

Perfil dos principais componentes em bebidas energéticas: cafeína, taurina, guaraná e glucoronolactona

Major compounds profiles in energetic drinks: caffeine, taurine, guarana, and glucoronolactone

RIALA6/1068

Joelia Marques de CARVALHO¹, Geraldo Arraes MAIA^{*1}, Paulo H.M. de SOUSA², Sueli RODRIGUES¹

* Endereço para correspondência: ¹ Universidade Federal do Ceará, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Caixa Postal 12168, CEP 60356-000, Fortaleza, Ceará, fone/fax: (85) 3366-9752.

² Universidade Federal de Viçosa

Recebido: 17/06/2005 – Aceito para publicação: 20/03/2006

RESUMO

As chamadas bebidas energéticas tiveram um grande crescimento no mercado nacional e internacional, principalmente entre os jovens e praticantes de atividades esportivas, seus maiores consumidores. Este trabalho apresenta uma revisão de literatura sobre os componentes mais comuns presentes nas bebidas energéticas: cafeína, taurina, guaraná e glucoronolactona, dando ênfase à legislação do Brasil, composição, ação sobre o organismo, aspectos toxicológicos e metabólicos. As pesquisas e estudos publicados demonstram que ainda há muitas divergências em relação às concentrações adequadas para o uso destes componentes na formulação destas bebidas e que se faz necessário maiores estudos sobre a interação destes componentes com outras substâncias como o álcool, uma vez que as bebidas energéticas são frequentemente consumidas misturadas às bebidas alcoólicas com a finalidade de potencializar o efeito do álcool.

Palavras-Chave. bebida energética, composição, cafeína, taurina, glucoronolactona.

ABSTRACT

In the last years the energetic drinks have come into the market, and in a remarkable way. Young people and athletes largely consume these sorts of beverages. In this work a review on the major compounds found in energetic drinks (caffeine, taurine, guarana and glucoronolactone) is presented, emphasizing the Brazilian legislations aspects, composition, physiological effects, metabolism, and toxicological aspects. According to the investigators and reported studies, the ideal contents of these stimulating agents in beverages formulation have not established yet, and further studies on the interactions of these compounds with other substances, as alcoholic drinks have to be done, since energetic drinks have largely been consumed in combination with alcoholic drinks; and mixing both kinds of drinks causes the alcohol effect enhancement.

Key Words. energetic drinks, caffeine, taurine, guarana, glucoronolactone.

SUMÁRIO

Introdução	79
1.Aspectos da legislação brasileira	79
2.Ingredientes para bebidas energéticas	80
2.1. Cafeína	80
2.1.1. Ações sobre o organismo	80
2.1.2. Mecanismo de toxicidade	82
2.1.3. Uso como agente de sabor	82
2.1.4. Ação da cafeína no desempenho de atletas	82
2.2. Taurina	82
2.2.1. Ações sobre o organismo	83

2.2.2. Mecanismo de toxicidade	84
2.3. Guaraná	84
2.3.1. Ações sobre o organismo	84
2.4. Glucoronolactona	84
2.4.1. Ações sobre o organismo	84
2.4.2. Mecanismo de toxicidade	84
3. Conclusão	84
Referências	85

INTRODUÇÃO

As bebidas com adição de componentes estimulantes, muitas vezes designadas como bebidas energéticas, foram lançadas no mercado em 1987 e desde então, seu crescimento em todo mundo tem sido enorme¹.

As substâncias estimulantes inicialmente foram utilizadas por desportistas. Em princípio, foram desenvolvidas para incrementar a resistência física, prover reações mais velozes a quem as consumia, levar a uma maior concentração nas atividades exercidas, evitar o sono, proporcionar sensação de bem-estar, estimular o metabolismo e ajudar a eliminar substâncias nocivas para o corpo².

Estas bebidas são geralmente embaladas em latas finas com um visual atrativo e posicionadas entre os principais produtos do mercado de bebidas. Pertencem a nova classe de alimentos conhecidos como 'alimentos funcionais'. Estes alimentos afetam favoravelmente funções particulares do corpo³. Segundo Hilliam⁴, o desenvolvimento do mercado de alimentos funcionais está sujeito a influência dos seguintes aspectos: mudança nas atitudes e expectativas dos consumidores, crescente compreensão da ligação entre os constituintes das dietas e dos processos fisiológicos e avanços na ciência e tecnologia de alimentos.

Além de água, a maioria dos produtos comercializados como bebidas energéticas contém carboidratos e cafeína como seus principais ingredientes. O carboidrato tem a função de prover o nutriente energético e a cafeína de estimular o sistema nervoso central, além destes eles devem também conter uma ampla variedade de outros ingredientes como aminoácidos e vitaminas⁵.

Segundo o Safefood³, as bebidas energéticas são definidas como produtos que contém tipicamente cafeína, taurina e vitaminas, e podem conter uma fonte de energia (carboidratos), ou outras substâncias, comercializadas com propósito específico de fornecer real ou perceptiva melhoria psicológica ou efeitos na performance. Entretanto não há ainda um consenso sobre o nível máximo de cafeína e a funcionalidade dos ingredientes tais como a taurina e a glucoronolactona⁶.

Este trabalho apresenta uma revisão de literatura sobre os componentes mais comuns presentes nas bebidas energéticas: cafeína, taurina, guaraná e glucoronolactona, dando ênfase à legislação brasileira, composição, ação sobre o organismo, aspectos toxicológicos e metabólicos.

1. Aspectos da Legislação Brasileira

É muito importante fazer distinção entre bebidas energéticas e as bebidas conhecidas como bebidas para o esporte (sport drinks) ou bebidas isotônicas, que são produtos com diferentes funções e composição, embora os termos sejam usados de forma permutável. As bebidas para o esporte são principalmente designadas para repor fluidos e prover carboidratos e não contém normalmente os principais ingredientes das bebidas energéticas tais como: cafeína, taurina e glucoronolactona^{3,7}.

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), vinculada ao Ministério da Saúde, faz distinção entre as bebidas para o praticante de atividade física e as chamadas bebidas energéticas.

A Resolução RDC nº 273 de 22-09-05 do Ministério da Saúde⁸ (que revogou a Portaria nº 868, de 03-11-98 do Ministério da Saúde⁹) têm como objetivo fixar requisitos mínimos de características e qualidade para as bebidas denominadas Composto Líquido Pronto para o Consumo, definidas como sendo produtos que contém como ingrediente(s) principal(is): inositol e/ou glucoronolactona, e/ou taurina, e/ou cafeína, podendo ser adicionada de vitaminas e/ou minerais até 100% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) na porção do produto, podendo ser adicionados outros ingredientes desde que não haja descaracterização do produto.

Já o regulamento técnico para praticantes de atividades físicas, descrito na Portaria nº 222, de 24-03-98, do Ministério da Saúde¹⁰ se aplica aos alimentos especialmente formulados e elaborados para praticantes de atividade física. Nesta categoria estão excluídas as bebidas alcoólicas e bebidas gaseificadas; produtos que contenham substâncias farmacológicas estimulantes, como por exemplo, a cafeína; hormônios e outras consideradas como *dopping* pelo Comitê Olímpico Internacional (COI); produtos que contenham substâncias medicamentosas ou indicações terapêuticas; produtos fitoterápicos; formulações à base de aminoácidos isolados (caso em que se enquadraria a utilização de taurina). Também neste regulamento técnico, encontra-se a definição de repositores energéticos descritos como produtos formulados com nutrientes que permitam o alcance e/ou manutenção do nível apropriado de energia para atletas. Nestes produtos, os carboidratos devem constituir, no mínimo, 90% dos nutrientes energéticos presentes na formulação. Opcionalmente, estes produtos podem conter vitaminas e ou minerais.

No entanto, de acordo com a atual legislação referente ao composto líquido pronto para o consumo o produto pode ser rotulado utilizando expressões como bebida energética ou *energy drink*, o que pode gerar alguma confusão para os consumidores destes produtos devido à proximidade dos termos.

Mesmo antes da atual legislação, o termo bebida energética já era comum na denominação destes produtos no Brasil, pois dentre os efeitos associados a estas bebidas estão reações como aumento da sensação subjetiva de alerta ou vigor, sensações relacionadas a um estado de “maior energia” e disposição no indivíduo.

Segundo Smit e Rogers¹¹, as bebidas energéticas são um grupo de produtos anunciados como sendo capazes de promover estado de alerta, energia e redução do sono, o que pode não ocorrer, dependendo do indivíduo.

2. Ingredientes para bebidas energéticas

2.1. Cafeína

A cafeína é a droga de maior emprego, maior aceitação social e mais largamente utilizada no mundo^{12,13}. Em suas fontes naturais, a cafeína tem sido consumida pelo homem em todo mundo há séculos¹⁴. É consumida regularmente por bilhões de pessoas, configurando diversas e variadas práticas culturais, sendo até vital para algumas economias⁶.

A cafeína é um alcalóide purínico da classe das metilxantinas (1, 3, 7-trimetilxantina), de ocorrência natural em folhas de mate, café, cacau, noz de cola. O café só contém cafeína, porém o cacau contém também outras metilxantinas, especialmente teofilina e teobromina^{16,17}. As xantinas são substâncias capazes de estimular o sistema nervoso, produzindo certo estado de alerta de curta duração¹⁵.

Desde seu isolamento químico em 1820, a cafeína, além de estimulante, tem sido utilizada terapeuticamente no tratamento da apnéia infantil, no tratamento da acne e outras desordens da pele, sendo também empregada no tratamento de dores de cabeça e enxaquecas. A cafeína também é encontrada em uma variedade de medicamentos usados como analgésicos, diuréticos, controladores de peso e preparações para aliviar alergias¹⁴.

2.1.1. Ações sobre o organismo

Devido a cafeína ser uma das substâncias mais largamente utilizadas em todo o mundo, os estudos sobre as implicações para a saúde resultantes do consumo desta substância, são de interesse dos consumidores de alimentos, bebidas e medicamentos^{12,18}.

Segundo a legislação o composto líquido pronto para consumo pode conter o limite máximo de 35 mg/100mL de cafeína em sua composição⁸.

Para crianças que não consomem normalmente muito café ou chá, e que substituem água por refrigerantes de cola ou bebidas energéticas, há um aumento na ingestão diária de cafeína, quando comparada com outras fontes. Isso pode resultar

em mudanças no comportamento, como um aumento na irritabilidade, nervosismo e ansiedade¹⁹.

Os riscos relacionados ao consumo de cafeína durante a gravidez ainda são muito controversos. Muitas avaliações epidemiológicas sugerem que não há problemas na ingestão de cafeína abaixo de 300 mg/dia¹⁹.

Mais de 99% da dose ingerida é rapidamente absorvida a partir do trato gastrointestinal, elevando sua concentração no plasma sanguíneo entre 15 e 45 minutos. Uma vez na corrente circulatória, a cafeína penetra eficazmente em todos os tecidos corporais^{17,18}.

O período de semi-eliminação da cafeína (o tempo requerido para que o corpo metabolize e elimine a metade da concentração no plasma sanguíneo: a meia-vida) oscila entre horas e dias, dependendo da idade, o sexo, a medicação e as condições de saúde, estado hormonal e se o indivíduo é ou não fumante^{17,18,20}. Para sua eficaz eliminação, a cafeína deve ser convertida em seus metabólitos que são mais rapidamente excretados pela urina. Esta biotransformação ocorre principalmente no fígado^{17,18}. A cafeína também pode ser excretada pelo leite materno²⁰.

Arnaud et al²¹ observaram um aumento da meia-vida da cafeína em mulheres grávidas, no terceiro mês de gestação. O estudo ainda afirma que os níveis de cafeína utilizados, baseados nos hábitos alimentares das gestantes, não apresentam nenhum risco para os fetos, mas recomendam que as gestantes consumam café ou bebidas descafeinadas, a fim de manter os níveis plasmáticos de cafeína mais baixos sem, contudo modificar seus hábitos alimentares.

Sabe-se com certeza que a cafeína afeta a função normal celular e tem diversos efeitos fisiológicos. É um estimulante do Sistema Nervoso Central (SNC) e, dependendo em parte da quantidade consumida, pode produzir uma variedade de efeitos em outros órgãos. Dependendo da dose, ela pode aumentar os batimentos cardíacos e a taxa de metabolismo basal, promover secreção ácida no estômago e aumentar a produção de urina. A cafeína também apresentou um efeito broncodilatador em jovens pacientes com asma^{20,22}.

No sistema nervoso central, mais precisamente no sistema nervoso autônomo, o sistema de neurotransmissão baseado no neurotransmissor adenosina age como redutor da frequência cardíaca, da pressão sanguínea e da temperatura corporal. A cafeína exerce uma ação inibidora sobre os receptores do neurotransmissor adenosina, situados nas células nervosas¹⁵. Muitas das respostas fisiológicas com a administração de cafeína são opostas às de adenosina, por isso há uma sensação de revigoramento, diminuição do sono e fadiga^{15,18}. A cafeína exerce um efeito sobre a descarga das células nervosas e a liberação de alguns outros neurotransmissores e hormônios, tais como a adrenalina¹⁵.

A cafeína aumenta o metabolismo energético em todas as partes do cérebro, mas diminui algumas vezes o fluxo cerebral induzindo uma hipoperfusão relativa do cérebro. Além disso, a droga ativa a noradrenalina aparentemente afeta a

liberação da dopamina. Muitos dos efeitos de alerta da cafeína podem estar relacionados à ação das metilxantinas sobre a serotonina²³. A Tabela 1 apresenta uma comparação entre os efeitos antagônicos da cafeína e adenosina.

Ratliff-Crain e Kane²⁴ avaliaram a relação entre o aumento do consumo de cafeína e situações de estresse entre consumidores. Segundo os autores, a hipótese de que estes aumentem a quantidade de cafeína consumida, em situações de estresse, devido aos seus efeitos estimulantes não foi comprovada. Embora alguns consumidores participantes do estudo afirmem que em situações como dor, tensão e depressão sintam-se mais aliviados consumindo cafeína.

Numerosos estudos investigam a ligação entre a cafeína e as doenças cardiovasculares, esta relação ainda é incerta³.

O Scientific Committee on Food (SCF)¹⁹ na Europa considera que há um aumento no risco de doenças cardiovasculares por efeito da cafeína sozinha ou em combinação com outros constituintes, como a taurina, presente em alguns tipos de bebidas energéticas, particularmente consumidas durante ou depois do exercício intenso. Os estudos com humanos incluíram indivíduos normais descansados, indivíduos submetidos a exercícios intensos e indivíduos com predisposições a arritmias cardíacas.

Os efeitos relacionados ao sistema cardiovascular variam desde aumentos moderados na velocidade dos batimentos cardíacos até arritmias cardíacas sérias^{3,12}. Em alguns casos pode haver sensação de palpitação produzida pela ocorrência de extra-sístoles¹⁵.

O aumento da pressão sanguínea é um conhecido fator de risco para doenças cardiovasculares e derrames, e os indivíduos com pressão alta são geralmente aconselhados a reduzir o consumo de cafeína³. Tem-se sugerido que o consumo de cafeína pode aumentar os riscos relacionados à hipertensão. Noordzid et al.²⁵ afirmam que o consumo regular de cafeína aumenta a pressão arterial, mas quando ingerida através do café, o efeito sobre a pressão arterial é pequeno. O estudo não se refere ao consumo de bebidas energéticas.

O uso regular de bebidas contendo cafeína, por um período curto de dois a quatro dias, já muda a resposta do organismo aos seus efeitos. Desenvolve-se uma tolerância, e o uso prolongado não causa mais qualquer tipo de alteração na

pressão sanguínea, frequência cardíaca, níveis de renina, adrenalina ou fluxo de sangue nos tecidos²⁶.

A cafeína possui dois efeitos importantes no sistema respiratório. Ela estimula os neurônios do centro respiratório do cérebro proporcionando um aumento discreto da frequência e a intensidade da respiração, juntamente com um efeito local nos brônquios, produzindo um satisfatório efeito broncodilatador¹⁵. Essas propriedades evidenciam a utilidade do consumo regular de bebidas que contêm cafeína, por pacientes asmáticos²⁶.

Recentemente, observou-se a crescente ingestão de bebidas alcoólicas, principalmente destiladas, com bebidas energéticas. Estas bebidas vêm sendo utilizadas para potencializar os efeitos das bebidas alcoólicas, devido possivelmente a uma redução dos efeitos depressores do álcool pela ação estimulante da cafeína no córtex cerebral²⁷. Segundo Ferreira et al²⁸ a administração de doses equivalentes ao consumo de três latas de 250 mL de bebida energética por um indivíduo de 70 kg (aproximadamente 10,71 mL de bebida energética por kg de peso corpóreo), apresentou ação antagônica aos efeitos depressores do álcool na atividade locomotora de ratos. Segundo Nehlig et al²³ as metilxantinas como a cafeína induzem aumentos na dose-resposta da atividade locomotora em animais.

Assumido que as bebidas energéticas podem realçar os efeitos estimulantes do álcool ou atuar como antagônico nos efeitos depressores é necessário determinar quais os ingredientes ou compostos, bem como as doses responsáveis por estes efeitos. Embora haja indicação que estes possam ser devidos à taurina e/ou cafeína²⁸.

Com relação aos efeitos de alerta da cafeína, Reyner e Horne²⁹ sugerem que o consumo de 250 mL de bebida energética é benéfico na redução do sono, em estudos avaliando jovens motoristas. As amostras controle utilizadas para o estudo não continham cafeína, taurina ou glucoronolactona, indicando que o efeito de alerta é promovido por estes componentes. Os autores ainda sugerem que a quantidade proposta para consumo, que contém 80 mg de cafeína combinada com taurina e glucoronolactona, é mais efetiva do que a utilização do café, que contém somente cafeína, em quantidade de 200 mg. Segundo Gyllenhaal et al.³⁰ estudos sobre a administração da

Tabela 1. Comparação entre os efeitos da cafeína e adenosina sobre o organismo humano.

Local de ação	Cafeína	Adenosina
Sistema Nervoso Central	Estimulação	Sedação
Sistema cardiovascular	Aumento da frequência cardíaca e da pressão sanguínea	Diminuição da frequência cardíaca e da pressão
Metabolismo	Aumento da lipólise no tecido adiposo	Diminuição da lipólise
Sináptico	Aumento da liberação de catecolaminas	Diminuição da liberação de catecolaminas

Fonte: BORSTEL¹⁸

cafeína têm demonstrado que ela afeta a quantidade e a qualidade do sono.

Smit e Rogers¹¹ encontraram efeitos significativos das bebidas energéticas sobre o humor. Estes efeitos foram relacionados com os termos estado de alerta, revitalizante, maior atenção e melhoria da energia mental, e estavam relacionados com a cafeína.

2.1.2. Mecanismo de Toxicidade

A cafeína é uma substância farmacologicamente ativa e seu consumo é difundido em todo o mundo. Os efeitos, a curto e a longo prazo, da exposição da cafeína têm sido estudados em detalhes. Contudo, mesmo com extensivas pesquisas, os efeitos e conseqüências para a saúde ainda é assunto de interesse¹.

A cafeína figura na lista GRAS (substâncias geralmente consideradas como seguras), é utilizada com frequência em bebidas refrescantes e em fármacos e também é considerada como estimulante em doses baixas. O consumo de uma xícara de café, em que se supõe a ingestão de 1-2 mg/kg de peso corpóreo, dá uma concentração plasmática máxima de 5 - 10 µM. Um consumo excessivo (concentração plasmática >50 µM) produz sintomas de cafeinismo (ansiedade, agitação, dificuldades de conciliar o sono, diarreia, tensão muscular, palpitações cardíacas). A dose letal (DL₅₀) é de 150 - 200 mg/kg de peso corpóreo (concentração no plasma sanguíneo de aproximadamente 750 µM) que equivale ao consumo de uma só vez de 75 xícaras de café forte¹⁷.

Não é aconselhável um consumo elevado de cafeína durante a gravidez. Pode-se consumir quantidades moderadas de cafeína sem problemas quando é parte de uma dieta saudável e equilibrada²². O SCF, até o ano de 1999, não verificou nenhum efeito teratogênico em humanos, nem em suas nas funções reprodutivas, e nenhuma associação entre o consumo de cafeína e adversidades durante a gravidez¹⁹.

Por outro lado, Cristian e Brent³¹ descrevem estudos epidemiológicos onde o consumo de cafeína por mulheres grávidas está relacionado com a má formação congênita, retardo no crescimento fetal e abortos espontâneos. Contudo os autores reconhecem que avaliar os riscos do consumo de cafeína somente através de estudos epidemiológicos seja difícil devido à concentração de cafeína contida em alimentos e bebidas variar consideravelmente, interferindo nos resultados obtidos em estudos com humanos.

Santa-María et al.³² estudaram a toxicidade *in vitro* de diferentes marcas de bebidas energéticas. Os resultados demonstraram que, nas condições do teste, as bebidas não apresentam efeitos tóxicos. No entanto os autores afirmam que o consumo destes produtos por períodos prolongados, em altas doses ou em combinação com bebidas alcoólicas pode ser perigoso para saúde de alguns consumidores.

Há poucos casos de intoxicação retratados pela cafeína. As principais manifestações ocorrem no sistema nervoso central

e cardiovascular. Insônia, agitação e hiperexcitabilidade são manifestações iniciais²⁶.

2.1.3. Uso como agente de sabor

Segundo Lindsay³³, a sensação amarga pode ser desejável no sabor dos alimentos. Em algumas bebidas não alcoólicas, esta sensação é um atributo importante do sabor em algumas bebidas consumidas em grandes quantidades, como café e chás. Em bebidas tipo *soft drink* a cafeína é adicionada como agente modificador de sabor¹⁶.

A cafeína é usada em concentrações de até 200 ppm nas bebidas de cola e grande parte da cafeína empregada para este fim, se obtêm por extração com solventes das sementes de café verde que são utilizados para o preparo de café descafeinado³³.

2.1.4. Ação da cafeína no desempenho de atletas

Há pouca informação sobre os efeitos da cafeína relacionados à força³⁴, mas por ser a cafeína um estimulante do sistema nervoso central, apesar de efeito temporário, faz o atleta se sentir mais disposto⁵. A cafeína promove uma melhora na performance cognitiva e no alerta. Tem sido associada com a melhora na performance durante os exercícios de alta intensidade³⁵.

A cafeína contribui para o desempenho nos exercícios ou provas de resistência, aparentemente devido à sua capacidade de aumentar a mobilização de ácidos graxos, conservando as reservas de glicogênio^{34,36}. A cafeína pode agir diretamente sobre a contratilidade muscular, possivelmente por facilitar o transporte de cálcio³⁶. Seu efeito estaria na capacidade de retardar a fadiga, devido à sua influência sobre a sensibilidade das miofibrilas ao íon cálcio²⁶. Pode reduzir também a fadiga, através da redução do acúmulo dos íons potássio³⁶. Pesquisas não mostram, entretanto, qualquer efeito da cafeína sobre a força muscular máxima ou sobre as contrações musculares voluntárias²⁶.

O Comitê Olímpico Internacional (COI) proíbe altas doses de cafeína no organismo. Atletas olímpicos com mais de 12 mg de cafeína por mililitro de urina podem ser desqualificados da competição²⁶. A ingestão de cafeína presente no café não é expressiva, quando comparada com o doping com cafeína pura³⁴.

O efeito diurético da cafeína pode ser negativo para atletas com excessiva necessidade de água, ou para aqueles que estão desenvolvendo eventos de longa distância que não queiram urinar durante a prova³⁶.

Há algumas evidências, de que os efeitos na melhora da performance pela ingestão de cafeína ocorrem em níveis modestos de ingestão (1 - 3 mg/kg de peso corpóreo ou aproximadamente 70 - 210 mg de cafeína), quando a cafeína é tomada antes e/ou durante o exercício físico¹³.

2.2. Taurina

Alguns ingredientes nas bebidas energéticas incluem aminoácidos individuais tais como glutamina, arginina, taurina,

e/ou aminoácidos de cadeia ramificada, por exemplo leucina, isoleucina e valina⁵.

A taurina, o ácido 2-amino-etano-sulfônico, é um beta-aminoácido sulfurado não proteinogênico. É um dos aminoácidos mais abundantes no corpo humano. O corpo o sintetiza por várias rotas de oxidação da cisteína. Embora a taurina seja sintetizada principalmente no fígado e no cérebro, foram encontrados altos níveis de taurina em tecidos do coração, retina, no músculo esquelético e no sistema nervoso central³⁷.

2.2.1. Ações sobre o organismo

Há evidências de que a taurina serve como neurotransmissor (um mensageiro químico para o sistema nervoso), um regulador de sal e do equilíbrio de água dentro das células e um estabilizador das membranas celulares. A taurina participa na desintoxicação de substâncias químicas estranhas e também está envolvida na produção e ação da bilis³⁷. Contudo, o papel da taurina nestes processos não é claramente entendido e a influência de altas doses de taurina nestes processos é incerta¹⁹.

Certas enfermidades podem estar relacionadas com deficiências, ou necessidade de aumento da ingestão deste aminoácido. Tem-se demonstrado que a taurina é utilizada no tratamento de várias enfermidades comuns, portanto seu potencial terapêutico merece um estudo mais detalhado¹⁷.

Com relação à enfermidade cardíaca, podemos dizer que a taurina compreende mais de 50% dos aminoácidos livres no coração. A taurina melhora a força do músculo do coração, prevenindo o desenvolvimento de uma cardiomiopatia (uma enfermidade do músculo cardíaco) em animais³⁷. Os baixos níveis de taurina estão relacionados com a hipertensão. Alguns estudos têm mostrado que consumindo suplementos de taurina se consegue baixar a pressão sanguínea. Os estudos com taurina demonstraram uma melhora na contractilidade do coração nos pacientes cardíacos podendo, ser utilizada como antioxidante⁵.

Encontram-se altas concentrações de taurina na retina do olho, onde parece que funciona como um *buffer celular* – protegendo as células da retina dos efeitos danosos da luz ultravioleta e das substâncias tóxicas³⁷. A taurina também é necessária para as reações químicas produzidas na visão normal, e sua deficiência está associada à degeneração da retina, além de protegê-la, ajuda a prevenir as cataratas relacionadas com a idade.

Outra função deste aminoácido é manter a correta composição da bÍlis e manter a solubilidade do colesterol. A taurina se liga a certos sais biliares, e por isso melhora sua habilidade de digerir as gorduras. Os estudos com animais têm demonstrado que a complementação com taurina pode inibir a formação de cálculos biliares³⁷. Segundo Kingstone et al³⁸ a taurina também possui propriedades antioxidantes.

A ingestão média diária de taurina entre consumidores de bebidas energéticas é de aproximadamente 0,4 g aumentando para cerca de 1,0g entre altos consumidores³. A concentração de taurina contida nas bebidas energéticas é mais alta que a quantidade encontrada em outros produtos¹⁹.

No Brasil, a Resolução RDC nº 273 de 22-09-2005, do Ministério da Saúde, estabelece o limite máximo de taurina como ingrediente, para o composto líquido pronto para consumo em 400 mg/100 mL⁸.

Um outro aspecto importante com relação à taurina presente nas bebidas energéticas é a sua ingestão juntamente com bebidas alcoólicas. Sugere-se que as bebidas energéticas poderiam prolongar os efeitos excitatórios do álcool, possivelmente por uma modulação da neurotransmissão gabaérgica (relacionada ao ácido gama-amino-butírico)²⁷. O ácido gama-amino-butírico (GABA) é um neurotransmissor inibitório no Sistema Nervoso Central de mamíferos. Sabe-se que o efeito depressor do álcool está associado a aumento da neurotransmissão mediada pelo GABA, inibindo o SNC. Desta forma, diminuindo a atividade gabaérgica, a taurina reduziria o efeito depressor do álcool³⁹. As interações da taurina com o álcool são particularmente pertinentes, visto que há evidências que as bebidas energéticas são regularmente consumidas com

Tabela 2. Resumo das funções fisiológicas da taurina no organismo humano.

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
Músculos	Estabilidade das membranas
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 SAFEFOOD³

álcool³. A Tabela 2 apresenta um quadro com uma síntese das ações da taurina sobre o organismo.

2.2.2. Mecanismo de toxicidade

Pode-se dizer no que se refere a toxicidade, que a taurina é geralmente bem tolerada. Não se têm relatados sérios efeitos colaterais 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 adultos³⁷.

Há poucos estudos sobre a interação de taurina com outros ingredientes contidos nas bebidas energéticas (como a cafeína e glucoronolactona) ou outras substâncias como o álcool ou drogas³.

2.3. Guaraná

O guaraná (*Paullinia cupana*) é uma planta nativa da América do Sul, encontrada principalmente na Venezuela e Brasil. Seu componente principal é a guaranina, uma substância quimicamente idêntica à cafeína^{3,40}. O guaraná é adicionado às bebidas energéticas em combinação com a cafeína ou sozinho¹.

O Brasil é praticamente o único país a produzir guaraná em escala comercial em cultivos racionais e sistemáticos. Os estados produtores são Acre, Amazonas, Rondônia, Pará, Bahia e Mato Grosso^{41,42,43}.

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^{40,44}.

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 teobromina⁹. O controle de qualidade do guaraná é realizado através de análises da quantidade de cafeína presente⁴⁵.

2.3.1. Ações sobre o organismo

O efeito estimulante do guaraná é similar ao da cafeína, sendo que 1 g de guaraná contém o equivalente a 40 mg de cafeína¹. A fonte natural precisa da atividade estimulante do guaraná não é bem conhecida³. Contudo, tem sido relatado que o guaraná exerce um efeito mais prolongado que o equivalente médio de cafeína¹. O teor de gordura contida na semente de guaraná e substâncias como o ácido tânico fazem com que a liberação da guaranina seja mais lenta do que a da cafeína⁴⁰, prolongando seus efeitos no organismo.

Há pouca informação na literatura que relata os efeitos do guaraná, embora seja consenso que produtos com altas quantidades de guaraná apresentem efeitos fisiológicos similares à cafeína³.

2.4. Glucoronolactona

A glucoronolactona ocorre naturalmente como um metabólito formado a partir da glicose no fígado, sendo também encontrada em um pequeno número de produtos, como o vinho, que é uma boa fonte (acima de 20 mg/L). A glucoronolactona também pode ser encontrada em vegetais que contêm gomas. A goma xantana é um exemplo de goma formada por unidades de manose e ácido glucorônico¹.

Nem todas as bebidas energéticas contêm glucoronolactona, porém a concentração em algumas delas pode variar de 250 a 2500 mg/L¹.

No Brasil, a legislação referente às bebidas energéticas estabelece o limite máximo de glucoronolactona em 250 mg/100 mL⁸.

2.4.1. Ações sobre o organismo

No pH fisiológico, a glucoronolactona entra em equilíbrio com o ácido glucorônico, seu precursor imediato. O ácido glucorônico é um importante constituinte das fibras e tecidos conjuntivos de animais¹⁹.

A glucoronolactona administrada por via oral em humanos é rapidamente absorvida, metabolizada e excretada como ácido glucarico, xilitol e L – xilulose¹⁹.

Alguns animais como os roedores, utilizados em estudos, podem sintetizar vitamina C endogenosamente a partir do ácido glucorônico. Esta via acontece convertendo ácido gulônico ou glucoronolactona para gulonolactona e daí para ácido ascórbico. Contudo, primatas, incluindo o homem, não possuem esta rota metabólica. Por esta razão os roedores podem ser um modelo inapropriado para medir os efeitos da glucoronolactona¹⁹.

2.4.2. Mecanismo de Toxicidade

De acordo com Finnegan¹, o metabolismo da glucoronolactona em humanos é desconhecido e não há avaliações que forneçam informações sobre as interações entre glucoronolactona e álcool, por exemplo.

De acordo com o Scientific Committee on Food (SCF)¹⁹ é necessário que se conheça a influência de altas doses de glucoronolactona, pois as rotas metabólicas envolvendo glicose podem ser um relevante fator de risco em relação a crianças e diabéticos.

3. Conclusão

As bebidas energéticas possuem um grande potencial de mercado, dado a grande variedade de componentes em sua formulação, cada um contendo suas características de funcionalidade. Por serem produtos ainda relativamente novos no mercado, existem muitas controvérsias a respeito das concentrações adequadas de uso e a respeito dos reais efeitos destes ingredientes no organismo.

São necessárias também mais pesquisas sobre as interações destes componentes com outras substâncias como o álcool, visto que o público alvo destas bebidas são os jovens,

que se utilizam muitas vezes da combinação álcool/bebida estimulante.

REFERÊNCIAS

1. Finnegan D. The health effects of stimulant drinks. *Nutrition Bulletin*. 2003; 28:147-55.
2. Drogas y Temas Asociados. 2003. [acesso em 2003 nov 13]. Disponível em URL: <http://www.usb-med.edu.co/unidades/ciaf/temas.htm>.
3. 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.
4. Hilliam M. The Market for Funcional Foods. *Int Dairy Journal*. 1998; 8:349-53.
5. Bonce L. Energy Drinks: ¿ayudan, perjudican ó hiperenergizan? [acesso 2003 nov 25]. Disponível em URL: <http://www.nutrinfo.com.ar>.
6. Healey ID. Sport drinks and functional ingredients. *Drink Technology & Marketing* 2004; 8(1):14-5.
7. Amendola C, Iannilli I, Restuccia D, Santini I, Vinci G. Multivariate statistical analysis comparing sport and energy drinks. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 2004; 5: 263-7.
8. Brasil. Resolução RDC nº 273, de 22 de set. de 2005 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo*, Brasília, DF, 22 set. 2005. Seção 1, nº184, p. 375-6.
9. Brasil. Portaria nº 868, de 3 de nov. de 1998 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo*, Brasília, DF, 05 nov. 1998.
10. Brasil. Portaria nº 222, de 24 de mar. de 1998 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo*, Brasília, DF, 22 mar. 1998.
11. Smit HJ, Rogers PJ. Effects of 'energy' drinks on mood and mental performance: critical methodology. *Food Quality and Preference*. 2002; 13:317-26.
12. Carrilo JA, Benitez J. Clinically significant pharmacokinetic interactions between dietary caffeine and medications. *Clin Pharmacokinetic*. 2000; 39(2):127-53.
13. Australian Institute of Sport - AIS. Caffeine and Sport Performance. 2001. [acesso 13 nov 2003]. Disponível em URL: <http://www.ausport.gov.au/ais/nutrition/suppcaffws.htm>.
14. Roberts HR, Barone JJ. Biological Effects of Caffeine - History and Use. *Food Technology*. 1983; 37(9):32-9.
15. Ballone JG. Psiqweb - Cafeína. 2003. [acesso em 13 nov 2003]. Disponível em URL: <http://www.psiqweb.med.br/>.
16. Araújo MCP, Mello JSR, Oiano-Neto J, Castro IM. Quantificação de cafeína em bebidas comerciais tipo energético (energy drink) via metodologia de CLAE aprovada em ensaio interlaboratorial. In: 5º Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, Campinas, São Paulo, 2003, CD-ROM.
17. Wong DWS. Química de los alimentos - mecanismos y teoría. Zaragoza, España: Editorial Acribia; 1995.
18. Borstel RWV. Biological Effects of Caffeine - Metabolism. *Food Technology* 1983; 37(9):40-3.
19. Scientific Committee on Food - SCF. Opinion on caffeine, taurine and D - glucorono-δ-lactona as constituents of so-called 'energy drinks'. 1999. [acesso em 16 nov 2003]. Disponível em URL: http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out22_en.html.
20. Institute of Food Technologist. Evaluation of Caffeine Safety - A Scientific Status Summary by the Institute of Food Technologist's Expert Panel on Food Safety & Nutrition; 1987. 1-6.
21. Arnaud MJ, Murray C, Youssif A, Milon H, Devoe LD. Caffeine consumption and metabolism in pregnant women during the third-trimester pregnancy. Switzerland: Nestlé Research Center; 1993.
22. Cafeína y Salud.[acesso em: 20 out 2003]. Disponível em URL: <http://www.caffeineandhealth.net/AboutUs1.htm>.
23. Nehlig A, Daval JL, Debry G. Caffeine and the central nervous system: mechanisms of action, biochemical, metabolic and psychostimulant effects. *Brain Res Rev*. 1992; 17(2):139-70.
24. Ratliff-Crain J, Kane J. Predictors for altering caffeine consumption during stress. *Addictive Behaviors*. 1995; 20(4):509-16.
25. Noordzij M, Uiterwaal CS, Arends LR, Kok FJ, Grobbee DE, Geleijnse JM. Blood pressure response to chronic intake of coffee and caffeine: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Hypertens*. 2005; 23(5):921-8.
26. Fitfazio. Cafeína - saúde e performance. [acesso em: 13 nov 2003]. Disponível em URL: <http://www.fitfazio.hpg.ig.com.br/cafeina.html>.
27. Ferreira SE, Mello MT, Formigoni MLOS. O efeito das bebidas alcoólicas pode ser afetado pela combinação com bebidas energéticas? Um estudo com usuários. *Rev Assoc Med Brás*. 2004; 60(1):48-51.
28. Ferreira SE, Quadros IMH, Trindade AA, Takahashi S, Koyama RG, Sousa-Formigoni, MLO. Can energy drinks reduce the depressor effect of ethanol? An experimental study in mice. *Physiology & Behavior*. 2004; 82:841-7.
29. Reyner LA, Horne JA. Efficacy of a 'functional energy drink' in counteracting driver sleepiness. *Physiology Behavior*. 2002; 75:331-5.
30. Gyllenhaal C, Merritt SL, Peterson SD, Block KI, Gochenour T. Efficacy and safety of herbal stimulants and sedatives in sleep disorders. *Sleep Medicine Reviews*. 2000; 4(3):229-51.
31. Cristian MS, Brent RL. Teratogen update: evaluation of reproductive and developmental risks of caffeine. *Teratology*. 2001; 64(1):51-8.
32. Santa-María A, Días MM, López A, Miguel MT, Fernández MJ, Ortiz AI. *In vitro* Toxicity of Stimulant soft drinks. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2002; 53:70-2.
33. Lindsay, RC. Flavor. In: Fennema, OR. Química de los alimentos. Zaragoza, España: Editorial Acribia; 1993. p. 666-7.
34. Gahan TE. Caffeine and exercise: metabolism, endurance and performance. *Sports Med*. 2001; 31(11):785-807.
35. Rogers NL, Dinges DF. Caffeine: implications for alertness in athletes. *Clin. Sports Méd*. 2005; 24(2):1-13.
36. Berning JR. Nutrição para treinamento e desempenho atléticos. In: Mahan LK, Scott-Stump S. Krause: Alimentos, nutrição e dietoterapia. 10º ed. São Paulo: Roca; 2002. p. 517- 38.
37. Del Río HS. La taurina: esse aminoácido desconocido. [acesso em 22 ago 2003]. Disponível em URL: <http://www.hector.solorzano.com/articulos/taurina.html>.
38. Kingston R, Kearns S, Kelly C, Murray P. Effects of systemic and regional taurine on skeletal muscle function following ischaemia-reperfusion injury. *J Orthopaedic Res*. 2005; 23:310-4.
39. Kuriyama K, Hashimoto T. Interrelationship between taurine and GABA. *Adv Exp Med Biol*. 1998; 44(2):329-37.
40. Seis bebidas "energéticas", al laboratorio: mais que energéticas, son estimulantes. [acesso em 12 nov 2004]. Disponível em URL: <http://revista.consumer.es/web/es/20020601/actualidad/analisis1/?print=true>.
41. Dias RA. Perfil de Oportunidade de Investimento na Industrialização de Guaraná. Amazonas: Centro de assistência Gerencial à Pequena e Média Empresa do Estado do Amazonas - CEAG-AM, Série Perfil Industrial, 1979.
42. Costa RSC. Testes de Clones de Guaranazeiro em Rondônia. In: Simpósio de Inovações Tecnológicas e Gerenciais - FRUTAL 2001. Fortaleza: FRUTAL; 2001 (CD-ROM)
43. Tfouni SAV, Toledo MCF, Camargo MCR, Vitorino SHP. Determinação de cafeína em guaraná em pó (*Paullinia cupana*). In: 5º Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos. Campinas, 2003. CD-ROM.
44. Angelucci E, Tocchini RP, Lazarine VB. Caracterização Química da Semente de Guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* Ducke). *Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos* 1978; 56: 183-92.
45. Magna A, Salomão AA, Vila MMDC, Tubino M. Comparative Study of two Spectrophotometric Reagents for Catecol Analysis in Guaraná Seeds Powder. *J Braz Chem Soc*. 2003; 14(1):129-32.