

CENTRO PAULA SOUZA
ETEC DE ARAÇATUBA
TÉCNICO EM QUÍMICA

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁCIDO FOSFÓRICO EM REFRIGERANTES SABOR COLA

Ana Laura Monzani Bento¹

Gislaine Gabriela dos Santos²

Letícia Akemi dos Santos³

Ludimila da Silva Bossoni⁴

Raissa Cristina Pires Vidoto⁵

Hildo Costa de Sena⁶

Resumo: O refrigerante é uma das bebidas mais consumidas no Brasil. Dentre estes, o refrigerante sabor cola ocupa a terceira colocação no ranking mundial de vendas. Estes refrigerantes, tem em sua composição o ácido fosfórico H_3PO_4 que tem como objetivo, realçar o sabor da bebida, regular a doçura do açúcar, acentuar o sabor do ácido, regular o pH e colaborar na inibição da proliferação de micro-organismos. Estudos apontam que o consumo excessivo de refrigerantes, pode causar sérios prejuízos à saúde humana e, para garantir a conformidade com as normas regulamentares e a segurança para consumo, é fundamental determinar a concentração de ácido fosfórico nas bebidas à base de cola. Foram realizadas diversas análises com diferentes amostras de refrigerantes para constatar se os valores obtidos estão dentro dos padrões definidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 1999), sendo o limite máximo de ácido fosfórico o valor de 0,070 g/100mL (0,07%). Os resultados obtidos no presente trabalho, mostram que as amostras estão dentro dos limites definidos pela ANVISA.

Palavras-chave: Refrigerantes; Titulação Potenciométrica; Ácido Fosfórico.

Abstract: Soda is one of the most consumed drinks in Brazil. Among these, the cola-flavored soft drink occupies third place in the world sales ranking. These soft drinks have H_3PO_4 phosphoric acid in their composition, which aims to enhance the flavor of the drink, regulate the sweetness of the sugar, accentuate the flavor of the acid,

¹Técnica em Química, na Etec de Araçatuba – ana.bento47@etec.sp.gov.br

²Técnico em Química, na Etec de Araçatuba – gislaine.santos105@etec.sp.gov.br

³Técnico em Química, na Etec de Araçatuba – leticia.santos882@etec.sp.gov.br

⁴Técnica em Química, na Etec de Araçatuba – ludimila.bossoni@etec.sp.gov.br

⁵Docente no curso de Técnico em Química na Etec de Araçatuba – raissa.pires01@etec.sp.gov.br

⁶Docente no curso de Técnico em Química na Etec de Araçatuba – hildo.sena@etec.sp.gov.br

regulate the pH and help protect against microorganisms. Studies indicate that excessive consumption of soft drinks can cause serious harm to human health and, to ensure compliance with regulatory standards and safety for consumption, it is essential to determine the concentration of phosphoric acid in cola drinks. Several analyzes were carried out with different soft drink samples to verify whether the values obtained were within the standards defined by the National Health Surveillance Agency (ANVISA, 1999), with the maximum limit for phosphoric acid being 0.070 g/100mL (0.07%). The results obtained in the present work show that the samples are within the limits defined by ANVISA.

KEYWORDS: Soft drinks; Potentiometric titration; Phosphoric acid.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a legislação brasileira, refrigerante é definido como “bebida gaseificada, obtida pela dissolução em água potável de suco ou extrato vegetal de sua origem, adicionada de açúcares”, devendo obrigatoriamente ser saturado de dióxido de carbono industrializado puro (BRASIL, 2009).

O refrigerante é uma das bebidas não alcoólicas e gaseificadas mais consumidas no Brasil. Dentre estes, o refrigerante de sabor cola ocupa a terceira colocação no ranking mundial de vendas, com 50,9% da preferência entre jovens e adultos. Os refrigerantes tipo cola tem como composição aromatizantes naturais, água gaseificada, açúcar, cafeína, extrato de noz de cola, corante caramelo IV e o ácido fosfórico que, por sua vez, é um composto inorgânico incolor, inodoro e insípido que é amplamente utilizado na indústria de alimentos e bebidas o qual tem a função de acidulante e flavorizante, fornecendo o sabor característico de qualquer refrigerante.

O ácido fosfórico (H_3PO_4) apesar de ser um ácido inorgânico que possui o menor pH, utilizado pela indústria alimentícia, (Congresso Brasileiro de Química), deve obedecer aos parâmetros regulamentados pelas legislações vigentes. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 1999), a atribuição de aditivos para bebidas não alcoólicas estabelece como limite máximo de ácido fosfórico o valor de 0,070 g/100mL. O uso de ácido fosfórico na cola tem sido tema de debate, com alguns estudos sugerindo que em virtude do seu excesso, pode causar sérios prejuízos à saúde humana, tais como o desenvolvimento de osteoporose, doença que inibe a absorção de cálcio pelos ossos. Como tal, é essencial determinar a concentração de ácido fosfórico presente nas bebidas à base de cola para garantir que cumprem as normas regulamentares e são seguras para consumo.

Os pHmetros, ou medidores de pH, são essenciais para a medição precisa do pH de uma solução. Eles são instrumentos científicos usados para determinar a acidez ou alcalinidade de uma amostra, com base na escala de pH. O pH, que significa "potencial de hidrogênio", é uma medida da concentração de íons de hidrogênio (H^+) em uma solução, variando de 0 a 14 na escala de pH (SPLABOR, 2024). Uma substância com pH 7 é classificada como neutra; valores maiores indicam meio alcalino, enquanto valores menores indicam meio ácido. Esse equipamento é composto por um eletrodo, geralmente de vidro, que é mergulhado na solução em teste, e um medidor eletrônico que registra e mostra o valor do pH.

A Titulação Potenciométrica é um procedimento através do qual a quantidade de uma substância em análise é determinada ao ser titulada até o ponto de equivalência, indicado pela diferença de potencial entre os dois eletrodos. Este processo analítico consiste em adicionar gradualmente uma solução padrão, com concentração conhecida, do reagente de titulação, interrompendo a adição quando o ponto de equivalência é alcançado. Neste ponto, uma quantidade exatamente equivalente de titulante foi adicionada à amostra. É um método para quantificar uma substância em uma amostra, adicionando uma quantidade precisa e conhecida de outra substância que reage com o componente desejado em uma proporção predefinida.

Assim, titulações potenciométricas fornecem dados mais confiáveis que aqueles gerados por métodos que empregam indicadores químicos convencionais, utilizando como base a mudança de cor como detecção do ponto final, sendo a potenciometria um método indicado para soluções coloridas ou turvas e na detecção da presença de espécies insuspeitas (SKOOG et al, 2005).

2 OBJETIVO

Analisar o teor de ácido fosfórico presente em amostras de refrigerantes tipo cola comercializados no município de Araçatuba-SP.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

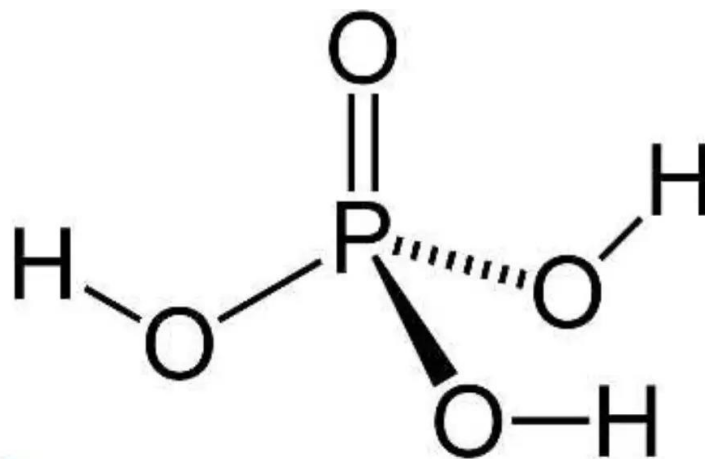
Determinar a concentração de ácido fosfórico em diferentes refrigerantes tipo cola comercializados no município de Araçatuba-SP por meio da potenciometria. Ademais, conferir se as amostras estão em conformidade com a legislação vigente,

verificando se apresentam o teor dentro dos limites determinados pela ANVISA (1999).

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Ácido fosfórico ou ácido ortofosfórico, ilustrado na figura 1, é um ácido trivalente, com três hidrogênios ácidos que podem ser convertidos por substituição gradual a fosfatos primários, secundários e terciários. Portanto é um ácido que varia de fraco a medianamente forte. Possui fórmula molecular H_3PO_4 . É o principal ácido inorgânico utilizado em alimentos, sendo largamente empregado na indústria de refrigerantes, principalmente em refrigerantes tipo “cola”, pois causa alterações organolépticas em refrigerantes com polpa de frutas. (Moraes, 2015).

Figura 1. Estrutura do Ácido Fosfórico



Fonte: Estudo Prático, 2015

Para a produção de refrigerantes faz-se uso de várias substâncias, incluindo os acidulantes. Estes têm um papel tecnológico importante, pois colaboram no realce do sabor da bebida, regula a doçura do açúcar, acentuam o sabor do ácido, regulam o pH e colaboram na inibição da proliferação de micro-organismos. Alguns dos acidulantes mais utilizados são o ácido cítrico, fosfórico e tartárico (MENDA, 2011).

Os estudos têm relacionado o uso de refrigerantes não só ao aumento de peso, como ao aumento de cáries dentárias e à baixa utilização de alimentos que contenham cálcio, com subsequente aumento da osteoporose e do diabetes, dados esses ainda controversos (CARVALHO, 2006).

O organismo humano pode metabolizar até 750 mg de ácido fosfórico por dia,

sem causar problemas de saúde. No entanto, concentrações superiores podem levar a distúrbios funcionais metabólicos, principalmente ligados aos ossos e dentes. (CYPRIANO, 2017).

A pesquisa “What happens one hour after drink a can of coke” (The Renegade Pharmacist, 2015), mostra o que os refrigerantes causam no organismo em cerca de 1 hora.

Sabe-se que o refrigerante está carregado de açúcar [...]. Mas é um pouco de mistério sobre o que isso faz ao corpo. Nos primeiros 10 minutos, 10 colheres de chá de açúcar atingem o sistema correspondendo a 100% da dose diária recomendada. Você só não vomita, por causa do enjoo que isso causaria, pois o ácido fosfórico inibe esse sabor.

Após 20 minutos, o açúcar no sangue aumenta, desencadeando a liberação de insulina e a conversão do excesso de glicose em gordura pelo fígado. Aos 40 minutos, a cafeína é totalmente absorvida, resultando em dilatação das pupilas, aumento da pressão arterial e liberação adicional de açúcar pelo fígado. Os receptores de adenosina em seu cérebro agora estão bloqueados mantendo o estado de alerta e impedindo-o de adormecer. Aos 60 minutos, o ácido fosfórico se liga a minerais no intestino grosso (cálcio, magnésio e zinco), proporcionando um impulso adicional no metabolismo, enquanto o consumo elevado de açúcar e adoçantes artificiais aumenta a excreção de cálcio na urina.

Após 60 minutos, as propriedades diuréticas da cafeína entram em ação. Agora está garantido que evacuará o cálcio, magnésio e zinco ligados, que ia para os ossos, assim como sódio, eletrólito e água. À medida que a raiva diminui, você começará a ter uma queda no açúcar. Sabe-se que pode ficar irritado e/ou lento. Agora também, descartou literalmente toda a água que estava no refrigerante. Mas não antes de infundi-lo com nutrientes valiosos que seu corpo poderia ter usado para coisas como ter a capacidade de hidratar o sistema ou construir ossos e dentes fortes. (The Renegade Pharmacist, 2015).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Os ensaios foram desenvolvidos no laboratório de química da Escola Técnica (ETEC) de Araçatuba, tendo como base os valores limítrofes de ácido fosfórico permitido em refrigerantes tipo cola, conforme o estabelecido pela ANVISA (Agência

Nacional de Vigilância Sanitária) sendo de 0,07 g/100 ml o teor máximo.

Utilizou-se a metodologia de titulação potenciométrica, que consiste na titulação do analito até um ponto de mudança, sendo a força do ácido/base o fator determinante para o ponto de viragem. A solução titulante empregada foi o hidróxido de sódio 0,1 mol/L (NaOH).

Iniciou-se a análise identificando cada amostra de acordo com o quadro 1:

Quadro 1. Código de identificação das amostras

Amostra	A
Amostra	B
Amostra	C
Amostra	D
Amostra	E

Fonte: Autoria própria, 2024.

Cada amostra foi submetida a dois procedimentos distintos a fim de retirar totalmente o dióxido de carbono presente na solução. No primeiro procedimento, a amostra permaneceu em agitação constante com auxílio de um agitador magnético durante 20 minutos. No segundo procedimento, uma amostra idêntica foi submetida a banho-maria durante 20 minutos à 80 C° (figura 2).

Ao titular as amostras, foi possível observar uma semelhança entre os pontos de virada das amostras submetidas ao procedimento 1 e ao procedimento 2, podendo assim afirmar que em ambos procedimentos, todo o CO₂ foi retirado das amostras.

Após a retirada do gás carbônico, foi calibrado pHmetro de bancada (figura 3) e pHmetro de bolso, sendo aferido o pH inicial de todas as amostras, também foi utilizado fita indicadora como contraprova, mas permaneceu-se com os valores do pHmetro de bancada.

Figura 2. Amostras em banho-maria.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 3. Calibração do pHmetro de bancada.

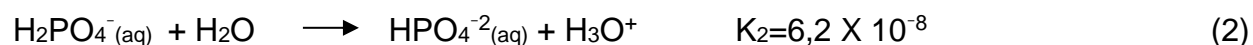
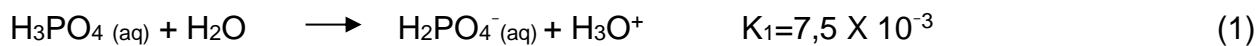


Fonte: Autoria própria, 2024.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

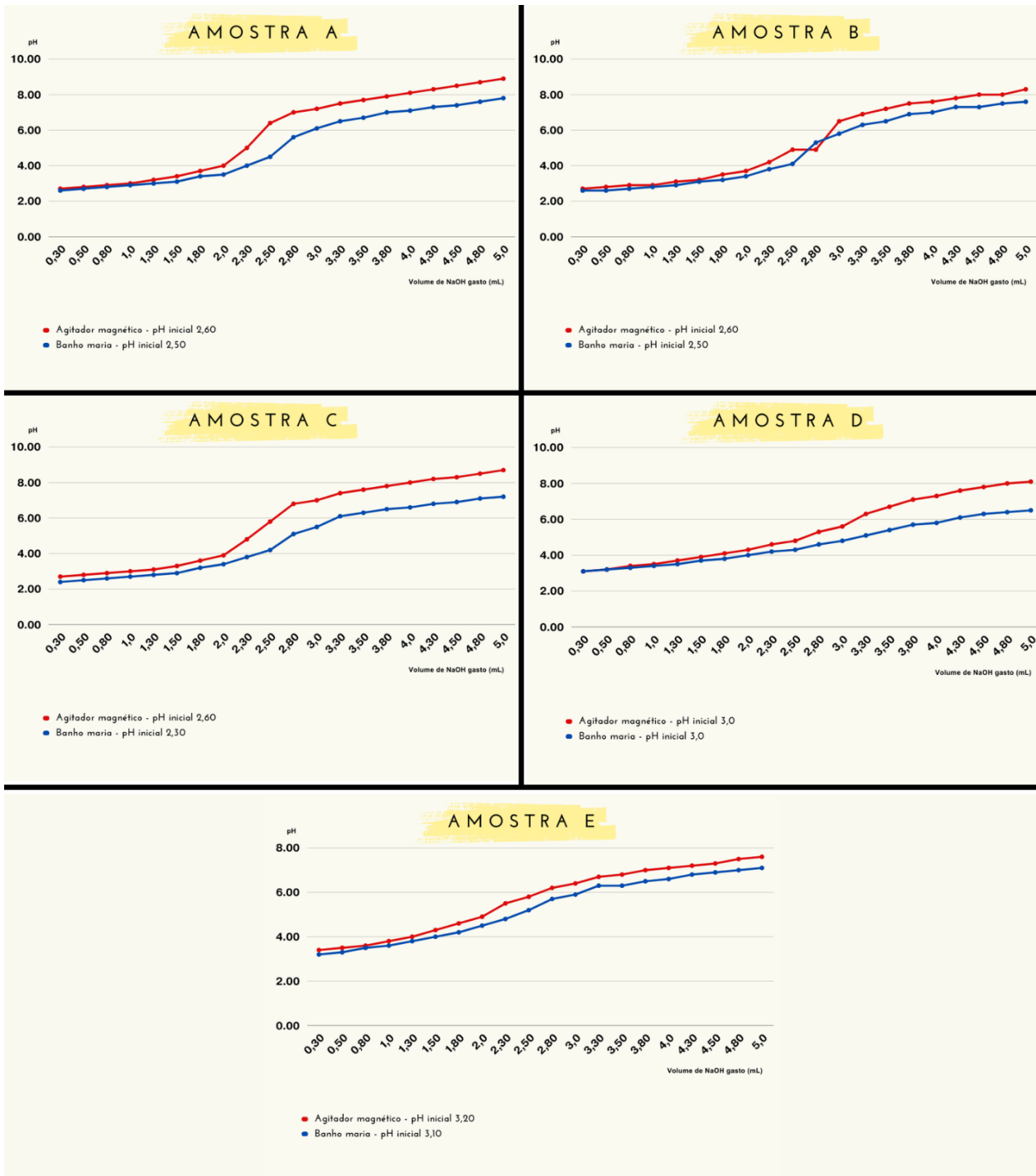
Ao titular-se as amostras foram anotados os volumes gastos e observado os pontos de virada (Figura 4).

A titulação do ácido fosfórico é composta por três hidrogênios ionizáveis, na qual suas respectivas constantes estão representadas nas equações 1, 2 e 3.



No presente experimento titulou-se somente até a ionização do primeiro hidrogênio, cuja variação de pH da equivalência de dissociação é entre 3,8 à 5,0 (Baccan et.al, 2001).

Figura 4. Gráficos das amostras.



Fonte: Autoria própria, 2024

Utilizando a equação 4, obteve-se a concentração de ácido fosfórico (Equação 5).

$$\text{CH}_3\text{PO}_4 \times V_{\text{H}_3\text{PO}_4} = C_{\text{NaOH}} \times V_{\text{NaOH}} \quad (4)$$

Amostra E – Agitador

$\text{CH}_3\text{PO}_4 = ?$

$V_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 50 \text{ ml}$

$C_{\text{NaOH}} = 0,1 \text{ mol/L}$

$$V_{\text{NaOH}} = \frac{2,0 + 2,8}{2} = 2,4 \text{ ml}$$

$$C_{\text{H}_3\text{PO}_4} = \frac{C_{\text{NaOH}} \times V_{\text{NaOH}}}{V_{\text{H}_3\text{PO}_4}} \longrightarrow C_{\text{H}_3\text{PO}_4} = \frac{0,1 \times 2,4}{50} \longrightarrow \boxed{C_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 0,0048 \text{ mol/L}} \quad (5)$$

Através da equação 6, encontrou-se a concentração comum em g/L de ácido fosfórico, ilustrada na equação 8. Para isso, foi necessário calcular a massa molar do ácido fosfórico, representada na equação 7.

$$\boxed{C = MM_{\text{H}_3\text{PO}_4} \times M_{\text{NaOH}}} \quad (6)$$

$$MM_{\text{H}_3\text{PO}_4}$$

$$\text{H}_3 \longrightarrow 1,00784 \times 3 = 3,02352$$

$$\text{P} \longrightarrow 30,973762 \times 1 = 30,973762$$

$$\text{O}_4 \longrightarrow 15,999 \times 4 = 63,996$$

$$\boxed{MM_{\text{H}_3\text{PO}_4} \approx 97,9933} \quad (7)$$

$$C = 97,9933 \times 0,0048$$

$$\boxed{C = 0,47036784 \text{ g/L}} \quad (8)$$

Os outros valores foram calculados de maneira análoga à demonstrada acima.

Como o teor limítrofe estabelecido pela ANVISA (1999) é de 0,07 g/100 mL basta fazer a conversão dos resultados, obtendo-se os valores apresentados no quadro 2.

Quadro 2. Resultados

AMOSTRAS	BANHO MARIA	AGITADOR
A	0,0539	0,0421
B	0,0568	0,0637
C	0,0519	0,0568
D	0,0617	0,0637
E	0,0563	0,0470

Fonte: Autoria própria, 2024.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das amostras analisadas, verificou-se que o nível de ácido fosfórico de todas as amostras identificadas de A a E apresentam concentrações aceitáveis,

considerando-se que o teor limítrofe é de 0,07g/100ml (ANVISA,1999).

Entretanto, vale ressaltar que o consumo excessivo de refrigerantes pode causar danos à saúde, como diabetes, osteoporose, obesidade, problemas cardiovasculares, entre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Decreto nº 6871, de 04 de junho de 2009.** Bebidas: normas sobre padronização, classificação, registro, inspeção, produção e fiscalização – regulamentação .D.O.U., Brasília, 14 de junho de 2009.

D. Skoog, D. West, J. Holler e S. Crouch. **Fundamentos de Química Analítica**, tradução da 8a ed. norte americana, Thomson, Brasil, 2005.

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁCIDO FOSFÓRICO EM REFRIGERANTE SABOR COLA. Disponível em: <https://www.abq.org.br/cbq/2019/trabalhos/4/1134-25468.html>. Acesso em: 08 jun. 2024.

MORAES, Kalinne D'Avila Apolinario de. **DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁCIDO FOSFÓRICO EM REFRIGERANTES COLA.** Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/8942>. Acesso em: 08 jun. 2024.

WENDLAND, Guilherme H.; KLÄSENER, Laura; GOBO, Anagilda B. **TITULAÇÃO POTENCIOMÉTRICA PARA DETERMINAÇÃO DE ÁCIDO FOSFÓRICO EM REFRIGERANTE TIPO COLA.** Disponível em: <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaoconhecimento/article/view/10438>. Acesso em: 08 jun. 2024.

CYPRIANO, Maira M. **DOSEAMENTO DO ÁCIDO FOSFÓRICO EM REFRIGEANTES TIPO COLA.** Disponível em: <http://187.73.190.139:8080/jspui/handle/123456789/879>. Acesso em: 08 jun. 2024.

Ácido fosfórico 85% Alimentício. Disponível em: <https://avanziquimica.com.br/acido-fosforico-85-alimenticio/>. Acesso em: 08 jun. 2024.

Efeitos da Coca-cola no seu corpo. Disponível em: https://www.fcencias.com/2015/08/03/efeitos-da-coca-cola-no-seu-corpo/#google_vignette. Acesso em: 08 jun. 2024.

Ácido fosfórico – Utilidades, características e mitos de utilização. Disponível em: https://www.estudopratico.com.br/acido-fosforico-utilidades-caracteristicas-e-mitos-de-utilizacao/#google_vignette. Acesso em: 08 jun. 2024.

Health risks of Coca-Cola: what it does to the body. Disponível em: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/297600#summary>. Acesso em: 08 jun. 2024.

What Happens One Hour After Drinking a Can of Coke? Disponível em: <https://drinkprotein2o.com/happens-one-hour-drinking-can-coke/#:~:text=Your%20brain%20reacts%20to%20the,and%20feel%20sluggish%20and%20tired>. Acesso em: 08 jun. 2024.

What Happens One Hour After Drinking a Can of Coke. Disponível em: <https://therenegadepharmacist.com/what-happens-one-hour-after-drinking-a-can-of-coke/>. Acesso em: 08 jun. 2024.

HANAN, Simone A.; MARREIRO, Raquel O. **Avaliação do pH de Refrigerantes, Sucos e Bebidas Lácteas Fabricados na Cidade de Manaus, Amazonas, Brasil.** Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada [en linea]. 2009, 9(3), 347-353 [fecha de Consulta 8 de Junio de 2024]. ISSN: 1519-0501. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63712843015>. Acesso em: 08 jun. 2024.

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁCIDO FOSFÓRICO EM REFRIGERANTE POR TITULAÇÃO POTENCIOMÉTRICA. Disponível em: <https://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Determina%C3%A7%C3%A3o-Do-Teor-De-%C3%81cido-Fosf%C3%B3rico/57059769.html>. Acesso em: 08 jun. 2024.

PEREIRA, Francisco Sávio G. **O LADO OBSCURO DOS REFRIGERANTES.**

Disponível em: [\(PDF\) THE OBSCURE SIDE OF THE SOFT DRINKS. \(IN PORTUGUESE\). O LADO OBSCURO DOS REFRIGERANTES. \(researchgate.net\)](#).

Acesso em: 08 jun. 2024.

BACCAN, N.; ANDRADE, J. C.; GODINHO, O. E. S.; BARONE, J. S. Química Analítica Quantitativa Elementar. 3ª edição São Paulo: Blucher, 2001