

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Domênica Maioli

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE BEBIDA
ENERGÉTICA DURANTE O ARMAZENAMENTO

Porto Alegre

2014

Domênica Maioli

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE BEBIDA
ENERGÉTICA DURANTE O ARMAZENAMENTO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Ciência e
Tecnologia de Alimentos da Universidade
Federal do Rio Grande do Sul para
obtenção do Título de Engenheiro de
Alimentos.

Orientador: Alessandro de Oliveira Rios

Co-orientadora: Simone Hickmann Flores

Porto Alegre

2014

CIP - Catalogação na Publicação

Maioli, Domênica
Caracterização Físico-Química e Sensorial de Bebida
Energética Durante o Armazenamento / Domênica
Maioli. -- 2014.
77 f.

Orientador: Alessandro de Oliveira Rios.
Coorientadora: Simone Hickmann Flores.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto
de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Curso de
Engenharia de Alimentos, Porto Alegre, BR-RS, 2014.

1. Estabilidade. 2. Bebida Energética. I. de
Oliveira Rios, Alessandro, orient. II. Hickmann
Flores, Simone, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Domênica Maioli

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE BEBIDA
ENERGÉTICA DURANTE O ARMAZENAMENTO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Ciência e
Tecnologia de Alimentos da Universidade
Federal do Rio Grande do Sul para
obtenção do Título de Engenheiro de
Alimentos.

Aprovado em: ___/___/___

Alessandro de Oliveira Rios
(Orientador)
Doutor em Ciência de Alimentos
UNICAMP

Simone Hickmann Flores
(Co-orientadora)
Doutora em Engenharia de Alimentos
UNICAMP

Vitor Manfroi
Doutor em Ciência e Tecnologia
Agroindustrial
UFPEL

Plinho Francisco Hertz
Doutor em Ciência de Alimentos
Université Paris-Sud 11

*Dedico esse trabalho à minha família linda,
minha base e meu eterno porto seguro.
Aos meus pais Vitor e Elza, meu mano Fabi
Aos companheiros caninos Axl e Sobis.
Eu amo vocês.*

AGRADECIMENTOS

À minha família, meu pai Vitor, minha mãe Elza e meu irmão Fabi, por estarem sempre ao meu lado, me apoiando, me dando muito amor e carinho desde que nasci. Sou eternamente grata à Deus por ter nascido em uma família tão abençoada como a minha. Se hoje eu estou aqui conquistando mais essa etapa na minha vida, eu devo isso a vocês. Pai e Mãe, obrigada pelo amor incondicional e pelo orgulho que sentem e que sempre fazem questão de demonstrar. Fabi, mano engenheiro, te tenho como exemplo desde que nasci e ainda quero ser que nem tu! Amo vocês.

Ao meu namorado Pedro, meu mineirinho, que mesmo lá de longe sempre esteve ao meu lado. Obrigada pela paciência e tranquilidade que sempre manteve comigo. Está valendo à pena cada quilômetro encarado. Obrigada de coração pela dedicação incansável que tu forneces, pelo companheirismo e pelo amor. Como já havia te dito, não me ofereça um amor mais fácil, pois é esse que eu quero. Te amo!

Às minhas amigas. Primeiramente as minhas parceiras de curso Camila, Carol e Paula, por me proporcionarem os melhores momentos da UFRGS! A palavra “faculdade” faz muito mais sentido ao lado de vocês! À minha big little sis Bá, que fui conhecer em um país geladinho, mas que demonstrou ter o coração mais quente de todos. Obrigada por ter ouvido meus dramas (não só do TCC, hahaha), a vida me presenteou com tua amizade eterna. Por último, mas não menos importante, às minhas amigas mais antigas, as “mtaa’s” Manô e Jor. Vocês estão comigo há tanto tempo e o melhor de tudo é que quando estou com vocês, é como se não tivesse passado tempo nenhum!

Obrigada à UFRGS e ao ICTA, pela infra-estrutura e ensino de qualidade. Orgulho de estar me formando nessa faculdade. Obrigada aos Professores que sempre estiveram comigo: ao Alessandro, pela parceria, momentos de diversão e amizade, ensinamentos valiosos, conselhos e pela orientação nesse TCC; à Simone, pela amizade e orientação, te enxergo como uma mãezona. Vocês dois estiveram comigo desde o começo. Obrigada!

Obrigada à Muraro & Cia Ltda, que fez a doação de bebida energética e me deu espaço para realizar o estudo. Obrigada aos meus supervisores Valter e Roseli, que acompanharam as análises, repassando ensinamentos e conhecimentos. Obrigada pela compreensão e paciência.

Enfim, obrigada a Deus, que colocou na minha vida todas as pessoas citadas acima e muitas outras que fizeram parte dessa conquista. Obrigada por ter me abençoado, trazendo muita luz durante essa jornada.

"É exatamente disso que a vida é feita: de momentos. Momentos que temos que passar, sendo bons ou ruins, para o nosso próprio aprendizado. Nunca esquecendo o mais importante: Nada nessa vida é por acaso. Absolutamente nada. Por isso, temos que nos preocupar em fazer a nossa parte, da melhor forma possível. A vida nem sempre segue a nossa vontade, mas ela é perfeita naquilo que tem que ser".

Chico Xavier

RESUMO

Bebidas energéticas são produtos elaborados com ingredientes como por exemplo, taurina, cafeína, glucoronolactona ou inositol que estimulam o metabolismo e aumentam o estado de alerta dos consumidores,. Além desses insumos, essa bebida também contém água potável, açúcar, CO₂, vitaminas e aditivos. Fatores como a composição, o tipo de embalagem e as condições de armazenamento tornam esse produto propício à ocorrência de modificações físico-químicas e sensoriais durante o seu armazenamento, afetando a sua vida-de-prateleira. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar físico-química e sensorialmente o produto logo após o envase, estimando a vida-de-prateleira da bebida energética envasada em garrafas PET de 1 Litro e armazenadas durante 39 dias em condição refrigerada a 5°C (TR), temperatura ambiente com médias de 25°C (TA) e temperatura de estufa a 35°C (TE). Em relação às características de pH, sólidos solúveis e acidez total, foi possível verificar que tanto a temperatura como o tempo de armazenamento não modificaram significativamente esses parâmetros em 39 dias. Já os teores de CO₂ e vitamina C foram fortemente influenciados pela temperatura e pelo tempo de estocagem, ocorrendo redução dos mesmos ao longo do armazenamento para todas as condições. Na análise de cor, ocorreu perda de coloração do componente negativo a* (verde) ao longo do tempo para TE e de luminosidade (componente L*) para os 3 tratamentos. A coloração do componente positivo b* (amarela) se manteve no período estudado. Para a análise sensorial, no 25º dia de armazenamento os provadores começaram a perceber diferença da condição de estufa (TE) para condições TA e TR nos parâmetros de “sabor” e “aceitação global”. Aos 39 dias de armazenamento TE foi estatisticamente diferente de TA e TR para todos os atributos sensoriais (menos aparência), sendo que TA e TR não apresentaram diferença estatística entre si, podendo-se afirmar que em 39 dias de armazenamento as condições de temperatura ambiente e refrigerada são iguais sensorialmente. A vida-de-prateleira estimada foi de 4 meses, compatível com marcas do mercado que possuem as mesmas características de embalagem e processo.

Palavras-chave: Bebida energética. Estabilidade. Armazenamento. Vida-de-prateleira.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	11
2.1	Objetivo Geral	11
2.2	Objetivo Específico	11
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1	Produção e Consumo de Bebidas Energéticas	12
3.2	Legislação	14
3.2.1	<i>Definição</i>	14
3.2.2	<i>Composição</i>	14
3.2.2.1	Água Potável	14
3.2.2.2	Dióxido de Carbono (CO ₂).....	16
3.2.2.3	Açúcar.....	17
3.2.2.4	Taurina.....	18
3.2.2.5	Caféina.....	18
3.2.2.6	Glucoronolactona.....	19
3.2.2.7	Inositol.....	20
3.2.2.8	Vitaminas do Complexo B.....	21
3.2.2.9	Aditivos.....	22
3.2.2.9.1	<i>Acidulantes</i>	23
3.2.2.9.2	<i>Reguladores de Acidez</i>	23
3.2.2.9.3	<i>Aromatizantes</i>	24
3.2.2.9.4	<i>Corantes</i>	25
3.2.2.9.5	<i>Conservadores</i>	26
3.2.2.9.6	<i>Antioxidantes</i>	28
3.3	Fatores que Influenciam a vida-de-prateleira de uma Bebida Energética	29
3.3.1	<i>Processamento de Bebidas Energéticas</i>	30
3.3.1.1	Processamento Sem Emprego da Pasteurização	30
3.3.1.2	Processamento Com Emprego da Pasteurização	31

3.3.2	<i>Embalagens</i>	32
3.3.2.1	Polietileno Tereftalato	34
3.3.2.2	Latas de Alumínio	34
3.3.3	<i>Armazenamento e Transporte</i>	35
4	MATERIAIS E MÉTODOS	36
4.1	Análises Físico-Químicas	36
4.2	Análise Sensorial	37
4.3	Determinação da vida-de-prateleira	37
4.4	Análise Estatística	38
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5.1	Análises Físico-Químicas	39
5.1.1	<i>Sólidos Solúveis</i>	39
5.1.2	<i>pH</i>	40
5.1.3	<i>Concentração de CO₂</i>	42
5.1.4	<i>Acidez Total</i>	45
5.1.5	<i>Vitamina C</i>	45
5.1.6	<i>Análise de Cor</i>	47
5.2	Análise Sensorial	50
5.3	Estimativa da vida-de-prateleira	56
6	CONCLUSÃO	60
	REFERÊNCIAS	61
	APENDICE A – FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL	73
	APENDICE B – MÉDIAS DA ANÁLISE SENSORIAL	74
	ANEXO A - INGREDIENTES DA BEBIDA ENERGÉTICA UTILIZADA	76
	ANEXO B – SISTEMA CIELAB - ESPAÇO L, A*, B*	77

1 INTRODUÇÃO

Durante a última década, as bebidas energéticas ganharam espaço na rotina de consumidores adolescentes e adultos uma vez que são produtos que contêm cafeína ou outros estimulantes legais com propriedades de fornecer energia e melhorar o estado de alerta, tornando-se uma bebida mundialmente conhecida.

O consumo e a produção dessas bebidas vêm crescendo nos últimos anos no país e atualmente representa um dos maiores crescimentos entre as bebidas não alcoólicas, sendo que em 2013 as vendas somaram 1,4 bilhões de reais, 12% mais em relação ao ano anterior. A tendência é que o crescimento se mantenha nos próximos anos (EXAME, 2014).

Vislumbrando uma fatia desse mercado promissor, as mais de 130 marcas que circulam nas prateleiras do país apostam em diversas alternativas para captar consumidores, como a diversificação das marcas, o uso de diferentes embalagens, a escolha de novos pontos de venda e o desenvolvimento de ações para novos públicos como pais de família, classe C e executivos (OSCAR, 2011).

Além de conter a cafeína, que possui propriedades de estimular o sistema nervoso central, o coração e os músculos esqueléticos (STOOKEY, 1999), ainda podem ser adicionados outros compostos com as mesmas propriedades, como a taurina, a glucoronolactona e o inositol. Outros ingredientes como a água potável, o açúcar, o dióxido de carbono, as vitaminas e os aditivos também estão presentes nas bebidas energéticas.

No entanto, um importante fator a ser considerado em relação às bebidas energéticas é a estabilidade ao longo da sua vida-de-prateleira. Essas bebidas estão suscetíveis a modificações físico-químicas e sensoriais após o envase e principalmente quando não são armazenadas em locais apropriados. Isso ocorre devido à sensibilidade de alguns componentes da formulação (como vitaminas e aromas), a fatores ligados ao processamento, o tipo de embalagens e as condições de armazenamento e transporte do produto.

Por esses motivos, é recomendável que após o envase exista o monitoramento das condições de armazenamento das bebidas, para que o produto mantenha suas características durante a vida-de-prateleira, tornando-se assim de suma importância um estudo sobre a estabilidade de bebidas energéticas durante o seu armazenamento.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo do presente estudo foi avaliar a estabilidade físico-química e sensorial de uma bebida energética durante o armazenamento.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a estabilidade de uma bebida energética quando submetidas a três condições de armazenamento diferentes: temperatura refrigerada (TR), temperatura ambiente (TA) e condição acelerada (TE);
- Realizar análises físico-químicas nas bebidas energéticas, tais como pH, sólidos solúveis, acidez total, gás carbônico, cor e vitamina C.
- Realizar análise sensorial das bebidas a fim de investigar a aceitação de diferentes atributos desse produto de acordo com o tempo decorrido.
- Estimar a vida-de-prateleira da bebida energética.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Produção e Consumo de Bebidas Energéticas

Tanto a produção como o consumo das bebidas energéticas têm crescido de forma acelerada no país, aumentando o tamanho do mercado para este segmento. Esse mercado registrou aumento de 329% nos últimos cinco anos. Apesar desse crescimento contínuo, o setor de bebidas energéticas em nível nacional ainda é recente e de acordo com as previsões das pesquisas da Mintel (empresa que realiza pesquisas de mercado), o mercado possui muito potencial de crescimento, com uma taxa anual de crescimento de 13% (PICASSO, 2013). O desempenho do segmento de bebidas energéticas se deve à aceitação do consumidor brasileiro, que está incorporando cada vez mais o produto em sua cesta de compras (FERREIRA, 2013).

Grandes indústrias, como Red Bull, Coca-Cola, Ambev, GlobalBev e Grupo Petrópolis, disputam os primeiros lugares no mercado. Em 2011 foram comercializados 108 milhões de litros desse tipo de bebida, contra 87 milhões em 2010, segundo estimativa da Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e Bebidas Não Alcoólicas (ABIR) (ABRAS, 2012). O aumento do poder de compra da população e a disposição da nova classe média brasileira de incluir a bebida – uma novidade – entre seus produtos consumidos são os dois motivos que ajudam a explicar o crescimento. Apesar desse mercado em crescimento, o consumo *per capita* ainda é baixo, pois segundo dados da ABIR o consumo nacional é de 0,45 litros por ano por habitante. No Nordeste, o consumo anual de cada pessoa é ainda menor, de 0,27 litros (OSCAR, 2011; FERREIRA, 2013).

Segundo uma pesquisa da ABRAS (2012) (Associação Brasileira de Supermercados), a líder de mercado Red Bull, atuando no Brasil desde 1999, detém 50% do mercado. O sucesso da Red Bull é resultado de uma inovadora estratégia de marketing, com investimentos na realização de eventos esportivos e culturais, além do patrocínio de atletas. A companhia faturou mundialmente 4,2 bilhões de euros (US\$ 5,6 bilhões) em 2011, alta de 12,4% sobre o ano anterior. Outra empresa que tem buscado associar sua marca à prática esportiva é o Grupo Petrópolis, dono do energético TNT, fabricado através de terceirização. A companhia visa chegar à segunda posição do mercado, hoje ocupada pelo Burn, da Coca-Cola. Lançado em 2009, o TNT registrou crescimento de 262% em três anos, atingindo a venda de 60 milhões de latas em 2011.

Outro motivo que levou ao aumento do consumo e da produção desse segmento foi a inclusão de versões maiores do produto em garrafas PET (Polietileno Tereftalato). O lançamento desse tipo de embalagem contribuiu para a chegada de um perfil de consumidor que até então não estava habituado à bebida. Essa inovação resultou na redução do preço final no varejo e trouxe novos consumidores para essa categoria que anteriormente eram desencorajados pelos preços elevados dos produtos vendidos em lata de alumínio (FERREIRA, 2013). A partir desses dados, é possível afirmar que os consumidores de bebidas energéticas passam a abranger todas as classes sociais, já que o produto está sendo ofertado no mercado a preços mais acessíveis devido às embalagens PET.

Esse público busca consumir o produto pelos seus benefícios e as suas características sensoriais marcantes. De acordo com Ballistrelli e Corradi-Webster (2008), estas bebidas foram criadas para aumentar a resistência física, proporcionar uma melhor concentração e tempos de reação mais rápidos, ficar mais alerta, evitar sonolência, proporcionar uma sensação de bem-estar, estimular o metabolismo, além de ajudar a eliminar substâncias prejudiciais do corpo.

Apesar desses benefícios, alguns estudos apontam aspectos prejudiciais no consumo de bebidas energéticas, sendo que a própria legislação (BRASIL, 2005) não recomenda o consumo com bebida alcoólica, mas esse hábito é muito comum entre o público jovem. Essa informação é confirmada por Ferreira et al. (2004) que constataram a crescente ingestão de bebidas alcoólicas, principalmente destiladas, com bebidas energéticas. Outro estudo aponta que as bebidas energéticas são estimulantes e o álcool é um depressor, portanto, a combinação destes dois efeitos pode ser perigosa. Os efeitos estimulantes podem mascarar a intoxicação e afetar a capacidade de um indivíduo reconhecer a quantidade de álcool consumida (LIMA; MENDES, 2013). O consumo desse produto isolado também deve ser controlado, pois segundo Ferreira et al. (2012) o consumo abusivo de bebidas energéticas pode causar quadros de ansiedade, fadiga, nervosismo, insônia, taquicardia, tremores, inquietação motora, aumentar pressão arterial e criar vício.

3.2 Legislação

3.2.1 Definição

Bebida energética ou “*energy drink*” são denominações dadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária para compostos líquidos pronto para o consumo, os quais podem conter 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 ser adicionado de outro(s) ingrediente(s), desde que não descaracterize(m) o produto (BRASIL, 2005).

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 (CARVALHO *et al.*, 2006).

3.2.2 Composição

As bebidas energéticas são compostas por água potável, açúcar, dióxido de carbono, taurina, cafeína, glucoronolactona, inositol, vitaminas e aditivos (como acidulantes, reguladores de acidez, aromatizantes, corantes, conservantes e antioxidantes).

Os limites máximos para alguns componentes presentes nas bebidas energéticas são estabelecidos pela Resolução de Diretoria Colegiada RDC Nº 273, de 22 de setembro de 2005. São eles: inositol (máximo 20 mg/100 mL), glucoronolactona (máximo 250 mg/100 mL), taurina (máximo 400 mg/100 mL), cafeína (máximo 35 mg/100 mL) e álcool etílico (máximo 0,5 mL/100 mL).

3.2.2.1 Água Potável

Entre todos os insumos utilizados na fabricação de bebidas energéticas, a água é o que se encontra em maior quantidade. A água deve apresentar um padrão estável em sua composição e não pode conter substâncias que possam alterar o sabor, aspecto ou a consistência do produto. Segundo o Ministério da Saúde (2011), água potável é água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde. A portaria nº 2914 de 12 de

Dezembro de 2011 dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

A água participa do balanço químico entre os ingredientes das bebidas carbonatadas, pois é o veículo da dissociação do açúcar, conservantes, ácidos, antioxidantes, essências, corantes e gás carbônico, e não pode contribuir com substâncias que possam alterar a aparência, a estabilidade ou o sabor do produto a ser distribuído (CELESTINO, 2009). Além disso, segundo Venturini (2010), para que não haja mudanças na aparência, estabilidade ou sabor da bebida é necessário que a água possua características específicas, como por exemplo: baixa alcalinidade, presença de sulfatos e cloretos, baixa quantidade de cloro e fenóis, ausência de metais e padrão microbiológico adequado. Por isso torna-se importante conhecer o papel de cada um desses compostos e como eles influenciam as características das bebidas energéticas.

É importante que a água possua baixa alcalinidade, pois carbonatos e bicarbonatos interagem com ácidos orgânicos, como ascórbico e cítrico, presentes na formulação, alterando o sabor da bebida, pois reduzem sua acidez e provocam perda de aroma. Os sulfatos e cloretos auxiliam na definição do sabor, porém o excesso é prejudicial, pois o sabor ficará demasiado acentuado. Já o cloro fornece um sabor característico de remédio e provoca reações de oxidação e despigmentação, alterando a cor original das bebidas energéticas. Os fenóis transferem seu sabor típico, principalmente quando combinado com o cloro (clorofenóis). E por fim, ferro, cobre e manganês aceleram reações de oxidação, degradando o produto (SILVA; AFONSO, 2009).

É importante que a água, antes de ser processada na fabricação de bebidas, passe por um sistema de tratamento na própria planta industrial, com o intuito de monitorar e assegurar a qualidade dos produtos. Por oportuno e com base no novo padrão de qualidade e segurança de alimentos, faz-se necessário avaliar, corrigir e garantir resultados satisfatórios quanto ao tratamento de água para a produção de bebidas gaseificadas, a fim de validar a qualidade dos produtos fornecidos (CELESTINO, 2009).

De modo geral, as principais etapas de tratamento da água na indústria de bebidas energéticas incluem: cloração, abrandamento, floculação e posterior separação das partículas (por decantação ou flotação), filtração em filtro de areia, cloração, filtração por carvão ativado e polimento final (BARNABÉ e VENTURINI FILHO, 2010).

A desaeração da água é exigida para facilitar a carbonatação subsequente, pois minimiza os problemas de espuma causados pela liberação do gás carbônico devido ao

oxigênio, além de problemas sensoriais. Na prática, o oxigênio dissolvido deve ser reduzido no mínimo de 8-9 a 1 mg/L (VARNAM; SUTHERLAND, 1994).

3.2.2.2 Dióxido de Carbono (CO₂)

As bebidas energéticas são produtos compostos por uma mistura de dióxido de carbono dissolvido água, adicionada ao xarope, o qual consiste em um mix dos outros ingredientes presentes na sua composição.

O CO₂ é o único gás apropriado para produção de bebidas gaseificadas, garantindo refrescância ao produto. Além disso, é inerte, atóxico, praticamente não tem sabor, e está disponível a um custo razoável (CELESTINO, 2010). De acordo com Tocchini e Nisida (1995), a carbonatação confere "vida" ao refrigerante. O CO₂, como todo o gás, apresenta a solubilidade em água com função inversa à temperatura, logo, quanto mais baixa for a temperatura, desde que acima do 0°C, maior será a solubilidade do gás na água.

Para que ocorra a incorporação de CO₂ nas bebidas carbonatadas, primeiramente ocorre a mistura de dióxido de carbono com água, originando uma terceira substância, o ácido carbônico (H₂CO₃), que tem forma líquida. Após esse processo, acrescenta-se o xarope ao ácido e a última etapa é inserir uma dose extra de CO₂ dentro da embalagem para aumentar a pressão interna e conservar a bebida (PASSOS, 2004). A solução resultante da mistura de água e CO₂ é levemente ácida em razão da formação do H₂CO₃, sendo considerada um conservante, pois assegura ao produto uma medida extra de proteção sanitária, devido ao abaixamento do pH (CELESTINO, 2010).

Em relação ao controle do produto, diversos aspectos determinam a qualidade da carbonatação tais como a pressão de CO₂ no saturador, temperatura de carbonatação, manutenção de temperatura, ausência de ar no xarope e qualidade da água. Além disso, existe a questão da embalagem, considerando-se seu material (vidro, plástico ou metal) e o tipo de fechamento da mesma, e também seu desempenho físico-mecânico frente às condições de transporte e armazenagem, como variações de temperatura, movimentação e empilhamento (DANTAS, 2001), por isso a perda de gás carbônico em bebidas é um importante fator a ser considerado no controle de qualidade de um produto. Este controle envolve não só a etapa de produção, mas também as características da embalagem utilizada e dos sistemas de armazenagem, transporte e distribuição (DANTAS, 2001).

3.2.2.3 Açúcar

A quantidade de açúcar encontrada na maioria das bebidas energéticas é similar à quantidade contida em outras bebidas gaseificadas como o refrigerante (CLAUSON et al., 2008). Por esse motivo é possível comparar uma bebida energética a um refrigerante quando se trata do teor de açúcar. De acordo com Cestino (2010), o açúcar em refrigerantes é adicionado numa proporção de 8% a 12% do produto final. Um outro estudo sobre os constituintes das bebidas energéticas relatou que a faixa de variação da quantidade de açúcar nessas bebidas é de 21 a 34 gramas em 240 mL de produto (SIFFERLIN, 2013), o que corresponde a cerca de 8,5% a 12,5% do produto final, confirmando a veracidade do teor de açúcar ser similar aos refrigerantes.

Por serem alimentos similares, em conformidade com a legislação brasileira para refrigerantes (BRASIL, 1998), a sacarose (açúcar refinado ou cristal) pode ser substituída total ou parcialmente por sacarose invertida, frutose, glicose e seus xaropes. Isso pode ser confirmado por Clauson et. al. (2008) os quais afirmaram que as bebidas energéticas podem conter açúcares sob a forma de sacarose, glicose e/ou xaropes.

Os açúcares líquido e invertido são mais indicados para a produção de bebidas carbonatadas pois possuem o mesmo perfil de sabor e poder adoçante do açúcar sólido comum e são mais facilmente manuseáveis na indústria (BIANCHINI; ASSUMPCÃO, 2002).

Um das funções do açúcar em bebidas carbonatadas é citada em uma pesquisa realizada por Silva e Afonso (2009), onde relataram que esse insumo tem o poder de dar o sabor adocicado, “encorpar” o produto, juntamente com o acidulante, fixar e realçar o paladar e fornecer energia. Em relação à ação do açúcar no organismo, estudos apontam que a glicose e a sacarose são essenciais para o funcionamento normal do sistema nervoso central. O cérebro depende de glicose e de sacarose como uma fonte de combustível, o que requer a ingestão regular através da corrente sanguínea devido ao armazenamento restrito desses compostos pelo organismo (CLAUSSON, 2008; WENK, 1989).

A recente tendência de bebidas energéticas de baixa caloria conduziu à eliminação de glicose e sacarose da composição do produto, para ser substituído por edulcorantes como aspartame ou por outros adoçantes não calóricos e artificiais (CURTISS, 2008).

3.2.2.4 Taurina

Outro ingrediente frequentemente encontrado em bebidas energéticas é a taurina. A taurina é o aminoácido intracelular mais abundante do organismo humano. Apesar disso, praticamente toda taurina que está disponível comercialmente é sintetizada quimicamente (SEIDL et al., 2000).

A ANVISA define que a IDR (Ingestão Diária Recomendada) é a quantidade de proteína, vitaminas e minerais que deve ser consumida diariamente para atender às necessidades nutricionais (BRASIL, 2005). Estima-se que a IDR de taurina para seres humanos situa-se entre 40 e 400 mg, sendo que legislação impõe como limite máximo para bebidas energéticas 400 mg de taurina por 100 mL (FINNEGAN, 2003; BRASIL, 2005).

Muitas funções fisiológicas do organismo estão associadas a esse aminoácido e alguns estudos apontam que a ingestão de taurina traz benefícios. Fujisaka (2009) relatou em seu estudo que os fabricantes de bebidas energéticas adicionam taurina ao composto com o intuito de acelerar a excreção de substâncias prejudiciais ao organismo. Complementando essa informação, Ferreira et al. (2004), relataram que a taurina é o aminoácido mais comum encontrado nas bebidas energéticas, funcionando como um transmissor metabólico, desintoxicante e acelerando a contratilidade cardíaca. Outra função da taurina é auxiliar na regeneração das membranas celulares, de modo a diminuir a secreção do ácido lático nos músculos, o que reduz o cansaço e o desgaste físico.

Com relação ao efeito da taurina no consumo de bebidas energéticas, quando combinada com a cafeína, ocorre o aumento do trabalho cardíaco, intensificando a sensação energia (SERRUYA et al., 2009). Assim, a combinação do consumo excessivo destes dois compostos aliados à extrema atividade física, pode causar isquemia do miocárdio por espasmos dos vasos coronários, com resultados fatais. A taurina potencializa os efeitos da cafeína relativos à contração do músculo cardíaco (BERGER; ALFORD, 2009).

3.2.2.5 Cafeína

A cafeína (1,3,7-trimetilxantina) é um alcalóide natural encontrado em muitos produtos naturais como grãos de café, folhas de chá, nozes de cola e grãos de cacau (NAWROT, 2003).

Em comparação com a taurina, a cafeína está presente em menores quantidades no produto final, sendo que o limite máximo de adição desse componente estabelecido pela ANVISA é de 35 mg/100 mL (BRASIL, 2005). Um estudo sobre questões de segurança associadas a bebidas energéticas disponíveis comercialmente relatou que quase todos os produtos do mercado possuem uma concentração de cafeína variando de 31 a 34 mg por 100 mL, embora alguns podem conter até 125 mg para a mesma quantidade (CLAUSON et al., 2008). De acordo com Prates (2011) algumas pesquisas indicam que indivíduos saudáveis e que não possuem sensibilidade à cafeína devem consumir no máximo 400 mg da substância ao dia no caso dos homens e 300 mg no caso das mulheres.

Esse alcalóide possui muitos efeitos fisiológicos, incluindo a estimulação do sistema nervoso central, do coração, dos músculos esqueléticos e, possivelmente, dos centros motores que controlam a pressão arterial. Seu consumo pode causar uma elevação aguda da pressão arterial diastólica e sistólica (STOOKEY, 1999).

Além desses efeitos associados ao seu consumo, a cafeína é um diurético que pode produzir perdas de água estimadas em 1,17 mL a cada 1 mg de cafeína. Isto é particularmente importante porque muitas bebidas energéticas são administradas em conjunto com atividades esportivas e aprimoramento atlético, o que pode aumentar o risco de desidratação. Alguns malefícios da cafeína incluem insônia, nervosismo, agitação, irritação gástrica, náuseas, vômitos, ritmia cardíaca, taquipnéia, tremores e ansiedade (STOOKEY, 1999; CLAUSON et al., 2008).

3.2.2.6 Glucoronolactona

Nem todas as bebidas energéticas contêm glucoronolactona, mas quando adicionada tal substância funciona como um metabólito humano natural formado a partir da biossíntese da glicose e rapidamente metabolizado pelo organismo em ácido glucárico, xilitol e xilulose. Pode ser encontrada também no vinho tinto, cereais, maçãs e pêras (FINNEGAN, 2003; AUSTRALIA, 2001).

Alguns estudos indicam que a glucoronolactona pode melhorar a memória e a concentração, além de atuar como um antidepressivo e estimulante, reduzindo a sonolência (POLLEN BURST, 2005; LAQUALE, 2007).

No mercado, algumas marcas possuem quantidades variadas desse composto, desde 24 mg a 240 mg/100 mL, respeitando o limite máximo de adição de 250 mg/100 mL,

estabelecido pela ANVISA (BRASIL, 2005). O parecer da European Food Safety Authority (EFSA) (2012) aponta que grandes ingestões de glucuronolactona aparentemente não teriam efeitos adversos.

3.2.2.7 Inositol

Inositol é encontrado e amplamente distribuído na dieta humana, tanto em fontes vegetais como animais, sendo um composto derivado do metabolismo da glicose e na literatura científica, também é discutível ser uma vitamina. Está presente em frutas, principalmente, as cítricas (exceto limão), lecitina de soja, grãos integrais, raízes, melão, levedo de cerveja, gérmen de trigo, passas, repolho e nas vísceras como coração e fígado, e pode ser produzido pela flora intestinal (DALL'AGNOL, 2008).

São muitos os efeitos do inositol no organismo, sendo considerado um importante componente do organismo humano, pois está envolvido em diversos processos fisiológicos. Ele participa do metabolismo das gorduras, podendo auxiliar na redução dos níveis do colesterol e também atua no sistema nervoso ajudando na transmissão dos impulsos nervosos e auxilia na memória. Tal composto também aumenta a atenção e a concentração e, por isso, é muito utilizado em diversos suplementos esportivos. O uso também é indicado para pacientes com diabetes (NATUE, 2014).

De acordo com Batistuzzo et al. (2000), a IDR do inositol é 500 a 1000 mg ao dia, sendo que legislação brasileira (2005) estabelece o limite máximo para ser adicionado de 20 mg/100 mL de bebida.

A Tabela abaixo mostra algumas marcas do mercado e as suas respectivas quantidades de Cafeína, Taurina, Glucoronolactona, Inositol de acordo com o fabricante e relacionados com a quantidade estabelecida pela legislação vigente.

Tabela 1 - Quantidades de Cafeína, Taurina, Glucoronolactona, Inositol de algumas marcas de bebida energética comparadas com a legislação vigente.

Ingredientes (mg/100 mL)	Red Bull	TNT	Fusion	Red Horse	Evoke	Naki	Sexy Machine	Limite máximo de adição (BRASIL, 2005)
Cafeína	32	30	35	32	32	32	15	35
Taurina	400	372	400	400	400	400	214,5	400
Glucoronolactona	-	223	-	240	24	240	-	250
Inositol	20	18,6	-	20	20	20	10,5	20

Fonte: A autora (2014)

Como é possível notar, nenhuma das marcas encontradas no mercado ultrapassa o limite de adição estabelecido pela ANVISA.

3.2.2.8 Vitaminas do Complexo B

Já é usual o enriquecimento com vitaminas em muitos alimentos de consumo geral, especialmente bebidas energéticas. As mais comuns encontradas nas formulações desse produto são a vitamina B₂ (riboflavina), B₃ (niacina), B₅ (ácido pantotênico) B₆ (piridoxina) e B₁₂ (cianocobalamina) (DALL' AGNOL, 2006; HECKMAN et al., 2010). A legislação brasileira (BRASIL, 2005) alega que o produto pode ser adicionado de vitaminas até 100% da IDR. Por não ser uma exigência da ANVISA, existem marcas dessas bebidas no mercado que optam por não adicionar esses nutrientes.

A Portaria n° 31 de 1998 do Ministério da Saúde que apresenta o Regulamento Técnico referente a Alimentos Adicionados de Nutrientes Essenciais afirma que é permitido a adição de vitaminas e de minerais em produtos líquidos e essa adição só poderá ser declarada na lista de ingredientes e/ou na Tabela de Informação Nutricional desde que o alimento forneça no mínimo 5% da IDR por 100 g, ou 100 mL do produto pronto para consumo (BRASIL, 1998). A IDR de referência citada por essa portaria é estabelecida pela ANVISA através da Resolução RDC n° 269 de 2005, na qual estão discriminados os seguintes valores de ingestão diária para as vitaminas: B₂ (1,3 mg), B₃ (16 mg), B₆ (1,3 mg), B₁₂ (2,4 µg) e B₅ (5 mg).

Apesar disso, existem produtos com teores de vitaminas diferentes aos declarados nos rótulos dos mesmos. Castro et al. (2006) avaliaram em seu estudo algumas marcas de bebidas

energéticas quanto ao conteúdo de vitaminas, e constataram que os valores encontrados variaram cerca de 10 vezes a menos e 15 vezes a mais que o declarado no rótulo. A quantidade de vitamina B₂ encontrada chegou a ser 35 vezes superior à IDR.

Portanto, torna-se necessário que exista um controle interno nas indústrias, seguindo as especificações e limites de órgãos superiores. Essa afirmação pode ser confirmada por Castro et al. (2006) os quais afirmaram que para garantir a segurança do consumidor que procura essas bebidas, é necessário que o nível dos micronutrientes obedeça a IDR, além de estar em acordo com o declarado no rótulo pelos fabricantes.

O consumo desses nutrientes está associado a benefícios semelhantes às funções dos outros ingredientes adicionados as bebidas energéticas com a finalidade de fornecer energia. Segundo McDermott (2014) esses nutrientes essenciais ajudam a converter os alimentos em combustível, o que nos permite ficar energizado durante todo o dia. Outros estudos apontam os benefícios que esse grupo de vitaminas trás ao organismo e associam esses nutrientes a diversos processos metabólicos, além de serem essenciais para o equilíbrio energético. A carência das vitaminas do complexo B compromete a síntese protéica e o metabolismo aeróbio. Além disso, alega-se que o consumo de grandes quantidades de vitaminas do complexo B aumenta a agilidade mental e foco, além de melhorar o humor (DALL'AGNOL, 2006; FERREIRA, 2011).

3.2.2.9 Aditivos

A Organização Mundial da Saúde (OMS) (1995) define aditivo alimentar como qualquer substância que enquanto tal não se consome normalmente como alimento, nem tampouco se utiliza como ingrediente básico em alimentos, tendo ou não valor nutritivo, e cuja adição intencional ao alimento com fins tecnológicos (incluindo os organolépticos) em suas fases de fabricação, elaboração, preparação, tratamento, envasamento, empacotamento, transporte ou armazenamento, resulte em um componente do alimento ou um elemento que afete suas características.

No Brasil, o órgão que regulamenta o uso de aditivos em alimentos é a ANVISA, citando em suas resoluções para tal fim que a necessidade tecnológica do uso de um aditivo deve ser justificada sempre que proporcionar vantagens de ordem tecnológica e não quando estas possam ser alcançadas por operações de fabricação mais adequadas ou por maiores precauções de ordem higiênica ou operacional. A ANVISA regulamenta o uso de aditivos em

bebidas gaseificadas através da Resolução RDC nº 5, de 15 de janeiro de 2007, aprovando o Regulamento Técnico para essa classe de bebidas (BRASIL, 2007).

Nas bebidas energéticas, as classes de aditivos mais utilizadas são os acidulantes, reguladores de acidez, aromatizantes, corantes, conservantes e antioxidantes.

3.2.2.9.1 Acidulantes

Nas bebidas gaseificadas, os acidulantes têm a função de regular a doçura do açúcar, realçar o paladar e baixar o pH, inibindo a proliferação de microorganismos. Na escolha do acidulante, o fator mais importante é a capacidade de realçar o sabor em questão (PALHA, 2005). Os acidulantes mais utilizados em alimentos são os ácidos orgânicos idênticos aos encontrados nas frutas, como, por exemplo, o ácido málico, que existe na maçã, o ácido tartárico, na uva, e o ácido cítrico, na laranja e no limão. Esses acidulantes são usados para aproximar o sabor dos produtos da acidez da fruta que dá nome ao produto (VALSECHI, 2001).

O acidulante mais encontrado em bebidas energéticas é o ácido cítrico (INS 330), sendo extensivamente aplicado em bebidas gaseificadas para dar sabor e proporcionar propriedades de tamponamento, auxiliando na retenção da carbonatação e prolongando a estabilidade da vitamina C. Sua alta solubilidade também o torna ideal para uso em xarope concentrado devido às propriedades acidulantes, palatabilidade, atoxicidade e facilidade de assimilação pelo organismo humano. Cerca de 70% da produção deste ácido é utilizada pela indústria de alimentos, 12% pela indústria farmacêutica e 18% por outras indústrias. Hoje, quase todo o ácido cítrico comercializado no mundo é produzido por fermentação (embora uma pequena parte ainda seja atraída de frutas cítricas, no México e na América do Sul) (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2014).

3.2.2.9.2 Reguladores de Acidez

Reguladores de acidez, ou agentes de controle de pH, são aditivos alimentares adicionados para alterar ou controlar a acidez ou alcalinidade dos alimentos. Esses compostos podem ser de ácidos orgânicos ou minerais, bases, agentes de neutralização ou agentes de tamponamento, tornando o produto mais palatável para o consumidor (CHEMISTRY INDUSTRY, 2014; NEWCOMBE, 2013).

O controle inadequado do pH pode resultar no crescimento de bactérias indesejáveis no produto que poderia ser um perigo potencial para a saúde. A acidificação é um meio de conservação de produtos alimentares, pois contribui na prevenção do crescimento de bactérias, com manutenção da qualidade desejada (EUFIC, 2014). Por isso é de suma importância que não ocorra variação do pH do alimento ao longo da sua vida útil e no seu processamento.

Alguns dos reguladores de acidez mais utilizados na indústria de alimentos são o carbonato de cálcio, ácido acético, acetato de cálcio, ácido láctico, ácido málico e citrato de sódio (LIMA, 2011). Em bebidas energéticas o mais comumente encontrado é o citrato de sódio (INS 331iii), no qual a legislação (BRASIL, 2007) considera que além de um regulador de acidez é considerado também um estabilizante e sequestrante.

3.2.2.9.3 Aromatizantes

Segundo Brasil (2007) aromatizantes são substâncias ou misturas de substâncias com propriedades odoríferas e/ou sápidas, capazes de conferir ou intensificar o aroma e/ou sabor dos alimentos, sendo classificados em naturais ou sintéticos.

Honorato et al. (2013) relataram que os aromatizantes possuem especial importância por conferirem propriedades sensoriais que caracterizam cada sabor e aroma dos mais diversos produtos. Grande parte do sabor de um alimento é diretamente influenciada pelo seu aroma e em meio a uma grande variedade de opções e novos alimentos surgindo no mercado, são as características diferenciais que vão determinar a aceitação do produto pelo consumidor. Magali (2006) complementa essa informação afirmando que aromatizantes servem para fornecer sabor e aroma aos alimentos industrializados, aproximando-os ao máximo dos produtos naturais, aumentando assim a aceitação do consumidor.

A legislação vigente (BRASIL, 2007) define que aromatizantes naturais são os obtidos exclusivamente por métodos físicos, microbiológicos ou enzimáticos, a partir de matérias-primas aromatizantes naturais. Entende-se por matérias-primas aromatizantes naturais, os produtos de origem animal ou vegetal aceitáveis para consumo humano, que contenham substâncias odoríferas e/ou sápidas, seja em seu estado natural ou após um tratamento adequado, como: torrefação, cocção, fermentação, enriquecimento, tratamento enzimático ou outros. Já os aromatizantes sintéticos são identificados como compostos quimicamente definidos obtidos por processos químicos.

Os principais aromas utilizados na indústria de bebidas energéticas são os sintéticos: aromas artificiais ou idênticos ao natural; e os naturais: extratos líquidos.

Os extratos líquidos são produtos obtidos por esgotamento, a frio ou a quente, a partir de produtos de origem animal, vegetal ou microbiana com solventes permitidos. Devem conter os princípios sápidos aromáticos voláteis e fixos correspondentes ao respectivo produto natural (BRASIL, 2007). Na indústria de bebidas energéticas, quando utilizados, os extratos são derivados do guaraná e geralmente são adicionados em conjunto com um aroma sintético (do tipo guaraná, tutti frutti ou framboesa) de acordo com a finalidade de cada indústria.

Tochini e Nisida (1995) estudaram alguns critérios que devem ser seguidos quanto à utilização de aromas e essências em refrigerantes. Como a bebida energética tem uma base de xarope muito parecida com a base do refrigerante, esse estudo também pode ser levado em conta para bebidas energéticas. Os autores afirmam que para que as indústrias possam ter garantia de padronização de seus produtos, devem seguir esses critérios de qualidade, os quais avaliam a solubilidade, fidelidade do aroma, resistência à acidez, não ser veículo de contaminação, resistência à temperatura caso se exponha o produto a tratamento térmico como, por exemplo, a pasteurização. Tendo controle sobre esses parâmetros é possível atingir a aceitabilidade sensorial.

3.2.2.9.4 Corantes

Muitos alimentos industrializados originalmente não apresentam cor e, em outros, a cor é alterada ou destruída durante o processamento e/ou estocagem. Assim, o uso de corantes alimentares serve para conferir, intensificar ou restaurar a cor desses alimentos induzindo o consumidor a adquiri-los (ABRANTES et al., 2007). Antes do paladar, os alimentos coloridos seduzem as pessoas pela visão. A lógica do consumo desses produtos inicia-se pelos olhos: alimentos coloridos, vistosos, chamam a atenção do consumidor. Em geral, a importância da aparência do produto para sua aceitabilidade é a maior justificativa para o emprego de corantes (PRADO; GODOY, 2007).

No Brasil, a agência reguladora que controla o uso de corantes nos alimentos é a ANVISA, que se baseia em estudos internacionais para liberar o uso dos aditivos alimentares. Esta agência utiliza como referência as normas estabelecidas pelo Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), pelo Codex Alimentarius, pela União Europeia (UE) e pela Lista Geral Harmonizada de Aditivos do MERCOSUL (HAMERSKI et al., 2013). A

Resolução do CNNPA (Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos) nº 44 de 1977 estabelece condições gerais de elaboração, classificação, apresentação, designação, composição e fatores essenciais de qualidade dos corantes empregados na produção de alimentos e bebidas.

Quanto à sua classificação, os corantes são classificados em: corante orgânico natural (aquele obtido a partir de vegetal, ou eventualmente, de animal, cujo princípio corante tenha sido isolado com o emprego de processo tecnológico adequado); corante orgânico sintético (aquele obtido por síntese orgânica mediante o emprego de processo tecnológico adequado); corante inorgânico (aquele obtido a partir de substâncias minerais e submetido a processos de elaboração e purificação adequados a seu emprego em alimento) (BRASIL, 1977); caramelos (classificados em quatro classes, de acordo com os reagentes utilizados na produção) (BRASIL, 2012).

Segundo Varnam e Sutherland (1994) os corantes naturais representam uma ótima alternativa se comparado às restrições de segurança dos artificiais, porém, têm limitações devido à sua baixa estabilidade, maior propensão à degradação e menor poder corante. Já os corantes artificiais são os mais empregados e adequados do ponto de vista tecnológico, devido à estabilidade proporcionada ao produto final e seu alto poder de coloração. Em relação a bebidas, Venturini (2010) afirmou que quanto ao uso de corantes nesse produto não há interferência direta nas propriedades gustativas, pois são usados apenas para reforçar a percepção do sabor e aroma aos consumidores.

Na produção de bebidas energéticas, os corantes predominantemente utilizados são os corantes caramelos tipo I e IV. Esses corantes vêm sendo submetidos à avaliação toxicológica pelo JECFA desde 1972 e foram recentemente reavaliados, em 2011. De acordo com o Informe Técnico nº. 48, de 10 de abril de 2012, os corantes caramelos são classificados em quatro classes, de acordo com os reagentes utilizados na produção: Caramelo I – simples; Caramelo IV - processo sulfito-amônia.

3.2.2.9.5 Conservadores

Conservantes alimentares são substâncias que, adicionadas a um determinado alimento impedem ou retardam alterações provocadas pela ação de microrganismos, enzimas e/ou agentes físicos. Atualmente, os conservadores vêm sendo cada vez mais utilizados pela indústria alimentícia, uma vez que é crescente a demanda por alimentos quimicamente

estáveis e seguros (TONETTO et al., 2008), os quais estão suscetíveis a perda de qualidade com consequente diminuição na vida útil. Essas perdas dependem de vários fatores, dentre eles o tipo, a composição, formulação, embalagem e condição de estocagem de alimento (MELLO et al., 2005).

Pinto et al. (2000) avaliaram a eficácia de conservantes em bebidas gaseificadas e citou os efeitos decorrentes do crescimento microbiano nesse produto como, por exemplo, a descoloração, formação de odores e gases, alterações nas propriedades reológicas dos compostos e a instabilização. A evidência visual do crescimento superficial de um fungo pode ser a situação mais desconcertante para um consumidor que tem adquirido um produto. Nem sempre o produto contaminado apresenta dano visível, o que dificulta a distinção de um produto em boas condições de um contaminado. Em outro estudo, foi constatado que bebidas carbonatadas estão sujeitas à deterioração causada por leveduras, mofos e bactérias (microorganismos acidófilos ou ácido-tolerantes), provocando turvações e alterações no sabor e odor (PALHA, 2005).

Os conservantes mais utilizados e permitidos pela legislação brasileira para bebidas não alcoólicas são: 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 0,03 g.100 mL⁻¹ para bebidas com gás; e dióxido de enxofre, com concentração máxima permitida de 0,004 g.100 mL⁻¹ (BRASIL, 2007).

Apesar desses serem os mais utilizados para bebidas não alcoólicas, alguns deles são utilizados mais especificamente para refrigerantes e bebidas energéticas. Pallha (2005) em seu estudo sobre tecnologia dos refrigerantes, afirmou que conservantes como benzoato de sódio e sorbato de potássio são os mais encontrados e visam inibir o desenvolvimento de microorganismos. Como mencionado anteriormente, essa afirmação de Palha (2005) pode ser estendida a bebidas energéticas, por conterem uma composição parecida com os refrigerantes. Outro fato que comprova essa comparação é a indicação dos conservantes nos rótulos de bebidas energéticas, nos quais os aditivos encontrados são os mesmos utilizados para refrigerantes.

O ácido benzóico atua praticamente contra todas as espécies de microorganismos e sua ação máxima é em pH 3. Ele é um insumo barato e bem tolerado pelo organismo, sendo utilizado na forma de benzoato de sódio. Já o ácido sórbico é utilizado como sorbato de potássio e atua mais especificamente sobre bolores e leveduras. Sua ação máxima é em pH 6 (SILVA; AFONSO, 2006).

Algumas marcas de bebidas energéticas do mercado não apresentam conservantes como parte da sua formulação. Isso acontece porque alguns produtos passam por um processo de pasteurização para eliminação de possíveis perigos microbiológicos e uma vez que esse processo garante a segurança alimentar do produto, os conservantes podem ser retirados da formulação sem acarretar possíveis problemas de contaminação.

3.2.2.9.6 Antioxidantes

Os antioxidantes são compostos químicos que podem prevenir ou diminuir os danos oxidativos de lipídios, proteínas e ácidos nucleicos causados por espécies de oxigênio reativo, que incluem os radicais livres, ou seja, os antioxidantes possuem a capacidade de reagir com os radicais livres e assim restringir os efeitos maléficos ao organismo (PIMENTEL et al, 2005). Além disso, tais compostos desempenham um papel fundamental, melhorando a estabilidade dos aromas, mantendo o sabor e cor dos alimentos, e assim, aumentando a vida-de-prateleira do produto final, podendo este ser mantido com qualidade por mais tempo (VENTURINI, 2010).

Na seleção de antioxidantes, são desejáveis as seguintes propriedades: eficácia em baixas concentrações (0,001 a 0,01%); ausência de efeitos indesejáveis na cor, no odor, no sabor e em outras características do alimento; compatibilidade com o alimento; estabilidade nas condições de processo e armazenamento; e seus produtos de oxidação não podem ser tóxicos (RAMALHO; JORGE, 2006).

Dentre os antioxidantes adicionados existem os sintéticos e os naturais. Entre os sintéticos mais utilizados para preservar alimentos constam o hidroxianisol butilado (BHA), o hidroxitolueno butilado (BHT), o galato de propila, a terc-butil-hidroquinona e os sorbatos (2,4-hexadienoatos) (MENDONÇA, 2009), e entre os naturais destacam-se ácido ascórbico (vitamina C), antioxidante mais utilizado na fabricação de bebidas energéticas.

Os antioxidantes ajudam a prevenir a influência negativa do oxigênio na bebida carbonatada. Vários componentes do sabor são susceptíveis a oxidações pelo oxigênio do ar durante a estocagem, onde a luz solar e o calor podem acelerar as oxidações. Por esse motivo, as bebidas carbonatadas nunca devem ser expostas ao sol, principalmente se envasadas em garrafas tipo PET. Os ácidos ascórbico e o isoascórbico são muito usados para essa finalidade e quando utilizados não possuem o objetivo de conferir vitamina C à bebida e sim servir unicamente como antioxidante (SILVA; AFONSO, 2006).

Uma característica importante das vitaminas está relacionada à sua degradação no processamento e ao longo da vida-de-prateleira dos produtos em que estão contidas. As vitaminas são compostos bastante sensíveis podendo ser degradadas por vários fatores, como temperatura, presença de oxigênio, luz, umidade, pH, duração do tratamento a que foi submetido o alimento, entre outros. Portanto, o processamento de alimentos pode alterar significativamente a composição qualitativa e quantitativa destes nutrientes (COSTA, et al., 2003; SILVA, et al., 2006).

Por ser um dos componentes mais sensíveis e termolábeis dos alimentos, a vitamina C é frequentemente utilizada como indicador da severidade do processamento: uma vez que esteja bem retida nos alimentos, a porcentagem de retenção de todas as outras há de ser tão ou mais alta (ÖZKAN, et al., 2004).

O conhecimento dos principais fatores que afetam a estabilidade das vitaminas torna possível prevenir ou reduzir suas perdas durante a manipulação e estocagem. Sendo assim, um acompanhamento dos níveis desse antioxidante é de suma importância para a determinação da vida-de-prateleira dos alimentos que possuem vitamina C na sua formulação, como é o caso das bebidas energéticas. Por ser considerado um indicador, através da medição dos seus níveis é possível concluir se as vitaminas do complexo B ainda estão presentes no produto.

3.3 Fatores que influenciam a vida-de-prateleira de uma bebida energética

O estudo da vida de prateleira de um determinado produto consiste em submeter várias amostras deste produto, em períodos pré-definidos, a testes físico-químicos, sensoriais ou microbiológicos capazes de identificar a perda de qualidade (NETTO, 2010). A vida de prateleira é definida, então, pelo período de armazenamento em que o produto com qualidade adequada permanece próprio para consumo sob condições estabelecidas de temperatura, umidade relativa, luz e outras, sofrendo pequenas alterações que não afetam a sua qualidade sensorial, nutricional e a segurança do consumidor (VITALLI et al., 2010).

Para estabelecer a vida-de-prateleira de um produto é comum aplicar testes acelerados, onde as amostras são submetidas a condições forçadas de armazenamento, fazendo com que as reações físico-químicas e sensoriais sejam aceleradas. Através de modelos matemáticos, é possível descobrir a vida-de-prateleira da bebida energética em condições normais de armazenamento.

O prazo de validade das bebidas energéticas varia conforme as marcas do mercado e de acordo com o processamento, ingredientes, adição ou não de conservantes e embalagens utilizadas. Por exemplo, a marca “Red Bul®” é pasteurizada, não possui conservantes e sua embalagem de latas delimita o prazo de validade em 24 meses. Já a marca “Turn ON” possui conservantes e não sofre pasteurização, sendo conservado em dois tipos de embalagens: em latas, cuja validade é de 18 meses, e em garrafas PET, com validade de 6 meses. Outro caso é o da marca “Scorpion Energy Drink” que utiliza apenas embalagem PET e em seus ingredientes consta como conservantes o benzoato de sódio e sorbato de potássio, sem sofrer pasteurização com indicação de quatro meses de vida-de-prateleira. É possível notar que cada marca difere em termos de prazos de validade, por esse motivo é importante que ocorra nas indústrias uma análise crítica da vida-de-prateleira dessas bebidas.

São vários os fatores que podem influenciar na vida-de-prateleira das bebidas energéticas, como por exemplo, a maneira que o processamento é realizado, o tipo de embalagem utilizada e as condições de armazenamento nas indústrias, no comércio e no transporte.

3.3.1 *Processamento de Bebidas Energéticas*

A produção desse produto difere entre as marcas basicamente quanto ao emprego ou não do tratamento térmico de pasteurização durante o processamento.

3.3.1.1 Processamento sem emprego da pasteurização

Uma etapa crítica no processamento de bebidas energéticas é a fabricação do xarope, sendo esse processo praticamente igual à produção de xarope para refrigerantes. Palha (2005) relata que essa etapa é realizada em tanques de aço inoxidável, equipados com agitador, de forma a garantir a perfeita homogeneização dos componentes e evitar a admissão de ar. A adição dos ingredientes deve ocorrer de forma lenta e cuidadosa e de acordo com a seqüência estabelecida na formulação. O conservante é o segundo componente a ser adicionado, logo após o açúcar, já na forma líquida e invertida. Em caso de adição do conservante após o acidulante, forma-se uma floculação irreversível.

Um dos parâmetros a ser controlado nesse processo é aeração causada pela agitação do xarope no tanque a qual pode acarretar perdas de vitaminas. Lima et al. (2007) realizaram um estudo sobre redução de vitamina C em suco de caju. Verificou-se durante o

processamento um decréscimo de 14,8% no teor de vitamina C. Na primeira fase a perda de vitamina foi devido à aeração que ocorre durante a agitação e a filtração do suco. Camargo et al. (1984) recomendam que para melhor conservação da vitamina nos alimentos, torna-se necessário existir o mínimo contato desses alimentos com o oxigênio atmosférico, além disso a temperatura durante a agitação não deve ser elevada.

Bobbio e Bobbio (1995) afirmaram que a estabilidade da vitamina C aumenta com a redução da temperatura e a maior perda se dá durante o aquecimento dos alimentos. Logo, por ser um parâmetro importante, deve existir controle da temperatura durante todo o restante do processamento.

A etapa final consiste no envio, por tubulações de aço inox, do xarope até a linha de envasamento (enchedora), na qual são adicionados água e CO₂ em proporções adequadas a cada produto. A bebida é envasada em baixa temperatura (3 a 12 °C) e sob pressão para assegurar uma elevada concentração de CO₂ no produto (PALHA, 2005). Por ser um processo que utiliza baixas temperaturas, as vitaminas não sofrem degradação por calor nessa etapa final. Apesar de não ocorrerem perdas por calor, deve-se tomar cuidado especial com outro parâmetro. O ar é uma contaminação nas bebidas carbonatadas, ele deve ser eliminado ou mantido ao mínimo, o que torna possível utilizar água desaerada e desclorada e manter o nível correto do líquido na embalagem (PALHA, 2005), evitando o contato prolongado das vitaminas com o oxigênio.

3.3.1.2 Processamento com emprego da pasteurização

Existem poucos estudos no Brasil sobre bebidas energéticas pasteurizadas. Alguns fatores diferem para esse tipo de processo em comparação aos que não utilizam calor como forma de conservação. O primeiro deles é que a adição das vitaminas não é realizada juntamente com os outros ingredientes que serão pasteurizados no xarope. Segundo uma reportagem sobre bebidas energéticas da revista *Food Ingredients Brasil* (2012), as vitaminas são acrescentadas após a pasteurização, para não sofrerem perda pelo aquecimento. Oetterer et al. (2006), relataram que a aplicação do calor como forma de conservação provoca alterações organolépticas e nutritivas, como por exemplo: alterações de textura, sabor, aroma, viscosidade e perdas de algumas vitaminas. Sendo assim, para evitar a perda de aromas, nas bebidas energéticas, esse aditivo também deverá ser adicionado após o processo térmico, juntamente com as vitaminas.

A pasteurização desse tipo de produto deverá ser seguida de um resfriamento para que possa ocorrer a adição de vitaminas e aromas, além de facilitar o envase em embalagens tipo PET, evitando assim danos a embalagem devido ao calor. Segundo Petrus e Farias (2005) ainda existe a opção do enchimento a quente, mas nesse caso utilizam-se garrafas tipo PET termofixado, também conhecido como garrafas *heat-set*. Apesar dessa alternativa, as vitaminas e aromas devem ser adicionadas ao xarope já resfriado para não ocorrer perdas, por isso esse tipo de embalagem raramente é encontrada para bebidas energéticas.

Já a esterilização da embalagem e do produto conjuntamente, através de tratamento térmico em recipientes hermeticamente fechados não pode ser realizada com bebidas energéticas, pois nesse caso as vitaminas e os aromas devem ser adicionados antes do tratamento térmico ocorrer.

3.3.2 Embalagens

Embalagem para alimento, de acordo com a ANVISA, é o artigo que está em contato direto com alimentos, destinado a contê-los, desde a sua fabricação até a sua entrega ao consumidor, com a finalidade de protegê-los de agente externos, de alterações e de contaminações, assim como de adulterações (BRASIL, 2001). De acordo com Barão (2011), as principais funções que a embalagem deve exercer são: proteção, conservação, informação, e a função relacionada ao serviço ou à conveniência na utilização do produto.

A seleção do tipo de embalagem caracteriza-se por preferências específicas de cada país, motivadas principalmente pela forma de conscientização em relação à preservação do meio ambiente, pela condição sócio-econômica da população, pela disponibilidade da matéria-prima e/ou tecnologia, pelos costumes dos próprios consumidores (PRIA, 2000). Fora do âmbito social e econômico do país, outro critério utilizado para a escolha das embalagens é o tipo de processamento empregado. Além disso, características como se a embalagem tem permeabilidade a gases e barreira à luz devem ser levadas em conta nessa escolha. No caso de bebidas energéticas, as embalagens utilizadas podem ser plásticas (PET) ou metálicas (lata).

As embalagens metálicas para alimentos são classificadas em embalagens de três peças e de duas peças. As de três peças apresentam costura no corpo da lata e duas tampas (tampo e fundo). Já as de duas peças são constituídas pelo o corpo e o fundo da lata como uma única peça e uma tampa. As cervejas e bebidas carbonatadas são usadas as latas de 2 peças embutidas-estiradas em alumínio e em folha de flandres (BARÃO, 2011). Já as

embalagens plásticas, o polietileno tereftalato ou PET é o mais utilizado para bebidas carbonatadas. Ele é um polímero que possui propriedades termoplásticas, ou seja, pode ser reprocessado várias vezes pelo mesmo processo ou por processo de transformação. Quando submetido a altas temperaturas, esse plástico amolece, se funde e pode ser novamente modelado (BARÃO, 2011).

Como as embalagens servem principalmente para proteger e conservar a bebida energética, torna-se interessante analisar como a lata ou o PET podem fornecer tal função e quais são os fatores que influenciam esse processo ao longo da vida-de-prateleira do produto. Por esses motivos, de acordo com Garcia et al. (1989), a embalagem deve constituir-se numa barreira que impeça ou dificulte o contato entre o ambiente externo e o produto, garantindo a estabilidade química, física, sensorial, microbiológica e biológica do produto. Além disso, dois fatores muito importantes a serem considerados nesse segmento de bebidas, é que a embalagem forneça uma alta proteção contra luz, baixa permeabilidade ao oxigênio, além de evitar a perda de gás carbônico.

A necessidade de proteção à luz UV se estende a todos os produtos que são acondicionados em embalagens plásticas transparentes, uma vez que a maioria dos produtos industrializados que ficam dispostos em prateleiras de supermercados está exposta a algum tipo de luz e, conseqüentemente, está sujeita a fotoxidação. De um modo geral, as reações de fotoxidação nos alimentos diminuem a vida útil do produto, causando mudanças sensoriais (alteração no odor/sabor) e oxidação. Assim, para proteger os produtos acondicionados da deterioração causada por reações de fotodegradação, são necessárias embalagens com barreira à luz uma vez que esta é catalisadora das reações de degradação (COLTRO; BURATIN, 2004).

Nas bebidas carbonatadas o CO_2 é adicionado para conferir efervescência, promovendo a sensação de frescor, além de fornecer estabilidade microbiológica. A perda de CO_2 pode resultar no crescimento de mofos, provocando sabor e odor alterados. Devido à sua importância, a ação do CO_2 deve estar associada a embalagens de barreira que possa reter e manter dissolvido este gás no produto (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2008).

3.3.2.1 Polietileno Tereftalato

A produção nacional de PET teve início em 1989 e atende basicamente a um mercado de bebidas carbonatadas, que atualmente é o terceiro do mundo, perdendo somente para os Estados Unidos e México (PACHECO; HEMAIS, 1999).

No caso específico das embalagens PET, destacam-se alguns atributos vantajosos, como custo inferior e conveniência devido ao menor peso da embalagem, maior resistência do material a quedas e atritos e a facilidade de descarte (SANTOS; AZEVEDO, 2012). Outra vantagem é a possibilidade de produzi-los em formas complexas, tornando-os capazes de se acomodarem reentrâncias e pequenos espaços (PACHECO; HEMAIS, 1999). De uma forma geral, o uso do PET sobre aspectos econômicos é positivo tanto para quem produz como para quem consome, contudo apresenta algumas desvantagens no seu uso, relacionados a absorção de luz e a permeabilidade a gases.

Coughlin e Schambony (2008) relataram, em seu estudo sobre absorção de luz ultravioleta por embalagens PET, que esse tipo de embalagem não oferece proteção adequada contra os efeitos danosos da radiação ultravioleta em ingredientes sensíveis contidos nos produtos embalados, tais como vitaminas e corantes. Em outro estudo, foi constatado que para manter níveis desejáveis de pressão, evitando a perda de CO₂ e sabor, como também impedindo a introdução de oxigênio, a embalagem deve possuir boas propriedades de barreira. Entretanto, no PET, o coeficiente de permeação de gases é alto. A permeação dessas substâncias limita a vida de prateleira de uma garrafa PET, e, conseqüentemente, do produto contido nela (VICHESSI; RUVOLVO, 2008).

3.3.2.2 Latas de Alumínio

As embalagens de alumínio mais utilizadas no Brasil são as latas de bebidas. Começaram a ser fabricadas no país em 1989 e substituiriam as embalagens de cerveja, refrigerantes, sucos, entre outras, que eram feitas de vidro ou material plástico (OSTRONOFF, 2014).

As propriedades das latas utilizadas como embalagens são: leve e resistente, elevada barreira, elevada resistência a sulfuração e moderada à corrosão, boa capacidade de formação, possibilidade de combinação com papel ou plástico (laminados), reciclável, porém possui custos elevados de produção. Por suas propriedades físico-químicas, o alumínio cumpre a

função de barrar fatores externos que causam deterioração, como o oxigênio, a umidade, a luz e microorganismos. Além disso, esse material é inodoro e não deixa que cheiros internos saiam e os externos ingressem. Ademais, permite fechamento hermético, é atóxico, não-absorvente e anticorrosivo (JORGE, 2013; OSTRONOFF, 2014).

3.3.3 Armazenamento e Transporte

O transporte não se limita apenas ao deslocamento dos alimentos, pois inclui todas as operações relacionadas ao carregamento e ao descarregamento dos produtos. Os cuidados durante essas operações têm importância fundamental para a garantia da segurança e qualidade dos produtos. A parte do veículo em contato com a carga deve ser revestida de material liso, resistente, impermeável, atóxico e lavável, para impedir a contaminação e deterioração dos produtos (ABIA, 2010). Por se tratar de um produto que pode sofrer degradação com exposição à luz ou calor, deve-se manter o transporte em condições apropriadas para que o ambiente não se torne propício para tal.

Os alimentos devem ser armazenados ao abrigo da luz solar direta, calor, goteiras, umidade excessiva ou janelas que, quando abertas, possam molhá-los. O local de armazenamento deve estar em bom estado de uso e conservação (livre de rachaduras, umidade e bolor) e não deve ter aberturas que permitam a entrada de pássaros, insetos, roedores e outras pragas. Insumos não devem ser armazenados junto ao produto acabado, e, caso as áreas de armazenamento estejam sob o mesmo prédio, deve haver isolamento físico entre elas.

Quando não são armazenadas ao abrigo do sol e do calor pode ocorrer à aceleração das reações de degradação, interferindo na qualidade do produto. Coltro (2012) em seu estudo afirmou que a energia radiante de fontes luminosas ou artificiais, seja ultravioleta ou visível, afeta de modo significativo a estabilidade de produtos fotossensíveis, exercendo efeito deteriorativo, uma vez que inicia e acelera reações de degradação através da ação fotoquímica. Além da luz, o calor também pode afetar as bebidas energéticas. De acordo com Dantas (1991) as bebidas devem ser armazenadas à sombra, protegidos da incidência direta do sol ou de temperaturas extremas. O calor e a luz solar afetam a qualidade do produto, acelerando a perda de gás nas embalagens plásticas, podendo ocorrer, também, alterações do sabor e da aparência.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de bebida energética envasadas em garrafas PET de 1 litro foram cedidas em setembro de 2014 por uma empresa de pequeno porte que comercializa bebidas alcoólicas e não alcoólicas, localizada em Flores da Cunha, Rio Grande do Sul, cujos ingredientes constam no ANEXO A.

Logo após o envase das amostras, as mesmas foram armazenadas em temperatura ambiente (TA: média de 25°C) e sob condição acelerada em uma estufa (TE: temperatura de 35°C), conforme proposto por Neto et al. (1991) para a determinação da vida-de-prateleira de alimentos com embalagem permeável. As amostras também foram armazenadas sob refrigeração (TR: média de 5°C), uma vez que esta condição representa o modo como normalmente o consumidor armazena a bebida. O período de estudo foi de 39 dias, sendo as primeiras análises realizadas no 4º dia de armazenamento e as seguintes a cada 7 dias a partir da primeira amostragem. Para a realização das análises, as amostras foram descarbonatadas por meio de agitação lenta e ao abrigo de luz.

4.1 Análises Físico-Químicas

O pH foi determinado por medidas potenciométricas usando pHmetro modelo UB-10 *UltraBASIC* da Marca Denver Instrument. Os sólidos solúveis foram mensurados através de grau Brix com um refratrômetro digital modelo ATAGO N-1e. A acidez total foi obtida através de titulação com uma base padronizada (NaOH 0,1 N), utilizando o potenciômetro e expressa em gramas de ácido cítrico por 100 mL de produto. As análises de estabilidade da cor foram realizadas utilizando Colorímetro Chroma Mtere CR – 400 onde as amostras descarbonatadas foram acondicionadas em cubeta de quartzo. As concentrações de CO₂ foram determinadas utilizando-se termômetro digital e manômetro adaptado ao equipamento da RM Zegla com perfurador e adaptador para garrafas e latas. Foram utilizadas tabelas de cálculo de concentração de CO₂ correspondente à temperatura e pressão fornecidas pelo fabricante e o resultado foi expresso em volumes de gás carbônico dissolvidos por volume de água. Essas análises de controle de qualidade foram realizadas em triplicata para as três amostras, segundo as Normas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

Para a determinação do teor de vitamina C foi utilizado o método descrito por Leme e Malavolta (1950) com determinação fotométrica do ácido ascórbico que se baseia na reação entre o ácido ascórbico e o sal sódico 2,6 diclorofenolindofenol, conhecido como reativo de Tillmans, através de medição espectrofotométrica no comprimento de onda de 540 nm.

4.2 Análise Sensorial

A avaliação dos parâmetros sensoriais pelo consumidor é de máxima importância, pois a partir dos resultados obtidos pode-se concluir sobre a vida-de-prateleira do produto.

As amostras foram submetidas à análise sensorial no Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFRGS em 6 etapas (aos 4, 11, 18, 25, 32 e 39 dias de armazenamento) com 30 julgadores não treinados, diferentes em cada etapa.

Foram realizados testes de aceitação sensorial das amostras com os provadores, visando avaliar a aceitação das bebidas pelo público. Os candidatos avaliaram o quanto gostaram ou desgostaram do produto, utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos, onde 1 equivale a “desgostei muitíssimo” e 9 a “gostei muitíssimo” para os atributos aparência, cor, turbidez, aroma, viscosidade, sabor, teor de gás, sabor residual e aceitação global. Três amostras codificadas foram oferecidas em uma única sessão (30 mL de cada, servidos em copos plásticos brancos com diferentes codificações de três dígitos) referentes às três diferentes condições de armazenamento. A ficha de avaliação (APÊNDICE A) e um copo de água foram oferecidos aos provadores para ser consumido entre as amostras.

4.3 Determinação da vida-de-prateleira

A estimativa da vida-de-prateleira para a condição acelerada (estufa) foi baseada nas respostas da avaliação sensorial em relação ao parâmetro aceitação global do produto em função do tempo de armazenamento, por regressão linear, utilizando o programa Excel. A nota 5 (não gostei/nem desgostei) da escala de aceitação global do teste sensorial foi o ponto de corte que definiu o fim da vida-de-prateleira da bebida energética armazenada na condição acelerada, como proposto por Neto et al. (1991). Como não houve um tempo suficiente de estudo para estimar a vida-de-prateleira das amostras acondicionadas em TA através das respostas da avaliação sensorial (mínimo 6 meses), utilizou-se como indicador de qualidade a

concentração de vitamina C. A partir dos dados da regressão linear obtidos da degradação da vitamina C ao longo do tempo foi calculado o Q_{10} , que, por definição, é a relação entre as constantes de reação para temperaturas diferindo em 10 °C, ou, em outras palavras, o aumento da vida de prateleira resultante da redução da temperatura em 10 °C. A partir desse parâmetro, foi possível estimar a vida-de-prateleira para a condição TA.

4.4 Análise Estatística

Os resultados foram avaliados estatisticamente através da Análise de Variância (ANOVA), aplicando o teste de Tukey ao nível de 5% de significância utilizando *software* Statistica 8.0 (STATSOFT), com objetivo de verificar possíveis diferenças entre as amostras submetidas aos diferentes tratamentos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análises Físico-Químicas

A determinação de pH, sólidos solúveis, acidez total, gás carbônico e cor são parâmetros importantes para a caracterização das bebidas energéticas. Essas análises são comumente utilizadas nas indústrias desse segmento para garantir a qualidade durante o processamento e do produto final. Cada parâmetro deve seguir as legislações vigentes da categoria e estar dentro dos limites internos das indústrias, os quais estabelecem diferenças entre cada produto existente no mercado. Por ser um indicador, a quantificação de vitamina C é outro parâmetro importante na caracterização das bebidas energéticas, porém não muito praticado pelas indústrias.

5.1.1 Sólidos Solúveis

A Tabela 2 apresenta os valores de sólidos solúveis ao longo dos dias de armazenamento para as três condições aplicadas.

Verificou-se que as médias dos valores não apresentaram diferença estatística ($p > 0,05$) entre os tratamentos. O mesmo ocorre para cada tratamento quando observado isoladamente dos demais, ao longo dos dias de estudo, demonstrando que a temperatura de armazenamento das bebidas energéticas não influenciou, durante 39 dias, na variação do conteúdo de sólidos solúveis do produto. No dia zero, o teor de sólidos solúveis foi de 13,4.

Tabela 2 - Sólidos Solúveis (°Brix) para bebida energética armazenada por 39 dias sob temperatura ambiente (TA), temperatura refrigerada (TR) e condição acelerada (TE).

Dias de Armazenamento	Sólidos Solúveis (°Brix)		
	Tratamento		
	TA	TR	TE
4	13,4 ^{aA} ± 0,07	13,4 ^{aA} ± 0,07	13,4 ^{aA} ± 0,07
11	13,4 ^{aA} ± 0,06	13,4 ^{aA} ± 0,07	13,4 ^{aA} ± 0,07
18	13,4 ^{aA} ± 0,06	13,4 ^{aA} ± 0,07	13,4 ^{aA} ± 0,07
25	13,4 ^{aA} ± 0,07	13,2 ^{aA} ± 0,01	13,4 ^{aA} ± 0,07
32	13,4 ^{aA} ± 0,01	13,4 ^{aA} ± 0,07	13,4 ^{aA} ± 0,07
39	13,4 ^{aA} ± 0,01	13,2 ^{aA} ± 0,01	13,4 ^{aA} ± 0,07

Letras minúsculas iguais nas linhas e maiúsculas iguais nas colunas, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Nos resultados encontrados por Lavinias et al. (2006) ao estudar a estabilidade de suco de caju *in natura* armazenado em garrafas de vidro, envoltas por papel alumínio, em temperatura ambiente (21 a 25 °C) por 24 horas; sob refrigeração (4 ± 1 °C) durante sete dias; e, sob congelamento (-22 °C ± 1 °C) durante 120 dias, verificaram que o teor de sólidos solúveis totais manteve-se inalterado durante todo período estudado.

Outro estudo sobre polpa de maracujá processada e armazenada sob refrigeração (5 – 10°C) em garrafas de vidro durante 180 dias concluiu que o teor de sólidos solúveis totais permaneceu constante durante os 180 dias de estocagem (MONTEIRO et al., 2005).

Para Correa Neto e Faria (1999) ao estudar suco de laranja pasteurizado acondicionado em garrafas PET, o comportamento dos sucos quanto aos teores de sólidos solúveis totais foi semelhante para os tratamentos térmicos a 72°C/16s e 91°C/40s em comparação ao suco não pasteurizado.

Os sólidos solúveis são constituídos, na sua maioria, por açúcares, os quais são utilizados pelos microrganismos como fonte de obtenção de energia para o seu crescimento. Em bebidas energéticas, esse crescimento é dificultado pela adição de conservantes e CO₂, além do baixo pH que esse produto possui, fazendo com que não ocorra ação microbiana, preservando o teor de sólidos solúveis no período estudado.

5.1.2 pH

Verificou-se que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) nos valores de pH ao longo do tempo para cada um dos tratamentos e entre eles (Tabela 3). Portanto, as diferentes temperaturas que as bebidas energéticas foram submetidas não influenciaram na variação o pH durante o tempo de estudo. No início do armazenamento o pH da bebida energética foi de 2,99

Tabela 3 - Valores de pH para bebida energética armazenada por 39 dias sob temperatura ambiente (TA), temperatura refrigerada (TR) e condição acelerada (TE).

Dias de Armazenamento	pH		
	Tratamento		
	TA	TR	TE
4	2,99 ^{aA} ±0,01	2,99 ^{aA} ±0,02	2,99 ^{aA} ±0,01
11	2,95 ^{aA} ±0,02	2,95 ^{aA} ±0,02	2,94 ^{aA} ±0,01
18	2,99 ^{aA} ±0,01	3,00 ^{aA} ±0,01	2,99 ^{aA} ±0,03
25	2,96 ^{aA} ±0,01	2,96 ^{aA} ±0,01	2,96 ^{aA} ±0,01
32	2,95 ^{aA} ±0,02	2,95 ^{aA} ±0,02	2,95 ^{aA} ±0,02
39	2,99 ^{aA} ±0,03	3,00 ^{aA} ±0,01	2,99 ^{aA} ±0,02

Letras minúsculas iguais nas linhas e maiúsculas iguais nas colunas, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Os valores obtidos no presente estudo são compatíveis aos encontrados por Sloniak (2014) ao estudar o poder desmineralizante de nove marcas de bebidas energéticas comercializadas no Brasil. Foi verificado o pH de amostras refrigeradas a 4°C (para cada marca), mas não foi descrito no trabalho qual o período de armazenamento que as bebidas estavam quando foram analisadas e nem o tipo de embalagem. Como resultado, o pH apresentou valores para cada marca variando de 2,71 a 3,69.

Além disso, Criveletto (2011) verificou que não houve diferença significativa nos valores de pH ao longo do tempo de armazenamento de refrigerantes de laranja envasados em PET e estocados por 90 dias em temperaturas de 5°C e 25°C.

Outro estudo realizado por Lima et al. (2012) concluiu que a pasteurização não influenciou nos teores de pH da bebida mista de inhame e limão quando comparadas com uma amostra natural sem processamento térmico. A bebida mista foi submetida tanto à refrigeração a 10°C (amostra natural) bem como à pasteurização por micro-ondas a 92°C com período de retenção de 2 minutos (amostra pasteurizada) e as duas foram acondicionadas em garrafas de vidro.

Já para temperaturas de congelamento (-18 °C), PEDRÃO et al. (1999) não observaram diferença de pH para amostras de suco de limão Tahiti natural, adoçado e congelado armazenados por 60 dias e embalados a vácuo em sacos de polietileno.

5.1.3 Concentração de CO₂

A Tabela 4 apresenta a concentração de CO₂ ao longo do tempo para os diferentes tratamentos. Para essa análise, verificou-se dois tipos de perda, sendo essas relacionadas ao tempo e a temperatura de armazenamento. No dia zero, a quantidade de CO₂ verificada foi de 4 v (volumes), portanto a perda de CO₂ durante os 39 dias chegou a ser de 61,5% para TE, 6,5% para TR e 15% para TA.

Em relação à temperatura, verificou-se que no 4º dia a concentração de CO₂ manteve-se estatisticamente igual ($p > 0,05$) para TA e TR, mas diferente ($p < 0,05$) para a condição controlada (TE). Nos dias subsequentes, notou-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos até o final do estudo.

Analisando cada tratamento individualmente, a condição TA apresentou diferença estatística entre o 4º, 11º e 18º e, após, essa diferença foi minimizada até o 39º dia. Para TR, essa diferença foi entre os dias 11º e 19º, permanecendo estatisticamente igual até o 39º dia. Já TE apresentou diferença estatística ao longo dos dias de armazenamento.

Sendo assim pode-se concluir que a temperatura e o período de armazenamento têm influência na perda de CO₂ de bebidas energéticas.

Tabela 4 - Valores de CO₂ para bebida energética armazenada por 39 dias sob temperatura ambiente (TA) e temperatura refrigerada (TR) e condição acelerada (TE).

Dias de Armazenamento	Dióxido de Carbono (v)		
	TA	TR	TE
4	3,95 ^{aA} ±0,01	4,00 ^{aA} ±0,01	3,05 ^{bA} ±0,02
11	3,69 ^{aB} ±0,01	4,00 ^{bA} ±0,02	2,35 ^{cB} ±0,01
18	3,50 ^{aC} ±0,02	3,80 ^{bB} ±0,01	2,30 ^{cB} ±0,01
25	3,46 ^{aCD} ±0,01	3,80 ^{bB} ±0,02	2,15 ^{cE} ±0,02
32	3,42 ^{aDE} ±0,01	3,80 ^{bB} ±0,01	1,95 ^{cE} ±0,01
39	3,40 ^{aE} ±0,02	3,75 ^{bB} ±0,02	1,54 ^{cE} ±0,01

Letras minúsculas iguais nas linhas e maiúsculas iguais nas colunas, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a nível de 5% de significância.

A velocidade em que ocorre a perda de gás carbônico é fortemente influenciada pela temperatura (LOPES, 2013). Essa perda ocorre por permeação através das paredes da embalagem plástica e por permeação e vazamento pelo sistema de fechamento, que estão

associados ao peso da garrafa, distribuição do material, grau de biorientação das cadeias do polímero, características da tampa plástica e hermeticidade do fechamento (PADULA, et al., 1977 apud LOPES, 2013).

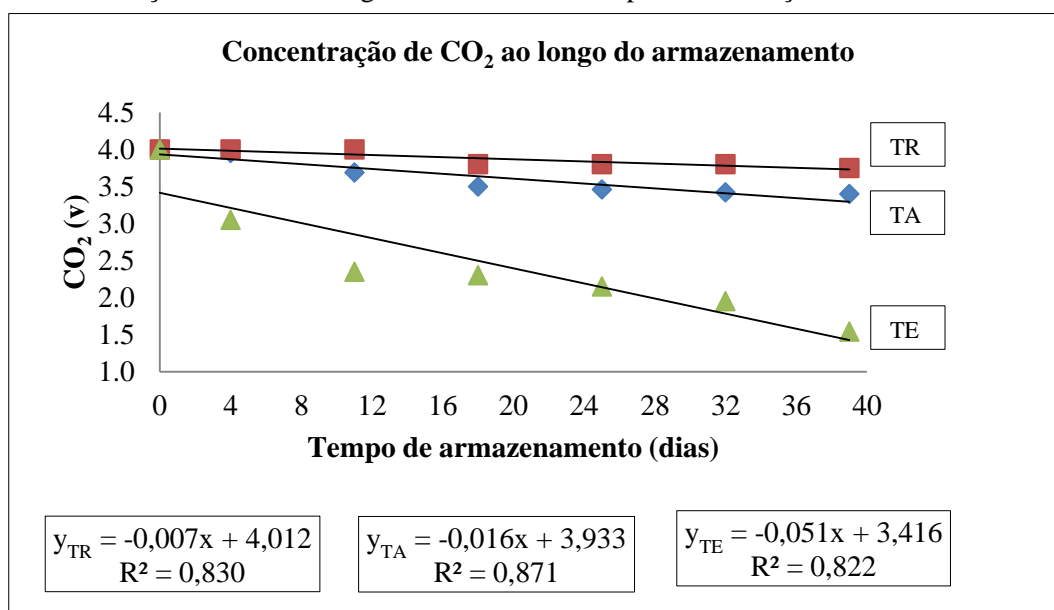
Siqueira et al. (2009) analisaram a influência da carbonatação no sabor de refrigerantes tipo cola ao longo de 60 dias de estocagem em temperatura ambiente. Verificou-se que a perda de CO₂ em embalagens PET foi percebida sensorialmente a partir do vigésimo dia e a redução total do gás carbônico foi de 23,26%.

A mistura de água e CO₂ formando H₂CO₃ é levemente ácida, sendo considerado um conservante, portanto, uma vez que CO₂ é perdido através da embalagem, o desenvolvimento microbiano e alterações no sabor da bebida energética são favorecidos. De acordo com Roberts (1990) para que ocorra efetiva ação antimicrobiana do CO₂ deve-se ter um teor de gás carbônico dissolvido no produto superior a 2,5 volumes.

Na Figura 1 é possível observar o comportamento da perda de CO₂ ao longo do tempo para as três condições analisadas. Com a regressão linear dos dados de cada tratamento e com a aplicação para cada equação da reta de $y = 2,5$ (CO₂ = 2,5 v) encontra-se x_{TA} , x_{TR} e x_{TE} de aproximadamente 90, 216 e 18 dias, respectivamente. Apesar disso, a condição de estufa começa a apresentar valores menores de 2,5 a partir do 11° dia de armazenamento. Mesmo assim, não é possível afirmar que o CO₂ perderia sua ação antimicrobiana após esse tempo para cada tratamento, pois existe uma tendência de estabilização na perda de CO₂, a qual é descrita em alguns estudos da literatura. Maia (2005) acompanhou por 70 dias a concentração de CO₂ em refrigerante tipo cola verificando que a partir do 56° dia a concentração estabilizou, não ocorrendo variação a partir deste dia até o final do estudo, tanto para PET, como para lata. O mesmo ocorreu para Siqueira et al. (2009), onde após o 60° dia de armazenamento notou-se uma estabilização na concentração de CO₂ para refrigerantes tipo cola embalados em PET e lata.

Além disso, existem outros fatores que podem garantir a segurança microbiológica das bebidas energéticas, como os conservantes e o próprio pH do produto, sendo que esse parâmetro físico-químico não apresentou mudança ao longo do estudo, como indicado anteriormente (Item 5.1.2).

Figura 1 – Concentração de CO₂ ao longo do armazenamento para as condições TA, TR e TE.



A condição refrigerada foi a que apresentou menor perda de CO₂ no período estudado. Esse fato foi explicado por Arcas et al. (2012) que em seu estudo sobre quantificação de CO₂ em refrigerantes a base de cola envasados em garrafa PET e submetidos a temperatura ambiente (25°C) e temperatura refrigerada (5°C) durante 30 dias constatou que temperaturas maiores de armazenamento fazem com que a solubilidade do CO₂ no líquido diminua e a pressão aumente permitindo que parte do gás atravessasse as paredes da garrafa PET.

Já na condição refrigerada esse efeito é diminuído, pois a solubilidade do CO₂ é maior. Durante o estudo foi percebido o estufamento das embalagens na condição TE, devido ao aumento da pressão no interior da garrafa gerada pela temperatura mais elevada. Não só a solubilidade do gás pode diminuir nesse caso, mas também pode ocorrer o rompimento parcial ou total da tampa da embalagem, favorecendo mais ainda a perda de CO₂.

Silva et al. (2009) explica essa reação através do princípio de *Le Châtelier*, onde a elevação na temperatura favorece uma transformação endotérmica que, para um gás, ocorre quando ele deixa a solução. Os gases se tornam menos solúveis à medida que a temperatura do líquido no qual estão dissolvidos se eleva.

5.1.4 Acidez Total

A acidez total da bebida energética não apresentou diferença estatística ($p > 0,05$) entre os tratamentos e ao longo do período de estudo para cada temperatura (Tabela 5), ou seja, a temperatura de armazenamento não teve influência na acidez de bebidas energéticas, por 39 dias. No dia zero a acidez da bebida energética foi de 0,58 g de ácido cítrico por 100 mL.

Tabela 5 - Valores de acidez (g de ácido cítrico/100 ml) para bebida energética armazenada por 39 dias sob temperatura ambiente (TA), temperatura refrigerada (TR) e condição acelerada (TE).

Dias de Armazenamento	Acidez (g de ácido cítrico/100 mL)		
	Tratamento		
	TA	TR	TE
4	0,57 ^{aA} ±0,01	0,58 ^{aA} ±0,01	0,58 ^{aA} ±0,02
11	0,58 ^{aA} ±0,02	0,58 ^{aA} ±0,01	0,58 ^{aA} ±0,01
18	0,58 ^{aA} ±0,02	0,58 ^{aA} ±0,01	0,58 ^{aA} ±0,02
25	0,58 ^{aA} ±0,01	0,57 ^{aA} ±0,01	0,58 ^{aA} ±0,01
32	0,58 ^{aA} ±0,01	0,58 ^{aA} ±0,02	0,58 ^{aA} ±0,01
39	0,58 ^{aA} ±0,02	0,58 ^{aA} ±0,01	0,58 ^{aA} ±0,02

Letras minúsculas iguais nas linhas e maiúsculas iguais nas colunas, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Sloniak (2014) ao analisar o poder desmineralizante de nove marcas de bebidas energéticas comercializadas no Brasil, obteve valores de acidez variando de 0,384 à 0,832 g de ácido cítrico/100 mL, compatíveis com os encontrados no presente estudo.

Lavinas et al. (2006) estudaram suco de caju *in natura* armazenado em temperatura ambiente (por 24 horas), refrigerado (por sete dias) e congelado (por 120 dias) em garrafas de vidro acondicionadas ao abrigo da luz e verificaram que a acidez total manteve-se inalterada durante todo período estudado.

5.1.5 Vitamina C

Os teores de Vitamina C podem ser visualizados na Tabela 6, os quais diferem estatisticamente ($p > 0,05$) entre os tratamentos aplicados e ao longo de todos os dias de

estudo para cada temperatura. O valor inicial de vitamina C na bebida energética imediatamente após a produção foi de 63,21 mg/L.

Tabela 6 - Valores de Vitamina C (mg/L) para bebida energética armazenada por 39 dias sob temperatura ambiente (TA), temperatura refrigerada (TR) e condição acelerada (TE).

Dias de Armazenamento	Vitamina C (mg/L)		
	Tratamento		
	TA	TR	TE
4	61,92 ^{aA} ±0,11	60,29 ^{bA} ±0,14	50,39 ^{cA} ±0,39
11	44,50 ^{aB} ±0,19	52,47 ^{bB} ±0,25	42,74 ^{cB} ±0,43
18	42,77 ^{aC} ±0,05	50,94 ^{bC} ±0,13	35,29 ^{cC} ±0,21
25	42,73 ^{aC} ±0,14	48,69 ^{bD} ±0,26	22,31 ^{cD} ±0,11
32	37,77 ^{aD} ±0,18	42,99 ^{bE} ±1,05	10,62 ^{cE} ±1,36
39	26,16 ^{aE} ±1,23	36,23 ^{bF} ±2,01	8,18 ^{cF} ±1,87

Letras minúsculas iguais nas linhas e maiúsculas iguais nas colunas, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Pode-se notar que quanto maior a temperatura no armazenamento, maior a perda de vitamina C, sendo que as reduções desde o dia zero até o final do estudo para cada tratamento foram de aproximadamente 59%, 43% e 87% para TA, TR e TE, respectivamente. Esse comportamento está de acordo com outros trabalhos relatados na literatura; Al-Zubaidy e Khalil (2007) estudaram a cinética de degradação da vitamina C em suco de limão normal e concentrado durante seu armazenamento por quatro meses nas temperaturas de 25, 35 e 45 °C e concluíram que taxa de degradação da vitamina C aumenta com a elevação da concentração e da temperatura de estocagem.

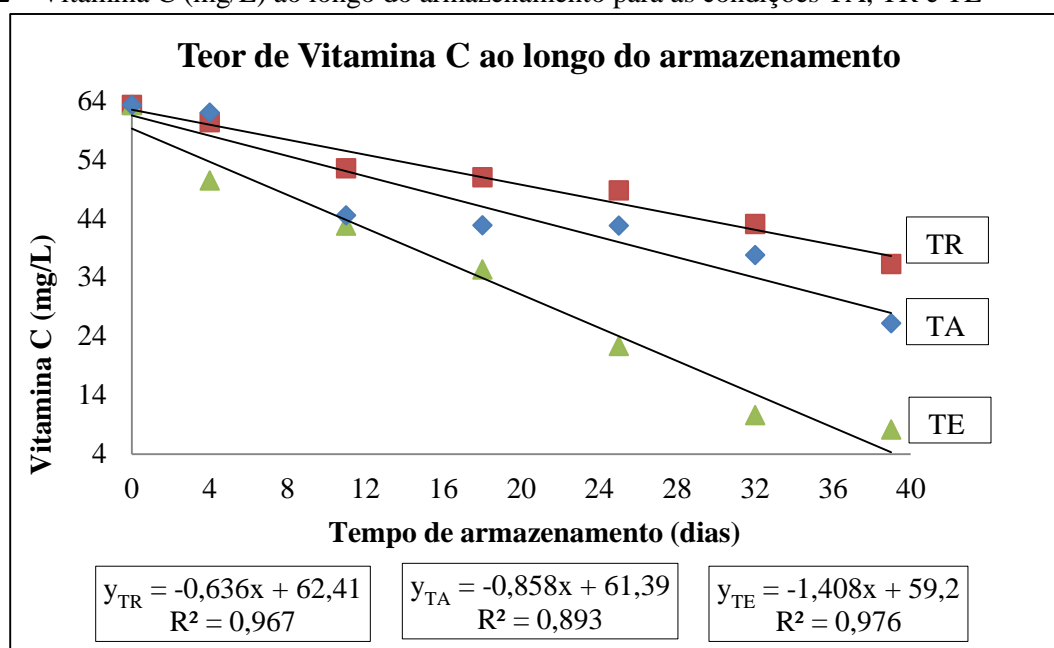
Nos resultados obtidos por Maeda et al. (2007) em um estudo sobre néctar de camu-camu armazenados durante 120 dias em temperatura ambiente (26°C) e refrigerada (5°C) foi constatado que houveram maiores perdas nos néctares armazenados em temperatura ambiente, chegando a 20% ao final do armazenamento, enquanto que os armazenados sob refrigeração, tiveram perdas de 12 a 14%.

Em outro estudo, foi avaliada a estabilidade da vitamina C em suco de laranja concentrado e observou-se que a perda foi maior no suco armazenado a 25 °C do que naquele mantido a 4 °C durante os três dias de estudo (ZERDIN et al.,2003). Da mesma forma, Nagy e Smoot (1977) verificaram um aumento significativo na taxa de degradação desse nutriente

em sucos de laranja estocados durante 84 dias entre 22 a 26 °C quando comparado ao suco armazenado a 4 °C.

A Figura 2 abaixo demonstra o comportamento da vitamina C em função do tempo de armazenamento, onde fica visível observar a redução desse nutriente para cada tratamento. O ácido ascórbico é um indicador, pois sendo a vitamina mais termolábil, sua presença no alimento indica que os demais nutrientes também estão sendo preservados (LAVARDA, 2011). Sendo assim, mesmo com essas perdas significantes de vitamina C, provavelmente as vitaminas do complexo B ainda estejam presentes na bebida energética.

Figura 2 – Vitamina C (mg/L) ao longo do armazenamento para as condições TA, TR e TE



5.1.6 Análise de Cor

A cor é uma importante ferramenta de avaliação físico-química fornecendo diversas informações sobre a vida-de-prateleira, a deterioração ou a contaminação de alimentos. Nas bebidas energéticas a cor é uma característica importante para sua aceitação, além de ser um indicador das mudanças que ocorrem durante seu armazenamento.

Os valores obtidos no sistema CIELAB (ANEXO B) de L* (luminosidade) e as coordenadas de cor a* (componente vermelho-verde) e b* (componente amarelo-azul) obtidos pelo colorímetro foram comparadas entre os tratamentos e entre os dias de armazenamento. A tabela 7 apresenta os resultados obtidos para os parâmetros a*, b* e L* da análise de cor.

Tabela 7 - Parâmetros a*, b* e L* da análise de cor de bebida energética armazenado por 39 dias sob temperatura ambiente (TA) e temperatura refrigerada (TR) e condição acelerada (TE).

Dias de Armazenamento	a*			b*			L*		
	Tratamento			Tratamento			Tratamento		
	TA	TR	TE	TA	TR	TE	TA	TR	TE
4	-1,65 ^{aA} ± 0,02	-1,66 ^{aA} ± 0,01	-1,73 ^{bA} ± 0,01	21,98 ^{aAC} ± 0,10	21,19 ^{bC} ± 0,04	21,89 ^{aBC} ± 0,02	37,86 ^{aB} ± 0,01	39,12 ^{bB} ± 0,02	37,98 ^{cF} ± 0,02
11	-1,61 ^{aAB} ± 0,01	-1,62 ^{aA} ± 0,02	-1,57 ^{bB} ± 0,02	21,41 ^{aB} ± 0,11	22,05 ^{bA} ± 0,12	22,02 ^{bC} ± 0,18	38,40 ^{aC} ± 0,02	38,65 ^{bBC} ± 0,01	37,90 ^{cE} ± 0,02
18	-1,62 ^{aAB} ± 0,02	-1,64 ^{aA} ± 0,01	-1,46 ^{bC} ± 0,01	21,56 ^{aBC} ± 0,01	21,91 ^{bA} ± 0,13	21,76 ^{abAB} ± 0,07	37,68 ^{aAB} ± 0,03	38,87 ^{bB} ± 0,01	37,28 ^{cA} ± 0,01
25	-1,61 ^{aAB} ± 0,03	-1,61 ^{aA} ± 0,01	-1,24 ^{bD} ± 0,01	21,83 ^{aABC} ± 0,39	19,73 ^{bB} ± 0,11	21,65 ^{aA} ± 0,02	37,48 ^{aA} ± 0,30	38,16 ^{bAC} ± 0,27	36,92 ^{aD} ± 0,02
32	-1,58 ^{aB} ± 0,05	-1,61 ^{aA} ± 0,06	-1,24 ^{bD} ± 0,03	22,08 ^{aA} ± 0,15	21,86 ^{aA} ± 0,50	21,86 ^{aABC} ± 0,09	37,65 ^{aAB} ± 0,06	37,82 ^{aA} ± 0,40	37,26 ^{aA} ± 0,04
39	-1,64 ^{aAB} ± 0,02	-1,69 ^{aA} ± 0,05	-0,57 ^{bF} ± 0,01	22,20 ^{aA} ± 0,03	22,07 ^{aA} ± 0,15	21,78 ^{bAB} ± 0,01	37,62 ^{aAB} ± 0,01	37,67 ^{aA} ± 0,01	36,47 ^{bC} ± 0,04

Letras minúsculas iguais nas linhas e maiúsculas iguais nas colunas, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a nível de 5% de significância.

O parâmetro a* corresponde ao componente vermelho-verde do diagrama de cromaticidade, no qual valores positivos definem uma amostra de coloração avermelhada e, valores negativos definem uma amostra de coloração esverdeada. Para a bebida energética foram obtidos valores negativos para todos os tratamentos, caracterizando amostras de cor esverdeada. Foi verificado que houve diferença estatística ($p < 0,05$) do tratamento TE em relação a TA e TR (que foram estatisticamente iguais). Além disso, o tratamento TE apresentou diferença estatística em relação às semanas de análise, aumentando o valor de a* em direção ao zero do diagrama colorimétrico, caracterizado por ser uma zona de cor neutra, evidenciando a perda da tonalidade esverdeada.

O parâmetro b^* corresponde ao componente amarelo-azul do diagrama de cromaticidade, no qual valores positivos definem uma amostra de coloração amarelada e, valores negativos definem uma amostra de coloração azulada. Para a bebida energética foram obtidos valores positivos para todos os tratamentos, caracterizando amostras de cor amarelada. Foi verificado que houve diferença estatística ($p < 0,05$) entre os tratamentos e ao longo das semanas, apesar disso, os valores de b^* obtidos variam em uma pequena faixa de 19,73 a 22,20. Isso pode ser explicado devido a diferença existente de garrafa para garrafa utilizada para a realização das análises. Essa diferença é inerente ao processo de fabricação da bebida, fazendo com que ocorra a oscilação de valores do parâmetro b^* observados na Tabela 7, evidenciando que não ocorreu perda de coloração amarelada das amostras.

O parâmetro L^* indica a luminosidade, ou seja, o valor zero é característica de cor preta, enquanto que o branco total tem um valor de L^* igual a 100. Entre o 4° e 18° dia de armazenamento, foi evidenciado diferença estatística entre os tratamentos, mas no 39° a condição TE foi estatisticamente diferente das demais, evidenciando uma maior perda de luminosidade em relação a TA e TR (que são iguais estatisticamente). Em relação a análise de cada tratamento ao longo do tempo foi verificado uma leve diminuição do parâmetro L^* para todas as temperaturas, caracterizando a perda da luminosidade da amostra.

Endo et al. (2007) analisaram a cor de suco de maracujá natural e adicionado de açúcar armazenados em ambientes de 30 e 40 °C. Foi observado que a luminosidade apenas foi reduzida na temperatura de 40 °C, no final do armazenamento. Os parâmetros a^* e b^* decresceram durante o armazenamento, para ambos os sucos. O autor indica que pode ter ocorrido a oxidação da vitamina C.

Esteve et al. (2005) realizaram um estudo sobre os efeitos causados pelo período de armazenamento em sucos de laranja armazenados durante 6 semanas sob temperaturas de 4 °C e 10 °C, e concluíram que as amostras armazenadas a 4°C obtiveram pouca variação no seu valor de L^* (luminosidade) e para os parâmetros a^* e b^* essas variações não foram significativas. No entanto, para o suco de laranja pasteurizado nas mesmas condições, mas armazenados a 10°C, houve diferença significativa ($p < 0,05$) nos valores de L^* (luminosidade) para as amostras coletadas na 1° e na 2° semana de armazenamento. Em todos os lotes a evolução da cor foi sempre mais alta para amostras armazenadas a 4°C do que para as armazenadas a 10°C.

Foi observado uma leve diminuição no parâmetro L^* para os três tratamentos ao comparar os dias de armazenamento 4 e 39. Esse fenômeno foi explicado por Oliveira et al.

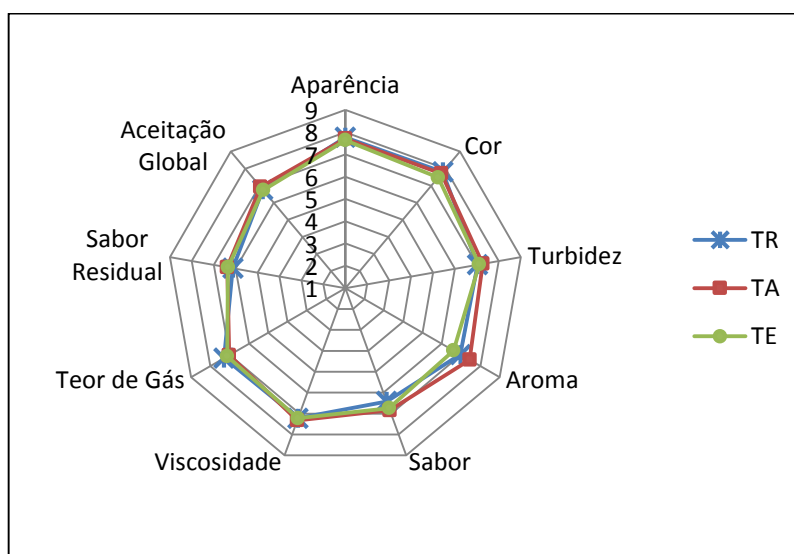
(2012) ao estudar a cinética de degradação e vida-de-prateleira de suco integral de manga, onde foi possível observar que a degradação da vitamina C está possivelmente relacionada com as alterações na cor, já que por meio da análise estatística, observou-se correlação entre a degradação da vitamina C e as coordenadas de cor L* em nível de 0,1% de probabilidade. Ou seja, a degradação da vitamina C está relacionada com a diminuição dos valores de L* (escurecimento).

5.2 Análise Sensorial

Foram realizadas seis análises sensoriais ao longo do estudo, nos dias 4, 11, 18, 25, 32 e 39 de armazenamento.

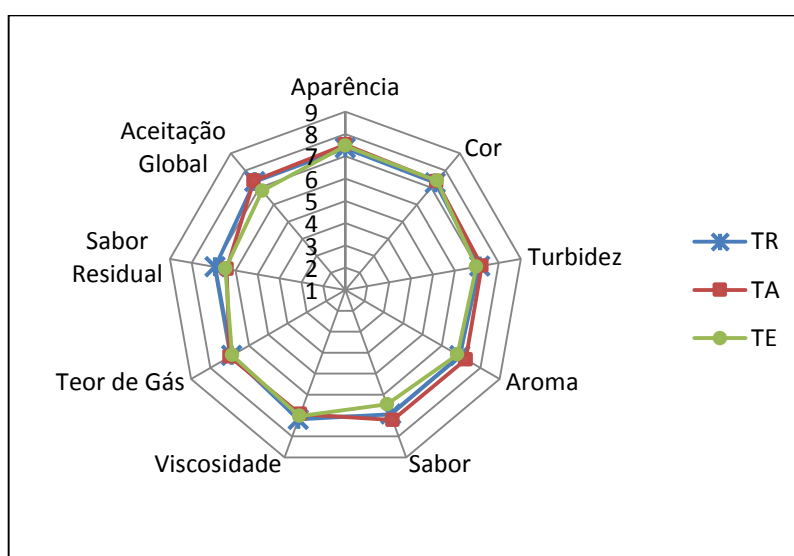
No quarto dia, a média para os atributos de aparência, cor, turbidez, viscosidade, sabor, teor de gás, sabor residual e aceitação global não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos ($p > 0,05$) (Figura 3), sendo que apenas o atributo sensorial “aroma” apresentou diferença, com TR igual a TE e TA, e, essas duas, diferentes entre si (TR = TE e TA; TE \neq TA). Apesar disso, esse atributo só apresentou diferença estatística novamente no 39º dia de armazenamento (APÊNDICE B). De acordo com os resultados pode-se verificar que a temperatura não afetou sensorialmente a bebida energética em quatro dias de armazenamento.

Figura 3 - Avaliação sensorial de aparência, cor, turbidez, aroma, viscosidade, sabor, teor de gás, sabor residual e aceitação global de bebida energética armazenada durante 4 dias a temperatura ambiente (25°C), a temperatura refrigerada (5°C) e a temperatura controlada (35°C).



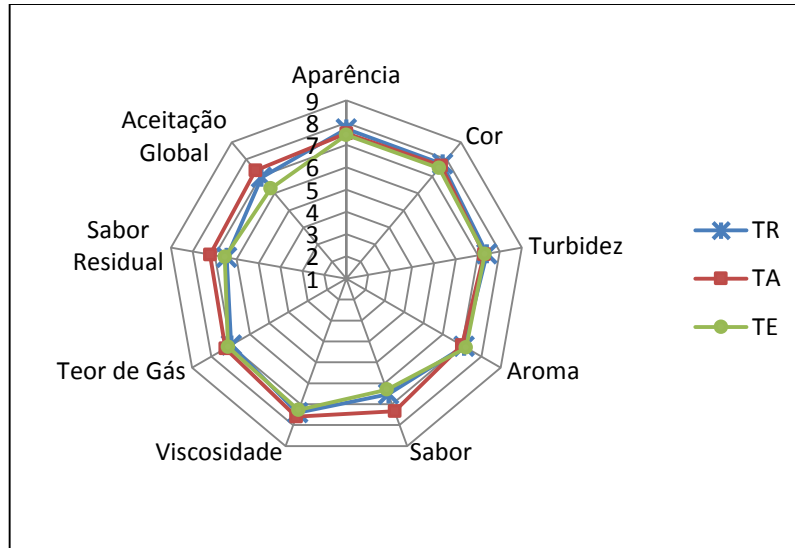
Para a análise sensorial do 11º dia de armazenamento (Figura 4), apenas as médias para aceitação global apresentaram diferença estatística entre os tratamentos, com TR estatisticamente igual a TA e TE, e, essas duas, diferentes estatisticamente entre si. As médias foram de 7,34 para TR; 7,40 para TA; e 6,81 para TE (APÊNDICE B), onde a nota 7 corresponde ao termo hedônico “gostei moderadamente” e a nota 6 ao “gostei levemente”.

Figura 4 - Avaliação sensorial de aparência, cor, turbidez, aroma, viscosidade, sabor, teor de gás, sabor residual e aceitação global de bebida energética armazenada durante 11 dias a temperatura ambiente (25°C), a temperatura refrigerada (5°C) e a temperatura controlada (35°C).



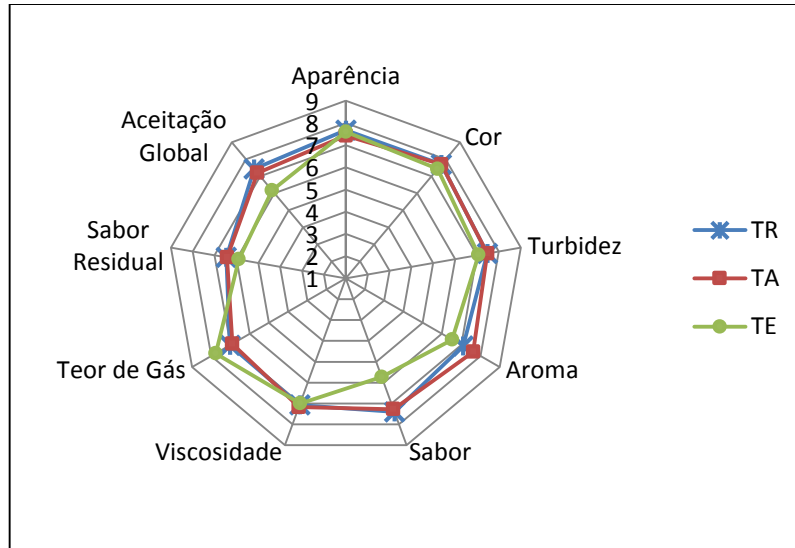
O atributo “aceitação global” do 18º dia de armazenamento apresentou comportamento semelhante ao do 11º, com médias de 6,93 (TR), 7,34 (TA) e 6,28 (TE) (Figura 5). Outros atributos com diferenças estatísticas foram “sabor” (TR = TA e TE; TA ≠ TE) e “sabor residual” (TE = TA e TR; TA ≠ TR) (APÊNDICE B).

Figura 5 - Avaliação sensorial de aparência, cor, turbidez, aroma, viscosidade, sabor, teor de gás, sabor residual e aceitação global de bebida energética armazenada durante 18 dias a temperatura ambiente (25°C), a temperatura refrigerada (5°C) e a temperatura controlada (35°C).



Na avaliação sensorial ao 25º dia de armazenamento (Figura 6), o atributo “aroma” apresentou diferença estatística (TR = TA e TE; TA ≠ TE) (APÊNDICE B). Já os parâmetros como “sabor” e “aceitação global” apresentam uma peculiaridade que até então não havia ocorrido: a condição acelerada (TE) apresentou diferença estatística das demais (TA e TR), sendo essas duas iguais entre si. Foi possível notar que na análise sensorial do 25º dia de armazenamento os provadores começaram a diferir a condição acelerada das demais, atribuindo inclusive notas mais baixas para esse tratamento, sendo que os atributos “sabor” e “aceitação global” tiveram médias de 5,73 e 6,17, respectivamente, onde a nota 5 corresponde ao termo hedônico “nem gostei/nem desgostei” da escala de análise sensorial.

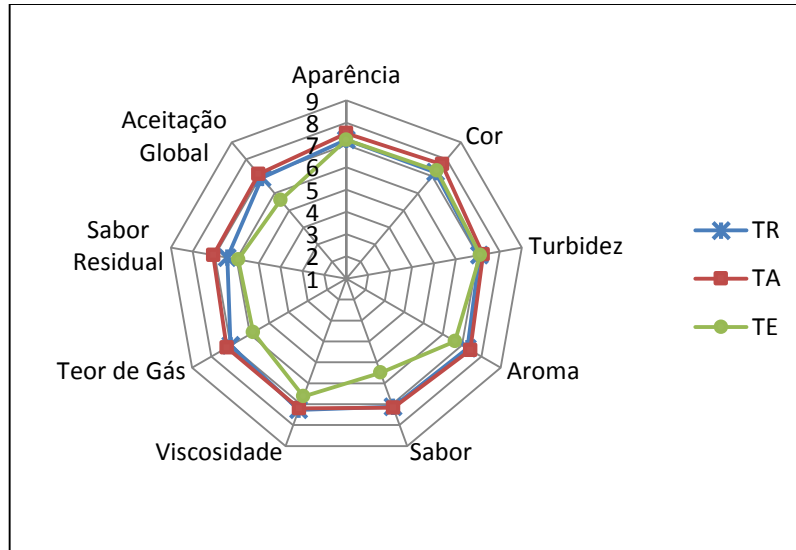
Figura 6 - Avaliação sensorial de aparência, cor, turbidez, aroma, viscosidade, sabor, teor de gás, sabor residual e aceitação global de bebida energética armazenada durante 25 dias a temperatura ambiente (25°C), a temperatura refrigerada (5°C) e a temperatura controlada (35°C).



Os parâmetros sensoriais “sabor”, “viscosidade” e “aceitação global” tiveram as médias de TE diferentes das médias de TR e TA (e essas duas foram consideradas estatisticamente iguais entre si), na análise sensorial do 32º dia de armazenamento (Figura 7).

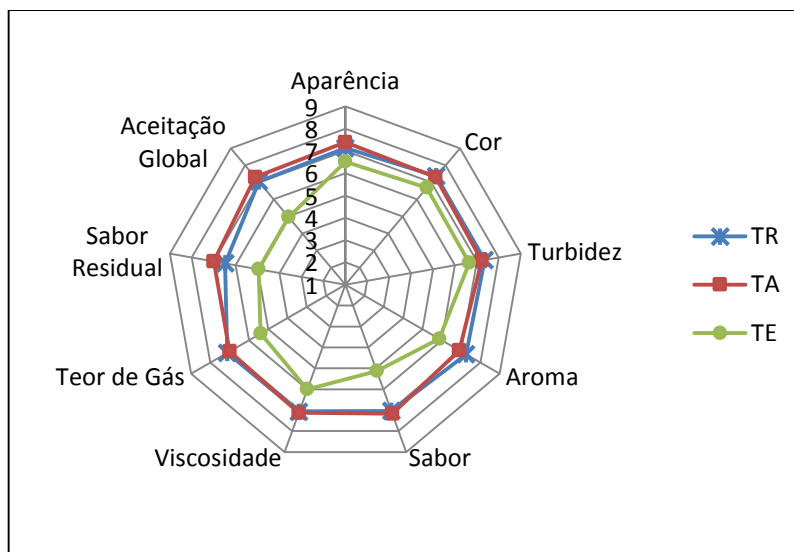
A aceitação global para a condição TE obteve média de 5,6; sendo mais baixa que as condições TA (7,13) e TR (6,90) (APÊNDICE B). Os parâmetros “teor de gás” e “sabor residual”, também apresentaram diferença estatística entre os tratamentos (TR = TE e TA; TE \neq TA). Porém, isso não fica claro na Figura 7, devido ao grande desvio padrão que as médias desses atributos possuem. Isso ocorre pois o teste de aceitação sensorial mede o grau de gostar ou desgostar desses atributos, promovendo, muitas vezes, médias com desvios grandes provocados pelas diferenças individuais de cada provador.

Figura 7 - Avaliação sensorial de aparência, cor, turbidez, aroma, viscosidade, sabor, teor de gás, sabor residual e aceitação global de bebida energética armazenada durante 32 dias a temperatura ambiente (25°C), a temperatura refrigerada (5°C) e a temperatura controlada (35°C).



No 39º dia de armazenamento (Figura 8) os parâmetros sensoriais de cor, turbidez, aroma, viscosidade, teor de gás, sabor residual e aceitação global apresentaram diferença estatística, com TR igual a TA e esses dois diferentes estatisticamente de TE. Portanto, a nível sensorial, as condições TR e TA são consideradas iguais no armazenamento por 39 dias de bebidas energéticas. A média para aceitação global de TE nessa análise foi de 4,96, correspondendo ao termo hedônico desgostei levemente e, definindo o fim da vida-de-prateleira para essa condição.

Figura 8 - Avaliação sensorial de aparência, cor, turbidez, aroma, viscosidade, sabor, teor de gás, sabor residual e aceitação global de bebida energética armazenada durante 39 dias a temperatura ambiente (25°C), a temperatura refrigerada (5°C) e a temperatura controlada (35°C).



Criveletto (2011) estudou por 90 dias a estabilidade físico-química e sensorial de refrigerante de laranja submetidos às temperaturas de 5 e 25°C e observou que aos 30 dias de estocagem não ocorreram diferenças estatísticas nos parâmetros sensoriais de cor, odor, sabor, sabor residual e aceitação global. Já aos 60 dias de armazenamento o atributo “sabor” apresentou diferença estatística entre as condições de armazenamento e aos 90 dias de armazenamento os resultados da análise sensorial apresentaram diferença estatística para os atributos “Sabor”, “Sabor residual” e “Aceitação Global”.

Para análise sensorial do 39º dia de armazenamento da bebida energética, não foi observada diferença estatística entre os tratamentos TA e TR para todos os parâmetros, assim como para Criveletto (2011) no 30º dia de armazenamento. Caso o estudo de bebida energética fosse avaliado por maior tempo, poderia ocorrer diferença entre esses tratamentos, assim como foi observado pela mesma autora aos 60 e 90 dias.

Martin et al. (1995) estudaram a estabilidade química e sensorial do suco de laranja pasteurizado, envasado à quente em garrafas transparentes de vidro e acondicionado a 5°C, temperatura ambiente e a 30°C. Foi observado uma perda significativa da qualidade sensorial após 3 meses para o suco à temperatura ambiente e 2 meses quando armazenado a 30°C, o que demonstra que o aumento da temperatura de armazenamento afeta sensorialmente produtos armazenados nessa condição, mais do que os armazenados em temperatura ambiente.

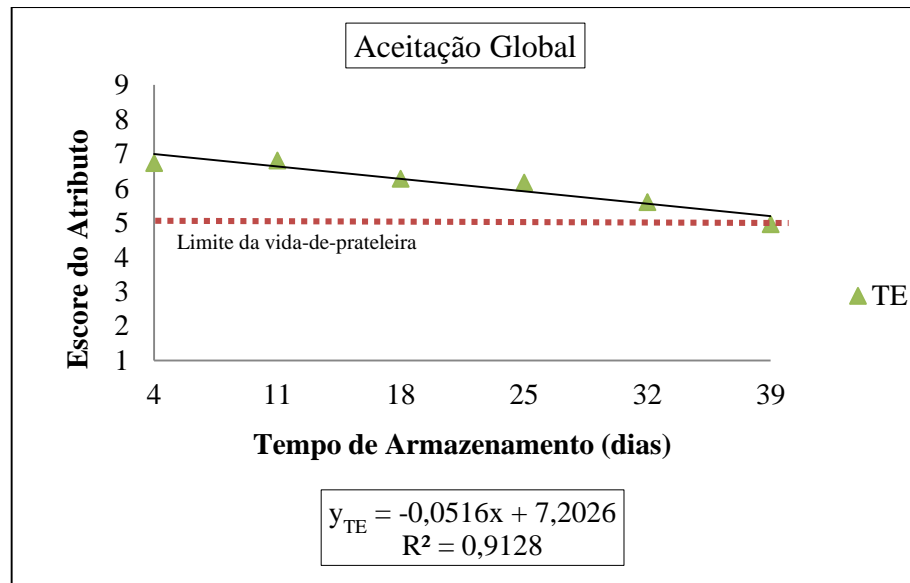
No estudo de Oliveira (2010) foi avaliado sensorialmente e microbiologicamente a cinética de degradação de suco integral de manga armazenado em diferentes temperaturas, no qual foi verificado efeito significativo de interação entre temperatura (25, 35 e 45 °C) e o tempo de armazenamento ($p < 0,05$) para os atributos cor, aroma e sabor. Inicialmente, a nota média atribuída pelos provadores treinados para o suco no tempo zero foi de 7,27. No decorrer da armazenagem, as notas médias do sabor apresentaram diminuição significativa, alcançando valores de 4,32 para o suco armazenado a 35 °C e 3,12 para suco armazenado a 45 °C. Não houve variação significativa ($p > 0,05$) no sabor do produto mantido a 25 °C no período avaliado.

Temperaturas mais altas podem ocasionar um aumento das taxas de degradação dos nutrientes termosensíveis presentes nas bebidas energéticas, tal como a vitamina C, que quando oxidada, resulta no aparecimento de sabor estranho (*off-flavour*) (AL-ZUBAIDY; KHALIL 2007), levando à diminuição os escores de sabor ao longo do tempo, como pode ser observado para a condição TE no parâmetro “sabor” ao longo dos 39 dias de armazenamento (APÊNDICE B).

5.3 Estimativa da vida-de-prateleira

Inicialmente foi estimada a vida-de-prateleira para a condição acelerada (TE) através da regressão linear das médias sensoriais do parâmetro “aceitação global” ao longo dos 39 dias de armazenamento, como mostra a Figura 9.

Figura 9 - Médias do atributo sensorial “aceitação global” para a condição acelerada (TE) em 39 dias de armazenamento da bebida energética



A equação da reta obtida possui um coeficiente de determinação (R^2) de 91,2%, sendo que Villanueva e Trintade (2009) consideram coeficientes de determinação acima de 60% bons para estudos sensoriais. Fazendo a substituição de y_{TE} pelo limite da vida-de-prateleira estipulado (score = 5) obteve-se a vida-de-prateleira da condição acelerada de 43 dias.

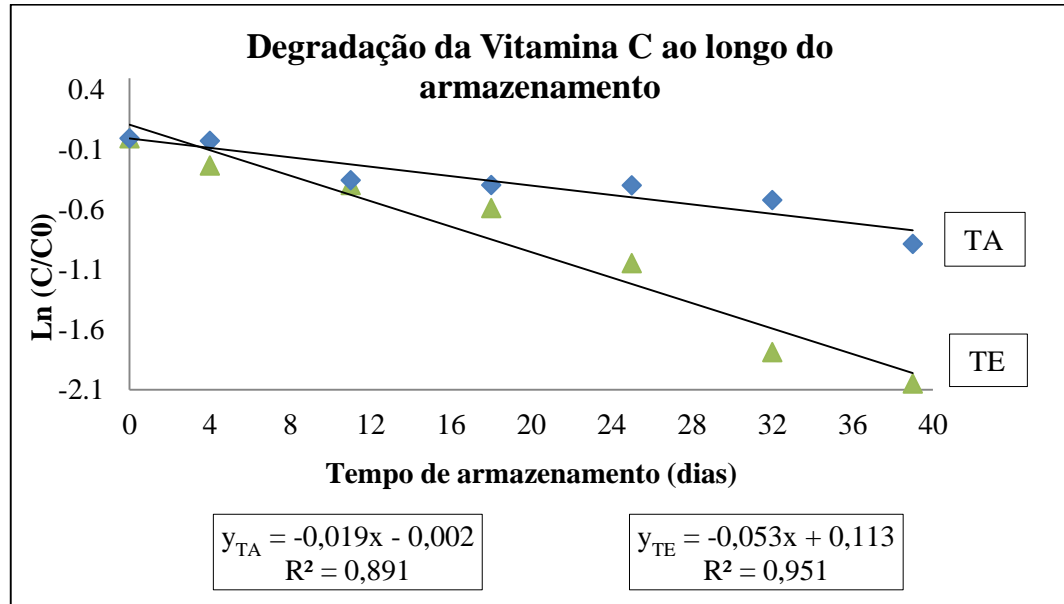
Para a estimativa da vida-de-prateleira da bebida energética na temperatura de 25 °C utilizou-se como indicador de qualidade a concentração de vitamina C. A maioria dos trabalhos encontrados na literatura utilizam um modelo de cinética de 1ª ordem para descrever a degradação térmica da vitamina C (AL-ZUBAIDY; KHALIL, 2007; NETO et al., 1991; LAVARDA, 2011). Neto et al. (2010) descrevem reação de 1ª ordem aquela cuja velocidade de conversão depende da concentração dos reagentes, resultando na Equação 1:

$$\ln\left(\frac{C}{C_0}\right) = k \times t \quad (1)$$

Onde C é a concentração da vitamina (mg/L), C_0 é a concentração inicial (mg/L), k é a constante de reação de 1ª ordem (dias⁻¹) e t o tempo (dias).

Dessa maneira, na Figura 10 é possível visualizar a degradação de vitamina C ao longo do tempo de acordo com os tratamentos TE e TA.

Figura 10 – Degradação da Vitamina C em bebida energética ao longo do armazenamento para as condições TA e TR.



Os valores das constantes de reação obtidas foram de $0,019 \text{ dias}^{-1}$ (25°C) e $0,053 \text{ dias}^{-1}$ (35°C). Por meio da análise de regressão, verificou-se que a dependência da degradação de vitamina C em relação à temperatura possui coeficiente de determinação em torno de 89 a 95%, indicando que o modelo é adequado.

A partir do modelo cinético, calculou-se inicialmente o Q_{10} , como proposto por Neto et al. (1991) através do quociente entre as constantes de reação (k) a 25 e 35°C . A vida-de-prateleira (V.P.) a 25°C foi determinada em 120 dias (aproximadamente 4 meses) através da Equação 2, 3 e 4:

$$Q_{10} = \frac{K_T}{K_{(T-10)}} = \frac{V.P.(T-10)}{V.P.(T)} \quad (2)$$

$$Q_{10} = \frac{0,053}{0,019} = 2,79 \quad (3)$$

$$V.P.(25^\circ\text{C}) = V.P.(35^\circ\text{C}) \times Q_{10} = 43 \times 2,79 = 120 \text{ dias} \quad (4)$$

O valor de Q_{10} igual a 2,79 está dentro da faixa de 2 a 10 estipulada por Neto et al. (1991) para alimentos armazenados em embalagem permeável e é próximo ao encontrado por

Oliveira et al. (2012) ao estudarem a cinética de degradação e vida-de-prateleira de suco integral de manga acondicionados em garrafas PET quando armazenados a 25 e 35°C. Segundo os autores, foi encontrado um valor de 2,13 para Q_{10} , sendo que a vida-de-prateleira foi estimada em 89 e 190 dias para as condições de 35 e 25°C, respectivamente.

Grizotto et al. (2006) estudaram fruta estruturada e desidratada obtida de polpa concentrada de mamão avaliando as transformações físicas, químicas e sensoriais de amostras armazenadas em temperaturas de 0, 25 e 35°C. Com base nos parâmetros cinéticos estimados, foi encontrado Q_{10} igual a 3, com uma vida-de-prateleira de 56 e 168 dias para a condição de 35 e 25°C, respectivamente.

Em outro estudo sobre a cinética de degradação da vitamina C em suco de limão normal e concentrado, Al-Zubaidy e Khalil (2007) avaliaram temperaturas de 25, 35 e 45°C e em diferentes concentrações (9°Brix e 50°Brix) e obtiveram valores Q_{10} de 1,486 e 1,489, para 25 e 35°, respectivamente.

A vida-de-prateleira de 4 meses observada no presente estudo é compatível com algumas marcas de mercado que também são envasadas em garrafa PET e utilizam apenas conservantes (sem utilizar o tratamento térmico), como por exemplo a bebida energética “Turn ON”. Geralmente nessas condições, a vida-de-prateleira das bebidas energéticas variam de 4 a 6 meses.

6 CONCLUSÃO

A temperatura e o tempo de armazenamento não interferiram significativamente nas características de pH, sólidos solúveis e acidez total das bebidas energéticas, ao longo de 39 dias de estudo. O mesmo não pode ser afirmado para o teor de CO₂ e vitamina C, os quais foram fortemente influenciados pelas condições e pelo tempo de estocagem. Na análise de cor, ocorreu perda de coloração esverdeada (componente a*) ao longo do tempo para TE e de luminosidade (componente L*) para os 3 tratamentos. A coloração amarelada se manteve no período estudado.

Para análise sensorial, somente no 25º dia de armazenamento os provadores começaram a distinguir diferença entre as amostras mantidas sob condição acelerada (TE) em relação a TA e TR para os parâmetros de “sabor” e “aceitação global”. Ao final do estudo (39º dia) TE foi estatisticamente diferente de TA e TR para todos os atributos sensoriais (menos aparência), sendo que TA e TR não apresentaram diferença estatística entre si.

O estudo sensorial, aliado a análise de vitamina C, permitiu estabelecer a vida-de-prateleira de 4 meses para a bebida energética, compatível com marcas do mercado que são envasadas em embalagens PET e não utilizam tratamento térmico.

Ao acondicionar bebidas energéticas em temperaturas elevadas, como 35°C, verificou-se mudanças sensoriais no produto devido à redução de suas características físico-químicas (CO₂ e vitamina C), além de limitar a sua vida-de-prateleira a 43 dias. O armazenamento em temperaturas de refrigeração minimizou essas perdas, mais do que quando armazenando em temperatura ambiente (que é uma prática comum no comércio). Apesar disso, essa condição não afetou nenhuma propriedade sensorial, sendo considerada igual ao armazenamento refrigerado.

REFERÊNCIAS

ABIA. Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação. **Orientações para Transportadores e Pontos de Venda sobre o Armazenamento, Transporte e Manuseio de Alimentos Embalados**. São Paulo, 2010.

ABRAS. Indústrias disputam o mercado de energéticos. Publicado em 30 de Abril de 2012. Disponível em: <<http://www.abrasnet.com.br/clipping.php?area=10&clipping=27798>>. Acesso em: 03 de Outubro de 2014.

ADITIVOS & INGREDIENTES. Ácido Cítrico ou Citrato de Hidrogênio. Matéria n° 268, Revista n° 112, 2014. Disponível em: <http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/268.pdf>. Acesso em: 15 de outubro de 2014.

AL-ZUBAIDY, M. M. I.; KHALIL, R. A. Kinetic and prediction studies of ascorbic acid degradation in normal and concentrate local lemon juice during storage. **Food Chemistry**, v.101, p. 254-259, 2007.

ARCAS, A. S. et al. Análise quantitativa de dióxido de carbono liberado pelas garrafas PET de refrigerantes a base de cola. **52° Congresso de Química**, Recife, 2012.

AUSTRALIA. Inquiry report: Formulated caffeinated beverages: **Australia New Zealand Food Authority**; 2001.

BALLISTRERI, M. C.; CORRADI-WEBSTER, C. M. Consumption of Energy Drinks Among Physical Education Students. **Revista Latino-americana de Enfermagem**, v. 16, p. 558-64, 2008.

BARÃO, M. Z. Embalagens para produtos alimentícios. Dossiê Técnico. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas**. Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR), 2011.

BARNABÉ, D.; VENTURINI FILHO, W. G. Refrigerantes. **Bebidas não alcoólicas: ciência e tecnologia**, v. 2, p. 177-196, 2010.

BATISTUZZO, J. A. O. et al. **Formulário Médico-farmacêutico**. 1 ed. São Paulo: Tecnopress, 2000.

BERGER, A. J., ALFORD, K. Cardiac arrest in a young man following excess consumption of caffeinated "energy drinks". **The Medical journal of Australia**, v. 190, n. 1, p. 41-43, 2009.

BIANCHINI, V. K.; ASSUMPCÃO, M. R. A Diferenciação de Produtos na Cadeia Produtiva do açúcar: o processo de produção dos açúcares líquido e líquido invertido. **XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Curitiba, 23 a 25 de outubro de 2002

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução a química de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 1995.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária e Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 2, de 15 de Janeiro de 2007. Aprova o Regulamento Técnico sobre "Aditivos Aromatizantes". **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 de janeiro de 2007.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Informe Técnico nº. 48, de 10 de abril de 2012. Assunto: Esclarecimentos sobre a segurança de uso do corante Caramelo IV – processo sulfito amônia (INS 150d). Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/f681d6804adf50d7ae71afa337abae9d/Informe_Tecnico_n_48_de_10_de_abril_de_2012.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 27 de Outubro de 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 91, de 11 de maio de 2001. Aprova o Regulamento Técnico - Critérios Gerais e Classificação de Materiais para Embalagens e Equipamentos em Contato com Alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, de 15 de maio de 2001.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Aprova o "Regulamento Técnico sobre os valores de Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitaminas e Minerais". **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, de 23 de setembro de 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 273, de 22 de setembro de 2005. Aprova o "Regulamento Técnico para Misturas para o Preparo de Alimentos e Alimentos Prontos Para o Consumo". **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, de 23 de setembro de 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 5, de 15 de janeiro de 2007. Aprova o Regulamento Técnico sobre "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, 17 de janeiro de 2007.

BRASIL. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Resolução nº 44 de 1977. Estabelece condições gerais de elaboração, classificação, apresentação, designação, composição e fatores essenciais de qualidade dos corantes empregados na produção de alimentos e bebidas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, de 01 de fevereiro de 1978.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914 de 12 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, de 04 de Janeiro de 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 31 de 13 de Janeiro de 1998. Aprova o “Regulamento Técnico referente a Alimentos Adicionados de Nutrientes Essenciais”. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, de 16 de Janeiro de 1998.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº. 544, de 16 de Novembro de 1998. Aprova os “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, de 17 de novembro de 1998.

CAMARGO, R. et al. **Tecnologia de produtos agropecuários**. São Paulo: Nobel, 1984.

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.

CASTRO, F. J. C. et al. Avaliação do Teor e da Estabilidade de Vitaminas do Complexo B e Vitamina C em Bebidas Isotônicas e Energéticas. **Química Nova**, v.29, n. 4, p. 719-723, 2006.

CELESTINO, S. M. C. **Produção de Refrigerantes de Frutas**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Documento 279. Planaltina, D.F., 2010.

CELESTINO, S. M. C. Tratamento de água para indústria de refrigerantes. Publicado em 27 de Abril de 2009. Disponível em <http://www.tratamentodeagua.com.br/R10/Biblioteca_Detalhe.aspx?codigo=811>. Acesso em: 03 de Outubro de 2011.

CHEMISTRY INDUSTRY. Acidity Regulator. Disponível em: <<http://www.chemistryindustry.biz/acidity-regulator.html>>. Acesso em: 23 de Outubro de 2014.

CLAUSON, K. et al. Safety issues associated with commercially available energy drinks. **Journal of the American Pharmacists Association**, v. 48, n. 3, p. 55 - 67, 2008.

COLTRO, L.; BURATIN, A. E. P. Garrafas de PET para Óleo Comestível-Avaliação da Barreira à Luz. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 3, p. 206-211, 2004.

CORREA NETO, R. S.; FARIA, J. A. F. Fatores que influem na qualidade do suco de laranja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 1, p. 153 – 161, 1999.

COSTA, T. S. A. et. al. Efeito do congelamento e do tempo de estocagem da polpa de acerola sobre o teor de carotenóides. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.1, p. 60-66, 2003.

COUGHLIN, G; SCHAMBONY, S. Discoloration new UV absorber for PET packaging: better protection with less. **Journal of Plastic Film & Sheeting**, v. 24, n. 3-4, p. 227-238, 2008.

CRIVELETTO, R. **Estabilidade Físico-Química e Sensorial de Refrigerantes Sabor Laranja durante Armazenamento**. 2010. 52f. Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Alimentos para obtenção do Título de Engenheiro de Alimentos – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

CURTISS, C. C. **The Effects of Sugar and Sugar-free Energy Drinks on Simple and Choice Reaction Time**. 2008. 50f. Tese apresentada ao departamento de Estudos sobre Performance Humana para obtenção de Mestre em Educação – University of Puget Sound, Tacoma, 2008.

DALL'AGNOL, T. Conheça Cientificamente uma Bebida Energética. Publicado em 09 de Fevereiro de 2006. Disponível em: <<http://www.webrun.com.br/h/noticias/conheca-cientificamente-uma-bebida-energetica/4797/pag/6>>. Acesso em: 14 de Outubro de 2014.

DALL'AGNOL, T. Influência do Inositol em Praticantes de Atividade Física. Publicado em 3 de Março de 2008. Disponível em: <<http://www.ativo.com/nutricao/influencia-do-inositol-em-praticantes-de-atividade-fisica/>>. Acesso em 01 de Outubro de 2014.

DANTAS, S. T. **Embalagens metálicas e a sua interação com alimentos e bebidas**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001.

DANTAS, S. T. **Latas eletro soldadas: aspectos tecnológicos e avaliação da qualidade**. Campinas: CETEA/ITAL, 1991.

EFSA. European Food Safety Authority. Publicado em 12 de Fevereiro de 2009. Disponível em: <<http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/ans090212.htm>>. Acesso em: 30 de Setembro de 2014.

ENDO, E. et al. Avaliação da vida de prateleira do suco de maracujá (*Passiflora edullis* f. *flavicarpa*) desidratado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 382-386, 2007.

ESTEVE, M. J. et al. Effect of storage period under variable conditions on the chemical and physical composition and colour of Spanish refrigerated orange juices. **Food and Chemical Toxicology**, v. 43, n. 9, p. 1413 –1422, 2005.

EUFIC. Acidity Regulators: the multi-task players. Publicado em dezembro de 2004. Disponível em: <<http://www.eufic.org/article/en/food-safety-quality/food-additives/artid/acidity-regulators/>> Acesso em 23 de Outubro de 2014.

EXAME. Todos os energéticos contra a líder Red Bull. Publicado em 07 de Maio de 2014. Disponível em <<http://exame.abril.com.br/revista-exame/noticias/todos-contra-a-red-bull>>. Acesso em 03 de Novembro de 2014.

FERREIRA P. et al. Bebidas energéticas: benefício ou malefício? In.: Simpósio Paraibano de Saúde: Tecnologia, Saúde e Meio Ambiente à Serviço da Vida, 2012, João Pessoa. **Anais... João Pessoa: Instituto de Bioeducação**, p. 144-148, 2012.

FERREIRA S. E. et al. O efeito das bebidas alcoólicas pode ser afetado pela combinação com bebidas energéticas? Um estudo com usuários. **Revista Associação Médica Brasileira**, v. 60, n. 1, p. 48-51, 2004.

FERREIRA, G. Brasil Econômico. Em crise lá fora, bebidas energéticas colhem bons resultados no Brasil. Publicado em 08 de Janeiro de 2013. Disponível em: <<http://economia.ig.com.br/empresas/industria/2013-01-08/em-crise-la-fora-bebidas-energeticas-colhem-bons-resultados-no-brasil.html>>. Acesso em 03 de Novembro de 2014.

FINNEGAN, D. The health effects of stimulant drinks. **Nutrition Bulletin**, v. 28, p. 147 – 155, 2003.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Dossiê de Bebidas Energéticas. **Revista-fi**, n. 23, 2012. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/287.pdf>>. Acesso em: 29 de Outubro de 2014.

FUJISAKA, G. N. K. **Efeitos de etanol e bebida energética no padrão de sono e na atividade motora de camundongos**. 2009. 104f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Departamento de Psicobiologia, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2009.

GRIZOTTO, R. K. et al. Estudo da vida-de-prateleira de fruta estruturada e desidratada obtida de polpa concentrada de mamão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.3, p.709-714, 2006.

HAMERSKI, L. et al. Usando as Cores da Natureza para Atender aos Desejos do Consumidor: Substâncias Naturais como Corantes na Indústria Alimentícia. **Revista Virtual de Química**, v. 5, n. 3, 2013.

HEACKMAN, M. A. et al. 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**, v. 9, n. 9, p. 303 – 307, 2010.

HONORATO, T. C. et al. Aditivos alimentares: aplicações e toxicologia. **Revista Verde**, v. 8, n. 5, p. 01 - 11, 2013

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo: IMESP, 2004.

JORGE, N. **Embalagens para alimentos**. 1 ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013

QUIMANIL. Corantes e Auxiliares – Colorimetria. Disponível em: <http://www.quimanil.com.br/empresa/informacoes_detalhe.php?id=7>. Acesso em 17 de Dezembro de 2014.

LAQUALE, K. M. Red Bull: The other energy drink and its effect on performance. **Human Kinetics**, v. 12, n. 2, p. 43 – 45.

LAVARDA, L. **Determinação da Cinética de degradação térmica da Vitamina C em polpa de acerola via aquecimento ôhmico**. 2011. 37f. Trabalho de diplomação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

LAVINAS, F. C. et al. Estudo da estabilidade química e microbiológica do suco de caju *in natura* armazenado em diferentes condições de estocagem. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n.4, p. 875-883, 2006.

LEME, J.; MALAVOLTA, E. Determinação fotométrica do ácido ascórbico. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v. 7, p. 116-129, 1950.

LIMA, C. M.; MENDES, D. R. G. Efeitos Nocivos Causados por Bebidas Industrializadas. **Revista de Divulgação Científica Sena Aires**, v.2, p. 167-177, 2013.

LIMA, E. C. S.; et al. Efeito da pasteurização sobre propriedades químicas, microbiológicas e sensoriais de bebida mista formulada com inhame (*Diospera* sp) e limão tahiti (*Citrus latifolia* tanaka). **Acta Tecnológica**, v. 7, n. 2, p. 44 – 48, 2012.

LIMA, E. S., et al. Redução de vitamina C em suco de caju (*Anacardium occidentale* L.) industrializado e cajuína. **Química Nova**, v.30, n.5, 2007.

LIMA, G. F. Aditivos Alimentares: Definições, Tecnologia e Reação Adversas. **Revista Eletrônica de Ciências**, v. 4, n. 2, 2011.

LOPES, A. S. **Avaliação dos efeitos do transporte e da estocagem sobre a qualidade de refrigerantes de uva acondicionados em garrafas PET**. 2013. 104f. Dissertação de Mestrado - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro, 2013.

MAEDA, R. N.; et al. Estabilidade de ácido ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H. B. K.) McVaugh). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 313-316, 2007.

MAGALI, R. F. **A leitura de rótulo de produto alimentício na escola**. 2006. 101f. Dissertação (Mestrado em Linguística Aplicada), Universidade de Taubaté, Departamento de Ciências Sociais e Letras, Taubaté. 2006.

MAIA, A. M. F. **Monitoramento da perda de CO₂ em refrigerantes tipo cola envasados em diferentes tipos de embalagem**. Monografia (Engenharia de Alimentos) – Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2005

MARTIN, J. J. et al. Evolucion química y organoleptica del zumo de naranja pasteurizado. **Alimentaria**, Madrid, p. 59-63, 1995.

MCDERMOTT, N. The Benefits of Vitamin B Complex. Publicado em 25 de Fevereiro de 2014. Disponível em: <<http://dailyburn.com/life/health/benefits-vitamin-b-complex/>>. Acesso no dia 13 de Outubro de 2014.

MELLO, N.R. et al. Nisina: Um conservante natural para alimentos. **Revista Ceres**, v.52, p.921-938, 2005.

MONTEIRO, M. et al. Avaliação físico-química e microbiológica da polpa de maracujá processada e armazenada sob refrigeração. **Alimentos e Nutrição**, v. 16, n. 1, p. 71- 76, 2005.

NAGY, S.; SMOOT, J. M. Temperature and storage effects on percent retention and percent U.S. recommend dietary allowance of vitamin C in canned single-strength orange juice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington DC, v. 25, n. 1, p. 135-138, 1977.

NATUE. Suplementos, cosméticos, nutricosméticos, vitaminas e alimentos naturais para uma vida em equilíbrio. Disponível em <<http://www.natue.com.br/inositol/>>. Acesso em 03 de Novembro de 2014.

NAWROT, P. et al. Effects of caffeine on human health. **Food additives and contaminants**, v. 20, n. 1, p.1-30, 2003.

NETO, R. O. T. et al. **Reações de Transformações e Vida-de-Prateleira de Alimentos Processados**. Manual Técnico N° 6. Campinas, 1991.

NETTO, F. M. **Determinação da vida-de-prateleira – Erros e limitações**. In: MOURA, S. C. S. R.; GERMER, S. P. M. Reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados. 4. ed. Campinas: ITAL, 2010.

NEWCOMBE, Rachel. E300 - E399 Antioxidants and Acidity Regulators. Publicado em 07 de Janeiro de 2013. Disponível em: <<http://www.exploreenumbers.co.uk/e300-e399-antioxidants-and-acidity-regulators.html>>. Acesso em: 23 de Outubro de 2014.

OETTERER, M. A. et al. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. 1 ed. São Paulo: Manole, v. 1, 2006.

OLIVEIRA A. N. et al. Cinética de degradação e vida-de-prateleira de suco integral de manga. **Ciência Rural**, v. 43, n. 1, 2012.

OLIVEIRA, A. N. **Cinética de degradação de suco integral de manga e estimativa de vida de prateleira por testes acelerados**. 2010. 101f. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia). Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2010.

OLIVEIRA, L. M.; QUEIROZ, G. C. **Embalagens Plásticas Rígidas: principais polímeros e avaliação da qualidade**. Campinas: CETEA/ITAL, 2008.

OSCAR, N. Consumo de Bebidas Energéticas. Publicado em 19 de Fevereiro de 2011. Disponível em <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,consumo-de-bebidas-energeticas-cresce-325-imp-,681567>>. Acesso em 03 de Novembro de 2014.

OSTRONOFF, H. O alumínio conserva melhor. **Revista Alumínio**, edição 11, 2014. Disponível em <<http://www.revistaaluminio.com.br/recicla-inovacao/11/artigo210553-1.asp>>. Acesso em: 02 de Novembro de 2014.

ÖZKAN M. et al. Effects of hydrogen peroxide on the stability of ascorbic acid during storage in various fruit juices. **Food Chemistry**, v. 88, p. 591-597, 2004.

PACHECO, E. B.; HEMAIS, C. A. Mercado para Produtos Reciclados à Base de PET/HDPE/Ionômero. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, 1999.

PADULA, M. et al. **Requisitos de proteção de produtos em embalagens plásticas rígidas**. Campinas: CETEA/ITAL, 2006.

PALHA, P. G. **Tecnologia de refrigerantes**. Rio de Janeiro: AmBev, 2005.

PASSOS, A. Como se coloca o gás nos refrigerantes? **Mundo Estranho**, n. 33. Palmeira das Missões, RS, 2004.

PETRUS, R. R.; FARIA, J. A. F. Processamento e Avaliação de Estabilidade de Bebida Isotônica em Garrafa Plástica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n.3, p. 518-524, 2005.

PICASSO, A. P. Mercado de bebidas energéticas: atraindo novos consumidores. Publicado em 20 de Setembro de 2013. Disponível em <<http://brasil.mintel.com/blog/noticias-mercado-alimentos-bebidas/mercado-de-bebidas-energeticas-no-brasil>>. Acesso em 03 de Novembro de 2014.

PIMENTEL, C. V. M. B. et al. **Alimentos funcionais: introdução as principais substâncias bioativas em alimentos**. 1 ed. São Paulo: Varela, 2005.

POLLEN BURST. Gluconate, Glucuronolactones, Glucuronic acid. Publicado em 25 de Novembro de 2005. Disponível em: <http://www.burstscience.com/ingredients.htm#Ingredients_Gluconolactones>. Acesso em: 30 de Setembro de 2014.

PRADO, M. A.; GODOY, H. T. Teores de Corantes Artificiais em Alimentos Determinados por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência. **Revista Química Nova**, v. 30, n.2, p. 268-273, 2007.

PRATES, C. Especialistas divergem sobre a quantidade máxima de cafeína que se pode ingerir. Publicado em 05 de Março de 2011. Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/ciencia/ultimas-noticias/redacao/2011/03/05/especialistas-divergem-sobre-quantidade-maxima-de-cafeina-que-se-pode-ingerir.htm>> Acesso em: 30 de Setembro de 2014.

PRIA, M. D. Tendências de embalagem para bebidas. **Brasil Alimentos**, n. 5, p. 24-28, 2000.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, n.4, 755-760, 2006.

ROBERTS, I. S. **Containers and closures. Formulation and production of carbonated drinks**. 1 ed. Glasgow: Blackie and Son, 1990.

SANTOS, S. R. S.; AZEVEDO, P. F. **Concorrência no Mercado de Refrigerantes: impactos das novas embalagens**. Universidade Federal de São Carlos, 2000.

SEIDL R, et al. A taurine and caffeine containing drink stimulates cognitive performance and well-being. **Amino Acids**, v. 19, p. 635 – 642, 2000.

SERRUYA, K. S. et al. Campanha publicitária energético Amana. Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação, **XVI Prêmio Expocom**. Centro Universitário do Norte, Manaus, AM, 2009.

SIFFERLIN, A. What's In Your Energy Drink?. Publicado em 04 de Fevereiro de 2013. Disponível em: <<http://healthland.time.com/2013/02/04/whats-in-your-energy-drink>>. Acesso em 14 de Setembro de 2014.

SILVA, A. C. L., AFONSO, J. C. A Química do Refrigerante. **Química Nova Escola**, v. 31, n. 3, 2009.

SILVA, P. T. et al. Effect of different processing methods on ascorbic acid content in orange juice used to make cakes, puddings and jelly. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.3, p.678-682, 2006.

SIQUEIRA, M. I. D. et al. Influência da carbonatação no sabor do refrigerante tipo cola. **Revista Estudos**, v. 36, n. 5/6, p. 765-774, 2009.

SLONIAK, M. C. **Estudo do potencial desmineralizante de bebidas energéticas**. 2014. 75f. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

STOOKEY, J. D. The diuretic effects of alcohol and caffeine and total water intake misclassification. **European Journal of Epidemiology**, v. 15, p. 181 – 188, 1999.

TOCCHINI, R. P., NISIDA, A. L. A. C. **Industrialização de Refrigerantes**. Manual. Campinas: Ital/Fruthotec, 1995.

TONETTO, A. et al. **O Uso de Aditivos de Cor e Sabor em Produtos Alimentícios. Tecnologia de Alimentos**. 21f. Texto de apoio ao curso de especialização “Atividade Física Adaptada e Saúde - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, São Paulo, 2008.

VALSECHI, O. A. **Aditivos**. Tecnologia de produtos agrícolas de origem animal. Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2001.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Soft Drinks**. In: Beverages: technology, chemistry and microbiology. London: Chapman & Hall, v.2, 1994

VENTURINI, W. G. F. **Bebidas não alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2. v. 2, 2010.

VICHESSI, R. B.; RUVOLVO, A. C. F. Estudo do efeito do envelhecimento sob radiação UV no transporte de água em filmes de PET reciclados de bebidas carbonatadas. **Polímeros**, v.18 n.4, 2008.

VILLANUEVA, N. D. M.; TRINDADE, M. A. Estimating sensory shelf life of chocolate and carrot cupcakes using acceptance tests. **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 25, p. 260-279, 2009.

VITALI, A. A. et al. **Introdução à cinética de reação em alimentos**. In: MOURA, S. C. S. R.; GERMER, S. P. M. Reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados. 4. ed. Campinas: ITAL, 2010.

WENK, G. L. A hypothesis on the role of glucose in the mechanism of action of cognitive ZERDIN, K.; et al. The vitamin C content of orange juice packed in an oxygen scavenger material. **Food Chemistry**, v. 82, n. 3, p. 387-395, 2003.

WORD HEALTH ORGANIZATION. General Standard for Food Additives. CODEX STAN 1995; 192.

APÊNDICE A – Ficha de Análise Sensorial

ANÁLISE SENSORIAL BEBIDA ENERGÉTICA

Nome: _____
Idade: _____

Data: ___/___/___

PROCEDIMENTOS

Avalie a aparência, cor, turbidez, aroma, sabor, viscosidade, teor de gás, sabor residual e aceitação global das amostras abaixo e dê uma nota, para cada atributo, segundo tabela abaixo. Prove as amostras da esquerda para a direita, lembrando de beber água entre elas.

Aceitação
1- desgostei muitíssimo
2- desgostei muito
3- desgostei moderadamente
4- desgostei levemente
5- nem gostei nem desgostei
6- gostei levemente
7- gostei moderadamente
8- gostei muito
9- gostei muitíssimo

	Amostra 179	Amostra 543	Amostra 826
Aparência			
Cor			
Turbidez			
Aroma			
Sabor			
Viscosidade			
Teor de Gás			
Sabor residual			
Aceitação global			

Comentários: _____

APÊNDICE B – Médias da Análise Sensorial para cada atributo sensorial, de acordo com os tratamentos, ao longo de 39 dias de armazenamento.

Letras minúsculas iguais nas colunas não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Aparência

Condição de Armazenamento	Tempo (dias)					
	4	11	18	25	32	39
TR	7,77 ^a ± 1,18	7,37 ^a ± 1,36	7,72 ^a ± 1,16	7,67 ^a ± 1,15	7,23 ^a ± 1,72	7,13 ^{ab} ± 1,42
TA	7,71 ^a ± 1,22	7,53 ^a ± 1,24	7,52 ^a ± 1,45	7,43 ^a ± 1,30	7,53 ^a ± 1,41	7,39 ^a ± 1,12
TE	7,64 ^a ± 1,31	7,47 ^a ± 1,32	7,45 ^a ± 1,40	7,60 ^a ± 1,33	7,23 ^a ± 1,50	6,52 ^b ± 1,47

Cor

Condição de Armazenamento	Tempo (dias)					
	4	11	18	25	32	39
TR	7,81 ^a ± 1,11	7,28 ^a ± 1,55	7,72 ^a ± 1,28	7,70 ^a ± 1,12	7,23 ^a ± 1,61	7,35 ^a ± 1,37
TA	7,71 ^a ± 1,19	7,37 ^a ± 1,56	7,62 ^a ± 1,37	7,70 ^a ± 1,06	7,70 ^a ± 1,18	7,30 ^a ± 1,40
TE	7,48 ^a ± 1,43	7,40 ^a ± 1,46	7,48 ^a ± 1,27	7,43 ^a ± 1,41	7,33 ^a ± 1,37	6,69 ^b ± 1,52

Turbidez

Condição de Armazenamento	Tempo (dias)					
	4	11	18	25	32	39
TR	7,03 ^a ± 1,66	7,12 ^a ± 1,54	7,41 ^a ± 1,35	7,47 ^a ± 1,43	7,07 ^a ± 1,48	7,35 ^a ± 1,07
TA	7,26 ^a ± 1,29	7,22 ^a ± 1,54	7,28 ^a ± 1,33	7,47 ^a ± 1,22	7,23 ^a ± 1,48	7,22 ^a ± 1,09
TE	7,10 ^a ± 1,70	6,97 ^a ± 1,64	7,31 ^a ± 1,39	7,07 ^a ± 1,41	7,10 ^a ± 1,35	7,65 ^b ± 1,43

Aroma

Condição de Armazenamento	Tempo (dias)					
	4	11	18	25	32	39
TR	6,97 ^{ab} ± 1,17	6,93 ^a ± 1,24	7,10 ^a ± 1,35	7,10 ^{ab} ± 1,40	7,27 ^a ± 1,60	7,26 ^a ± 1,21
TA	7,45 ^a ± 1,21	7,25 ^a ± 1,46	7,00 ^a ± 1,93	7,63 ^a ± 1,10	7,43 ^a ± 1,33	6,91 ^a ± 0,90
TE	6,61 ^b ± 1,31	6,81 ^a ± 1,42	7,21 ^a ± 1,35	6,52 ^b ± 1,50	6,63 ^a ± 1,92	5,87 ^b ± 1,29

Sabor

Condição de Armazenamento	Tempo (dias)					
	4	11	18	25	32	39
TR	6,42 ^a ± 1,63	6,94 ^a ± 1,63	6,52 ^{ab} ± 1,60	7,40 ^a ± 1,30	7,13 ^a ± 1,48	7,04 ^a ± 1,26
TA	6,84 ^a ± 1,66	7,22 ^a ± 1,64	7,34 ^a ± 1,61	7,27 ^a ± 1,36	7,17 ^a ± 1,39	7,17 ^a ± 1,30
TE	6,74 ^a ± 1,50	6,47 ^a ± 1,83	6,31 ^b ± 1,75	5,73 ^b ± 2,12	5,50 ^b ± 2,33	5,13 ^b ± 1,77

Viscosidade

Condição de Armazenamento	Tempo (dias)					
	4	11	18	25	32	39
TR	7,22 ^a ± 1,36	7,19 ^a ± 1,55	7,41 ^a ± 1,18	7,07 ^a ± 1,55	7,27 ^a ± 1,46	7,09 ^a ± 1,31
TA	7,32 ^a ± 1,51	6,94 ^a ± 1,54	7,59 ^a ± 1,18	7,17 ^a ± 1,56	7,20 ^a ± 1,21	7,13 ^a ± 1,06
TE	7,22 ^a ± 1,41	7,03 ^a ± 1,56	7,28 ^a ± 1,25	7,00 ^a ± 1,64	6,63 ^b ± 1,73	6,00 ^b ± 1,68

Teor de Gás

Condição de Armazenamento	Tempo (dias)					
	4	11	18	25	32	39
TR	7,29 ^a ± 1,49	6,90 ^a ± 1,78	6,97 ^a ± 1,86	7,03 ^a ± 1,75	7,00 ^{ab} ± 1,93	7,13 ^a ± 1,46
TA	7,03 ^a ± 1,89	7,00 ^a ± 1,63	7,28 ^a ± 1,62	6,90 ^a ± 1,83	7,20 ^b ± 1,77	7,00 ^a ± 1,38
TE	7,13 ^a ± 1,38	6,87 ^a ± 1,66	7,14 ^a ± 1,36	6,77 ^a ± 2,06	5,83 ^a ± 2,53	5,39 ^b ± 2,25

Sabor Residual

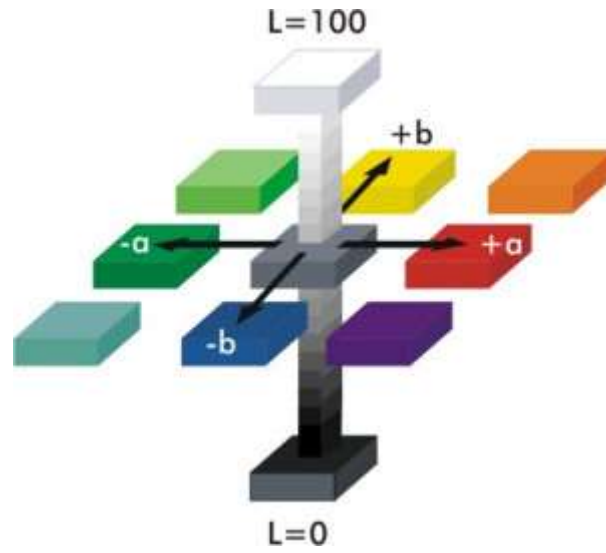
Condição de Armazenamento	Tempo (dias)					
	4	11	18	25	32	39
TR	6,13 ^a ± 1,59	6,94 ^a ± 1,61	6,46 ^a ± 1,60	6,47 ^a ± 1,53	6,43 ^{ab} ± 1,70	6,48 ^a ± 1,93
TA	6,39 ^a ± 1,94	6,41 ^a ± 2,06	7,21 ^b ± 1,55	6,43 ^a ± 1,48	7,07 ^b ± 1,41	7,00 ^a ± 1,41
TE	6,35 ^a ± 1,66	6,47 ^a ± 1,87	6,54 ^{ab} ± 1,73	5,90 ^a ± 2,22	5,93 ^a ± 1,53	4,96 ^b ± 1,58

Aceitação Global

Condição de Armazenamento	Tempo (dias)					
	4	11	18	25	32	39
TR	6,77 ^a ± 1,71	7,34 ^{ab} ± 1,18	6,93 ^{ab} ± 1,25	7,43 ^a ± 1,17	6,90 ^a ± 1,52	7,04 ^a ± 1,40
TA	6,93 ^a ± 1,48	7,40 ^a ± 1,41	7,34 ^b ± 1,37	7,20 ^a ± 1,13	7,13 ^a ± 1,20	7,30 ^a ± 1,02
TE	6,74 ^a ± 1,63	6,81 ^b ± 1,40	6,28 ^a ± 1,28	6,17 ^b ± 2,12	5,60 ^b ± 2,22	4,96 ^b ± 1,64

ANEXO A – Ingredientes da Bebida Energética utilizada no presente estudo:

Água gaseificada
Açúcar
Taurina (800 mg/200 mL)
Cafeína (64 mg/ 200 mL)
Glucoronolactona (48 mg/200 mL)
Inositol (40 mg/200 mL)
Extrato de guaraná
Vitaminas B3, B5, B2, B6 e B12
Acidulante ácido cítrico
Regulador de acidez citrato de sódio
Aromatizante artificial sabor <i>tutti-frutti</i>
Corante caramelo II
Conservador benzoato de sódio
Antioxidante ácido ascórbico

ANEXO B – Sistema CIELab - Espaço L, a*, b*

Fonte: Quimani, 2010.