

## **REDUÇÃO DA GRAMATURA DE GARRAFAS PET DO REFRIGERANTE DE SABOR UVA: O IMPACTO NA QUALIDADE E SEGURANÇA**

*REDUCING THE WEIGHT OF PET BOTTLES OF GRAPE-FLAVOR SOFT DRINKING: THE IMPACT ON QUALITY AND SAFETY*

*REDUCCIÓN DEL PESO DE LAS BOTELLAS PET DE REFRESCOS SABOR A UVA: EL IMPACTO EN LA CALIDAD Y LA SEGURIDAD*

---

### **Ayla de Lucena Araújo:**

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Tecnologia (PPGST) e Técnica de Laboratório do Curso de Engenharia de Alimentos. Universidade Federal do Maranhão (UFMA). E-mail: [ayla.lucena@ufma.br](mailto:ayla.lucena@ufma.br) | Orcid.org/0009-0005-4666-0578

### **Tatiana de Oliveira Lemos:**

Professora do Curso de Engenharia de Alimentos e da Especialização em Residência Profissional Agrícola. Universidade Federal do Maranhão (UFMA). E-mail: [tatiana.lemos@ufma.br](mailto:tatiana.lemos@ufma.br) | ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3450-531X>

### **Virgínia Kelly Gonçalves Abreu:**

Professora do Curso de Engenharia de Alimentos e do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Tecnologia (PPGST). Universidade Federal do Maranhão (UFMA). E-mail: [virginia.abreu@ufma.br](mailto:virginia.abreu@ufma.br) | ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9662-5384>

### **Ana Lúcia Fernandes Pereira:**

Professora do Curso de Engenharia de Alimentos e do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Tecnologia (PPGST). Universidade Federal do Maranhão (UFMA). E-mail: [ana.fernandes@ufma.br](mailto:ana.fernandes@ufma.br) | ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6562-252X>

### **Tádila Alves Santos:**

Especialização na Modalidade Residência Profissional Agrícola Universidade Federal do Maranhão, Imperatriz, Brasil. E-mail: [thadylla.as@hotmail.com](mailto:thadylla.as@hotmail.com) |

---

**ABSTRACT:**

Soda is a non-alcoholic, carbonated beverage with sugar, drinking water and vegetable extract or juice. It is a product much appreciated by consumers due to its sensory characteristics. In order to reduce the cost of manufacturing the product, and have a more sustainable production, efforts have been made to reduce the weight of PET packaging. In this way, the objective of this research was to evaluate the influence of reducing the grammage of PET bottles, in the quality and safety of the grape-flavored soft drink. For this, analyzes of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) content in the beverage, total soluble solids (TSS) and mold and yeast counts were carried out. Thus, it was observed that the reduction in weight of the PET bottle influenced the concentrations of CO<sub>2</sub> and TSS, leading to a decrease and an increase in these variables, respectively. As for the count of molds and yeasts, there was no influence. Thus, it was observed that further studies and analyzes are needed so that the company can reduce the weight of the 250 mL grape soda PET bottle following its filling standards without interfering with the quality of the product.

**KEYWORDS:** Carbon dioxide; Total soluble solids; Grammage.

**RESUMO:**

*O refrigerante é uma bebida não alcoólica, carbonatada, que contém açúcar, água potável e extrato vegetal ou suco. É um produto muito apreciado pelos consumidores por conta de suas características sensoriais. Com a finalidade de diminuir o custo de fabricação e tornar a produção mais sustentável, tem-se buscado diminuir a gramatura das embalagens PET. Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência da redução da gramatura de garrafas PET na qualidade e segurança do refrigerante sabor uva. Para isso, foram realizadas as análises de teor de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na bebida, sólidos solúveis totais (SST) e contagem de bolores e leveduras. Assim, foi observado que a redução da gramatura da garrafa PET influenciou nas concentrações de CO<sub>2</sub> e SST, resultando em uma diminuição e um aumento dessas variáveis, respectivamente. No entanto, para a contagem de bolores e leveduras, não houve influência. Com isso, observou-se que é necessário mais estudos e análises para que a empresa possa realizar a diminuição da gramatura da garrafa PET do refrigerante de uva de 250mL seguindo seus padrões de envase sem que possa interferir na qualidade do produto.*

**PALAVRAS-CHAVE:** Dióxido de carbono; Sólidos solúveis totais; Gramatura.

---

**RESUMEN:**

*La gaseosa es una bebida carbonatada sin alcohol, a la que se le añade azúcar, agua potable y extracto o zumo de plantas. Es un producto muy apreciado por los consumidores por sus características sensoriales. Para reducir el coste de fabricación del producto, y tener una producción más sostenible, se han realizado esfuerzos para reducir el peso de los envases de PET. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar la influencia de la reducción del peso de las botellas de PET en la calidad y seguridad de los refrescos con sabor a uva. Para ello se realizaron análisis de contenido de dióxido de*

*carbónico ( $\text{CO}_2$ ) en la bebida, sólidos solubles totales (SST) y recuentos de mohos y levaduras. Así, se observó que la reducción del peso de las botellas de PET influyó en las concentraciones de  $\text{CO}_2$  y SST, provocando una disminución y un aumento de estas variables respectivamente. En cuanto al recuento de mohos y levaduras no hubo influencia. Como resultado, se observó que son necesarios mayores estudios y análisis para que la empresa pueda reducir el peso de la botella PET de refresco de uva de 250 mL siguiendo sus estándares de empaque sin interferir con la calidad del producto.*

**Palabras clave:** Dióxido de carbono; Sólidos solubles totales; Gramaje.

## INTRODUÇÃO

De acordo com a legislação, refrigerante é a bebida não alcoólica, carbonatada, que contem açúcar, água potável e extrato vegetal ou suco, sendo uma bebida saturada em dióxido de carbono ou gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ). Deve-se estar atento à qualidade deste componente utilizado para a fabricação do refrigerante, pois o  $\text{CO}_2$  deve ser excepcionalmente de uso industrial e puro (BRASIL, 2021).

Dentre os ingredientes utilizados para a fabricação do refrigerante, o  $\text{CO}_2$  é um dos mais importantes, pois além de agir como inibidor para o crescimento microbiano, é responsável pelas características sensoriais das bebidas carbonatadas, proporcionando a sensação de refrescância no paladar (PAGAMISSE; PALLADINO; 2012).

A quantidade de  $\text{CO}_2$  dissolvido na bebida final influenciará diretamente no sabor e aroma; por isso, este é um dos parâmetros utilizados para o controle da qualidade do refrigerante (PACHECO, et al, 2009). Segundo a legislação, ao final do prazo de validade, este produto deve apresentar concentração igual ou superior a 2 atm de  $\text{CO}_2$  dissolvido na bebida (BRASIL, 2021).

Um dos fatores que influenciam diretamente na concentração de  $\text{CO}_2$  no refrigerante é a escolha do tipo embalagem para o armazenamento da bebida. Atualmente, a indústria de refrigerantes utiliza três tipos de embalagens: o vidro, o alumínio e o PET (Polietileno Tereftalato). Os três tipos têm a mesma finalidade de armazenar o produto; no entanto, possuem características diferentes. O PET apresenta diversas vantagens em relação às demais embalagens, como a facilidade de armazenamento, menor custo, maior resistência e por ser a embalagem mais utilizada na indústria de refrigerante (SILVESTRE; et al, 2017).

Contudo, sua propriedade de barreira contra o  $\text{CO}_2$  é a principal desvantagem em comparação as embalagens de vidro e alumínio, pois ocorre uma perda

considerável do CO<sub>2</sub> no refrigerante durante o armazenamento nas garrafas PET, devido a maior permeabilidade deste gás pela embalagem. Essa perda influenciará diretamente na aceitação do produto, assim como na determinação do prazo de validade do refrigerante (ALVES; et al, 2014).

Entretanto, há uma grande preocupação sobre a redução do consumo de plástico, pois além de influenciar diretamente nos danos causados ao meio ambiente, essa redução também diminuirá os preços dos insumos utilizados nas embalagens para alimentos dentro da indústria, consequentemente reduzindo o custo do produto (SILVA, 2019).

O interesse pela redução da gramatura da garrafa pela empresa, além de diminuir o custo do produto, também reduzirá o impacto ambiental, alinhando-se à tendência da indústria em reduzir os impactos ao meio ambiente e adotar uma produção mais sustentável. Essa redução no peso da garrafa PET é de grande interesse para a indústria, como mostrado por Sargentini (2015), que observou uma redução de 26,4% no peso das embalagens de PET para bebidas carbonatadas de 250mL entre 2002 e 2012. Para essa redução, a variação da perda de CO<sub>2</sub> deve ser um parâmetro a ser considerado na escolha da embalagem, pois além de reduzir o custo do produto e promover a sustentabilidade, a embalagem deve manter as características físico-químicas e sensoriais do produto.

Com isso, o objetivo da pesquisa foi avaliar como a redução da gramatura de 18g para 15g de garrafas PET, influenciou na qualidade e segurança do refrigerante sabor uva, por meio das análises do teor de gás carbônico (CO<sub>2</sub>), sólidos solúveis totais (SST), bolores e leveduras.

## **METODOLOGIA**

### **Produção do refrigerante de uva**

O refrigerante foi produzido em uma indústria de bebidas localizada na cidade de Imperatriz, no estado do Maranhão. O produto analisado é proveniente da produção de refrigerante sabor uva, sendo cada lote composto por 120 garrafas, produzidas e envasadas em garrafas PET com gramatura de 15g e 18g, ambas com a mesma capacidade de armazenamento (250mL). A amostra controle foi a garrafa PET com gramatura de 18g, pois é atualmente a gramatura utilizada pela empresa para o envase. A amostra teste é a garrafa PET com gramatura de 15g, que está sendo estudada para

ver se atende aos parâmetros de qualidade exigidos pela empresa e a legislação vigente.

O produto foi avaliado quanto a alteração do teor de dióxido de carbono, sólidos solúveis totais e a contagem de bolores e leveduras ao longo do tempo, uma vez ao mês em quintuplicata (exceto a contagem de bolores e leveduras), verificando a diferença entre garrafas PET com gramatura de 15g e a com gramatura de 18g, durante 4 meses (tempo estabelecido para a validade do produto pela empresa) em temperatura ambiente, para simular as condições físicas que o produto pode enfrentar durante a sua vida útil nas prateleiras, uma vez o clima da cidade de Imperatriz é considerado quente e seco, com temperaturas variando entre 20 a 35°C, podendo chegar até 38°C (COSTA; LABINAS, 2023) . O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em parcelas subdivididas no tempo, onde as parcelas correspondem às embalagens e as subparcelas os meses.

#### **Teor de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)**

A concentração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) dissolvida no refrigerante sabor uva foi analisada seguindo a metodologia descrita pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (Brasil, 2005). Para isso, mediu-se a pressão com um manômetro adaptado com agulha de aço inoxidável da marca Escher. Em seguida, a temperatura foi mensurada com a utilização de um termômetro digital.

Para determinar a concentração de CO<sub>2</sub> na bebida, utilizou-se a relação entre temperatura e pressão. Em que os cálculos foram feitos com o auxílio do programa Microsoft Excel, e os resultados encontrados foram expressos em pressão de CO<sub>2</sub> em atm, a 20°C.

Equação 1: Fórmula utilizada para encontrar a concentração de dióxido de carbono.

$$P_2 = \frac{P_1 \times T_2}{T_1}$$

Onde P<sub>2</sub>, será a pressão do CO<sub>2</sub> em atm a 20°C; P<sub>1</sub> a pressão lida no manômetro e transformada para atm. considerando: 1atm = 14,696 lbf/pol<sup>2</sup>; T<sub>2</sub> a temperatura (20 °C = 293,15 K); e T<sub>1</sub> a temperatura da amostra transformada para Kelvin.

#### **Sólidos solúveis totais (SST)**

A determinação do teor de sólidos solúveis totais nas amostras de refrigerante sabor uva foi realizada conforme metodologia descrita pelo MAPA com auxílio de um refratômetro digital da marca Hanna (BRASIL, 2005).

### **Contagem de bolores e leveduras**

A contagem de bolores e leveduras foi realizada pelo método de plaqueamento em superfície utilizando o meio de cultura Agar Dicloran Rosa de Bengala Cloranfenicol (DRBC) (SILVA; et al., 2017).

### **Análise dos dados**

A partir da realização das análises de teor de CO<sub>2</sub> e de sólidos solúveis totais os resultados obtidos foram submetidos a análise estatística, por meio do teste t de *Student* (duas amostras) para analisar se houve diferença estatística e para comparar essas amostras entre si, e calcular o desvio padrão entre estas, também foi utilizado o programa *Microsoft Excel* para o tratamento dos dados e elaboração de tabelas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Teor de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)**

A Tabela 1 apresenta os dados da determinação da concentração de CO<sub>2</sub> em refrigerantes sabor uva engarrafados em garrafas PET com gramaturas de 15g e 18g. Os teores de CO<sub>2</sub> iniciais para os refrigerantes nas garrafas PET com gramatura de 15g e 18g, foram de 2,3 atm e 2,4 atm respectivamente. Após 4 meses, esses valores foram reduzidos para de 0,4 atm e 0,9 atm. Esses resultados estão em desacordo com o parâmetro regulatório mínimo regulatório para refrigerantes, que deve ser maior que 2,0atm de CO<sub>2</sub> na bebida (BRASIL, 2022).

Tabela 1. Teor de CO<sub>2</sub> dos refrigerantes sabor uva envasados em garrafas PET com as gramaturas de 15g e 18g.

Pressão gasosa em atm, a 20°C				
Tempos	PET 15 g		PET 18 g	
	Teor de CO <sub>2</sub>	Desvio Padrão	Teor de CO <sub>2</sub>	Desvio Padrão
T0	2,3a	0,08	2,4b	0,032
T30	1,2a	0,094	1,5b	0,178
T60	1,0a	0,146	1,1a	0,062
T90	0,6a	0,091	0,9b	0,075
T120	0,4a	0,059	0,9b	0,036

T0: dia do envase do refrigerante. T30: 30 dias após o envase do refrigerante. T60: 60 dias após o envase do refrigerante. T90: 90 dias após o envase do refrigerante. T120: 120 dias após o envase do refrigerante. Valores com letras iguais na mesma linha não diferiram estatisticamente ( $p < 0,05$ ) pelo teste t de Student. Fonte: Próprio autor, 2024.

O teste t de *Student* para o teor de CO<sub>2</sub> demonstrou que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para o tipo de embalagem nos tempos 0, 30, 90 e 120 dias, com os menores teores de CO<sub>2</sub> sendo obtidos para a bebida envasada na garrafa PET com gramatura de 15g. Além disso, observou-se uma perda de 82,61% e 62,50% do CO<sub>2</sub> nas garrafas PET com gramatura de 15g e 18g, respectivamente, após 4 meses de envase.

Observou-se uma perda significativa de dióxido de carbono entre as duas gramaturas das garrafas PET ao longo do tempo. Essa perda pode estar relacionada às características do material e ao processo de sopro. A propriedade de barreira do PET não é tão eficaz quando se trata do armazenamento de bebidas gaseificadas, pois o material possui certa permeabilidade a gases e vapores, especialmente em garrafas PET com paredes pouco espessas. A perda ao longo do tempo, pode estar associada a interferência nas condições de fabricação das garrafas PET através do processo de injeção e sopro. A modificação da estrutura do PET através do estiramento biaxial influencia a organização das fases amorfas, o que consequentemente, pode melhorar a propriedade de barreira aos gases. As taxas de permeabilidade e de absorção de um polímero são maiores nas regiões amorfas do que das regiões cristalinas (MIRANDA, 2011). Sargentini (2015) em sua pesquisa ao observar as características físico-químicas das embalagens PET, notou que a embalagem de menor gramatura

(42,6 g) manteve as propriedades físico-químicas daquelas de maior gramatura (46,6 g).

Outro fator que pode interferir na perda do CO<sub>2</sub> durante o armazenamento, é seu sistema de fechamento (tampa da garrafa). Fatores como esses também foram relacionados à perda de dióxido de carbono no estudo realizado por Pacheco, Dantas e Cobucci (2009), que analisaram a influência da carbonatação no sabor do refrigerante de cola. Tendo em vista, que a diminuição da concentração de CO<sub>2</sub> na bebida influenciará diretamente na aceitação do produto pelos consumidores, devido à alteração das características sensoriais do produto (sabor e aroma), além de afetar as características bacteriostáticas que este impõe ao produto.

### Sólidos solúveis totais (SST)

Os valores obtidos para sólidos solúveis totais para os refrigerantes sabor uva, envasados em garrafas PET de gramaturas 15g e 18g são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Teor de SST dos refrigerantes sabor uva envasados em garrafas PET com as gramaturas de 15g e 18g.

°BRIX				
Tempos	PET 15 g		PET 18 g	
	Teor de SST	Desvio Padrão	Teor de SST	Desvio Padrão
T0	12,0a	0,045	12,0a	0,045
T30	12,4a	0,084	12,4a	0,071
T60	12,4a	0,045	12,4a	0,084
T90	12,8a	0,084	12,8a	0,071
T120	12,6a	0,084	12,4b	0,045

T0: dia do envase do refrigerante. T30: 30 dias após o envase do refrigerante. T60: 60 dias após o envase do refrigerante. T90: 90 dias após o envase do refrigerante. T120: 120 dias após o envase do refrigerante. Valores com letras iguais na mesma linha não diferiram estatisticamente ( $p < 0,05$ ) pelo teste t de Student. Fonte: Próprio autor, 2024.

Os valores iniciais de sólidos solúveis totais para os refrigerantes nas garrafas PET com gramatura de 15g e 18g, foram de 12,0°Brix. Após 4 meses, esses valores foram de 12,6°Brix e 12,4°Brix, respectivamente.



O teste t de Student para os sólidos solúveis totais (SST) demonstrou que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em relação ao tipo de embalagem apenas no tempo 120 dias, onde o maior teor de SST foi obtido para a bebida envasada na garrafa PET com gramatura de 15g, correspondendo a um aumento de 5,0%, em comparação ao dia do envase (T0). O aumento dos sólidos solúveis totais pode ser devido à ocorrência de reação de hidrólise ácida, que converte a sacarose em glicose e frutose, resultando em um aumento da quantidade de sólidos solúveis no xarope. A reação de hidrólise é mais rápida quanto menor for o pH do meio e/ou quanto maior for a sua temperatura (SACHMAN, 2005).

Habitualmente, nas indústrias de bebidas adota-se uma tolerância de 0.15°Brix acima e abaixo do valor alvo de sólidos solúveis totais de um determinado produto. Variações do valor de SST da bebida dentro desta gama de tolerância tornam praticamente imperceptíveis quaisquer alterações ao nível da doçura ou do sabor global da bebida (SACHMAN, 2005). Sendo assim, a partir de 30 dias após o envase dos refrigerantes de uva, poderíamos observar alterações do sabor, uma vez que o valor de SST ficou acima da tolerância usual e com baixo teor de CO<sub>2</sub>, que colabora para a acidez da bebida. No qual a aplicação de testes sensoriais, complementaria a análise para verificar possíveis alterações no produto e como o consumidor reagiria a essas mudanças.

### **Contagem de bolores e leveduras**

A Tabela 3 apresenta os resultados da contagem de bolores e leveduras nos refrigerantes sabor uva envasados nas garrafas PET com gramatura de 15g e 18g.

Os resultados da contagem de bolores e leveduras obtidos para os refrigerantes sabor uva, em todos os tempos analisados, foram  $< 10$  UFC/mL. Assim, temos que os produtos, durante os 4 meses, estavam em conformidade com o padrão microbiológico para a categoria de refrigerantes, que é de 10UFC/mL de bebida (BRASIL, 2022).

Tabela 3. Contagem de bolores e leveduras dos refrigerantes sabor uva envasados em garrafas PET com as gramaturas de 15g e 18g.

UFC/mL		
Tempos	PET 15g	PET 18g
T0	< 10	< 10
T30	< 10	< 10
T60	< 10	< 10
T90	< 10	< 10
T120	< 10	< 10

T0: dia do envase do refrigerante. T30: 30 dias após o envase do refrigerante. T60: 60 dias após o envase do refrigerante. T90: 90 dias após o envase do refrigerante. T120: 120 dias após o envase do refrigerante. Fonte: Próprio autor, 2024.

Embora os refrigerantes possam ser considerados bebidas pouco propensas ao desenvolvimento microbiano devido a elevada concentração de CO<sub>2</sub>, alta acidez, baixo pH e adição de conservantes, as leveduras e os bolores podem ser responsáveis pelas contaminações no produto, comprometendo a sua vida útil. As leveduras toleram acidez e podem crescer sob condições de anaerobiose. Já os bolores são resistentes à acidez, mas não se desenvolvem na ausência de oxigênio, como é o caso dos refrigerantes. No entanto, o crescimento de bolores pode ser um indicativo de que o refrigerante perdeu CO<sub>2</sub> (Venturini Filho, 2010). No caso dos produtos avaliados, mesmo com um baixo teor de CO<sub>2</sub> não houve crescimento significativo de bolores e leveduras. Resultados semelhantes foram obtidos por Ribeiro (2019) ao analisar amostras de refrigerantes de uva, nas quais também não houve o crescimento de bolores e leveduras.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, observou-se que a redução da gramatura influenciou na manutenção da concentração de CO<sub>2</sub> e no aumento da concentração de sólidos solúveis totais tanto da amostra teste (15g) quanto amostra controle (18g) após o período de envase estabelecido pela empresa (4 meses) do refrigerante de uva. Esses fatores estão relacionados aos parâmetros de qualidade do produto. Em relação a segurança da bebida, não houve influência da redução das gramaturas das garrafas PET de

refrigerante de uva analisado, pois não houve crescimento microbiano na amostra controle (18g) e na amostra teste (15g).

Diante do exposto se faz necessário mais estudos e análises para que a empresa possa reduzir a gramatura da garrafa PET do refrigerante de uva de 250mL, mantendo os padrões de envase sem que possa comprometer a qualidade do produto. A empresa pode investir em estudos para aprimorar os padrões de sopro da garrafa de 15g, a fim de garantir que esta seja implementada como padrão no envase do refrigerante de tamanho de 250mL. Isso permitirá a redução da quantidade de plástico utilizada na produção, diminuindo assim o custo de produção e o impacto ambiental.

### *Agradecimentos*

Agradeço ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), pela bolsa de residência profissional agrícola, concedida por meio da aprovação do projeto “Programa de mentoria a serviço da Engenharia de Alimentos”. Bem com a Universidade Federal do Maranhão - UFMA. A técnica do setor da qualidade da empresa, Carla Mayara Lopes dos Santos, por todo apoio durante a realização das análises e todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

### *Referências Bibliográficas*

ALVES, Pablo da Silva; BARTOLAZZO, Antonella Martins; MARQUES, Cristian Santos; FREITAS, Maria Carolina dos Santos. Análise dos fatores de influência na escolha da embalagem para refrigerante. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, v. 9, n. 24, p. 9–14, 2014. DOI: 10.47385/cadunifoa.v9.n24.112 Acesso em: 30 maio. 2023.

BRASIL. MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Consolidação das normas de bebidas, fermentado acético, vinho e derivados de uva e do vinho: anexo a norma interna DIPOV nº 01/2019**. Brasil, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-d-e-produtos-origem-vegetal/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/AnexoNormaIntern aDIPOV2Edicao.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2023.

BRASIL. MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Portaria Nº 123, de 13 de maio de 2021**. Brasil, 2021. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mapa-n-123-de-13-de-maio-de-2021-319830736>>. Acesso em: 20. jan. 2023.

BRASIL. MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa nº 24, de 08 de setembro de 2005**.

Brasil, 2005. Disponível em:  
<<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/instrucao-normativa-no-24-de-8-de-setembro-de-2005.pdf>>. Acesso em: 24. mar. 2023.

COSTA, W. A; LABINAS, A. M. Levantamento Epidemiológico sobre Dengue no Município de Imperatriz – MA: Aspectos entre o Saneamento Básico e a Ocorrência da Dengue. **Revista Técnica Ciências Ambientais**. Vol. 1, n 7. Taubaté, 2023. Disponível em: < <https://ipabhi.org/repositorio/index.php/rca/article/view/104/115>>. Acesso em: 25. Julho. 2024.

DA SILVA, J.R.B. REDUÇÃO DO CONSUMO E SUSTENTABILIDADE: Um Estudo do Comportamento de Redução de Consumo de Plásticos Descartáveis. **Monografia. Universidade Federal da Paraíba**. 2019. Disponível em: < <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/15428/1/JRBS29082019.pdf> >. Acesso em 11. Mar. 2023.

MIRANDA, C. A, S. Simulação do processo de sopro de garrafas de poli(tereftalato de etileno) a partir de pré-formas disponíveis através do método de elementos finitos. Ouro Preto, MG. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Ouro Preto; 2011.

PAGAMISSE, F.A.; PALLADINO, F. CO<sub>2</sub> e sua contribuição para o grande desenvolvimento das indústrias de bebidas carbonatadas e suas principais aplicações nas Indústrias Brasileiras. **Revista Engenho**. v. 4, n. 6, p. 64-82. 2012. Disponível em: <<https://revistas.anchieta.br/index.php/RevistaEngenho/article/view/825>>. Acesso em: 19 de jan. 2023.

PACHECO, Adriana Rodrigues; DE SIQUEIRA, Maria Isabel Dantas; COBUCCI, Rosário Maria Arouche. Influência da carbonatação no sabor de refrigerante tipo cola. **Revista EVS-Revista de Ciências Ambientais e Saúde**, v. 36, n. 4, p. 765-774, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.18224/est.v36i4.1127>>. Acesso em 20 de jan. 2023.

RIBEIRO, R. G. Avaliação físico-química, microbiológica e sensorial de um refrigerante sabor uva com redução de açúcar desenvolvido por uma indústria da cidade de Juazeiro do Norte-CE. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano. 47p. Salgueiro. 2019. Disponível em: <<https://releia.ifsertaope.edu.br/jspui/bitstream/123456789/672/1/TCC%20Rosiclaudia%202019%20CORRIGIDO.pdf>>. Acesso em 01 de jun. 2023.

SACHMAN, M. (2005). The Soft Drinks Companion - A Technical Handbook for the Beverage Industry. Boca Raton, EUA: CRC Press.

SARGENTINI, H. Estudo da diminuição da gramatura de embalagens de polietileno tereftalato (pet) e a influência no grau de cristalinidade. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia Lorena. 43p. Lorena. 2015. Disponível em: <<https://sistemas.eel.usp.br/bibliotecas/monografias/2015/MEM15008.pdf> >. Acesso em 01 de jun 2022.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Blucher, 5a ed., 2017. 560 p.

SILVESTRE, D. B.; CUNHA, A. T. da; OLIVEIRA, C. C. S.; GUIMARÃES, I. C.; MORAES, A. R. F. e. Avaliação da perda de carbonatação e alteração de °brix e densidade de refrigerante de cola envasado em garrafas de polietileno tereftalato (pet) e latas de alumínio. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, Viçosa/MG, BR, v. 3, n. 6, p. 0851–0856, 2017. DOI: 10.18540/jcecvl3iss6pp0851-0856. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/jcec/article/view/2395>. Acesso em: 30 maio. 2023.

VENTURINI FILHO, W. G. Bebidas não alcoólicas: Ciência e tecnologia. 1ª ed., São Paulo, Blucher; 2010.