

**Análise dos compostos voláteis presentes em bebidas isotônicas comercializadas em Belo Horizonte – MG****Analysis of volatile compounds in isotonic beverages marked in Belo Horizonte – MG**

DOI:10.34117/bjdv6n4-019

Recebimento dos originais: 01/03/2020

Aceitação para publicação: 01/04/2020

**Ana Clara Manini Soutelo**

Graduanda em Química Tecnológica

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – MG

Av. Amazonas, 5253 – Nova Suíça – Belo Horizonte – MG, CEP: 30421169, Brasil

Email: clara\_manini@hotmail.com

**Letícia Fraga Ferreira**

Discente do curso técnico em Química

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – MG

Av. Amazonas, 5253 – Nova Suíça – Belo Horizonte – MG, CEP: 30421169, Brasil

Email: leticia2910.fraga@gmail.com

**Jéssica Saliba**

Graduada em Química Tecnológica

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – MG

Av. Amazonas, 5253 – Nova Suíça – Belo Horizonte – MG, CEP: 30421169, Brasil

Email: gsik\_jessica@hotmail.com

**Ana Maria de Resende Machado**

Doutora em Ciência dos Alimentos

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – MG

Av. Amazonas, 5253 – Nova Suíça – Belo Horizonte – MG, CEP: 30421169, Brasil

Email: anamariaderesendemachado@gmail.com

**Fátima de Cássia Oliveira Gomes**

Doutora em Microbiologia

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – MG

Av. Amazonas, 5253 – Nova Suíça – Belo Horizonte – MG, CEP: 30421169, Brasil

Email: fatimaog@cefetmg.br

**RESUMO**

As bebidas isotônicas são consumidas para repor eletrólitos, mas seu sabor básico desagrade aos consumidores. Logo, a adição de flavorizantes agrega ao produto elementos nutritivos além de realçar o sabor e o aroma, devido aos compostos voláteis que são responsáveis por esta característica. Assim, é importante analisar estes componentes para avaliar a qualidade das bebidas. A cromatografia gasosa é a técnica mais indicada para esta análise, mas por tratar-se de amostras aquosas é necessário realizar um tratamento prévio antes da análise. Empregou-se técnicas que minimizam o uso de solventes e a geração de resíduos. Amostras de marcas e sabores diferentes foram submetidas a Microextração Líquido-Líquido Dispersiva (DLLME) adicionando-se 0,5 mL de acetato de etila, com 0,3 mL de acetona em 5 mL de amostra contendo 0,2 g de cloreto de sódio. Agitou-se a mistura em vortex,

centrifugou-a e submeteu-se a fase orgânica à análise por GC-MS. As análises revelaram como principais compostos voláteis: limoneno, butanoato de etila,  $\alpha$ -terpineol,  $\beta$ -Linalol,  $\beta$ -terpineol, 1-terpien-4-ol, ácido sórbico e o ácido benzoico. A presença do limoneno fornece um aroma frutal e inibe o crescimento microbiano nas bebidas. O  $\alpha$ -terpineol, apresenta ação aromatizante, antioxidante e antimicrobiano. O ácido sórbico é conhecido como inibidor de bolores e leveduras, além de possuir eficiência antimicrobiana, possuindo ação conservante. O butanoato de etila, encontrado em sucos de maracujá, é responsável pelo aroma típico dessa fruta. As técnicas empregadas permitiram avaliar o perfil dos constituintes voláteis responsáveis pelo aroma e sabor destas bebidas, mostrando que uma mesma marca apresentou compostos comuns para diferentes sabores e bebidas de mesmo sabor e de marcas diferentes mostraram também componentes semelhantes.

**Palavras-chave:** Bebidas isotônicas; DLLME; GC-MS

## ABSTRACT

Isotonic drinks are consumed to replace electrolytes, but their basic taste displeases consumers. Flavorings are responsible for the flavor of the drink due to the volatile compounds present. Thus, it is important to analyze these components to assess the quality of beverages. Gas chromatography is the most suitable technique for this analysis, but as the samples are aqueous pre-treatment is required before analysis. Techniques that minimize the use of solvents and the generation of waste were employed. Samples of different brands and flavors were subjected to Dispersive Liquid-Liquid Microextraction (DLLME) by adding 0.5 mL of ethyl acetate with 0.3 mL of acetone in 5 mL of sample containing 0.2 g of sodium chloride. The mixture was vortexed and centrifuged and the organic phase was subjected to GC-MS analysis. The analyzes revealed as main volatile compounds: limonene, ethyl butanoate,  $\alpha$ -terpineol,  $\beta$ -Linalol,  $\beta$ -terpineol, 1-terpien-4-ol, sorbic acid and benzoic acid. The presence of limonene provides a fruity aroma and inhibits microbial growth in beverages. The  $\alpha$ -terpineol has a flavoring, antioxidant and antimicrobial action Ethyl butanoate, found in passion fruit juices, is responsible for the typical aroma of this fruit. The techniques employed allowed to evaluate the profile of volatile constituents responsible for the flavor of these beverages, showing that drinks of the same flavor and different brands showed similar components.

**Keywords:** Isotonic drinks; DLLME; GC-MS

## 1 INTRODUÇÃO

Os atletas em treinamento ou competição perdem eletrólitos significativamente, desse modo, as bebidas isotônicas que são repositores hidroeletrólíticos foram desenvolvidas com o objetivo de restituir essas perdas (ANVISA, 2010). Em 2011 a produção de isotônicos foi de 106.211 litros, entretanto, em 2017 houve um decréscimo representativo para 83.620 litros. Embora a produção tenha decrescido, seu consumo *per capita* apresentou-se estável com uma variação de 0,4 a 0,6 litros/habitantes/ano, entre 2010 e 2017 (ABIR, 2018).

Água, açúcar, conservantes, acidulantes, antioxidantes, aromatizantes, corantes e eletrólitos são os constituintes das bebidas isotônicas. As substâncias que quando dissociadas em um solvente adequado, geralmente a água, formam cátions e ânions que são denominados eletrólitos. Os metais sódio (Na) e potássio (K) são os eletrólitos presentes nestas bebidas (VENQUIADUTO; DALLAGO,2018).

O constituinte em maior proporção é a água, e esta deve apresenta-se incolor, inodora, livre de íons de ferro ou seus compostos, livre de cloro ou microrganismos e baixa alcalinidade. De modo que, não contribua para adulteração da estabilidade, aparência e sabor dos isotônicos (VENQUIADUTO; DALLAGO,2018).

Os açúcares devem conter, no mínimo, dois monossacarídeos, em geral a glicose e frutose, esta possui uma absorção lenta sendo preciso que seja utilizada moderadamente. Além desses, deve possuir sacarose e outro dissacarídeo (VENQUIADUTO; DALLAGO,2018).

Os conservantes são adicionados porque retardam a degradação por agentes microbianos e enzimas. O benzoato de sódio e o sorbato de potássio são os mais empregados em bebidas isotônicas, uma vez que, possuem alta solubilidade e controle de fungos e leveduras, entretanto o segundo apresenta um custo maior que o benzoato de sódio (VENQUIADUTO; DALLAGO,2018).

Os acidulantes são empregados com o objetivo de aumentar o sabor ácido dos alimentos, uma vez que, controlam o pH, valorizando o aroma e sabor. Além disso, sequestram íons metálicos e possuem atuação antimicrobiana. Os ácidos cítrico e tartárico são utilizados com frequência em bebidas (VENQUIADUTO; DALLAGO,2018).

Os antioxidantes possuem a função de aumentar o tempo de prateleira dos alimentos e melhorar a estabilidade dos aromas, uma vez que, inativam os radicais livres e formam complexos com os íons metálicos. O antioxidante mais utilizado na produção dos isotônicos é o ácido ascórbico, que reduz a oxidação ao interagir com o oxigênio e metais (VENQUIADUTO; DALLAGO,2018).

Os corantes colorem ou intensificam a cor dos alimentos. Nas bebidas isotônicas, utilizam-se corantes artificiais, uma vez que, possuem maior poder de tintura e agregam ao produto maior estabilidade. Geralmente são empregados: o amarelo-tartrazina, amarelo-crepúsculo, amarantho ou Bordeaux (VENQUIADUTO; DALLAGO,2018).

Os aromatizantes agregam as bebidas um aroma característico por possuírem propriedades sápidas que são responsáveis por criar sabores inexistentes e reforçar, substituir ou mascarar os existentes. Sucos e extratos naturais, emulsões, óleos essenciais e aromas artificiais são compostos voláteis empregados nos isotônicos como aromatizantes (VENQUIADUTO; DALLAGO,2018).

A Cromatografia Gasosa é uma técnica instrumental empregada para separar e identificar substâncias orgânicas que podem ser vaporizadas sem se decompor. Sendo utilizada, frequentemente, para avaliar a pureza de um composto e separar os componentes de uma mistura (ENGEL *et al.*, 2011).

Tomando como base a determinação de massas molares de determinadas substâncias presentes em uma matriz complexa, a Espectrometria de Massas (EM) é um processo analítico que revela as fórmulas moleculares destas substâncias. Os resultados são revelados em um espectro de

massas, um gráfico, cujo eixo das coordenadas tem relação com a abundância dos íons produzidos e são analisados pela ordem crescente de sua relação massa/carga. Sob uma mesma condição, as fragmentações de um composto são idênticas, podendo ser utilizado para caracterizar a substâncias (ROUESSAC; ROUESSAC, 2007).

A Microextração Líquido-Líquido dispersiva (DLLME) é um método de preparo de amostra baseado em um diagrama de fases ternário que utiliza três solventes: um solvente dispersor, miscível no solvente extrator (fase orgânica) e na amostra (fase aquosa), e um solvente extrator imiscível na fase aquosa. A extração ocorre por partição quando a mistura de solvente é injetada na amostra, que é, posteriormente, submetida a centrifugação. O solvente extrator sedimentado no fundo do tubo é recolhido e analisado (MARTINS *et al.*, 2012). Assim, neste estudo extraiu os compostos voláteis presentes em bebidas isotônicas por meio da DLLME, e analisou-os por GC-MS.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Vinte e duas amostras de bebidas isotônicas foram analisadas e divididas segundo suas marcas e sabores em A, B, C, D e E. Aquelas que apresentaram mais de uma amostra de mesmo sabor e mesma marca foram numeradas.

Realizou-se a DLLME adicionando 0,5 mL de acetato de etila com 0,3 mL de acetona em 5 mL de amostra contendo 0,2 g de cloreto de sódio. A mistura foi submetida ao *vortex* durante um minuto e posteriormente centrifugada por dois minutos. Em seguida, extraiu-se o sobrenadante.

Uma vez separadas as frações, a fase orgânica foi analisada por Cromatografia Gasosa (Agilent Technologies 7890A GC) empregando-se as seguintes condições: a temperatura do forno foi programada a partir de 50 até 200°C. Um microlitro de cada fração foi injetado em modo *splitless* 50 mL/min com tempo de equilíbrio de um minuto. A coluna utilizada foi uma coluna HP5-MS (30 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e um filme de 0,25 µm de espessura). Os espectros de massas foram obtidos em equipamento Agilent 5975C.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cromatograma representado na figura 1 retrata um modelo típico representando os resultados obtidos de alguns sabores de cada marca. Observou-se que o método e as condições utilizadas permitiram uma boa separação das substâncias e que em diversas amostras foi identificado um pico proeminente próximo a 12 min referente a uma substância majoritária.

Ao analisar a marca A, percebe-se que para os sabores limão, laranja e tangerina o composto majoritário foi o  $\alpha$ -terpineol. Já para os sabores morango-maracujá e maracujá o composto majoritário

foi o acetato de estirilila, que eluiu antes do  $\alpha$ -terpineol, desta forma ambos eluem com tempo de retenção próximos a 12 minutos.

O limoneno, com tempo de retenção próximo a 9,0 min, apresentou-se como substância majoritária apenas para a amostra sabor de frutas cítricas. O sabor uva teve como composto majoritário o acetato de metila. Tanto o metol quanto o acetato de metila foram compostos exclusivos da marca A sabor uva. O butanoato de etila foi comum nas amostras de sabor uva.

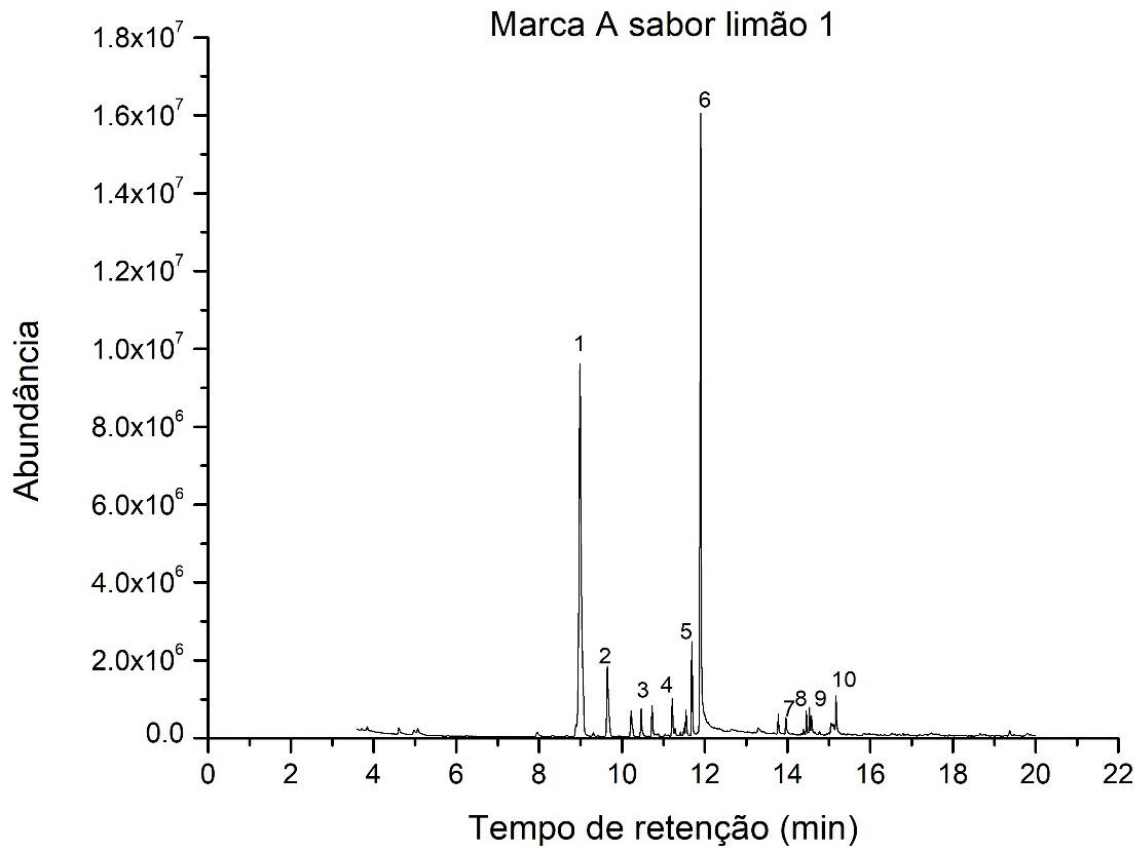
Com relação a marca B, em todos os sabores o composto majoritário foi o ácido benzoico. Este composto foi o primeiro conservante a ser aprovado pela *Food and Drug Administration* (FDA). Trata-se de uma substância de baixo custo, sendo por isso mais utilizados na indústria alimentícia, assim como seus sais (FANI *et al.*, 2015). Apesar de ter sido identificado na análise cromatográfica, o conservante empregado na formulação da marca B foi o benzoato de sódio. Estudos indicam que o ácido benzoico é mais eficaz na ação antimicrobiana em relação ao seu sal, entretanto o benzoato de sódio é cerca de duzentas vezes mais solúvel em meio aquoso. Logo, torna-se mais utilizado pela indústria alimentícia (BILAU *et al.*, 2008). Neste trabalho, a identificação do ácido benzoico foi provavelmente devido a hidrólise do sal em meio aquoso, onde o íon benzoato reage com a água e forma o ácido benzoico, estabelecendo um equilíbrio químico entre as espécies.

Na marca C, identificou-se, respectivamente, para o sabor uva e mix de frutas o antranilato de metila e o  $\alpha$ -terpineol.

No rótulo da bebida da marca D consta a presença do conservante sorbato de potássio, e o ácido sórbico foi o composto majoritário identificado nesta amostra. Da mesma forma que o benzoato de sódio, o sorbato de potássio pode sofrer hidrólise em meio aquoso, e as espécies químicas formadas, estabelecerem um equilíbrio, justificando a presença do ácido sórbico. O ácido sórbico e seus sais são utilizados como conservante de alimentos, por não interferir no sabor e ser fisiologicamente inócuo (GONZÁLEZ-FANDOS; DOMINGUEZ, 2007).

Identificou-se o  $\alpha$ -terpineol como composto majoritário do sabor limão da marca E, enquanto para o sabor uva verde, o composto majoritário foi o antranilato de metila. Este composto é muito utilizado como aromatizante sintético de alimentos, pois confere aroma e sabor de uva (LUO *et al.*, 2019). Também foi um composto comum nas amostras sabor uva, exceto na marca A. Observou-se que o  $\alpha$ -terpineol foi o composto majoritário em todas as amostras de sabor limão com exceção da amostra da marca B. Os sabores iguais de mesma marca apresentaram os mesmos compostos majoritários e sabores iguais de marca distintas não apresentaram os mesmos compostos majoritários.

A figura 1 representa o cromatograma da amostra da marca A sabor limão 1, os picos numerados são dos compostos majoritários e seus respectivos nomes estão listados na tabela 1.

**Figura 1-** Cromatograma da amostra referente a marca A sabor limão 1

Todas as substâncias identificadas para cada amostra e que foram majoritárias estão reunidas na tabela 1.

Tabela 1: Compostos majoritários identificados nas amostras de bebidas isotônicas

Substância/Pico	Marca A										Marca B				Marca C			Marca D	Marca E					Total
	Uva	MM 1	MM 2	Li 1	Li 2	FC	Tang	Lar	Mar 1	Mar 2	MM	Lar	Mar	Li	MF	Uva 1	Uva 2	Tang	Li 1	Li 2	Li 3	UV		
Butanoato de etila	X	X	X					X	X	X	X		X		X	X	X						X	12
β-Linalol <sup>3</sup>		X	X	X	X	X	X					X	X	X				X						10
α-terpineol <sup>6</sup>				X	X	X	X	X				X		X	X			X	X	X	X			12
β-terpineol <sup>4</sup>				X	X	X	X	X				X	X		X				X	X				10
1-terpinen-4-ol <sup>5</sup>				X	X	X	X	X				X		X	X				X	X				10
Limoneno <sup>1</sup>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X			16
β-bisaboleno <sup>10</sup>				X	X									X					X	X	X			6
γ-terpineno <sup>2</sup>				X	X									X					X	X	X			6
β-ionona		X	X						X	X				X										5
γ-decalactona		X	X								X				X									4
Cimeno				X	X		X																	4
Ácido sórbico											X	X	X	X				X	X	X	X	X		8
Ácido benzóico											X	X	X	X					X	X	X	X		8
Cariofileno <sup>8</sup>				X	X	X	X												X	X	X			7
Hexanoato de etila		X	X						X	X	X		X		X									7
Acetato de estirilila		X	X						X	X	X											X		6
Bergamoteno <sup>9</sup>				X	X									X					X	X	X			6
Butanoato de hexila		X	X						X	X	X		X											6
Butanoato de 3-hexenila		X	X						X	X	X		X											6
Acetato de geranila <sup>7</sup>				X	X									X					X	X	X			6
Cis-cinamato de metila		X	X								X		X		X									5
3-hexen-1-ol		X	X								X											X		4
Hexanoato de hexila									X	X	X		X											4
2-furametanol								X	X	X														3
Copaeno						X	X	X																3
Antranilato de metila															X	X						X		3
Mentol	X																							1





Ao comparar as amostras de sabor maracujá (marca A e B), percebe-se que, foram identificados em média dez compostos, destes, sete foram comuns entre elas, sendo butanoato de etila, limoneno,  $\beta$ -ionona, hexanoato de etila, butanoato de hexila, ácido butanóico éster 3-hexenílico e hexanoato de hexila. Identificou-se um maior número de compostos na marca B (12) em relação a marca A (9). Não houve variação entre o número de compostos identificados e as amostras de maracujá da mesma marca, considerando os componentes majoritários.

Contabilizou-se em média 10,5 compostos identificados nas bebidas de sabor limão (marcas A, B e E), destes cinco apresentaram-se em todas as amostras, sendo o  $\alpha$ -terpineol, limoneno,  $\beta$ -bisaboleno,  $\gamma$ -terpineno e bergamoteno. As amostras da marca E, apresentaram componentes iguais, com exceção do  $\beta$ -terpineol e do 1-terpinen-4-ol, que não foram identificados na amostra L3.

Nas bebidas isotônicas de sabor laranja (marca A e B), identificou-se sete compostos, destes quatro são comuns entre as amostras, sendo  $\alpha$ -terpineol,  $\beta$ -terpineol, 1-terpinen-4-ol e limoneno. Somente na marca A foi observado a presença do butanoato de etila, 2-furamentol e copaeno. Entretanto, apenas na marca B foi identificado o  $\beta$ -linalol, ácido sórbico e benzoico.

Nas bebidas de sabor morango-maracujá (marca A e B) foram identificados em média 10,7 substâncias, dentre essas oito são comuns entre as amostras, sendo butanoato de etila,  $\gamma$ -decalactona, hexanoato de etila, acetato de estirilila, butanoato de hexila, butanoato de 3-hexenila, cis-cinamato de metila e 3-hexen-1-ol. A  $\beta$ -ionona e o  $\beta$ -linalol foram identificados apenas na marca A, enquanto que, limoneno, ácido sórbico e benzoico, e hexanoato de hexila foram encontrados apenas na marca B.

As bebidas de sabor tangerina mostraram uma grande diferença no número de compostos identificados entre as marcas. Na bebida da amostra D, somente quatro compostos foram identificados, sendo  $\beta$ -linalol,  $\alpha$ -terpineol, limoneno e o ácido sórbico, sendo os três primeiros comuns nas duas amostras. Nas bebidas da marca A foram identificados também o  $\beta$ -terpineol, 1-terpinen-4-ol, cimeno, cariofileno e copaeno.

A  $\beta$ -ionona foi identificada somente nas bebidas de maracujá e morango-maracujá, portanto pode se tratar de um marcador para esta essência. Oliveira colaboradores (2012) extraíram e identificaram compostos voláteis presentes em maracujá, dentre os compostos majoritários identificados, destaca-se a  $\beta$ -ionona, substância natural do fruto de maracujá.

O limoneno esteve presente nas diferentes marcas de sabor limão, frutas cítricas, tangerina, laranja, maracujá e morango-maracujá, mas não foi identificado nas bebidas de sabor uva. A  $\gamma$ -decalactona, foi encontrada exclusivamente nas bebidas sabor morango-maracujá e mix de frutas, logo, pode se tratar de um marcador para estas essências.

As lactonas constituem um grupo de compostos orgânicos voláteis (COVs) derivados de ácidos graxos que conferem aroma a várias frutas, incluindo pêssego, ameixa, damasco, abacaxi e morango (BRAGA; BELO, 2016). Até 10 lactonas diferentes foram identificadas em frutos de morango (OLBRICHT *et al.*, 2008) e, dentre elas, a  $\gamma$ -decalactona é a mais abundante, atingindo níveis máximos em frutos maduros totalmente vermelhos (MÉNAGER *et al.*, 2004). Isto justifica a presença da  $\gamma$ -decalactona nas amostras de sabor morango-maracujá, uma vez que esta substância é usada como aroma morango. Portanto, observou-se que sabores iguais de marcas diferentes apresentaram diversos compostos em comuns. Bebidas de mesmo sabor e mesma marca tiveram presentes os mesmos compostos. Os isotônicos de marcas e sabores diferentes apresentaram diferenças na composição volátil, sendo que em alguns sabores foram identificados compostos exclusivos daquela essência.

#### 4 CONCLUSÕES

Oito principais compostos foram identificados em diversas amostras da bebida, sendo o limoneno, butanoato de etila,  $\alpha$ -terpineol,  $\beta$ -Linalol,  $\beta$ -terpineol, 1-terpien-4-ol, ácido sórbico e o ácido benzico. Além disso, observou-se que sabores iguais de marcas diferentes apresentaram diversos compostos em comuns. Bebidas de mesmo sabor e mesma marca tiveram presentes os mesmos compostos. Os isotônicos de marcas e sabores diferentes apresentaram diferenças na composição volátil, sendo que em alguns sabores foram identificados compostos exclusivos daquela essência, que podem ser utilizados como marcadores para identificação de adulteração.

#### REFERÊNCIAS

- ABIR. Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas: Produção e consumo de isotônicos no Brasil. [2018]. Disponível em: <https://abir.org.br/o-setor/dados/isotonicos/>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2020.
- ANVISA. Resolução de diretoria colegiada – RDC nº 18, de 27 de abril de 2010. Abril de 2010. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília, DF, 28 de abril de 2010.
- BRAGA, A.; BELO, I. Biotechnological production of  $\gamma$ -decalactone, a peach like aroma, by *Yarrowia lipolytica*. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, 32(169):1-8, 2016.
- BILAU, M.; MATTHYS, C.; VINKX, C.; HENAUW, S. Intake assessment for benzoates in different subgroups of the Flemish population. **Food and Chemical Toxicology**, 46:717-723, 2008.
- ENGEL, R. G.; KRIZ, G. S.; LAMPMAN, G. M.; PAVIA, D. L. **Introduction to Organic Laboratory Techniques: A Small Scale Approach**. 3. ed. Canada: Cengage Learning, 2011.

- FANI, M. Os conservantes mais utilizados em alimentos. **Aditivos e Ingredientes**, 1(123):40-46, 2015.
- GONZÁLEZ-FANDOS, E.; DOMINGUEZ, J..L. Effect of potassium sorbate washing on the growth of *Listeria monocytogenes* on fresh poultry. **Food Control**, 18:842-846, 2007.
- KHALEEL, C., TABANCA, N. & BUCHBAUER, G. (2018).  $\alpha$ -Terpineol, a natural monoterpene: A review of its biological properties. **Open Chemistry**, 16(1):349-361. 2018.
- LUO, Z. W.; CHO, J. S.; LEE, S. Y. Microbial production of methyl anthranilate, a grape flavor compound. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 116(22):10749- 10756, 2019.
- MACHADO, R. M. D.; JFOUNI, S. A. V.; VITORINO, S. H. P.; VICENTE, E.; TOLEDO, M. C. F. Presença dos ácidos benzoico e sórbico em vinhos e cidras produzidas no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 27(4):847-850, 2007.
- MARTINS, L. M. et al; Microextração Líquido-líquido Dispersiva (DLLME): fundamentos e aplicações. **Scientia Chromatographica**, Santa Maria, 4(1):35-51, 2012.
- MÉNAGER, I.; JOST, M.; AUBERT, C. Changes in physicochemical characteristics and volatile constituents of strawberry (Cv. Cigaline) during maturation, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 52:1248-1254, 2004.
- NAIRAN, N.; ALMEIDA, J. N.; GALVÃO, M; S.; MADRUGA, M. S.; BRITO, E. S. Compostos voláteis dos frutos de maracujá (*Passiflora edulis forma Flavicarpa*) e de cajá (*Spondias mombin* L.) obtidos pela técnica de headspace dinâmico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 24(2):212-216, 2004.
- OLBRICHT, K.; GRAFE, C.; WEISS, K.; ULRICH, D. Inheritance of aroma compounds in a model population of *Fragaria*  $\times$  *Ananassa* Duch. **Plant Breeding**, 127(1):87-93, 2008.
- OLIVEIRA, L.C.; SANTOS, J.A.B.; NARAIN, N.; FONTES, A.S.; CAMPOS, R.S.S.; SOUZA, T.L. Caracterização e extração de compostos voláteis de resíduos do processamento de maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* degenere). **Ciência Rural**, 42(12):2280-2287, 2012.
- ROUESSAC, F.; ROUESSAC, A. **Chemical Analysis Modern Instrumentation Methods and Techniques**. Wiley. Second Edition. 2007. 600p.
- SANTOS, J. Z. dos **Caracterização química de óleos essenciais de folhas de tangerineira e híbridos**. Tese de Doutorado. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília. 2013, 149 p.
- VENQUIARUTO, L. D.; DALLAGO, R. M. Química das Bebidas. In VIERO, E. C.; BACKES, G. T. **Bebidas Isotônicas**. EDIFAPES:Erechim-RS. p. 14-17.2018.