

Explorando o Mercado Brasileiro: Produção e Legislação vigente das Bebidas Energéticas

DOI: 10.5281/zenodo.11089871

Linara Tarusa D. Correa,^{a*} Luiza P. F. de Souza,^{b*}
Paulo R. Neto,^{c*} Pedro Paulo S. M. Pinto^{d*} e
Victoria P. Silva^{e*}

This article aims to compile and review data on the production of energy drinks and discuss the peculiarities of their components. With the significant increase in consumption and expansion of this market, which involves a series of complex procedures for its production, this study seeks to highlight the legislation that ensures the safety of these products for consumption in Brazil and globally.

O objetivo deste trabalho é compilar e revisar dados referentes à produção de bebidas energéticas e discutir sobre as peculiaridades de seus componentes. Com o significativo aumento do consumo e expansão desse mercado, o qual envolve uma série de processos complexos para sua produção, busca-se nesse artigo destacar as legislações que asseguram a segurança desses produtos para o consumo no Brasil e globalmente.

^a Universidade de Brasília (UnB). Campus Darcy Ribeiro. Instituto de Química (IQ/UnB).

*E-mail: linara.tarusa@gmail.com

^b Universidade de Brasília (UnB). Campus Darcy Ribeiro. Instituto de Química (IQ/UnB).

*E-mail: luiza2001.pedrosa@gmail.com

^c Universidade de Brasília (UnB). Campus Darcy Ribeiro. Instituto de Química (IQ/UnB).

*E-mail: pauloresendeneto15@hotmail.com

^d Universidade de Brasília (UnB). Campus Darcy Ribeiro. Instituto de Química (IQ/UnB).

*E-mail: pppmarques01@gmail.com

^e Universidade de Brasília (UnB). Campus Darcy Ribeiro. Instituto de Química (IQ/UnB).

*E-mail: vickiprs@gmail.com

Palavras-chave: bebida energética, legislação, cafeína, aditivos.

Aceito em 19 de março de 2024,
Aprovado em 26 de abril de 2024,
Publicado em 01 de maio de 2024.

Introdução

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) utiliza a nomenclatura bebida energética, ou *energy drink*,¹ para compostos líquidos pronto para o consumo que podem conter em sua composição ingredientes como inositol, glucoronolactona, taurina e cafeína. Essas bebidas também costumam incluir vitaminas, carboidratos, aromatizantes e corantes segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas (ABIR).² Contudo, mesmo antes da atual legislação trazer essa nomenclatura, o termo bebida energética já era utilizado na denominação desses produtos no Brasil, devido ao aumento da sensação de alerta e vigor, ou seja, maior energia e disposição para o indivíduo.³

A cafeína presente nos energéticos é um dos principais responsáveis pela melhora do desempenho físico, da resistência e da atenção, por se tratar de um estimulante do sistema nervoso central que inibe a ação da adenosina.⁴ Seu consumo é relativamente seguro em adultos saudáveis, mas pode ser nocivo para pessoas mais vulneráveis como mulheres

grávidas, crianças e pessoas com transtornos mentais.^{4,5} Geralmente, uma lata de 250 mL de energético contém 80 mg de cafeína, o que é uma quantidade segura, porém deve-se ter atenção para não consumir em excesso.²

A taurina, por sua vez, tem funções na regulação osmótica, função imunológica, no metabolismo da glicose, desenvolvimento neurológico e da retina.² Apesar de desempenhar importantes papéis no organismo, tanto a cafeína quanto a taurina em excesso foram relacionadas ao desenvolvimento de problemas cardiovasculares.^{6,7} O aumento do consumo de bebidas açucaradas e artificialmente adoçadas também foi relacionado ao aumento do risco de desenvolver doenças cardíacas.⁸

Nesse sentido, o aumento do consumo das bebidas energéticas nos últimos anos gerou uma preocupação com a saúde de seus consumidores, que são principalmente jovens, atletas, estudantes universitários e indivíduos ativos. Uma vez que os fabricantes modificam seu mercado-alvo para apresentar essas bebidas como reposições diárias ao invés de usos esporádicos.⁹

Ademais, os jovens aumentaram o consumo de energéticos misturados com álcool o que pode gerar outros problemas, uma vez que tanto o álcool quanto a cafeína podem causar arritmias. Além disso, estudos sugerem que essa mistura pode mascarar o efeito do álcool no organismo, levando a um maior consumo do mesmo e consequentemente gerar acidentes, no entanto existem divergências sobre esse assunto na literatura.¹⁰

Apesar de existirem essas contra indicações ao consumo excessivo de energéticos, análises comprovam que o consumo moderado de bebidas energéticas, correspondente a uma ingestão de cafeína de até 200 mg é improvável de representar um risco para a saúde cardiovascular de adultos saudáveis.¹⁰ Além do que, as bebidas esportivas são excelentes para treinos, pois podem prevenir a desidratação, sendo uma boa fonte de eletrólitos (potássio, sódio, magnésio, cálcio) e carboidratos.⁹ Seu consumo também pode melhorar a resistência, o desempenho em sprints repetidos e tarefas específicas do esporte no contexto de esportes coletivos, além de melhorar o foco mental, a vigilância, o desempenho anaeróbico e/ou o desempenho de resistência com doses maiores que 3 mg/kg de peso corporal.⁴

No Brasil, as bebidas energéticas estão sujeitas à regulamentação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que estabelece limites para as concentrações de cafeína e taurina, sendo 350mg por litro e 400mg por 100ml, respectivamente. Além disso, a regulamentação nacional requer que as embalagens dessas bebidas contenham avisos sobre o consumo, alertando grupos específicos que possam ser mais sensíveis à cafeína.²

Dessa forma, esse artigo busca fazer uma revisão da produção de bebidas energéticas no Brasil, desde sua produção até o seu envase, e trazer suas legislações específicas que garantem a segurança dos consumidores, a fim de orientar produtores e prevenir possíveis doenças geradas pelo consumo de bebidas que não se adequem às normas.

Metodologia

A elaboração e escrita deste artigo de revisão reuniram informações disponibilizadas de plataformas como o portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que graças a comunidade Acadêmica Federada (CAFe) é permitido o acesso gratuito a conteúdos assinados pelo portal para estudantes de comunidades federadas, como a Universidade de Brasília (UnB), por meio do login com seu e-mail institucional. O

conteúdo apresentado no artigo foi obtido por via da pesquisa com as seguintes palavras-chave específicas: “Energéticos”, “Aditivos” e “Regulamento”.

A produção de bebidas energéticas se destacou com um dos segmentos de maior expansão do mercado de bebidas funcionais, entre 2006 e 2007. Sendo os ingredientes mais recorrentes a cafeína, inositol e a taurina. Um energético para análise deve possuir um pH igual a 3, que se trata do valor encontrado no mercado.¹¹ Dados obtidos em pesquisas nos Estados Unidos, apontam marcas destaque no consumo como a Monster e Red Bull, mantêm o pH de suas bebidas em 3,48 e 3,43 respectivamente.¹²

Pequenos detalhes como os citados evidenciam a complexidade e vasta quantidade de informações que podem ser compiladas e pesquisadas para revisão química da produção de bebidas energéticas no Brasil.

Resultados e discussão

Equipamentos

O processo de produção de uma bebida energética pode ser resumido na produção do xarope simples, que inclui a dissolução do açúcar e dos principais compostos do energético (cafeína, inositol e/ou taurina) na água. Depois é feito o xarope composto, que inclui a adição de aditivos como aroma, sabor, corante, acidulante, conservante, vitaminas, minerais, entre outros. Por fim, é feita a gaseificação com a adição de CO₂. Portanto, para todas essas etapas exigem equipamentos específicos, sendo importante ressaltar que na indústria existem diversos modelos de maquinário, dessa forma, a presente revisão irá apontar equipamentos gerais.

A água deve apresentar algumas características específicas para que não altere o produto final. Portanto, em geral as fábricas de produção de energético possuem uma parte de equipamentos destinada a um segundo tratamento de água, visto que esta já passa pelo tratamento tradicional para se tornar apta ao consumo. Portanto, da mesma forma como nas Estações de Tratamento de Água (ETA) ocorre a floculação, decantação para a remoção de partículas, filtração e cloração.¹³

A produção dos xaropes ocorre em tanques de aço inoxidável equipados com agitador controlado, assegurando a completa homogeneização dos componentes e prevenindo a entrada de ar. O controle da agitação desempenha um papel crucial na preservação das vitaminas, evitando sua degradação. Adicionalmente, durante esta fase, a adição dos ingredientes

segue uma abordagem gradual, conforme a sequência estabelecida na formulação. A ordem de adição é de suma importância para evitar possíveis interferências entre os ingredientes. Por exemplo, o conservante é adicionado como segundo componente, imediatamente após o açúcar, para prevenir a floculação, que poderia ocorrer se o conservante fosse adicionado após o acidulante.¹⁴

O xarope é então direcionado através de tubulações de aço inoxidável até a linha de envase, onde são adicionados água e CO₂. Para o processo de carbonatação, é empregado um carbonatador com capacidade de resfriamento, uma vez que a solubilidade do gás em água é inversamente proporcional à temperatura. Portanto, quanto menor a temperatura do equipamento, maior será a solubilidade do gás na água. Ademais, é essencial que o equipamento permita a regulação da pressão de CO₂ no saturador, visando manter a qualidade final do produto.¹⁵

O produto é colocado na embalagem através de equipamentos chamados enchedores. Por fim, ao sair do equipamento de envase as latas seguem automaticamente, por um trilho transportador, para a máquina de rotulagem das embalagens, chamada de rotuladora.

Produção do Xarope simples

A fabricação de bebidas energéticas envolve uma série de processos complexos, sendo a produção do xarope simples uma etapa fundamental. O xarope simples, também conhecido como calda base, é uma solução aquosa de açúcar essencial para a formulação dessas bebidas. Seu processo de fabricação passa por diversas etapas, desde a preparação até o tratamento para garantir sua qualidade.¹⁶

O processo de produção do xarope simples começa com a seleção e armazenamento do açúcar. O açúcar granulado, geralmente sacarose, é misturado com água tratada para formar o chamado "açúcar líquido".¹⁷ Esse açúcar pode ser sacarose, glicose e xaropes, podendo ser substituídos por sacarose invertida, frutose e glicose, de acordo com a legislação brasileira para refrigerantes.¹⁸ A proporção de açúcar pode variar, mas geralmente é adicionado em uma concentração de 8 a 12% do produto final e tem a função de fornecer o gosto doce, realçar o sabor dos componentes, encorpar a bebida e auxiliar na estabilidade do CO₂ no meio.¹⁷ Além disso, estudos apontam que a glicose e a sacarose são fundamentais para o funcionamento do sistema nervoso central, sendo fontes de combustível essenciais para o

cérebro.¹⁹ Em seguida, esse açúcar líquido é submetido a um processo de dissolução no tanque de aço inoxidável.

Durante o processo de dissolução, a água é aquecida para facilitar a dissolução do açúcar. A temperatura geralmente varia entre 85°C e 100°C. Esse aquecimento não apenas ajuda na dissolução do açúcar, mas também ajuda a remover impurezas que podem afetar o sabor e o odor do produto final. Após a dissolução, o xarope é tratado e clarificado usando elementos como carvão ativado em pó e terra diatomácea. Esses materiais ajudam a remover qualquer cor ou odor indesejado do xarope.¹⁶

Após o tratamento e clarificação, o xarope simples passa por um processo de filtragem para remover qualquer impureza remanescente. Esse processo de filtragem geralmente envolve o uso de elementos filtrantes, como celulose, polipropileno, algodão, nylon 66 hidrofílico, entre outros.¹⁷

Água

Na formulação da bebida energética, a água desempenha um papel crucial, sendo a principal componente responsável pela dissolução dos outros elementos. É de suma importância que a qualidade da água atenda a critérios específicos. Idealmente, ela deve ter um pH neutro, uma baixa quantidade de cloro e fenóis, e estar livre de metais e microorganismos.

O pH neutro é significativo porque uma água mais alcalina pode interagir com ácidos orgânicos presentes na composição, como o ácido ascórbico e o ácido cítrico, afetando o sabor da bebida. A redução do cloro é crucial para prevenir reações de oxidação que impactam na cor final da bebida. A presença de fenóis, comum durante a gaseificação, pode transferir seu sabor característico para a bebida, sendo considerada também prejudicial à saúde.

Por fim, a inexistência de metais como ferro, cobre e manganês é vital, pois esses elementos podem acelerar processos de oxidação, resultando na deterioração do produto final.

A legislação estabelece que a água utilizada deve manter a estabilidade da composição da bebida, garantindo que sua adição não altere suas características físicas e sensoriais. Assim, o Ministério da Saúde, por meio da Portaria nº 2914 de 12 de Dezembro de 2011, define os parâmetros microbiológicos e físico-químicos para que a água atenda ao padrão de potabilidade exigido para o consumo.²⁰

Açúcar

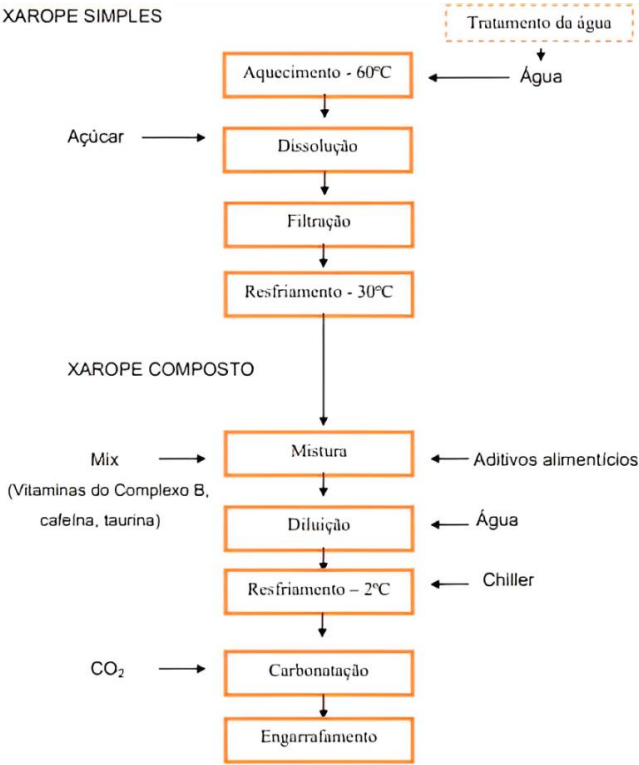
Com relação a legislação acerca do açúcar, por ser um produto similar ao refrigerante a bebida energética segue a legislação brasileira para refrigerantes no que tange a adição desse insumo. Dessa forma, a Instrução Normativa nº17²¹ aponta que a sacarose, ou seja, o açúcar refinado ou cristal, pode ser substituída total ou parcialmente por sacarose invertida, frutose, glicose e seus xaropes.

Produção do Xarope composto

O processo de produção do xarope composto começa com a seleção cuidadosa dos ingredientes. Além do xarope simples, que serve como base, o xarope composto pode conter uma variedade de aditivos, como taurina, cafeína, glucuronolactona, inositol, vitaminas B3, B5, B2, B6 e B12, acidulante regulador de acidez e outros estimulantes e nutrientes. Esses ingredientes são escolhidos com base em suas propriedades funcionais e sensoriais, com o objetivo de criar uma bebida energética eficaz e atraente para os consumidores.²²

Uma vez selecionados os ingredientes, o xarope composto é preparado em tanques de mistura sob condições controladas de temperatura e agitação. Os ingredientes são adicionados ao xarope simples em quantidades precisas, de acordo com a formulação específica de cada bebida. Durante o processo de mistura, é importante garantir uma distribuição uniforme dos ingredientes para garantir a consistência e qualidade do produto final.²³ Abaixo apresentamos um fluxograma do processamento da bebida energética.²⁴

Figura 1. Fluxograma do processamento de bebida energética. Extraído da referência 24.



Vitaminas e Minerais

Conforme a regulamentação em vigor, a inclusão de vitaminas e minerais em produtos pode alcançar até 100% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) por porção. A IDR indica a quantidade de nutrientes recomendada para consumo diário, visando atender às necessidades nutricionais. Portanto, as tabelas 1 e 2 detalham as proporções permitidas de vitaminas e minerais, respectivamente, para adição. É importante destacar que outros ingredientes podem ser incluídos, desde que sua presença não modifique a característica fundamental do produto.²⁵

Tabela 1. Ingestão Diária Recomendada (IDR) de vitaminas.

Vitamina	IDR
Vitamina A	600 µg
Vitamina C	45 mg
Vitamina E	10 mg

Vitamina B1	1,2 mg	Fósforo	700 mg
Vitamina B2	1,3 mg	Flúor	4 mg
Vitamina B3	16 mg	Cobre	900 µg
Vitamina B5	5 mg	Selênio	34 µg
Vitamina B6	1,3 mg	Molibdênio	45 µg
Vitamina B7	30 mg	Cromo	35 µg
Vitamina B8	550 mg	Manganês	2,3 µg
Vitamina B9	240 µg		
Vitamina B12	2,4 µg		
Vitamina K	65 µg		

Tabela 2. Ingestão Diária Recomendada (IDR) de minerais.

Mineral	IDR
Cálcio	1000 mg
Ferro	14 mg
Magnésio	260 mg
Zinco	7 mg
Iodo	130 µg

Aditivos

A Secretaria de Vigilância Sanitária, por meio da Portaria N° 540,²⁶ define aditivo como qualquer substância alimentar que não é consumida regularmente ou que é pouco utilizada como ingrediente principal em alimentos, podendo ou não possuir valor nutricional. Sua adição intencional a um produto visa melhorar alguma característica físico-química e organoléptica em qualquer fase da fabricação, incluindo preparação, tratamento, envase, transporte ou armazenamento.

É importante ressaltar que no Brasil, o órgão que regulamenta o uso de aditivos em alimentos é a ANVISA, dessa forma Resolução RDC nº 5, de 15²⁷ de janeiro de 2007 traz consigo as quantidades permitidas de cada aditivo em bebidas energéticas. Nas bebidas energéticas, as classes de aditivos mais comumente empregadas incluem os acidulantes, que conferem acidez ao produto; os reguladores de acidez, que controlam o pH; os aromatizantes, que fornecem aroma característico; os corantes, que adicionam cor ao produto; os conservantes, que prolongam a vida útil; e os antioxidantes, que previnem a oxidação dos componentes.

Aromatizante

Conforme estabelecido pela legislação em vigor,²⁸ os aromatizantes podem ser categorizados de várias maneiras, uma delas sendo os naturais, que são obtidos exclusivamente por métodos físicos, microbiológicos ou enzimáticos, a partir de matérias-primas aromatizantes naturais de origem animal ou vegetal, considerados seguros para consumo humano. Por

outro lado, os aromatizantes sintéticos são compostos quimicamente identificados, obtidos por processos químicos.

Na indústria de bebidas energéticas, os aromas predominantes podem ser divididos em duas categorias: os aromas sintéticos e os aromas naturais. Os aromas sintéticos abrangem tanto os artificiais quanto os idênticos aos naturais, enquanto os aromas naturais são extraídos de fontes naturais, como extratos líquidos de plantas ou frutas.

Acidulante

Os acidulantes desempenham um papel crucial nas bebidas gaseificadas, regulando a doçura do açúcar, realçando o paladar e reduzindo o pH para inibir o crescimento de microorganismos.²⁹ O ácido cítrico (INS 330) é frequentemente utilizado como acidulante em bebidas energéticas devido às suas características de sabor, capacidade de regular o pH e estabilizar a carbonatação, além de prolongar a estabilidade da vitamina C. Com aproximadamente 70% da produção global destinada à indústria alimentícia, sua excelente solubilidade o torna especialmente adequado para ser usado em xaropes concentrados, graças à sua aceitabilidade de sabor, segurança para consumo e facilidade de absorção pelo corpo humano.³⁰

Regulador de acidez

Na indústria alimentícia, são frequentemente empregados diversos reguladores de acidez, como carbonato de cálcio, ácido acético, acetato de cálcio, ácido láctico, ácido málico e citrato de sódio.³⁵ No entanto, nas bebidas energéticas, o citrato de sódio (INS 331) é o mais prevalente, sendo designado pela legislação como um regulador de acidez, além de desempenhar funções estabilizantes e sequestrantes.

Corante

No que se refere à sua categorização, os corantes são divididos em: corante orgânico natural, extraído de vegetais ou, ocasionalmente, de animais, com o princípio corante isolado por meio de processos tecnológicos apropriados; corante orgânico sintético, produzido por síntese orgânica utilizando processos tecnológicos específicos; corante inorgânico, obtido a partir de substâncias minerais e sujeito a processos de elaboração e purificação adequados para uso em alimentos.

Na produção de bebidas energéticas, os corantes amplamente empregados são os corantes caramelos do tipo I e IV. A classificação desses corantes, conforme o Informe Técnico nº. 48,32 de 10 de abril de 2012, está relacionada aos

reagentes utilizados em sua produção. O caramelo tipo I é produzido com reagentes simples, enquanto o caramelo tipo IV utiliza sulfito de amônia durante o processo de fabricação.

Conservante

Os conservantes mais utilizados e permitidos pela legislação brasileira em bebidas não alcoólicas incluem o ácido benzóico e seus sais de sódio, cálcio e potássio, com concentração máxima permitida de 0,05 g.(100 mL)-1; ácido sórbico e seus sais de sódio, potássio e cálcio, com concentração máxima permitida de 0,03 g.(100 mL)-1.

Antioxidantes

Os antioxidantes são elementos indispensáveis na produção de bebidas energéticas, agindo como defesa contra os danos oxidativos causados pelo oxigênio reativo, incluindo radicais livres, que podem afetar lipídios, proteínas e ácidos nucleicos.³³ Esses compostos desempenham um papel crucial na estabilidade dos aromas, preservando o sabor e a cor dos produtos, o que resulta em uma extensão significativa da vida útil das bebidas energéticas.³⁴

Na seleção dos antioxidantes para bebidas energéticas, são valorizadas propriedades como eficácia em baixas concentrações, compatibilidade com os ingredientes, estabilidade durante processamento e armazenamento, e a não toxicidade de seus produtos de oxidação.³⁵ Tanto os antioxidantes sintéticos, como hidroxianisol butilado (BHA) e hidroxitolueno butilado (BHT), quanto os naturais, como o ácido ascórbico (vitamina C), são empregados para proteger contra a oxidação, contribuindo assim para a qualidade e segurança das bebidas energéticas disponíveis no mercado.³⁶ É importante ressaltar que, quando utilizados para essa finalidade, esses antioxidantes não têm a função de conferir vitamina C à bebida, mas sim de proteger contra a deterioração causada pelo oxigênio.²³

Taurina

Outro componente comumente presente em bebidas energéticas é a taurina, um aminoácido intracelular mais abundante no organismo humano, embora sua produção comercial seja predominantemente sintética.³⁷ A quantidade recomendada de ingestão diária de taurina, estabelecida pela ANVISA, varia entre 40 e 400 mg para atender às necessidades nutricionais, com um limite máximo de 400 mg.(100 mL)-1 estabelecido para bebidas energéticas.³⁸ Estudos indicam que a taurina desempenha diversas funções fisiológicas, incluindo aceleração da excreção de substâncias prejudiciais, função

desintoxicante, melhora da contratilidade cardíaca e regeneração de membranas celulares para reduzir a fadiga muscular.³⁹

Quanto ao seu efeito quando combinada com cafeína, a taurina intensifica a sensação de energia e aumenta o trabalho cardíaco, podendo potencializar os efeitos da cafeína na contração do músculo cardíaco, especialmente quando consumida em excesso durante atividades físicas intensas, podendo resultar em complicações cardiovasculares graves, como isquemia do miocárdio. Essas descobertas destacam a importância de monitorar o consumo desses compostos, especialmente quando combinados, para garantir a segurança dos consumidores de bebidas energéticas.⁴⁰

Cafeína

A cafeína (1,3,7-trimetilxantina) é um alcalóide natural encontrado em muitos produtos como grãos de café, folhas de chá, nozes de cola e grãos de cacau. Em comparação com a taurina, a cafeína está presente em menores quantidades no produto final, sendo que o limite máximo estabelecido pela ANVISA para bebidas energéticas é de 35 mg.(100 mL)-1.⁴¹ Além disso, estudos indicam que indivíduos saudáveis devem limitar seu consumo diário de cafeína, com uma recomendação de até 400 mg ao dia para homens e 300 mg para mulheres.³⁶

Os efeitos fisiológicos da cafeína incluem a estimulação do sistema nervoso central, do coração e dos músculos esqueléticos, podendo elevar a pressão arterial diastólica e sistólica. Seus efeitos colaterais incluem insônia, nervosismo, irritação gástrica, arritmia cardíaca, tremores e ansiedade.⁴² Esses aspectos destacam a importância de compreender os efeitos da cafeína, especialmente em bebidas energéticas, onde seu consumo pode ser significativo.

Inositol

O inositol é um composto encontrado em diversas fontes alimentares, incluindo frutas cítricas, lecitina de soja, grãos integrais e vísceras como fígado e coração.⁴³ Esse composto desempenha múltiplos papéis no organismo humano, participando do metabolismo de gorduras, auxiliando na redução do colesterol, facilitando a transmissão de impulsos nervosos e melhorando a memória. Além disso, é utilizado em suplementos esportivos devido ao seu potencial para aumentar a atenção e concentração, sendo também indicado para pacientes com diabetes.³⁶ A ingestão diária recomendada de inositol é de 500 a 1000 mg, com um limite máximo de adição em bebidas de 20 mg.(100 mL)-1.⁴¹

Glucoronolactona

A glucoronolactona, presente em certas bebidas energéticas, é um metabólito natural do corpo humano formado a partir da glicose, encontrado também em alimentos como vinho tinto, cereais, maçãs e pês. ³⁸ Estudos sugerem que a glucoronolactona pode melhorar a memória, concentração e atuar como antidepressivo e estimulante, reduzindo a sonolência.³⁶ As marcas comerciais variam na quantidade desse composto, com limites de adição respeitando o máximo de 250 mg/100 mL estabelecido pela ANVISA.⁴¹

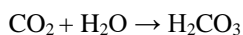
Carbonatação

A gaseificação, também conhecida como carbonatação, é um processo muito utilizado na Indústria alimentícia desde o final do século 18, quando Joseph Priestley adicionou dióxido de carbono (CO₂) em água e inventou a primeira água gaseificada e, após Tobern Bergman criar um sistema de produção dessa bebida, Jacob Schweppes otimizou esse sistema de produção com alcance em escala comercial e fundou a empresa Schweppes, reconhecida mundialmente pela produção de bebidas carbonatadas.⁹ Atualmente, a empresa diversificou e inovou seus produtos, com a produção da água gaseificada, mas também de água tônica e refrigerantes.⁴⁴

A indústria de bebidas tem grande importância na economia brasileira, em 2019 o faturamento anual do setor correspondeu a cerca de 1,9% do PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro. Dentre as empresas com maior volume de vendas no mercado brasileiro de bebidas, destacam-se a The Coca Cola company, com marcas como a Coca-cola, Fanta e Kuat, a Anheuser-Busch Inbev, com a marca Antártica, e o Grupo Edson Queiroz, com a marca Indaiá. A produção de bebidas carbonatadas tem grande destaque no cenário brasileiro e, entre aquelas não alcoólicas, as bebidas energéticas contribuem de forma significativa com o faturamento dessa indústria.⁴⁵ De acordo com a ABIR, em 2021, no mercado brasileiro de bebidas energéticas, o volume produzido foi de 185.246 mil litros e, no mesmo ano, o consumo por pessoa foi de 0,87 litros por habitante.⁴⁶

A carbonatação pode ocorrer tanto naturalmente quanto artificialmente e consiste na adição e dissolução de dióxido de carbono (CO₂). Em um processo industrial, essa adição ocorre em água líquida ou na mistura de xarope composto, em um processo controlado a baixas temperaturas e alta pressão.⁹ Quando o CO₂ é adicionado em água em um processo de carbonatação, há a formação de ácido carbônico. Em um recipiente apropriado e fechado, o sistema entrará em

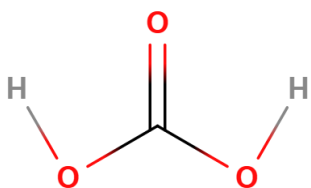
equilíbrio, de forma que a quantidade de dióxido de carbono reagindo com a água se mantenha igual a quantidade de CO₂ liberada. Caso ocorra alguma perturbação nesse sistema, como a despressurização dele, é possível observar bolhas de dióxido de carbono na superfície do líquido, isso ocorre pois a redução da pressão afeta na dissolução do CO₂ em água, conforme mostra a equação 1.⁴⁷



Equação 1

A escolha do dióxido de carbono para a gaseificação de bebidas inclui tanto aspectos químicos quanto sensoriais. O CO₂ é encontrado no estado de gás na CNTP (Condições Normais de Temperatura e Pressão), é incolor, insípido, não tóxico e inerte, em outros valores de temperatura e pressão, ele pode ser encontrado também nos estados sólido e líquido. O CO₂ pode ser dissolvido em líquidos, tais como a água, e essa dissolução é maior em baixas temperaturas e altas pressões.⁴⁷ A carbonatação em água e formação do ácido carbônico possui diversas características atrativas para os consumidores, tais como a efervescência, acidez e o realce da percepção gustativa, além de saciar a sede e aumentar a refrescância das bebidas. Outro aspecto importante é que a gaseificação de água com CO₂ contribui na vida útil e na segurança alimentar da bebida pois dificulta a proliferação de bactérias, bolores e leveduras, uma vez que a formação do ácido carbônico contribui para a diminuição do pH da bebida e, portanto, para a sua acidez, o que transforma o produto em um ambiente com condições hostis para a proliferação e sobrevivência da maioria desses microrganismos,⁴⁸ além de restringir a disponibilidade de oxigênio necessária para a respiração celular e consequente sobrevivência desses organismos microscópicos. Quanto aos aspectos econômicos, o gás dióxido de carbono é abundante, de fácil aquisição e liquefação, e de baixo custo.⁹

Figura 1. Representação bidimensional da estrutura molecular do ácido carbônico.



A concentração de dióxido de carbono pode variar de acordo com as características da bebida e do sistema de produção. De forma geral, em bebidas de cola a concentração do CO₂ é de cerca de 3.5 g por volume e, nas bebidas frutadas, essa concentração é reduzida. Apesar da

variação nessa concentração, o máximo de dióxido de carbono que pode ser dissolvido em água é 8 g por litro.⁹

O sistema simples de gaseificação ocorre de forma contínua e possui uma bomba de alimentação, um injetor, um tanque de carbonatação e uma bomba de dosagem. Durante o processo, a água ou o xarope entra no tanque de carbonatação, que está pressurizado, por meio da bomba de alimentação.⁴⁹ No tanque, o dióxido de carbono é injetado e dissolvido no líquido a alta pressão e baixa temperatura e, após um período de tempo, o sistema entra em equilíbrio. A bebida gaseificada sai do sistema por meio da bomba de dosagem. Em um sistema mais complexo, outras etapas são adicionadas ao processo, tais como uma bomba de vácuo e um tanque de desaeração, que juntos são responsáveis por retirar o ar da água antes do processo de carbonatação.⁴⁷

Envase

Durante o processo de produção de uma bebida carbonatada, o envase está entre as últimas etapas e consiste no enchimento do recipiente com o produto e na preparação e escolha da embalagem em que ocorrerá o envasamento, de forma que esse armazenamento mantenha a qualidade do produto, mas que também tenha um baixo custo. Para a adição da bebida gaseificada na embalagem, é utilizada uma máquina de enchimento por contrapressão, esse equipamento é muito utilizado na indústria de bebidas para impedir a liberação de CO₂ do produto líquido. Durante esse processo, é necessário garantir que a temperatura permaneça baixa e que a pressão permaneça elevada.⁴⁹

Inicialmente ocorrem dois processos com uma válvula de vácuo pneumática, ambos buscam reduzir a quantidade de ar presente no recipiente. Após essa etapa, a garrafa em que o líquido será inserido é preenchida com um gás para que durante o enchimento da embalagem, este gás saia do recipiente conforme o líquido entre para que ocorra o armazenamento sem a perda de CO₂, ou com esta perda reduzida. Por fim, há o procedimento para corrigir a quantidade de bebida inserida, em que é adicionado o CO₂ em uma pressão maior que a pressão do líquido, assim o excesso do produto volta para o equipamento.⁴⁹

Outro fator importante do processo de envase é a escolha do material do recipiente, que deve manter as características químicas e sensoriais do produto, como sua aparência, gosto, valor nutricional, a gaseificação, no caso das bebidas carbonatadas, e a resistência a alta pressão interna no interior da garrafa. Outros aspectos significativos são a

estabilidade, fragilidade e durabilidade do material. Com a modernização do processo produtivo e o aumento das discussões ambientais, a biodegradabilidade e reciclagem do material também é considerada em muitas empresas, ainda que não seja um fator definitivo.⁵⁰

Os materiais de embalagens mais utilizados na indústria são o plástico, o alumínio e o vidro. O alumínio tem como vantagens a facilidade de abertura, a condutividade térmica, que possibilita uma maior rapidez de resfriamento da bebida, a facilidade de impressão de artes e a resistência do material, além de possuir uma barreira eficaz que impede a saída de CO₂ do recipiente. As desvantagens da utilização do alumínio são a interferência que pode ocorrer no gosto da bebida e o fechamento da embalagem, que não pode ocorrer novamente uma vez que foi aberta. O politereftalato de etileno (PET) é um tipo de plástico e tem como vantagens seu baixo custo de produção, sua resistência e transparência, como desvantagens, possui uma baixa validade e uma barreira ineficaz na retenção do dióxido de carbono a alta pressão dentro do recipiente, principalmente se comparado ao alumínio e ao vidro. O vidro possui como vantagens a qualidade na manutenção das características do produto, principalmente devido a sua eficiente barreira que retém o CO₂ na embalagem, o que mantém a efervescência, sabor e atratividade do produto.⁵⁰

O alumínio é o material recomendado quando a empresa busca um material com preço acessível, mas que mantenha a qualidade e as características da bebida gaseificada com uma eficácia significativa. O vidro é o mais recomendado quando a empresa busca uma maior qualidade e manutenção dos aspectos do seu produto, como o sabor e a concentração de dióxido de carbono dissolvido, que mantém a efervescência da bebida. As embalagens feitas de plástico são recomendadas no caso em que a empresa busca um material mais barato e de fácil abertura e manuseamento.⁵⁰

Rotulagem

Com relação a rotulagem, é importante ressaltar que compostos classificados como líquido pronto para o consumo devem indicar as quantidades de cafeína, taurina, inositol e glucoronolactona por porção do produto na lista de ingredientes. Assim, como descrito pela Resolução de Diretoria Colegiada RDC Nº 719, os limites máximos para alguns componentes presentes nas bebidas energéticas estão dispostos na tabela 3.

Tabela 3. Limites máximos de adição dos principais componentes de uma bebida energética por produto.

Ingrediente	Limite máximo de adição por produto
Inositol	máximo 20 mg.(100 mL)-1
Glucoronolactona	máximo 250 mg.(100 mL)-1
Taurina	máximo 400 mg.(100 mL)-1
Cafeína	máximo 35 mg.(100 mL)-1

Devido ao produto conter restrições de saúde para alguns grupos de pessoas, a RDC Nº 719 também aponta a obrigatoriedade do produto conter as seguintes advertências, em destaque e em negrito “Crianças, gestantes, nutrízes, idosos e portadores de enfermidades: consultar o médico antes de consumir o produto” e “Não é recomendado o consumo de bebida alcoólica”. O artigo 7º também aponta que na rotulagem é o uso das expressões “estimulante”, “potencializador”, “melhora de desempenho” ou frases equivalentes, inclusive em outros idiomas.

Em caso de adição de aditivo alimentar aromatizado, é exigido que este seja indicado na embalagem do produto. Dessa forma, ela deve vir incluída da expressão “sabor ...” ou “sabor artificial ...”, seguido do nome do aroma.

Conclusões

Ao examinar as referências da pesquisa subjacente a este artigo, observou-se a metodologia de produção de bebidas energéticas, a qual, mesmo fundamentada por um fluxo linear de fabricação, visualizado na Figura 1, revela uma riqueza de complexidade informacional em seus procedimentos e componentes. Impressionando pela velocidade e qualidade dos procedimentos industriais conduzidos por profissionais da área, dada a alta demanda. Como discutido anteriormente, a ABIR relatou no ano de 2021 um volume de produção de 185.246 mil litros no mercado brasileiro de energéticos.⁴⁶

A base essencial do processo de produção de bebidas energéticas é o xarope simples, que se trata de uma solução aquosa de açúcar crucial para a formulação dessas bebidas,

essa calda passa por procedimentos como a dissolução, clarificação e filtração para assim compor a produção do xarope composto, a qual é o foco da fiscalização de todo o processo. No Brasil, a ANVISA estabelece limites para as quantidades dos aditivos a serem adicionados, sendo os principais e mais populares a Taurina e a Cafeína, que têm diversas funções fisiológicas, como a redução da fadiga muscular e estimulação dos músculos esqueléticos, respectivamente.

O Xarope, seguindo procedimentos análogos aos encontrados na fabricação de refrigerantes, passa então para gaseificação ou carbonatação. Nesse processo, as características sensoriais familiares como a efervescência e o realce da percepção gustativa, são alcançadas através da dissolução do CO₂. Fato esse que atenua a fundamentalidade do uso de alguns compostos químicos para produtos diariamente consumidos pela população.

Por fim, esse material entra na linha de envasamento e posteriormente preenchido em latas por enchedores, marcando o processo final da produção para que esse possa ser estocado, fiscalizado e levado para venda em mercados, quando o produto se encontra conforme a Resolução de Diretoria Colegiada RDC N° 719.

Contribuições por Autor

Todos os autores se responsabilizaram pela pesquisa e seleção de artigos que embasaram as partes pelas quais foram responsáveis. A autora Linara T. D. Corrêa concentrou seus esforços na pesquisa e escrita sobre as legislações vigentes que regem a produção de bebidas energéticas, além dos equipamentos necessários ao processo. A autora Luiza P. F. de Souza ficou responsável pela elaboração da introdução, além de checar possíveis conflitos de interesses e organizar de maneira sistemática as referências bibliográficas. O autor Paulo R. Neto foi responsável pela redação do *abstract* e resumo, além da escrita da metodologia de pesquisa e da formulação da conclusão com os resultados principais. O autor Pedro Paulo S. M. Pinto contribuiu para as seções relacionadas à produção de xaropes simples e compostos, e também para a seção de aditivos. A autora Victoria P. Silva foi responsável pela escrita das partes sobre carbonatação e envase, concluindo o desenvolvimento do nosso artigo. Por fim, a Linara T. D. Corrêa fez a revisão final das informações.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesses.

Agradecimentos

Ao grupo PET-Química/IQ/UnB, à Secretaria de Educação Superior do Ministério da Educação (SeSU/MEC) e ao Decanato de Ensino de Graduação (DEG/UnB) pelo apoio ao Programa de Educação Tutorial pela bolsa concedida. Ao Instituto de Química (IQ/UnB) e à Universidade de Brasília pelo suporte e espaço fornecidos.

Notas e referências

- 1 Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Resolução RDC n° 719, Regulamento Técnico para Misturas para o Preparo de Alimentos e Alimentos Prontos Para o Consumo, Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2022, https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_719_2022_.pdf/e5e3f78b-83d8-4d59-8213-81685c74d0be
- 2 ENERGÉTICOS, <https://abir.org.br/o-setor/bebidas/energeticos/>, (acessado 17 de março de 2024).
- 3 J. M. D. Carvalho, G. A. Maia, P. H. M. D. Sousa and S. Rodrigues, Perfil dos principais componentes em bebidas energéticas: cafeína, taurina, guaraná e glucoronolactona, *Rev Inst Adolfo Lutz*, 2006, **65**, 78–85.
- 4 A. R. Jagim, P. S. Harty, G. M. Tinsley, C. M. Kerkick, A. M. Gonzalez, R. B. Kreider, S. M. Arent, R. Jager, A. E. Smith-Ryan, J. R. Stout, B. I. Campbell, T. VanDusseldorp and J. Antonio, International society of sports nutrition position stand: energy drinks and energy shots, *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2023, **20**, 2171314.
- 5 J. L. Temple, C. Bernard, S. E. Lipshultz, J. D. Czachor and J. A. Westphal, The Safety of Ingested Caffeine: A Comprehensive Review, *Front. Psychiatry*, DOI:10.3389/fpsyt.2017.00080.
- 6 M. El Moheb and M. M. Refaat, The impact of caffeine and taurine on ventricular arrhythmias, *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*, 2022, **33**, 1298–1299.

- 7 C. Ellermann, T. Hakenes, J. Wolfes, F. K. Wegner, K. Willy, P. Leitz, B. Rath, L. Eckardt and G. Frommeyer, Cardiovascular risk of energy drinks: Caffeine and taurine facilitate ventricular arrhythmias in a sensitive whole-heart model, *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*, 2022, **33**, 1290–1297.
- 8 C. Krittanawong, Y. K. Qadeer, Z. Wang, K. Nadolsky, S. Virani and C. J. Lavie, Sugar-Sweetened and Artificially Sweetened Beverages Consumption and Risk of Cardiovascular Health, *The American Journal of Medicine*, 2023, **136**, 163–171.
- 9 C. M. Galanakis, Ed.1, Trends in non-alcoholic beverages, Academic Press, London, United Kingdom ; San Diego, CA, United States, 2020.
- 10 A. Ehlers, G. Marakis, A. Lampen and K. I. Hirsch-Ernst, Risk assessment of energy drinks with focus on cardiovascular parameters and energy drink consumption in Europe, *Food and Chemical Toxicology*, 2019, **130**, 109–121.
- 11 L. C. Tamamoto, S. J. Schmidt and S. Lee, Sensory Profile of a Model Energy Drink with Varying Levels of Functional Ingredients—Caffeine, Ginseng, and Taurine, *Journal of Food Science*, 2010, **25**, S271–S27.
- 12 A. Reddy, D. F. Norris, S. S. Momeni, B. Waldo and J. D. Ruby, The pH of beverages in the United States, *The Journal of the American Dental Association*, 2016, **147**, 255–263.
- 13 *Bebidas Alcoólicas: Ciência E Tecnologia: Vol.1*, Editora Edgard Blucher, 2022.
- 14 53º Congresso Brasileiro de Química: 53º CBQ, Abq, 2013.
- 15 L. A. Silva, J. B. De Andrade, W. A. Lopes, L. S. Carvalho and P. A. P. Pereira, Solubilidade e reatividade de gases, *Química Nova*, 2017, **40**, DOI:10.21577/0100-4042.20170034.
- 16 M. S. Santos, F. de M. Ribeiro, Cervejas e Refrigerantes, *CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental*, 2005.
- 17 M. C. M. Ferreira, SISTEMAS DE QUALIDADE NA PRODUÇÃO DE REFRIGERANTES COM BASE NA SATISFAÇÃO DE CONSUMIDORES, Programa de pós graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e Uniminás <http://186.202.79.107/download/sistemas-de-qualidade-na-producao-de-refrigerantes.pdf>
- 18 Ministério de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº. 544, Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade, para refresco, refrigerante, preparado ou concentrado líquido para refresco ou refrigerante, preparado sólido para refresco, xarope e chá pronto para o consumo, 1998.
- 19 K. A. Clauson, K. M. Shields, C. E. McQueen and N. Persad, Safety issues associated with commercially available energy drinks, *Journal of the American Pharmacists Association*, 2008, **48**.
- 20 Ministério da Saúde, portaria nº 2914, Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2011, https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html
- 21 Ministério de Estado da Agricultura e do Abastecimento, instrução normativa nº 17, Regulamentos Técnicos para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade, para refresco, refrigerante, preparado ou concentrado líquido para refresco ou refrigerante, preparado sólido para refresco, xarope e chá pronto para o consumo, Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2013, <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animais/plano-de-nacional-de-controle-de-residuos-e-contaminantes/documentos-da-pncrc/pncrc-2013.pdf>
- 22 P. K. R. Vieira, ELABORAÇÃO DE ENERGÉTICO SABOR TAPEREBÁ, Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, 2019.

- 23 A. C. da S. Lima and J. C. Afonso, A química do refrigerante, *Química Nova na Escola*, 2009, **31**, 210–215.
- 24 M. M. A, AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA NA PRODUÇÃO DE BEBIDAS ENERGÉTICAS, Trabalho de Conclusão de Curso pela Universidade Estadual de Goiás, 2012.
- 25 Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Resolução RDC nº 719, Regulamento Técnico para Misturas para o Preparo de Alimentos e Alimentos Prontos Para o Consumo, Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2022, https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_719_2022_.pdf/e5e3f78b-83d8-4d59-8213-81685c74d0be
- 26 Secretaria de Vigilância Sanitária, portaria nº 540, Regulamento Técnico Aditivos Alimentares, Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1997, https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs/1997/prt0540_27_10_1997.html
- 27 Secretaria de Vigilância Sanitária, Resolução RDC nº 5, Regulamento Técnico para Atribuição de Aditivos e seus Limites Máximos para a Categoria de Alimentos 16.2: Bebidas Não Alcoólicas, Subcategoria 16.2.2: Bebidas Não Alcoólicas Gaseificadas e Não Gaseificadas, Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2007, https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_05_2007_COMP.pdf/39e3737d-a1f5-49e6-84a1-c60f8475c1f7
- 28 Agência Nacional de Vigilância Sanitária e Ministério da Saúde, Resolução RDC nº 2, Regulamento Técnico sobre Aditivos Aromatizantes, Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2007,
- 29 P. G. Palha, Tecnologia de refrigerantes. Rio de Janeiro: AmBev, 2005.
- 30 Ácido Cítrico ou Citrato de Hidrogênio, *ADITIVOS & INGREDIENTES*, 2014, **112**, 31-35, http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/268.pdf
- 31 A. L. P. P. et al, Aditivos alimentares: conceitos, aplicações e toxicidade, Fucamp, 2013.
- 32 Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Informe Técnico nº. 48, Esclarecimentos sobre a segurança de uso do corante Caramelo IV – processo sulfito amônia (INS 150d), Brasília, DF, 2012, https://antigo.anvisa.gov.br/resultado-de-busca?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=388747&_101_type=document
- 33 C. V. de M. B. Pimentel, V. M. Francki, A. P. B. Gollucke, *Alimentos funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos*, Editora Varela, 2005.
- 34 W. G. F. Venturini, *Bebidas não alcoólicas: ciência e tecnologia*, Editora Edgard Blucher, 2022.
- 35 V. C. Ramalho, N. Jorge, Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos, *Química Nova*, 2006, **29**, 755-760.
- 36 D. Maioli, Caracterização físico-química e sensorial de bebida energética durante o armazenamento, Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.
- 37 R. Seidl, A. Peyrl, R. Nicham, E. Hauser, A taurine and caffeine-containing drink stimulates cognitive performance and well-being, *Amino Acids*, 2000, **19**, 635 – 642.
- 38 D. Finnegan, The health effects of stimulant drinks. *Nutrition Bulletin*, 2003, **28**, 147 – 155.
- 39 G. N. K. Fujisaka, Efeitos de etanol e bebida energética no padrão de sono e na atividade motora de camundongos, Dissertação (Mestrado em Ciências) – Departamento de Psicobiologia, Universidade Federal de São Paulo, 2009.
- 40 A. J. Berger, K. Alford, Cardiac arrest in a young man following excess consumption of caffeinated "energy

- drinks", *The Medical journal of Australia*, 2009, **190**, 41-43.
- 41 Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 269, Regulamento Técnico Sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitaminas e Minerais, Ministério da Saúde, Brasília, DF, 2005, https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0269_22_09_2005.html
- 42 J. D. Stookey, The diuretic effects of alcohol and caffeine and total water intake misclassification, *European Journal of Epidemiology*, 1999, **15**, 181 – 188.
- 43 T. DALL'AGNOL, Influência do Inositol em Praticantes de Atividade, 2008. <http://www.ativo.com/nutricao/influencia-do-inositol-em-praticantes-de-atividade-fisica/>, (acesado em 19 de março de 2024).
- 44 SCHWEPPE'S PRODUCTS, <https://www.schweppes.com/products>, (acesado 19 de março de 2024).
- 45 INDÚSTRIA DE BEBIDAS NÃO ALCOÓLICAS, https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/330/3/2020_CDS_120.pdf, (acesado 19 de março de 2024).
- 46 Energéticos, <https://abir.org.br/sector/dados/energeticos/>, (acesado 19 de março de 2024).
- 47 D. P. Steen and P. R. Ashurst, Eds., *Carbonated Soft Drinks: Formulation and Manufacture*, Wiley, 1st edn., 2006.
- 48 M. R. Ravindra, K. J. Rao, B. S. Nath and C. Ram, Extended shelf life flavoured dairy drink using dissolved carbon dioxide, *Journal of Food Science and Technology*, 2014, **51**, 130–135.
- 49 C. Madonia and D. N. Logho, Modelling The Filling of Carbonated Soft Drinks, Laurea Magistrale in Food Engineering, scuola ingegneria industriale e dell'informazione, 2021.
- 50 N. A. Mohamed, Evaluation of the Functional Performance for Carbonated Beverage Packaging: A Review for Future Trends, *International Institute for Science, Technology and Education*, 2016, **39**, 53–61.