UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA

MARCUS VINÍCIUS CORDEIRO DANTAS

CARACTERIZAÇÃO FISICO-QUÍMICA EM DIFERENTES TIPOS DE REFRIGERANTES

CAMPINA GRANDE

2017

MARCUS VINÍCIUS CORDEIRO DANTAS

CARACTERIZAÇÃO FISICO-QUÍMICA EM DIFERENTES TIPOS DE REFRIGERANTES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel em Química Industrial.

Orientadora: Prof. Dr. Ângela Maria Santiago

CAMPINA GRANDE

2017

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

D192c Dantas, Marcus Vinícius Cordeiro.
Caracterização físico-química em diferentes tipos de refrigerantes [manuscrito] : / Marcus Vinicius Cordeiro Dantas. - 2017.
28 p.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2017.
"Orientação : Profa. Dra. Ângela Maria Santiago, Departamento de Química - CCT."

1. Refrigerantes. 2. Refrigerantes - Composição. 3. Análise físico-química.

21. ed. CDD 663.6

MARCUS VINÍCIUS CORDEIRO DANTAS

CARACTERIZAÇÃO FISICO-QUÍMICA EM DIFERENTES TIPOS DE REFRIGERANTES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel em Química Industrial.

Aprovada em: 18/12/2017.

BANCA EXAMINADORA

Ângela Maria Santiago

Prof. Dr. Ângela Maria Santiago (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Marcello Maia de Almeida

Prof. Marcello Maia de Almeida (Examinador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Pablícia Oliveira Galdino

Prof. Pablícia Oliveira Galdino (Examinador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

CAMPINA GRANDE

2017

Dedico esse trabalho a minha família, que foram grandes incentivadores desde o início e que nunca deixaram de acreditar em mim e me apoiar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar forças para sempre prosseguir.

À minha família, por nunca deixar de me apoiar e acreditar e mim.

À minha namorada, que esteve do meu lado em todos os momentos difíceis, me apoiando de todas as formas.

À minha orientadora, Professora Ângela Maria Santiago, pelo acompanhamento, orientação e amizade.

Ao curso de Química Industrial, da Universidade Estadual da Paraíba, representado pelo coordenador Prof. Arimatéia, pelo apoio recebido.

A professora do componente curricular de Química Aplicada Prof.ª Wanda Izabel, pela grande ajuda nas análises físico-químicas realizadas no laboratório de química aplicada da UEPB.

Ao meu grande amigo Alexandre, pela sua experiência como ex-aluno do curso de Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo caracterizar quanto aos parâmetros físico-químicos refrigerantes adquiridos em supermercados da cidade de Campina Grande-PB. Foram realizadas as análises de pH, acidez e sólidos solúveis (°Brix) conforme os procedimentos descritos no manual das Normas IAL (2008). Os valores de pH, ºBrix e acidez para os refrigerantes de diferentes tipos de sabores foram: 3,28; 9,59; 0,16, para o guaraná, 3,66; 6,25; 0,15, para o laranja, 3,06; 9,00; 0,20, para o limão e 2,64; 10,26; 0,25 para o cola, respectivamente. Todos os resultados obtidos estão dentro dos padrões exigidos pelo órgão competente e regulamentador o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e também na literatura pesquisada.

Palavras-chave: refrigerantes, ºBrix, acidez titulável.

ABSTRACT

The present work aims to characterize the physical-chemical parameters refrigerants purchased in supermarkets in the city of Campina Grande-PB. Foram realizadas as análises de pH, acidez e sólidos solúveis (°Brix) conforme os procedimentos descritos no manual das Normas IAL (2008). The values of pH, ºBrix and acidity for the soft drinks of different types of flavors were: 3.28; 9.59; 0.16, for guarana, 3.66; 6.25; 0.15, for orange, 3.06; 9.00; 0.20 for lemon and 2.64; 10.26; 0.25 for the glue, respectively. All the results obtained are within the standards required by the competent and regulatory body of the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA) and also in the researched literature.

Keywords: soft drinks, ºBrix, titratable acidity.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 8
1.1 OBJETIVOS 9
1.1.1 Objetivo Geral 9
1.1.2 Objetivos específicos 9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 10
2.1 Histórico sobre refrigerantes 10
2.2 Composição do refrigerante 11
2.2.1 Água 11
2.2.2 Açúcar 12
2.2.3 Suco e extrato vegetal 12
2.2.4 Conservantes 13
2.2.5 Acidulante 13
2.2.6 Aromatizantes e/ou flavorizantes 14
2.2.7 Corantes 14
2.2.8 Dióxido de Carbono 15
2.3 A química dos refrigerantes 15
2.4 Malefícios do refrigerante 17
2.4.1 Erosão dentária 17
2.4.2 Osteoporose 18
2.4.3 Obesidade 18
3 MATERIAIS E MÉTODOS 19
3.1 Local de realização do experimento 19
3.2 Produto utilizado 19
3.3 Análises físico-químicas 19
3.3.1 pH 19
3.3.2 Sólidos solúveis (°Brix) 19
3.3.3 Acidez titulável 20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 21
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 25
REFERÊNCIAS 26

1 INTRODUÇÃO

Os refrigerantes são considerados uma das bebidas mais consumidas no mundo. Isso se deve à facilidade e disponibilidade acessível do produto, além das grandes propagandas feitas pelas grandes marcas. O refrigerante é definido por Lima e Afonso (2009), como uma bebida não alcoólica, carbonatada, refrescante, encontrada em diversos sabores, como por exemplo, guaraná, laranja, limão e cola.

A história do refrigerante não é recente. O primeiro registro de refrigerante data do ano de 1676 registrada em Paris, que se tratou de uma mistura de água, suco de limão e açúcar. Entretanto, a indústria do refrigerante só surgiu em 1871 nos Estados Unidos (ABIR, 2007).

O refrigerante surgiu inicialmente para tratamento terapêutico, quando foi criado um aparelho para produzir água gaseificada, utilizado para uma simples cólica à poliomielite (SILVA, et al., 2010)

A crescente aceitação por bebidas carbonatadas deve-se ao uso do Gás Carbônico. O dióxido de carbono (CO_2) é responsável pela sua efervescência e pelo seu efeito refrescante, além de ser bacteriostático contribuindo, portanto, para a conservação das características originais do produto. A fórmula do refrigerante contém ingredientes com finalidades específicas que devem atender aos padrões pré-estabelecidos MAPA, assim como também, se enquadrar nos processos industriais: qualidade da água, quantidades de açúcares, concentrado (sabores), quantidade dos aditivos utilizados (acidulantes, antioxidantes, edulcorantes, conservantes e dióxido de carbono (gás carbônico)) (SILVA, KEMMERICH, MARTINS; 2010).

Com o grande aumento do consumo dos refrigerantes surgiu também as questões direcionadas a saúde e a qualidade nutricional dessa bebida. Segundo Frisberg, et al. (2002), entre os temas mais discutidos encontrados no estudo da alimentação do ser humano, são os usos dos refrigerantes consumidos por crianças e adolescentes. A polêmica do uso dessas bebidas é discutida entre pediatras, nutricionistas e outros profissionais da saúde, pois apesar das suas características prejudiciais a saúde do ser humano, seguramente, o refrigerante tem grande aceitação entre os consumidores.

Devido o aumento do consumo dos refrigerantes, tornou-se de extrema importância o estudo das propriedades físico-químicas destes produtos. Portanto, neste trabalho serão analisados alguns parâmetros físico-químicos, em determinados tipos de refrigerantes mais consumidos no mundo, em especial, nos sabores de cola, limão, laranja e guaraná.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Caracterizar os refrigerantes nos sabores de cola, limão, laranja e guaraná.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar as análises físico-químicas quanto aos parâmetros: acidez, pH e sólidos solúveis (°Brix);

- Comparar os valores obtidos experimentalmente com valores recomendados pelo órgão regulamentador e também com resultados encontrados em estudos similares.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Histórico sobre refrigerantes

O refrigerante é a bebida definida no Art. 23 do Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, com sendo uma bebida gaseificada, obtida pela dissolução em água potável, de suco ou extrato vegetal de sua origem, adicionada de açúcar, sendo produzida por meio de processo tecnológico adequado que assegure a sua apresentação e conservação até o momento do consumo.

Ainda segundo essa legislação os refrigerantes devem possuir as seguintes características:

- O refrigerante deve apresentar gaseificação igual ou superior a 2,5V (dois e meio volumes) de CO_2 (gás carbônico);
- O refrigerante que for adicionado de até 2,5V (dois e meio volumes) de CO_2 (gás carbônico) deve ter a inscrição levemente gaseificada no rótulo.

Segundo o Art. 19 do mesmo decreto, o refrigerante deve ser classificado e denominado de acordo com o ingrediente obrigatório constante da sua composição como se segue:

I - refrigerante de fruta, aquele obtido de suco de fruta ou de polpa de fruta, ou da combinação destes;

II - refrigerante de vegetal, aquele obtido de vegetal;

III - refrigerante de extrato, aquele obtido de extrato padronizado;

IV - refrigerante misto, aquele obtido da mistura de dois ou mais ingrediente característicos.

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não Alcoólicas (ABIR) (2007), a indústria de refrigerante surgiu em 1871 nos Estados Unidos, e com ela as marcas de refrigerantes muito populares até hoje, a Coca Cola e a Pepsi. No Brasil, os primeiros registros foram em 1906, mas somente na década de 1920 é que o refrigerante definitivamente ingressou no cotidiano dos brasileiros.

A primeira grande fábrica montada no Brasil foi aberta pela Companhia Antarctica Paulista, em maio de 1921 na cidade de São Paulo, entretanto

pequenas indústrias, tais como, a Refrigerante Aymoré já fabricava refrigerantes em escala artesanal (BARNABÉ e VENTURINI FILHO, 2010).

O consumo de refrigerantes no Brasil é da ordem de 69 litros por pessoa e é o terceiro maior produtor mundial dessa bebida. De acordo com uma previsão da ABIR no ano de 2011 o consumo de refrigerantes pelos brasileiros foi de 15.645 milhões de litros, empregando em torno de 300 mil trabalhadores no setor (LIMA; AFONSO, 2009; MENDA, 2011).

O grupo que engloba os refrigerantes é constituído por bebidas concentradas, as quais são consumidas em domicílio ou fora e em estabelecimentos comerciais que forneçam a bebida. As bebidas refrigerantes e águas com sabor de baixa gaseificação podem ser elaboradas em máquinas de bebidas não alcoólicas carbonatadas, excluindo dessa categoria as bebidas à base de chá e as energéticas, chamadas isotônicas (MENDA, 2011).

2.2 Composição do refrigerante

As matérias-primas básicas utilizadas na elaboração dos refrigerantes são: água, açúcar, concentrados (extratos, óleos essenciais e destilados de frutas/vegetais) e gás carbônico (MENDA, 2011).

Conforme Lima e Afonso (2009) a composição básica do refrigerante é de 88% de água, 8-12% de açúcar e 1 a 2 % de aditivos químicos.

De acordo com a definição da ABIR (2007), os refrigerantes em sua formulação básica contêm o gás carbônico (CO_2), não há presença de álcool e devem ser adoçados.

2.2.1 Água

Segundo PALHA (2005) a água precisa preencher os requisitos de controle de qualidade para ser empregada na manufatura do refrigerante.

Esse ingrediente faz parte de 90% da composição do refrigerante, e deverá ser de boa qualidade: ser incolor, insípida e inodora. Essa água deve ser isenta de íons ferro, pois esses podem provocar precipitados de seus sais, assim como também livre de cloro residual, que pode reagir com compostos fenólicos encontrados nos refrigerantes formando clorofenóis que tem sabor

característico de medicamentos. É de extrema importância também que ela seja isenta de microrganismos contaminantes. A água a ser utilizada deverá ter um reduzido teor de sais de cálcio e magnésio (menor que 85 ppm de $CaCO_3$-carbonato de cálcio) responsáveis pela dureza da água, os quais quando elevados propicia a precipitação de substâncias corantes do refrigerante. Deve possuir leve acidez (50 a 100 ppm de $CaCO_3$) para evitar o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes, assim como também, obter refrigerantes uniformes em cor, em sabor, em aroma e em qualidade. Sua turbidez não deve ultrapassar 1 NTU, pois acima desse valor pode causar cor e sabor estranhos (BARNABÉ e VENTURINI FILHO, 2010).

2.2.2 Açúcar

Segundo Barnabé e Venturini Filho (2010), o açúcar é utilizado numa proporção de 8 a 12% do produto final, sendo a sacarose o principal açúcar utilizado. As indústrias de refrigerantes são as maiores consumidoras de açúcar no mercado.

2.2.3 Suco e extrato vegetal

O suco vegetal, juntamente com a água e o açúcar, forma a base de um refrigerante, e são responsáveis pelo sabor do produto. A quantidade de suco a ser utilizado, é definida pela legislação, assim com os teores de sólidos solúveis (ºBrix), acidez e turbidez dos sucos de frutas. O sabor preferido de refrigerante no mundo é o sabor cola, com exceção da China e Taiwan (BARNABÉ e VENTURINI FILHO, 2010).

Segundo o Art. 23 do Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, o refrigerante deverá ser saturado de dióxido de carbono, industrialmente puro. Os refrigerantes de laranja deverão conter, obrigatoriamente, no mínimo 10% de suco de laranja na sua concentração natural. O refrigerante de limão deve conter, obrigatoriamente, no mínimo 2,5% de suco de limão. Para o refrigerante de guaraná são exigidos, obrigatoriamente, uma quantidade mínima de 0,2g de semente de guaraná (gênero Paullinia) ou o seu equivalente em extrato, por 10

mL de bebida. Já para o refrigerante tipo cola, é exigido que contenha semente de noz cola ou extrato de noz de cola (Cola Acuminata).

2.2.4 Conservantes

Os conservantes agem retardando a ação de microrganismos nas bebidas e nos alimentos, impedindo que estes se deteriorem, consequentemente aumentando a sua vida de prateleira. Sua eficiência depende do pH, da composição do produto, da população de microrganismos presentes e do teor de água. Os conservantes mais utilizados no Brasil em refrigerantes são principalmente, o ácido benzoico, benzoatos, ácido sórbico e sorbatos, além de seus respectivos sais de sódio, cálcio e potássio. O ácido benzoico e benzoatos são os conservantes mais antigos, e são utilizados nos refrigerantes para inibir o crescimento de microrganismos. O benzoato de sódio é considerado o melhor conservante para os refrigerantes, pois possui maior solubilidade que o ácido benzoico. No Brasil, a quantidade máxima permitida, é 0,05 g/100 mL de refrigerante, expresso em ácido benzoico. O ácido sórbico e sorbatos, por sua vez, são usados contra leveduras e fungos, sendo menos eficiente contra bactérias. São mais caros que os benzoatos. A quantidade máxima de sorbato permitida nos refrigerantes é 0,03 g/100 mL expresso como ácido sórbico (BARNABÉ e VENTURINI FILHO, 2010).

2.2.5 Acidulante

Essa substância é capaz de realçar o sabor ácido dos alimentos. Além disso, esse acidulante controla o valor do pH, enaltece o sabor e o aroma do produto, sequestra íons metálicos e impede que o produto se deteriore. Os acidulantes também impedem a cristalização dos açúcares. Os principais acidulantes utilizados na produção de refrigerantes são: o ácido cítrico, o ácido málico o ácido tartárico, e o ácido fosfórico. O ácido cítrico é o mais utilizado, devido ao seu baixo custo e poder atuar como acidificante, flavorizante e tamponante. O ácido málico é encontrado comercialmente na forma de cristais brancos ou incolores. Seu uso é mais comum no refrigerante de maçã, mas por ser de preço elevado, é substituído pelo ácido cítrico. O ácido tartárico é

constituído por cristais incolores e translúcidos, de gosto fortemente ácido. É muito solúvel em água. O ácido fosfórico é o segundo acidulante mais empregado nas indústrias. Fornece acidez mais adstringente aos alimentos, e seu pH é o menor de todos os acidulantes, causando mudanças nas características sensoriais do produto à base de suco de frutas, por isso é mais utilizado em refrigerantes do tipo cola (BARNABÉ e VENTURINI FILHO, 2010).

2.2.6 Aromatizantes e/ou flavorizantes

Aromatizantes são as substâncias que conferem e aumentam o aroma dos alimentos, enquanto flavorizantes, conferem e aumentam, além do aroma, o sabor. Essas substâncias podem também promover sabores inexistentes, reforçar ou substituir os já existentes. Os principais utilizados nos refrigerantes são: sucos naturais, extratos naturais, óleos essenciais, emulsões e aromas. A natureza do aromatizante varia com a do produto, sendo o aromatizante sintético o mais usado. Esse aromatizante é mais puro e mais estável, e por ser concentrado, possui alto rendimento, além de ser mais barato que os naturais. O uso de aromas em refrigerantes deve obedecer alguns critérios de solubilidade, fidelidade do aroma, resistência à acidez e à temperatura e não ser veículo de contaminação (BARNABÉ e VENTURINI FILHO, 2010).

2.2.7 Corantes

Os corantes têm a função de aumentar a cor dos alimentos, e podem ser usados para homogeneizar a cor do produto. Podem ser naturais ou artificiais. Os naturais são os encontrados em frutas e vegetais, como exemplo, o betacaroteno, podendo ser encontrados na forma de pó, pasta ou extratos. São poucos utilizados nos refrigerantes, pois são poucos solúveis, caros e tem menor poder calorífico. Entretanto, os artificiais são os mais utilizados, o caramelo, por exemplo, devido à sua estabilidade no produto final. Os corantes são muito importantes, pois 70 a 80% dos consumidores compram uma bebida com base na sua aparência (BARNABÉ e VENTURINI FILHO, 2010).

2.2.8 Dióxido de Carbono

É um gás incolor e possui odor ligeiramente picante. Quando dissolvido em água, apresenta sabor ácido, resultante da formação do ácido carbônico. Esse gás não é tóxico, é inerte e pode ser liquefeito em temperaturas e pressões moderadas. Sua pureza é importante, sendo mínima de 99,9% podendo causar deterioração aromática. O volume de gás no refrigerante é outro fator importante, ele afeta diretamente o sabor e o aroma do refrigerante, pois o gás carbônico realça o sabor da bebida, conferindo-lhe uma impressão de gasoso/efervescente (BARNABÉ e VENTURINI FILHO, 2010).

2.3 A química dos refrigerantes

Segundo Palha (2005), são realizados determinados tratamentos químicos com a finalidade de manter a qualidade dos refrigerantes por mais tempo, tais como: Manter a alcalinidade baixa pelo uso de carbonatos e bicarbonatos os quais interagem com os ácidos orgânicos, como ascórbico e cítrico, presentes na formulação, alterando o sabor do refrigerante, pois reduzem sua acidez e provocam perda de aroma; Sulfatos e cloretos auxiliam na definição do sabor, porém o excesso é prejudicial, pois o gosto ficará muito acentuado. O cloro dá um sabor característico de remédio e provoca reações de oxidação e despigmentação, alterando a cor original do refrigerante. Os fenóis transferem seu sabor típico, principalmente quando combinado com o cloro (clorofenóis). Metais como ferro, cobre e manganês aceleram reações de oxidação, degradando o refrigerante. A água deve atender as especificações para refrigerantes, dentre elas, límpida, inodora e livre de microrganismos deterioradores e patogênicos.

O ácido cítrico (INS1 330) é obtido a partir do microrganismo *Aspergillus niger*, que transforma diretamente a glicose em ácido cítrico. Os refrigerantes de limão já o contêm na sua composição normal. O ácido fosfórico (INS 338) apresenta a maior acidez dentre todos aqueles utilizados em bebidas. É utilizado principalmente nos refrigerantes do tipo cola. O ácido tartárico (INS 334) é usado nos refrigerantes de sabor uva por ser um dos seus componentes naturais (LIMA e AFONSO, 2009).

De acordo com Lima e Afonso (2009) o ácido benzoico (INS 211) atua praticamente contra todas as espécies de microrganismos. Sua ação máxima é em pH em torno de 3,0. É barato e bem tolerado pelo organismo. Como esse ácido é pouco solúvel em água, é utilizado na forma de benzoato de sódio. O teor máximo permitido no Brasil é de 500 mg/100mL de refrigerante (expresso em ácido benzoico) . Já o ácido sórbico (INS 202) ocorre no fruto da Tramazeira (Sorbus aucuparia). É usado como sorbato de potássio e atua mais especificamente sobre bolores e leveduras. Sua ação máxima é em pH aproximadamente 6,0. O teor máximo permitido é 30 mg/100mL (expresso em ácido sórbico livre).

A Figura 1 expressa os compostos acidulantes mais empregados na manufatura de refrigerantes.

Figura 1: compostos acidulantes mais empregados nos refrigerantes

Acidulante	Estrutura	pK_a
Ácido cítrico (Ácido 2-hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico) ($C_6H_8O_7$)		$pK_{a1} = 3,09$ $pK_{a2} = 4,74$ $pK_{a3} = 5,41$
Ácido fosfórico (H_3PO_4)		$pK_{a1} = 2,15$ $pK_{a2} = 7,20$ $pK_{a3} = 12,36$
Ácido tartárico (Ácido 2,3-diidroxi-butanodioico) ($C_4H_6O_6$)		$pK_{a1} = 2,98$ $pK_{a2} = 4,34$

FONTE: LIMA e AFONSO (2009)

A Figura 2 exibe os conservantes mais utilizados na composição dos refrigerantes.

Figura 2: conservantes mais utilizados nos refrigerantes

Conservante	Estrutura	pK_a
Benzoato de sódio ($C_7H_5O_2Na$)		pK = 4,19 (ácido benzoico)
Sorbato de potássio ($C_6H_7O_2K$)		$pK_a = 4,75$ (ácido sórbico)

FONTE: LIMA e AFONSO (2009)

2.4 Malefícios do refrigerante

Os refrigerantes estão entre os alimentos mais polêmicos na dieta dos seres humanos modernos. Muitos profissionais da área de saúde condenam o uso dos refrigerantes. Os autores, Ludwig (2002); Schulze, et al. (2004) defendem que, geralmente os indivíduos com maior frequência de consumo de refrigerantes consomem dietas com valores nutricionais mais pobre, pois o consumo de refrigerantes estimularia o apetite para alimentos não nutritivos. Esses estudos ainda apontam que indivíduos que consomem mais refrigerantes têm dietas com maior índice glicêmico, confirmando a suposição de que o consumo de alimentos com alto índice glicêmico (como refrigerantes) estimularia o de outros alimentos desse tipo. Outro estudo aponta que o consumo de refrigerantes está associado ao de hambúrgueres e pizzas (BES et al., 2006).

Os aditivos contidos nos refrigerantes, como acidulantes, conservantes e corantes artificiais são substâncias que podem causar males à saúde, como câncer, processos alérgicos, hiperatividade etc. Há associações também do uso de refrigerantes com celulites subcutâneas, estrias, alterações gastrointestinais, porém sem apresentarem comprovação científica (CARVALHO, 2006).

2.4.1 Erosão dentária

De acordo com Lussi, et al. (2004), a erosão dentária é um agravo crônico, progressivo, cumulativo, irreversível, ocasionado pela perda gradativa do tecido mineralizado em decorrência da ação química de ácidos de origem não bacteriana.

Estudos revelam que a exposição dentária a bebidas com valores de pH abaixo de 5,5 é considerado crítico para a dissolução dos primas do esmalte, promovem alterações na microestrutura adamantina indicativas de erosão (OWENS, et al, 2014).

2.4.2 Osteoporose

Alguns estudos mostram diminuição da densidade mineral óssea e risco elevado de fraturas, associados ao uso de refrigerantes, enquanto outros não evidenciam tal relação. Existem razões para supor que os refrigerantes principalmente a base de cola, pode ocasionar diminuição da densidade mineral óssea. (MORAES e BURGOS, 2007; TUCKER et al., 2006).

Os refrigerantes de cola, além de cafeína, contêm ácido fosfórico e praticamente ausência de cálcio. Assim, a saúde óssea pode ser afetada negativamente, por meio da geração de carga ácida no organismo, uma vez que o ácido fosfórico é usado como acidulante nessas bebidas (MORAES e BURGOS, 2007).

2.4.3 Obesidade

Os refrigerantes contém alto valor calórico devido a alta concentração de açúcares na sua composição. Segundo Carvalho (2006), a alta concentração de açucares contida nos refrigerantes contribui para a obesidade. Também é possível, embora não seja comprovado cientificamente, que ocorrências de celulites subcutâneas, estrias e alterações gastrointestinais estejam ligadas ao consumo excessivo de refrigerantes.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local de realização do experimento

O presente trabalho foi desenvolvido no laboratório de Química Analítica Aplicada, do Departamento de Química, do Centro de Ciências e Tecnologias da Universidade Estadual da Paraíba.

3.2 Produto utilizado

Os refrigerantes foram adquiridos em alguns supermercados da cidade de Campina Grande-Paraíba, em embalagens de PET e lata. As amostras eram de sabores cola (marca Coca Cola®), limão (marca Antarctica®), laranja (marca Fanta®) e guaraná (marca Antarctica®).

3.3 Análises físico-químicas

As análises foram realizadas segundo os parâmetros de: pH, sólidos solúveis (°Brix) e acidez titulável, conforme metodologia descrita nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz IAL (2008). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

3.3.1 pH

Antes do inicio a análise de pH das amostras de refrigerante, realizou-se a calibração do potenciômetro (pH-metro) com soluções tampões de pH conhecidos 7 e 10. Após a calibração, efetuou-se a leitura em triplicata, nas amostras dos refrigerantes, imergindo cuidadosamente o eletrodo do potenciômetro nos refrigerantes.

3.3.2 Sólidos solúveis (°Brix)

A análise foi realizada através do refratômetro de Abbe (Figura 2). Inicialmente abriu-se os prismas, limpando-se cuidadosamente a superfície com água destilada. Em seguida, com uma pipeta, colocou-se duas gotas de

água sobre o prisma inferior, tendo o cuidado de não tocar o prisma com a ponta. Posteriormente, foi ajustada na ocular a linha de separação entre a região iluminada e a escura, usando para isto o botão de variação de ângulo. Com a linha de separação bem nítida foi feita a medição do índice de refração da água. Ao medir o índice de refração da água verificou-se o valor que foi de 1,333. Feito esse procedimento, foi necessário abrir novamente os prismas e limpar novamente. Só então, efetuou-se em triplicata a medição do Brix para todas as amostras de refrigerantes.

3.3.3 Acidez titulável

Para realização da análise de acidez titulável foi necessário o uso dos reagentes: hidróxido de sódio 0,1 N e fenolftaleína a 0,40%. Inicialmente, pipetou-se 10 mL da amostra, transferiu-se para um Erlenmeyer de 250 mL. Em seguida, adicionou-se 8 gotas de fenolftaleína 0,40%, titulou-se a solução até o aparecimento de uma leve coloração rósea permanente. Anotou-se o volume de NaOH gasto na titulação e o cálculo para obter a porcentagem de acidez foi feito por meio da seguinte equação 1:

$$\text{AT (\%Ac.Cítrico)} = \frac{\text{V x NAP x F x meq}-\text{g(Ac.Cítrico)}}{\text{Amostra}}\ x100 \qquad (1)$$

Onde:

V = volume do titulado usado na reação;
N_{AP} = concentração da solução titulante;
F = fator de correção do NaOH;
Meq-g(Ac.Cítrico) = 64,02 g;
Amostra = volume da amostra utilizado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises realizadas nas amostras de refrigerantes estão descritos nas tabelas 1, 2 e 3.

A Tabela 1 exibe os resultados obtidos da determinação do pH das amostras de refrigerantes com seus respectivos desvios padrão e coeficiente de variação (CV).

Tabela 1: Valores de pH nos diferentes tipos de refrigerantes.

Amostra	pH	Desvio padrão	CV (%)
Guaraná (marca Antarctica®)	3,28	0,00	0,00
Laranja (marca Fanta®)	3,66	0,06	1,64
Limão (marca Antarctica®)	3,06	0,00	0,00
Cola (marca Coca Cola®)	2,64	0,00	0,00

Os valores encontrados nas análises de pH evidenciam o refrigerante de cola é o mais ácido dentre os sabores analisados, seguido pelo refrigerante de limão, laranja e guaraná, respectivamente.

Para o refrigerante sabor guaraná, Hanan e Marreiro (2009), encontraram valor de pH 3,07, inferior ao encontrado nessa pesquisa

Hanan e Marreiro (2009), também encontrou valor de 3,29 para o refrigerante de laranja, também inferior ao encontrado nessa pesquisa.

O mesmo autor também encontrou valores semelhantes de pH para os sabores de limão, 3,16 e 3,13, para os fabricantes Magistral e Amazon Refrigerantes, valores também próximos ao obtido para o refrigerante de limão da marca Antarctica®.

Para os valores de pH do refrigerante sabor cola, Hanan e Marreiro (2009), encontraram um valor de pH 2,44 (fabricante Magistral), 2,52 (fabricante Santa Cláudia) e 2,55 (fabricante Amazon Refrigerantes), para um refrigerante sabor cola. Valores esses próximos aos encontrados nesse trabalho para o refrigerante de cola da marca Coca Cola que foi de 2,64. Sobral

et al., (2000) encontraram valores de pH 2,36 para a Coca Cola® e 3,06 para o Guaraná, ambos abaixo dos encontrados nesse trabalho.

Os valores de pH para refrigerantes não estão definidos na portaria PORTARIA Nº. 544, de 16 de novembro de 1998, do MAPA.

Os valores de pH das amostras apresentam CV menor que 2 %, o que mostra que os dados apresentam pouca dispersão em torno da média.

Observa-se na Tabela 1 que o refrigerante é uma bebida bastante ácida. Segundo Owens, et al. (2014), a exposição dentária a bebidas com valores abaixo de 5,5 podem ocasionar a erosão dentária.

Na Tabela 2 encontra-se os resultados experimentais referentes a análise de sólidos solúveis (°Brix) com seus desvios padrão e coeficiente de variância.

Tabela 2: Valores de sólidos solúveis (ºBrix) dos diferentes tipos de refrigerantes.

Amostra	ºBrix encontrado	Desvio padrão	CV (%)
Guaraná (marca Antarctica®)	9,59	0,25	2,61
Laranja (marca Fanta®)	6,25	0,25	4,00
Limão (marca Antarctica®)	9,00	0,25	2,78
Cola (marca Coca Cola®)	10,26	0,14	1,41

Os resultados experimentais encontrados mostram uma proximidade nos valores de sólidos solúveis (ºBrix), para os refrigerantes de sabor cola, limão e guaraná. Somente o refrigerante sabor laranja (marca Fanta®), apresentou um valor significativamente diferente.

Gubolino (2007), encontrou valores de 9,7 a 10,8 de ºBrix para o refrigerante sabor guaraná, valor similar ao encontrado nessa pesquisa.

Entretanto Figueira, et al. (2010), encontraram valor de ºBrix de 10,95 para refrigerante sabor laranja bem acima do que o valor encontrado nesse trabalho.

Diniz, et al. (2017), encontraram valores de 9,47ºBrix para o refrigerante Coca Cola®, valor um pouco inferior ao encontrado para o mesmo refrigerante nesse trabalho.

Segundo Alves (1996), o teor de sólidos solúveis (ºBrix) constitui um método industrial bastante aceito para medir a quantidade de açúcares presentes nos alimentos, portanto o valor encontrado na medição do ºBrix deve ser semelhante à concentração real de açúcares dos refrigerantes.

A PORTARIA Nº. 544, de 16 de novembro de 1998, do MAPA, estabelece um mínimo de 10,0 ºBrix apenas para o refrigerante de laranja. Para os demais sabores de refrigerantes o limite do ºBrix não é estipulado.

O coeficiente de variação dos valores encontrados é menor que 4,0 % mostrando que os dados apresentam pouca dispersão em torno da média.

As diferenças do valor de °Brix com relação ao padrão do órgão regulador, provavelmente pode-se atribuir a quantidade de aditivos adicionados na formulação dos refrigerantes.

A Tabela 3 exibe os valores da acidez titulável para as quatro marcas de refrigerantes com seus respectivos desvios padrão e coeficiente de variância.

Tabela 3: Valores referentes a análise de acidez

Amostra	g de ácido cítrico para 100 mL de amostra	Desvio padrão	CV (%)
Guaraná (marca Antarctica®)	0,16	0,01	6,85
Laranja (marca Fanta®)	0,15	0,01	7,53
Limão (marca Antarctica®)	0,20	0,02	7,51
Cola (marca Coca Cola®)	0,25	0,01	4,0

Conforme a Tabela 3, dentre os refrigerantes analisados o que possui maior acidez é o refrigerante sabor cola (marca Coca Cola®), seguido dos refrigerantes sabores limão, guaraná e laranja. Alguns trabalhos encontraram valores parecidos para a acidez desses sabores de refrigerante

Entretanto Gubolino (2007) determinou a acidez em 69 amostras de refrigerante sabor guaraná e encontrou valores que variava entre 0,082 a 0,222 g de ácido cítrico para 100 mL de amostra. Sendo que algumas dessas

amostras os valores da acidez se encontram próximos ao valor de 0,16 o qual foi obtido nessa pesquisa.

Figueira, Nogueira et al., (2010), encontraram valor para acidez do refrigerante sabor laranja de 0,16, similar ao obtido nesse trabalho que foi de 0,15.

Entretanto, Dantas, et al., (2008) encontraram valores de 0,25 para o refrigerante Coca Cola corroborando com o valor também obtido nessa pesquisa.

A PORTARIA Nº. 544, de 16 de novembro de 1998, do MAPA, estabelece valores mínimos para a acidez titulável dos refrigerantes. São elas: 0,1, para o refrigerante de laranja, 0,125 para o refrigerante de limão, 0,065 para o refrigerante de cola 0,1 para o refrigerante de guaraná. Todas as amostras encontradas nesse trabalho estão condizentes com os padrões do MAPA.

Os dados apresentam pouca dispersão, indicando homogeneidade, de acordo com os valores de CV.

As diferenças dos valores obtidos nessa pesquisa de pH, °Brix e acidez titulável com relação aos autores referenciados nesse trabalho, provavelmente, pode-se atribuir a quantidade de açúcares e aditivos adicionados na formulação dos refrigerantes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De uma forma geral os refrigerantes não são considerados uma bebida nutritiva e nem saudável, pelo contrário, os indícios apontados nesse trabalho relacionam o consumo de refrigerantes à osteoporose, obesidade e a citada erosão dentária, tornando o seu consumo excessivo um risco direto a saúde do consumidor. Contudo, os resultados obtidos dos parâmetros de pH, ºBrix e acidez encontrados nas amostras de refrigerantes sabores cola, limão, laranja e guaraná analisadas estão compatíveis com outros trabalhos da literatura e, principalmente, de acordo com a legislação vigente.

REFERÊNCIAS

ABIR - Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não Alcoólicas. Histórico do setor. Disponível em: <http://www.abir.org.br/rubrique.php3?id_rubrique=178>. Acesso em 01 nov. 2017.

ALVES R. E.; Características das frutas para exportação. In: Netto AG, Ardito EFG, Garcia EECG, Bleinroth EW, Freire FCO, Menezes JB et al. Acerola para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita. MAARA/SDR - Brasília: EMBRAPA - SPI, 1996. 30p.

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

BES, R. M., SANCHEZ, v.A., GOMEZ, G.E., MARTINEZ J.A., PAJARES R.M., MARTINEZ, G.M.A. **Predictors of weight gain in a Mediterranean cohort:** the Seguimiento Universidad de Navarra Study 1. Am J Clin Nutr. 2006;83(2):362-70; quiz 94-5.

CARVALHO, F. A. C. **O livro negro do açúcar.** Rio de Janeiro: Auto-edição, 2006.

DANTAS, R. V. F.; VALENÇA, A. N. G.; CLAUDINO, L. V.; LIMA, A. L.; CARVAJAL, J. C. L.; COSTA, G. F.; Características Físico-Químicas da Dieta Líquida Cafeinada Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada, vol. 8, núm. 3, septiembre-diciembre, 2008, pp. 333-336 Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, Brasil.

DECRETO Nº 6.871, DE 4 DE JUNHO DE 2009. Regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas.

FISBERG, M; AMÂNCIO, O. M. S; LOTENBERG, A. M. P. **O Uso do Refrigerante e a Saúde Humana**, Revista Pediatria Moderna, Jun 2002 V 38 N 6, págs.: 261-27, (2002).

FIGUEIRA, R.; NOGUEIRA, A. M. P.; VENTURINI FILHO, W. G.; DUCATTI, C.; QUEIROZ, E. C.; PEREIRA, A. G. S. Physical-chemical analysis and legality in Orange beverages. Alim. Nutr., Araraquara, v. 21, n. 2, p. 267-272, abr./jun. 2010.

GUBOLINO, Sandra Isabel Franzotti. Qualidade físico-química e microbiológica de refrigerantes sabor guaraná em embalagens PET-2000mL e ocorrência de leveduras. 2007. 71 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, 2007.

HANAN, A. S., MARREIRO, r. o., Avaliação do pH de Refrigerantes, Sucos e Bebidas Lácteas Fabricados na Cidade de Manaus, Amazonas, Brasil. Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada, vol. 9, núm. 3, septiembre-diciembre, 2009, pp. 347-353 Universidade Federal da Paraíba Paraíba, Brasil.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Químicos para Análise de Alimentos.** Normas Analíticas. V.1. 3ª ed. São Paulo, 2008.

LIMA, A. C. S; AFONSO, J. C. A. A Química do Refrigerante. Química Nova na Escola, São Paulo, ago., 2009. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/10-PEQ-0608.pdf>. Acesso em: 01 out. 2017.

LUDWIG D.S.. The glycemic index: physiological mechanisms relating to obesity, diabetes, and cardiovascular disease. JAMA. 2002;287(18):2414-23.

LUSSI A, JAEGGI T, ZERO D. The role of diet in aetiology of dental erosion. Caries Res. 2004; 38(1):34-44.

MENDA, M. Refrigerantes. Rio de Janeiro: Conselho Regional de Química 4ª Região, 2011. Disponível em: <http://crq4.org.br/default.php?p=texto.php&c=refrigerantes>. Acesso em: 01 out. 2017.

MORAES E BURGOS. Impacto dos nutrientes na saúde óssea: novas tendências. Rev. Bras. Ortop. 2007; 42(7):189-194.

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

PORTARIA N.º 544, de 16 de novembro de 1998 MINISTRO DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO (MAPA).

OWENS, B.M., MALLETE, J.D., PHEBUS, J.G., Effects of Carbonated Cola Beverages, Sports and Energy Drinks and Orange Juice on Primary and Permanent Enamel Dissolution. Austin Dent J. 2014;1(1):1004.

SILVA, M.S., KEMMERICH, C., MARTINS, M.M., Explorando a Química do Refrigerante, Trabalho de Pesquisa elaborado na disciplina de Projetos Interdisciplinares, Curso de Química do Centro Universitário Franciscano (UNIFRA), 2010, Santa Maria, RS, Brasil.

SCHULZE M.B., MANSON J.E., LUDWIG D.S., COLDITZ G.A., STAMPFER M.J., WILLET W.C., et al. **Sugar-sweetened beverages, weight gain, and incidence of type 2 diabetes in young and middle-aged women.** JAMA. 2004;292(8):927-34.

SOBRAL, M. A. P.; LUZ, M. A. A. de C.; GAMA-TEIXEIRA, A.; GARONE NETTO, N. **Influência da dieta líquida ácida no desenvolvimento de erosão dental.** Pesqui Odontol Bras, v. 14, n. 4, p. 406-410, out./dez. 2000.

TUCKER et al. **Colas, but not other carbonated beverages, are associated with low bone mineral density in older women:** The Framingham Osteoporosis Study Am J Clin Nutr. 2006; 84:936-942.