina).....	10
Figura 3 - Estrutura química do ergocalciferol (vitamina D2) e do colecalciferol (vitamina D3).....	13
Figura 4 - Fluxograma do desenvolvimento do energético	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Benefícios da taurina.....	9
Tabela 2 - Comparação do local de ação e a ação da cafeína	11
Tabela 3 - Valores de Vitamina D recomendados para cada grupo	14
Tabela 4 - Comparação entre testes de referência e o realizado pelo grupo	20

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. OBJETIVO	7
2.1 Objetivo Geral	7
2.2 Objetivo Específico.....	7
3. REVISÃO DA LITERATURA	8
3.1 Bebidas Energéticas.....	8
3.2 Riscos associados ao consumo de bebidas energéticas	15
4 DESENVOLVIMENTO.....	17
5 DISCUSSÃO DE RESULTADOS	19
6 CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS.....	23

1. INTRODUÇÃO

Bebidas energéticas são bebidas não alcóolicas compostas por várias substâncias adicionais, como minerais, vitaminas, fibras, probióticos, proteínas e aminoácidos, fazendo parte do grupo de bebidas funcionais, ao lado dos isotônicos e bebidas nutritivas. São consumidas com a intenção de aumentar a energia física, melhorar o desempenho, reduzir a fadiga e oferecer mais foco e alerta mental. (REISSIG; STRAIN; GRIFFITHS, 2009; ISHAK et al., 2012; SANKARARAMAN et al., 2018).

Tiveram origem na década de 1960 na Ásia e Europa em resposta a crescente demanda por um produto que fornecesse maior "energia" aos consumidores. Em 1962, o primeiro energético foi lançado no Japão e em 1997, foram introduzidas ao mercado norte americano, que hoje representa um de seus maiores consumidores. O mercado de bebidas energéticas cresceu rapidamente desde sua origem e, atualmente, representa um mercado multimilionário, contando com ampla variedade de produtos, presentes em mais de 140 países. (HECKMAN; SHERRY; MEJIA, 2010; SANCTIS et al., 2017).

No Brasil, a produção e venda de bebidas energéticas são regulamentadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da RDC no 273 (Diário Oficial da União de 22 de setembro de 2005). Nesta portaria, as bebidas energéticas são definidas como compostos líquidos prontos para o consumo. (ANVISA, 2005).

Segundo o item 2.3 da citada portaria, Composto Líquido Pronto para o Consumo é definido como o produto que contém como ingrediente(s) principal(is): inositol e ou glucoronolactona e ou taurina e ou cafeína, podendo ser adicionado de vitaminas e ou minerais até 100% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) na porção do produto. Pode haver, ainda, a adição de outro(s) ingrediente(s), desde que não descaracterize(m) a bebida.

O principal público consumidor deste tipo de bebida é a população jovem (com idades entre 18 e 34 anos), especialmente universitários que levam uma vida corrida associada à pressão de atingirem elevados desempenhos acadêmicos. Estudos estimam que entre 34% e 51% dos universitários consomem a bebida (VELAZQUEZ, 2012).

Ainda sobre o consumo da bebida, um estudo realizado pela Associação Brasileira de Indústrias de Refrigerantes e Bebidas Não Alcoólicas (ABIR) mostrou que o consumo de bebidas energéticas no Brasil, entre os anos de 2006 e 2010 cresceu 325%, ao passo que o consumo de sucos foi o segundo do ranking e teve um crescimento de 53% (OSCAR, 2012). Em números mais recentes, estima-se que no Brasil, em 2021, houve um consumo de 185.246.000 L de energético. (ABIR).

Considerando o elevado potencial de consumo de bebidas energéticas, o grupo propôs o desenvolvimento de uma formulação voltada ao público adulto que substitua a cafeína pelo pó de guaraná. O objetivo principal é testar a eficiência do pó de guaraná como alternativa estimulante, além de empregar frutas cítricas para aproveitar suas características funcionais e sensoriais, contribuindo para a melhoria do sabor da bebida. Como diferencial, também foi proposto o acréscimo de vitamina D ao produto final.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Apresentar uma proposta para a substituição da cafeína pelo pó de guaraná no desenvolvimento de uma formulação de bebida energética voltada para o público adulto.

2.2 Objetivo Específico

- Testar a eficiência do pó de guaraná como alternativa estimulante;
- Empregar frutas cítricas para o aproveitamento de suas características e melhoria do sabor;
- Propor o acréscimo de vitamina D como um diferencial no resultado final da bebida energética.

3. REVISÃO DA LITERATURA

O consumo de bebidas energéticas apresenta variações, mas estudos indicam que uma parcela significativa de adolescentes e adultos jovens faz uso regular dessas bebidas. De acordo com uma pesquisa realizada nos Estados Unidos, 34% dos adultos jovens (entre 18 e 24 anos) e 31% dos adolescentes (entre 12 e 17 anos) relataram consumir bebidas energéticas (SBP, 2022). As situações mais frequentes de consumo incluem momentos que antecedem ou coincidem com provas, festas e períodos de estudo. (BRESSAN et al., 2024).

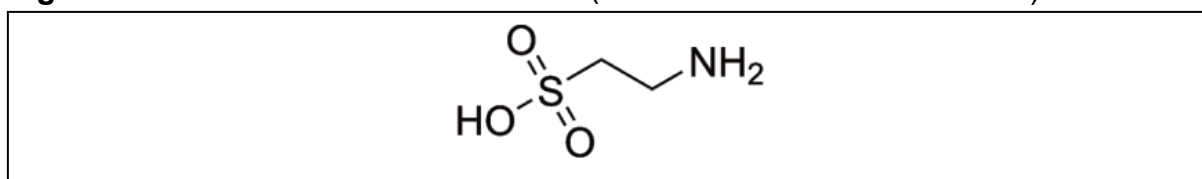
3.1 Bebidas Energéticas

As bebidas energéticas são definidas pela ANVISA como compostos líquidos prontos para o consumo. Segundo o item 5 da Resolução RDC nº 273/2005, possui requisitos específicos em relação à quantidade máxima de cada componente:

- Inositol: máximo 20 mg/100 ml
- Glucoronolactona: máximo 250 mg/100 ml
- Taurina: máximo 400 mg/100 ml
- Cafeína: máximo 35 mg/100 ml
- Álcool etílico: máximo 0,5 ml/100 ml

Taurina

A Taurina, também conhecida como ácido 2-amino-etano-sulfônico, é um beta-aminoácido sulfurado (metionina e cisteína) não proteinogênico, ou seja, não está diretamente envolvido na formação de proteínas. (CARVALHO, 2006). É um dos aminoácidos mais abundantes no corpo humano, estando presente em quantidades relativamente elevadas na retina dos olhos, tecidos musculares esqueléticos e cardíacos. Sua síntese é realizada no fígado devido a diversas reações enzimáticas. A ingestão diária de taurina é fundamental para o aumento desse aminoácido no organismo humano. (PEREIRA, 2012).

Figura 1 - Estrutura Química da Taurina (ácido 2-amino-etano-sulfônico)

Fonte: (CANGANI, 2015)

Estudos mostram que a taurina apresenta ação osmorreguladora, modulando as funções contráteis do músculo esquelético e exercendo efeitos sobre o Sistema Nervoso Central (SNC), bem como propriedades anti-convulsionais, epiléticas, inotropismo (força de contração do músculo cardíaco), cronotropismo (frequência cardíaca), dentre outras. (TRABULO, 2011; GRAY, 2012; PEREIRA, 2012).

Devido a essas características, fabricantes de bebidas energéticas defendem o uso desse composto por ser um ingrediente funcional e com propriedades ergogênicas (PEREIRA, 2012). A propriedade ergogênica é definida como a melhora da capacidade de realização de um trabalho físico ou um desempenho atlético, ou seja, é o aumento da oferta e da taxa de produção de energia para o músculo (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2008).

Tabela 1 - Benefícios da taurina

Sistema	Ação
Cardiovascular	Modulação da ação do canal de cálcio; Retarda a cardiomiopatia; Propriedades anti-arritmia; Ação hipotensiva
Sistema Nervoso Central	Regulação da resposta cardiorespiratória; Alteração na duração do sono; Propriedades anti-convulsivas; Modulador da excitabilidade neural; Manutenção da função cerebral; Termoregulação; Ação anti-tremores
Retina	Manutenção da estrutura e das funções
Fígado	Síntese dos sais biliares
Sistema reprodutivo	Motilidade do esperma

continuando...

Músculo	Estabilidade da membrana
Outros	Modulador dos neurotransmissores e hormônios; Osmoregulação; Estimulação da glicólise e glicogênese; Efeitos antioxidantes; Atenuação da hipercolesterolemia; Proliferação e viabilidade das células

Fonte: (Adaptado de SAFEFOOD, 2002)

Considerando sua toxicidade, a taurina é geralmente bem tolerada. Não há relatos sobre efeitos colaterais graves nas doses terapêuticas usuais de 1 – 3 g ao dia. Apesar dos muitos estudos clínicos, a verdade é que a dose ótima de taurina é desconhecida. Os médicos orientados sobre nutrição geralmente prescrevem de 500 a 1000 mg, 2 a 3 vezes ao dia, para adultos. (CARVALHO, 2006).

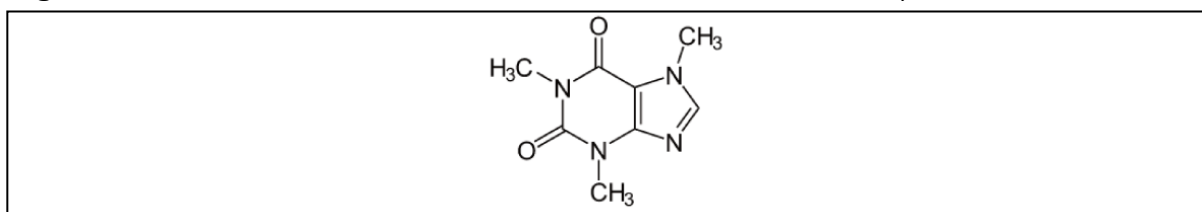
Ressalta-se que a legislação brasileira estabelece o limite máximo de 400 mg de taurina por 100 ml em bebidas energéticas.

Cafeína

A cafeína é um alcalóide purínico (metabólito secundário derivado da xantina, que não deriva diretamente de um aminoácido) da classe das metilxantinas (1, 3, 7-trimetilxantina). (CARVALHO, J. M. et al., 2006). Está presente em alimentos como café, chás, refrigerantes, chocolates, bebidas energéticas e medicamentos. Além do mais, algumas vezes é empregada como agente aromatizante e intensificador de sabor. (DA SILVA et al., 2022; KUMAR et al., 2018)

É conhecida pelo efeito estimulante do sistema nervoso central (SNC), causando redução da sonolência, melhorando a concentração e a atividade motora, além de sua ação termogênica. (WAGNER, 2019).

Figura 2 - Estrutura Química da Cafeína (1, 3, 7-trimetilxantina)



Fonte: (CANGANI, 2015)

A sua velocidade de ação e absorção no organismo, depende diretamente da formulação físico-química da dose do produto administrada. Em média a cafeína no organismo apresenta uma meia-vida de aproximadamente 2 a 10 horas, sendo eliminada após este período pelo próprio corpo através da transpiração e da urina. (FINNEGAN, 2003; DE MARIA, 2007; CAMPBELL et. al., 2013).

Segundo Carvalho (2006), para sua eficaz eliminação, a cafeína deve ser convertida em seus metabólitos – os quais são excretados mais rapidamente pela urina – sendo que esta biotransformação ocorre principalmente no fígado.

Tabela 2 - Comparação do local de ação e a ação da cafeína

Sistema	Ação
Sistema Cardiovascular e sanguíneo	Aumento da frequência cardíaca e da pressão sanguínea
Sistema Nervoso Central	Estímulos
Metabolismo	Aumento da lipólise no tecido adiposo
Sináptico	Aumento da liberação de catecolaminas

Fonte: (BORSTEL, 1983)

De acordo com a ANVISA, a concentração de cafeína em bebidas energéticas não deve ultrapassar 350 mg por 100 ml.

Pó de Guaraná

O guaraná (*Paullinia cupana*) é uma planta típica da região Amazônica, por isso seu cultivo necessita de clima tropical (quente e úmido) e para a sua utilização as sementes passam por processos de secagem e torrefação. É indicado nos casos de esgotamento, depressão nervosa e no combate à enxaqueca, além disso, há relatos de seu uso como afrodisíaco, antitérmico, analgésico e antidiarreico (Moraes, Mücke e Tavares; 2003, Santos e Mello, 2007). Além destas propriedades terapêuticas o guaraná é uma bebida bem aceita no mundo, devido ser atribuído a ele o sabor agradável (Kennedy colaboradores, 2004).

Dentre os principais constituintes químicos do guaraná encontram-se as metilxantinas como a cafeína, sendo que os diversos efeitos relatados são atribuídos a este componente (Souza colaboradores, 2010). Estudos prévios mostraram que a ingestão de 3,0 a 9,0 mg de cafeína por kg de peso corporal, de 30 a 60 minutos antes do exercício, melhora a performance dos atletas (Graham, 2001; Machado colaboradores, 2009).

Destaca-se que desde 2004 a cafeína foi incluída em um programa de monitoramento da World Anti Doping Agency, não sendo mais considerada substância proibida, condição que se estende até os dias atuais (WADA, 2017).

A semente de guaraná contém entre 5 e 6% de cafeína, apresentando teores bem mais elevados que os do cacau e do café e ligeiramente superiores aos do chá. Estas sementes contêm também fibra vegetal, amido, água, resina, pectinas e ácido tânico, que confere a adstringência característica do Guaraná (CARVALHO, J.M. et al.)

No Brasil, o Ministério da Saúde, classifica o extrato de guaraná utilizado no composto líquido pronto para consumo como o extrato obtido da fruta das plantas *Paullinia sorbilis* ou *Paullinia cupana* que contém de 3 a 5 % de cafeína, assim como 1% de teobromina. (CARVALHO, J.M. et al.)

Complexo B

As vitaminas do complexo B são um grupo de nutrientes hidrossolúveis e fundamentais para o funcionamento saudável do corpo humano. Desempenham papéis cruciais no metabolismo, na manutenção do sistema nervoso e na produção de energia (UNIÃO, 2023). Por serem solúveis em água, normalmente não são armazenadas em quantidades significativas no organismo, o que leva a necessidade de suplementação diária dessas vitaminas. Sendo elas: B1, B2, B6, B12, ácido fólico, ácido pantotênico, niacina e biotina (ARRUDA, 2009).

Dentre as vitaminas do complexo B, as que estão presentes nas bebidas energéticas são B3, B6 e B12.

Esses nutrientes colaboram para o bom funcionamento do coração, ajudam a combater os radicais livres, auxiliam no combate a sintomas como o cansaço,

inflamações, alergias de pele, na prevenção e tratamento da anemia, entre outros. A deficiência dessas vitaminas pode ocasionar alguns sintomas, sendo os mais comuns: fadiga, sensação de irritabilidade, quadros de anemia, e até mesmo a presença de lesões na pele (UNIÃO QUÍMICA, 2023).

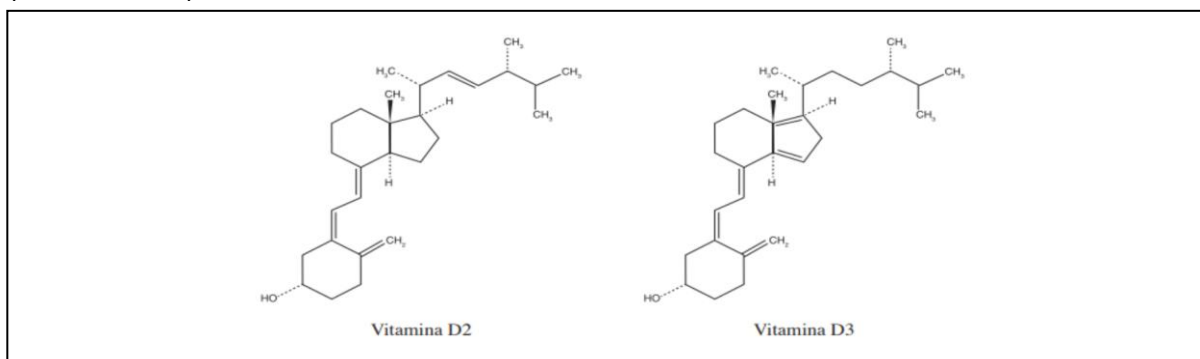
Vitamina D

A vitamina D engloba um conjunto de moléculas lipossolúveis que atuam na regulação do metabolismo ósseo e manutenção da homeostase do corpo, ainda que em pequenas quantidades. É necessária sua ingestão através de alimentos já que não são produzidas pelo organismo humano. (BORGES, 2014).

A vitamina D3 é produzida a partir da ação solar sobre a pele. Os raios ultravioletas proporcionam uma reação fotolítica na molécula 7-deidrocolesterol (7-DHC), onde em contanto com a camada da epiderme é produzido o coledalciferol.

A vitamina D2 é obtida através da ingestão de determinados alimentos em que as moléculas precursoras ficam em suspensão no intestino proximal promovendo sua absorção. É um composto lipossolúvel armazenado em micelas até serem absorvidas por difusão simples pelos enterócitos, depois, são transportados para o fígado que segue a mesma via de metabolismo da produção endógena, originando o produto final calcitriol.

Figura 3 - Estrutura química do ergocalciferol (vitamina D2) e do coledalciferol (vitamina D3)



Fonte: (CHAMPE; HARVEY; FERRIER, 2006)

Estudos epidemiológicos apontam que grande parte da população mundial apresenta baixos níveis de Vitamina D, independente de variáveis como sexo, idade e localização geográfica. Essa hipovitaminose vem sendo considerada um problema de saúde pública mundial, associada não só a alterações do metabolismo mineral e ósseo, como também ao desenvolvimento de doenças endocrinometabólicas.

Na tabela abaixo observa-se os valores recomendados para cada grupo.

Tabela 3 - Valores de Vitamina D recomendados para cada grupo

Valor Recomendado	Grupo
Maior que 20 ng/ml	Recomendado para população geral saudável
Entre 30 e 60 ng/ml	Recomendado para grupos de risco como idosos, gestantes, pacientes com osteomalácia, raquitismos, osteoporose, hiperparatireoidismo secundário, doenças inflamatórias, doenças autoimunes e renal crônica e pré-bariátricos
Entre 10 e 20 ng/ml	Considerado baixo com risco de aumentar remodelação óssea e, com isso, perda de massa óssea, além do risco de osteoporose e fraturas;
Menor que 20 ng/ml	Muito baixa e com risco de evoluir com defeito na mineralização óssea, que é a osteomalácia, e raquitismo.

Fonte: (SBEM, 2017)

Açúcar

Os carboidratos estão amplamente presentes na natureza e apresentam diferentes estruturas e funções. São classificados em monossacarídeos, dissacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos. Fazem parte desse grupo compostos como glicose, frutose e sacarose, responsáveis pelo sabor doce dos alimentos; o amido, principal reserva energética de plantas; e a celulose, o carboidrato mais abundante na natureza e componente essencial dos tecidos vegetais. Representam a principal e mais acessível fonte de energia para o ser humano. (LIBERATO, 2020).

A grande maioria dos energéticos contém açúcares em sua formulação, que pode ser adicionado para melhorar o sabor e fornecer uma fonte rápida de energia. (HIGGINS J.; TUTTLE; HIGGINS C., 2010).

Estudos investigaram a interação do açúcar com a cafeína em bebidas energéticas e demonstraram que há uma interação entre esses ingredientes, e que a combinação de cafeína com açúcares pode melhorar a performance cognitiva de indivíduos. (MCLELLAN; LIEBERMAN, 2012).

Segundo SCHOOLEY e KENNEDY (2004), não é a cafeína quem dá energia, e sim a glicose ou outros açúcares presentes nessas bebidas energéticas, por meio da queima do açúcar.

3.2 Riscos associados ao consumo de bebidas energéticas

As bebidas energéticas são compostas por substâncias estimulantes como cafeína, taurina, inositol e glucuronolactona, todas regulamentadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Esses compostos atuam no aumento do estado de alerta, na melhoria do desempenho muscular e cognitivo, além de participarem de processos relacionados à desintoxicação orgânica. Quando consumidas com moderação, essas bebidas são geralmente consideradas seguras. No entanto, o consumo excessivo pode estar associado a diversos riscos à saúde (AL-SHAAR et al., 2017).

Apesar dos efeitos benéficos atribuídos à sua composição, o consumo de bebidas energéticas tem sido relacionado a potenciais impactos negativos, principalmente sobre o sistema cardiovascular, mas também sobre outros sistemas fisiológicos. A cafeína, principal composto ativo presente nessas bebidas, exerce efeitos cronotrópicos e inotrópicos positivos — ou seja, promove o aumento da frequência e da força de contração do coração. Esses efeitos podem levar à vasoconstrição de artérias coronárias e cerebrais, alterações eletrolíticas, redução da sensibilidade à insulina, aumento da resistência vascular periférica, elevação da pressão arterial e da frequência cardíaca (CUNHA; FERREIRA; HERNANDEZ, 2023).

Mesmo diante desses riscos, o consumo de energéticos permanece elevado em diversos grupos populacionais, o que acende um sinal de alerta, especialmente considerando a existência de regulamentações específicas. No Brasil, por exemplo, a legislação vigente limita a concentração de cafeína a 350 mg por 100 mL de produto. Ainda assim, o uso excessivo continua sendo um fator preocupante. A ingestão elevada dessas bebidas, frequentemente associada ao alto teor de açúcares, pode

desencadear uma série de efeitos adversos à saúde, como arritmias cardíacas, incontinência urinária, dependência, perda de apetite, náuseas, distúrbios do sono, aumento da pressão arterial e, em casos extremos, morte súbita (SOARES et al., 2021).

Nos últimos anos, tais preocupações têm se intensificado devido ao aumento significativo no consumo e nos relatos de efeitos colaterais. Estudos mais recentes indicam que o uso frequente de bebidas energéticas pode provocar sintomas como insônia, ansiedade, cefaleia, hiperatividade, convulsões e eventos cardiovasculares graves, incluindo casos fatais (HIGGINS et al., 2018). Essa preocupação torna-se ainda mais relevante quando se observa o consumo por grupos considerados de risco, como adolescentes menores de 18 anos, gestantes, lactantes, pessoas com hipersensibilidade à cafeína ou com doenças cardiovasculares — públicos que, muitas vezes, desconhecem os possíveis efeitos nocivos dessas substâncias ao organismo.

4 DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento do energético, inicialmente foi definido um sabor inovador no mercado. Após uma análise das opções disponíveis nos estabelecimentos comerciais da cidade, verificou-se que o sabor morango com limão não era encontrado em nenhuma marca local. Assim, escolheu-se essa combinação, que resulta em um perfil sensorial cítrico e refrescante.

A preparação do suco concentrado envolveu o uso de 350 g de morango e 200 mL de suco de limão, resultando em aproximadamente 600 mL de suco concentrado. As frutas foram processadas em liquidificador, e a mistura obtida apresentou um valor de 8 °Brix, medido com auxílio de um refratômetro.

Na etapa seguinte, o suco concentrado foi diluído para formar o xarope base. Foram adicionados 400 mL de água aos 600 mL do suco concentrado, totalizando 1 L de xarope, que apresentou 4 °Brix.

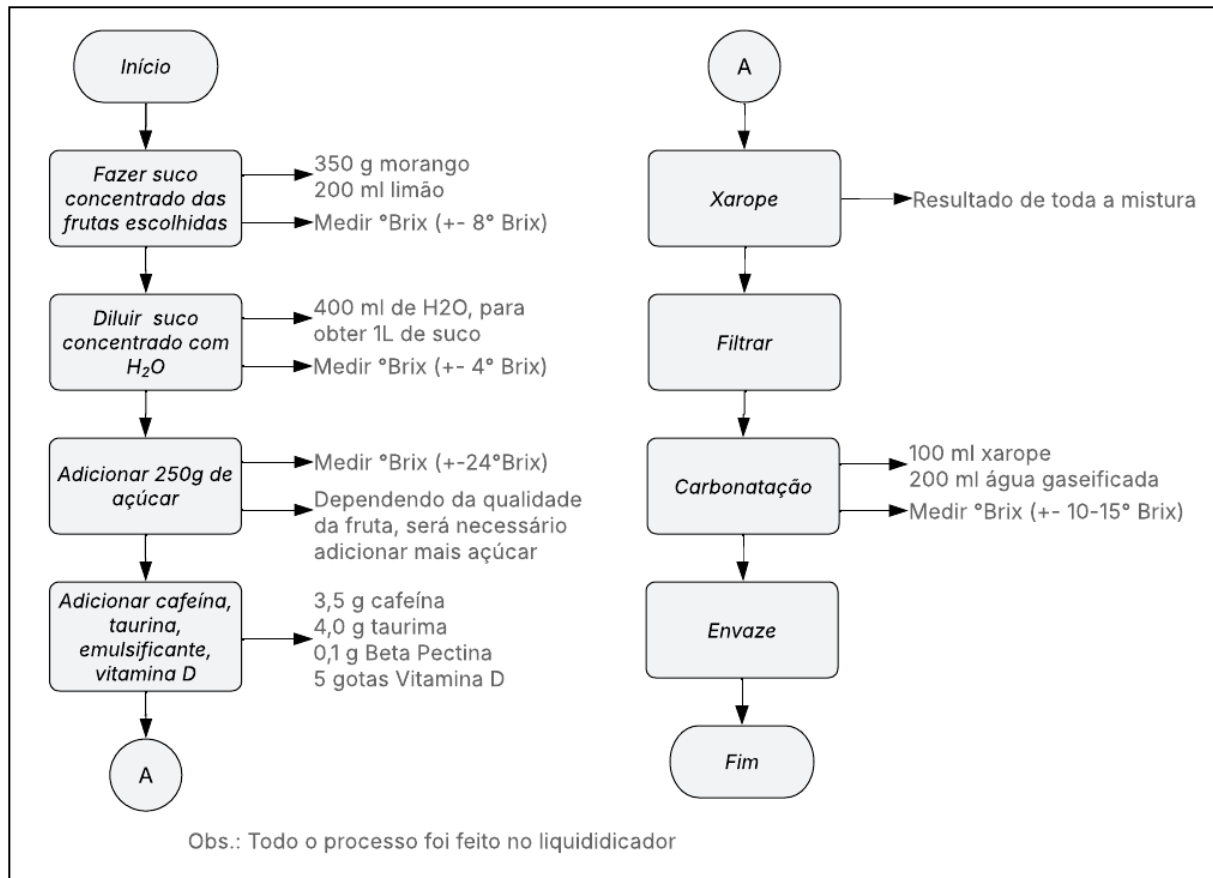
Como o xarope desejado deveria atingir um valor de aproximadamente 24 °Brix, foi necessário adicionar açúcar. Por meio de cálculos baseados em balanço de massa e levando em consideração os sólidos solúveis das frutas, determinou-se a adição de 250 g de açúcar. Ressalta-se que essa quantidade pode variar conforme a qualidade e maturação das frutas utilizadas.

Posteriormente, foram adicionados os ingredientes funcionais que caracterizam a formulação do energético. As quantidades foram calculadas de forma que, em uma porção final de 300 mL, estejam dentro dos limites estabelecidos pela ANVISA. Os componentes adicionados foram: 3,5 g de cafeína, 4,0 g de taurina, 0,1 g de beta-pectina (emulsificante) e 5 gotas de vitamina D.

Antes da finalização, o xarope foi filtrado para remoção de espumas e partículas sólidas, como sementes de morango. A etapa de carbonatação foi realizada utilizando água com gás, com a proporção de 100 mL de xarope para 200 mL de água gaseificada, totalizando 300 mL de produto final.

O energético final apresentou um valor de 15 °Brix, indicando o teor de sólidos solúveis adequados para a proposta sensorial e funcional do produto.

Abaixo é apresentado o fluxograma para melhor entendimento do processo.

Figura 4 - Fluxograma do desenvolvimento do energético

Fonte: (Elaborado pelos autores, 2025)

5 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Durante o desenvolvimento e formulação do energético, foram realizados diversos testes com o objetivo de ajustar a composição e assegurar a qualidade sensorial e funcional do produto.

Um dos objetivos específicos deste trabalho foi apresentar uma proposta para a substituição da cafeína pelo pó de guaraná. Para isso, foi necessário calcular a quantidade de cafeína presente no produto, resultando em uma massa de 56,875 g de pó, suficiente para fornecer 350 mg de cafeína no produto final — valor encontrado em bebidas energéticas.

Assim, foi adicionado a quantidade de pó de guaraná ao xarope em preparação. Observou-se que, após a adição, o produto apresentou alterações sensoriais indesejadas, como escurecimento da coloração, aumento da viscosidade e modificação do paladar. Em função dessas alterações, a utilização do pó de guaraná foi descartada como opção viável para a formulação final.

Após a realização do teste com o pó de guaraná, foi conduzido um novo experimento utilizando cafeína proveniente de um suplemento termogênico. Nesse caso, observou-se que não houve alterações sensoriais significativas no xarope, mantendo-se estável em relação à cor, sabor e textura.

No entanto, o foco do segundo teste passou a ser a verificação do teor de sólidos solúveis, com o objetivo de atingir aproximadamente 50 °Brix. Durante o processo, realizado sob aquecimento, foram observadas dificuldades em alcançar esse valor de forma adequada. A elevada quantidade de açúcar necessária resultou em um xarope com sabor excessivamente doce e o aquecimento deixou levemente caramelizado e amargo, o que acabou mascarando o sabor natural das frutas utilizadas.

Diante desses resultados, considerou-se a possibilidade de realizar um novo teste, agora sem o uso de aquecimento, a fim de preservar melhor as características sensoriais desejadas do produto.

O terceiro teste foi realizado com o auxílio de um liquidificador, sem a aplicação de calor. Como resultado, obteve-se um produto com sabor mais equilibrado, já que a ausência de aquecimento preservou as características sensoriais

dos ingredientes. A combinação das frutas morango e limão conferiu ao energético um sabor mais cítrico, refrescante e agradável.

Após novas pesquisas, identificou-se que o teor de sólidos solúveis adequado para o produto poderia ser de 24 °Brix, e não os 50 °Brix estabelecidos no teste anterior. Portanto, foi definido seguir esse valor para o próximo teste.

O terceiro teste também possibilitou a definição das quantidades ideais de cada ingrediente. Nos procedimentos anteriores, não foi possível estabelecer proporções precisas, uma vez que ainda havia dificuldades em ajustar o sabor do produto e teor de sólidos solúveis.

O quarto e último teste foi crucial para definir todas as quantidades e o teor de sólidos solúveis. A formulação final contou com: 600 ml de suco concentrado (350 g de morango e 200 ml de limão), 400 ml de água, 250 g de açúcar, 3,5 g de cafeína, 4,0 g de taurina, 0,1 g de beta-pectina (emulsificante) e 5 gotas de vitamina D (1.000 U.I).

Foi possível perceber que a qualidade das frutas interfere nas medições de sólidos solúveis, o que pode levar à necessidade de ajustar a quantidade de açúcar para alcançar o valor desejado de 24 °Brix. Assim, adicionando-se 100 mL de xarope a 200 mL de água com gás, totaliza 300 mL de bebida energética, com um teor de sólidos solúveis de 15 °Brix.

A seguir, passa-se às análises físico-químicas, as quais foram realizadas a partir dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, como pH, teor de sólidos solúveis (°Brix) e acidez. De acordo com a tabela a seguir, os resultados obtidos, quando comparados com dados de estudos e artigos científicos, foram os seguintes:

Tabela 4 - Comparação entre testes de referência e o realizado pelo grupo

Características	Referência	Realizado
pH	2,34 a 4,43	2,82
Acidez	0,26% a 0,80%	0,33 g ácido cítrico/100 ml
Brix	11,15 a 13,96 °	15,7°

Fonte: (Elaborado pelos autores, 2025)

Inicialmente, planejou-se determinar a quantidade exata de cafeína por meio de cromatografia, no entanto, a falta de recursos do laboratório inviabilizou essa análise. O mesmo ocorreu com a quantificação da Vitamina D e do Complexo B, cuja presença foi garantida apenas pelas frutas utilizadas na formulação, como morango e limão.

A pasteurização também não pôde ser realizada, devido à limitação de equipamentos. A pasteurização térmica poderia comprometer o sabor da bebida, resultando em um gosto indesejado, enquanto a pasteurização a frio exigiria infraestrutura específica que não estava disponível.

Para avaliar a estabilidade do produto, uma amostra de xarope foi armazenada por duas semanas. Observou-se aumento na viscosidade e intensificação do aroma de limão, sem indícios de separação de fases ou desenvolvimento de fungos, o que indica uma estabilidade inicial satisfatória. Tais alterações, contudo, reforçam a importância da adição de conservantes na formulação final.

6 CONCLUSÃO

Durante o processo de desenvolvimento, o grupo enfrentou diversas dificuldades, especialmente na definição das quantidades exatas dos componentes ativos da formulação. Em relação aos objetivos propostos, dois dos três foram plenamente alcançados. A proposta de substituição da cafeína pelo pó de guaraná resultou em características sensoriais indesejadas, o que impossibilitou sua incorporação ao produto final.

Ainda assim, foi possível atingir os objetivos empregar frutas cítricas para o aproveitamento de suas características e melhoria do sabor, além de propor o acréscimo da vitamina D como um diferencial à composição da bebida energética. Destaca-se também que a vitamina D presente no produto não tem o objetivo de suprir a sua falta.

Dessa forma, conclui-se o trabalho com grande satisfação por parte do grupo, uma vez que, apesar dos desafios enfrentados ao longo do desenvolvimento, foi possível elaborar uma bebida com frutas cítricas que apresentou melhoria no sabor. Além disso, a proposta de adição da vitamina D como diferencial no produto final foi implementada, cumprindo, assim, os principais objetivos estabelecidos no projeto.

REFERÊNCIAS

- AL-SHAAR, L. et al. Health effects and Public Health Concerns of energy Drink Consumption in the United States: A Mini-Review. *Frontiers in Public Health*, [S.l.], v. 5, n. 225, p. 1-6, ago./2017.
- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 273, de 22 de setembro de 2005. Brasília: Diário Oficial da União, 23/09/2005.
- ARRUDA, V. A. S. de. **Estabilidade de vitaminas do complexo B em pólen apícola**. 2009. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Alimentos Área de Bromatologia – Mestrado e Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Acesso em: 27 abr. 2017.
- BORGES, J. M. **Suplementação com Vitamina D: uma revisão sistemática**. 2014. Monografia de Conclusão da Faculdade de Medicina - Universidade Federal da Bahia, Salvador/BA, 2014. Acesso em 06 de março de 2025.
- BORSTEL, RWV. **Biological Effects of Caffeine – Metabolism**. *Food Technology* 1983; 37(9):40–3.
- BRESSAN, T. et al. **Aspectos relacionados ao perfil de consumo de bebidas energéticas por acadêmicos de medicina**. *Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR, Umuarama*, v. 28, n. 2, p. 372-392, 2024.
- CAMPBELL, B. et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: Energy Drinks. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 10, p. 1-16, 2013.
- CANGANI, Alane Pereira. **Desenvolvimento, otimização e validação de método para determinação simultânea de cafeína e taurina em bebidas energéticas por eletroforese capilar**. 2015. Dissertação (Mestrado apresentado ao Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.
- CARVALHO, J. M. et al. Perfil dos principais componentes em bebidas energéticas: cafeína, taurina, guaraná e glucoronolactona. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 65, n. 2, p. 78-85, 2006.

CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A.; FERRIER, D.R. **Bioquímica ilustrada**. Porto Alegre: Artmed, p. 533, 2006

CUNHA, Guilherme R. da; FERREIRA, James; HERNANDEZ, Adrian. **Caffeine**. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2023. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK223808/>. Acesso em: 24 jun. 2025.

DA SILVA, J. M. et al. Influência da ingestão de cafeína nas respostas cardiovasculares e hemodinâmicas no treinamento de força: uma revisão crítica. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 16, n. 101, p. 530-539, 2022.

DE MARIA, C. A. B.; MOREIRA, R. F. A. Cafeína: Revisão sobre Métodos de Análise. **Química Nova**, v. 30, n. 1, p. 99-105, 2007.

FINNEGAN, D. The health effects of stimulant drinks. **Review in British Nutrition Foundation, Nutrition Bulletin**, n.28, p. 147-155, 2003.

GRAY, B. et al. Consumption of energy drinks: A new provocation test for primary arrhythmogenic diseases. **International Journal of Cardiology**, v. 159, n. 1, p.77-78, 2012.

HECKMAN, M.A.; SHERRY, K.; MEJIA, E. G. D. Energy Drinks: An Assessment of Their Market Size, Consumer Demographics, Ingredient Profile, Functionality, and Regulations in the United States. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, [S.l.], v. 9, n. 3, p. 303-317, abr./2010.

HIGGINS, John P., TUTTLE, Troy D.; HIGGINS, Christopher L. Energy Beverages: Content and Safety. *Mayo Clin Proc.*, [S.l.], v. 85, n. 11, p:1033-1041, nov./2010.

HIGGINS, J. P. et al. Energy Drinks: A Contemporary Issues Paper. *Current Sports Medicine Reports*, [S.l.], v. 17, n. 2, p. 65-72, fev./2018.

ISHAK, W. W. et al. ENERGY DRINKS: Psychological Effects and Impact on Well-being and Quality of Life— A Literature Review. *Innovations in CLINICAL NEUROSCIENCE*, [S.l.], v. 9, n. 1, p. 25-34, jan./2012.

KUMAR, V. et al. Caffeine: a boon or bane. **Nutrition & Food Science**, v. 48, n. 1, p. 61–75, 1 jan. 2018.

LIBERATO, M. **Química dos alimentos: estruturas, propriedades e transformações**. 1ª edição. Belo Horizonte: Poisson, 2020.

MCARDLE, W.; KATCH, F.; KATCH V. **Fisiologia do Exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 1099 p.

MCLELLAN, Tom M.; LIEBERMAN, Harris R. Do energy drinks contain active components other than caffeine? *Nutrition Reviews*, [S.l.], v. 70, n. 12, p. 730—744, dez./2012.

OSCAR, N. Consumo de bebidas energéticas cresce 325%. O Estado de São Paulo, São Paulo, 18 fev, 2011. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/economia.consumo-de-bebidas-energeticas-cresce-325-,55706,0.htm>>. Acesso em 03 dez. 2012.

PANSANI, M. C.; PAIVA, S. A. R.; ZORNOFF, L. A. M. Influência da deficiência de taurina no coração. **Dissertação de Mestrado em Fisiopatologia em Clínica Médica**, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita”, 2010.

PEREIRA, J. C. et al. Efeito da ingestão de taurina no desempenho físico: uma revisão sistemática. *Revista Andaluza de Medicina de Esporte*, v.3, n.3, p. 156-162, 2012.

PINTO, D. **Análise Do Potencial Erosivo De Bebidas Energéticas**. Belém. 2019.

REISSIG, Chad J.; STRAIN, Eric C.; GRIFFITHS, Roland R. Caffeinated energy drinks—A growing problem. *Drug and Alcohol Dependence*, [S.l.], v. 99, n. 1-3, p. 1-10, jan./2009.

SAFEFOOD - The Food Safety Promotion Board. **A review of the health effects of stimulant drinks** - Final report. 2002. [acesso 2003 nov 16]. Disponível em URL: http://www.safefoodonline.com/pdf/health_effects_of_stimulant_drinks.pdf.

SANKARARAMAN, S. et al. Impact of Energy Drinks on Health and Well-being. *Current Nutrition Reports*, [S.l.], v. 7, n. 3, p. 121-130, jul./2018.

SANCTIS, V. D. et al. Caffeinated energy drink consumption among adolescents and potential health consequences associated with their use: a significant public health hazard. *Acta Biomed*, [S.l.], v. 88, n. 2, p. 222-231, ago/2017.

SBEM, Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia. **Vitamina D: Novos Valores de Referência**, 2017. Disponível em: <<https://www.endocrino.org.br/vitamina-d-novos-valores-de-referencia/>>. Acesso em: 06/03/2025.

SBP, Sociedade Brasileira de Pediatria. **Consumo de bebidas energéticas por crianças e adolescentes**. Departamento Científico de Nutrologia, nº 10, 16 de maio de 2022. Disponível em: https://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/23377c-DC-Consumo_BebEnergeticas_crc_e_adl.pdf. Acesso em: 25/06/2025.

SCIENTIFIC FIGURE ON RESEARCHGATE. **Vitamin D poisoning in animals**. Available from: https://www.researchgate.net/figure/Estrutura-quimica-do-ergocalciferol-vitamina-D-2-e-do-colecalciferol-vitamina-D-3_fig1_262648045 [accessed 23 Jun 2025].

SCHOOLEY, Annabel B.; KENNEDY, David O. **Differential cognitive effects of energy drink ingredients: Caffeine, taurine, and glucose**. *Psychopharmacology*, v. 176, p. 320–330, 2004. Este estudo avalia os efeitos distintos dos componentes da bebida energética, destacando o papel do **glicose** (açúcar) como fonte real de energia metabólica.

SOARES, J. A.; CARNEIRO, L. de B.; ROCHA, C. M.; CASTELANI, G. P.; BORGES, A. C. S.; AMARAL, P. I. S.; SANTOS, G. B. **Malefícios do consumo excessivo de bebidas energéticas por estudantes**. RECIMA21 – Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218, [S. l.], v. 2, n. 7, p. e27586, 2021.

TRABULO, D.; MARQUES, S.; PEDROSO, E. Caffeinated energy drink intoxication. **Journal Medical Emergency**, v.28, p. 712-714, 2011.

UNIÃO QUÍMICA. **Vitaminas do complexo B, saiba quais são e a importância**, 2023. Disponível em: < <https://www.uniaoquimica.com.br/novidades/vitaminas-do-complexo-b/>>. Acesso em: 27/02/2025.

VELAZQUEZ, C.E. et al. Associations between energy drink consumption and alcohol use behaviors among college students. **Drug and Alcohol Dependence**, v.123, p. 167-172, 2012.

WAGNER, Letícia. **Efeito do uso de cafeína sobre o gasto calórico, consumo alimentar e percepção de cansaço, disposição e apetite em policiais militares com obesidade**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Educação Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.