



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE SAÚDE**  
**CURSO DE BACHARELADO EM FARMÁCIA**

**DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁCIDO CÍTRICO EM REFRIGERANTES DE  
GUARANÁ E A SUA INFLUÊNCIA NA CAUSA DA EROSÃO DENTÁRIA**

**ISANE RAFAELA FLORENCIO ROCHA**

CUITÉ-PB

2016

**ISANE RAFAELA FLORENCIO ROCHA**

**DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁCIDO CÍTRICO EM REFRIGERANTES DE  
GUARANÁE A SUA INFLUÊNCIA NA CAUSA DA EROSÃO DENTÁRIA**

Monografia apresentada ao curso de Bacharelado em Farmácia da Universidade Federal de Campina Grande como requisito para a obtenção do título de Bacharelado em Farmácia.

**Orientador: Prof. Dr. Wellington Sabino Adriano.**

CUITÉ-PB

2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA FONTE  
Responsabilidade Msc. Jesiel Ferreira Gomes – CRB 15 – 256

R672d

Rocha, Isane Rafaela Florencio.

Determinação do teor de ácido cítrico em refrigerantes de guaraná e a sua influência na causa da erosão dentária. / Isane Rafaela Florencio Rocha. – Cuité: CES, 2016.

57 fl.

Monografia (Curso de Graduação em Farmácia) – Centro de Educação e Saúde / UFCG, 2016.

Orientador: Wellington Sabino Adriano.

1. Refrigerante de guaraná. 2. Ácido cítrico. 3. Potenciometria. 4. Erosão dentária. I. Título.

Biblioteca do CES - UFCG

CDU 663

**ISANE RAFAELA FLORENCIO ROCHA**

Monografia apresentada ao curso de farmácia da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), para obtenção do grau de bacharelado em farmácia.

Aprovada em 04/05/2016

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Wellington Sabino Adriano  
(Orientador)

---

Prof.<sup>a</sup>Dr.<sup>a</sup> Maria Emília da Silva Menezes

---

Prof. Dr. Carlos Marcio Moura Ponce de Leon  
(Primeiro Suplente)

---

Prof. Dr. Marciano Henrique de Lucena Neto

---

Prof. Dr. Fernando de Souza Oliveira  
(Segundo Suplente)

Dedico este trabalho, primeiramente a Deus, pois ele proporciona o dom da vida. A todos que de alguma forma me auxiliaram e me apoiaram possibilitando a concretização deste sonho. Em especial aos meus pais e meu irmão, que são meu porto seguro e me deram força acreditando na minha capacidade de chegar até aqui.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que me presenteou com o dom da vida e com ela a capacidade para pensar, amar e lutar pela conquista de meus ideais.

Aos meus pais pelo amor, incentivo, apoio em todos os momentos da minha vida.

Ao meu orientador, professor Dr. Wellington Sabino Adriano, por ter aceitado me orientar e pelo o auxílio na elaboração deste trabalho.

À minha tia Aparecida e tio Antônio por me proporcionarem financeiramente a possibilidade de estudar nesta instituição de ensino superior, além das palavras de incentivo, que me fizeram forte para alcançar este objetivo.

A Todos os meus amigos da graduação, em especial a Lysrayane David, EdnaMaria , Aline Barbosa, Jaqueline Carvalho, TalitaÂngelo, Leidiana Lucena e Jéssica Medeiros pelas noites de estudo compartilhadas, brincadeiras, risadas, ensinamentos, confiança e compreensão.

Às minhas primas e companheiras de apartamento GeskaRaveny, TaysaRayane e Erika Martins, pela convivência, paciência, compreensão, uma vez que nos tornamos uma segunda família.

Ao meu irmão Rafael, pela ajuda financeira, pelo carinho e apoio mesmo estando distante.

Às minhas tias, Elisoneide Araújo, Rakel Rocha, e Edivânia Araújo pelas palavras de apoio para que eu não desistisse dos meus sonhos.

Ao meu namorado Danilo, que esteve comigo, sempre com uma palavra de otimismo e incentivo, não medindo esforços para que esse objetivo fosse alcançado.

Aos membros da banca examinadora pela disponibilidade em participar.

Por fim, gostaria de agradecer a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

*Aqueles que esperam no Senhor renovam as suas forças. Voam alto como águias. Correm e não ficam exaustos, andam e não se cansam. (Isaías 40:31)*

## RESUMO

Refrigerante é uma bebida constituída de dióxido de carbono industrialmente puro, adquirida pela dissolução em água potável, de suco de fruta de sua origem, adicionado de açúcar. Os ácidos contidos na bebida possuem a função de realçar o paladar e inibir a ação de microrganismos. Estudos *in vitro* mostram que bebidas com pH abaixo de 5,5 são capazes de causar desmineralização na superfície do dente. O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) determina a fabricação de refrigerantes de guaraná com acidez titulável maior ou igual a 0,1 g de ácido cítrico por 100ml. Para quantificação de acidez em refrigerantes são indicados os métodos potenciométricos, visto que permitem determinar a acidez de amostras coloridas, as quais não se conseguem visualizar o ponto de viragem quando se utiliza indicadores químicos. O objetivo desse trabalho foi analisar a acidez do refrigerante de guaraná. As amostras foram obtidas no comércio de Cuité-PB e posteriormente submetidas à descarbonatação em ultrassom por 90 minutos. Em um béquer foram adicionados 40 ml de amostra degaseificada, sob agitação e inserido um eletrodo para leitura de pH. A titulação potenciométrica foi realizada com solução de NaOH 0,05 N, onde a cada 0,5 ml de NaOH adicionado, era registrado o valor de pH, até que a solução alcançasse um pH de valor 9,00. A partir dos dados foram aplicadas equações matemáticas, para encontrar o ponto de equivalência, o qual ocorre quando a quantidade de titulante adicionado equivale à quantidade de ácido presente na amostra. Esta técnica mostrou-se simples, precisa e de baixo custo. Os resultados obtidos mostram que as amostras analisadas se encontram dentro dos limites de acidez determinado pela legislação brasileira para o refrigerante de guaraná e que houve uniformidade de produção entre os lotes da marca A (cara), em quanto os da marca B (barata), apresentaram pequenas diferenças entre os valores de acidez. Todas influenciam na causa da erosão dentária.

**PALAVRAS-CHAVE:** Refrigerante de Guaraná. Ácido cítrico. Potenciometria. Erosão dentária.

## ABSTRACT

Soda is a beverage made of industrially pure carbon dioxide, obtained by dissolving in drinking water, fruit juice from its source, added sugar. The acids contained in the drink have a role to enhance the taste and inhibit the action of microorganisms. In vitro studies show that beverages with pH below 5.5 are able to cause demineralization of the tooth surface. The Ministry of Agriculture Livestock and Supply (MAPA) provides the manufacture of guarana soda with acidity greater than or equal to 0.1 g of citric acid per 100ml. For quantification of acidity in soft drinks the potentiometric methods are indicated, as for determining the acidity of colored samples, which can not see the turning point when using chemical indicators. The aim of this study was to analyze the acidity of guarana soda. The samples were obtained in trade Cuité-PB and subsequently submitted to decarbonatação in ultrasound for 90 minutes. In a beaker was added 40 mL of degassed sample, under stirring and inserted an electrode for pH readings. The potentiometric titration was carried out with 0.05N NaOH solution, where each 0.5 ml of NaOH added, the pH was recorded value, until the solution reached one pH de value 9.00. From the data mathematical equations have been applied to find the equivalence point, which occurs when the amount of titrant added equals the amount of acid present in the sample. This technique proved to be simple, accurate and inexpensive. The results show that the samples analyzed lie within the determined acidity limits by Brazilian law to guarana soda and there was uniformity of production between lots of brand A (face), how the brand B (cheap) They showed small differences between the values of acidity. All influence the cause of dental erosion.

**KEYWORDS:** RefrigerantGuarana. Citric acid.Potentiometric.dental erosion.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> – Fluxograma da elaboração do refrigerante .....	21
<b>FIGURA 2</b> – Imagem de um eletrodo.....	25
<b>FIGURA 3</b> – Fluxograma simplificado do procedimento realizado no experimento.....	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Dados obtidos na titulação potenciométrica do refrigerante A <sub>1</sub> lote A <sub>1</sub> ' .....	31
Tabela 2- Dados obtidos na titulação potenciométrica do refrigerante B <sub>1</sub> lote B <sub>1</sub> ' .....	32

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –Características físico-químicas do refrigerante sabor guaraná.....	22
Quadro2- Designação das marcas .....	27
Quadro 3 –Massa de ácido cítrico em g/100ml, média aritmética, desvio padrão e coeficiente de variância.....	33
Quadro 4 – Valores de pH, média aritmética, desvio padrão e coeficiente de Variância.....	34

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO 01</b> – Curva de Titulação potenciométrica do Refrigerante A <sub>1</sub> lote A <sub>1</sub> ' e de sua primeira derivada.....	31
<b>GRÁFICO 02</b> – Curva de Titulação potenciométrica do Refrigerante B <sub>1</sub> lote B <sub>1</sub> ' e de sua primeira derivada.....	32
<b>GRÁFICO 03</b> – Média dos valores de pH .....	35
<b>GRÁFICO 04</b> - Média dos valores de % de ácido cítrico.....	36

## LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

**ABIR** – Associação Brasileira de Indústrias de Refrigerantes

**CO<sub>2</sub>** – Gás Carbônico

**C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>O(COOH)<sub>3</sub>** – Ácido Cítrico

**INS** – International Number System ou Sistema internacional de Numeração de Aditivos Alimentares

**MAPA** – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

**NaOH** – Hidróxido de Sódio

**pH** – Potencial Hidrogênionico

**PIQ** – Padrão de Identidade e Qualidade

**SICOB** – Sistema de Controle de Produção de Bebidas

**K** – Constante de Dissociação

**min** - minutos

**N** - Normal

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>18</b>
2.1 Objetivo Geral .....	18
2.2 Objetivos Específicos.....	18
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>19</b>
3.1 História do refrigerante .....	19
3.2 Classificação do refrigerante.....	18
3.3 Composições do refrigerante: .....	20
3.4 Elaboração do refrigerante .....	22
3.5 Refrigerantes de guaraná.....	23
3.6 Ácido cítrico .....	23
3.7 Erosão dentária .....	24
3.8 Titulações Potenciométricas.....	24
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>27</b>
4.1 Amostras .....	27
4.2 Equipamentos .....	27
4.3 Reagentes e soluções.....	27
4.4 Vidrarias e acessórios.....	27
4.5 Local de realização do estudo .....	28
4.6 Seleção da amostra .....	28
4.7 Padronizações do hidróxido de sódio (NaOH) .....	28
4.8 Desgaseificação do refrigerante.....	29
4.9 Preparo do equipamento.....	29
4.10 Potencial Hidrogeniônico (pH) .....	29
4.11 Acidez total titulável em % de ácido cítrico.....	28
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>31</b>
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	<b>39</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>40</b>
<b>APÊNDICE</b> .....	<b>44</b>
APÊNDICE A- Resultados obtidos no experimento .....	45
APÊNDICE B - Cálculos realizados .....	55
APÊNDICE C- Imagens do experimento. ....	57

## 1. INTRODUÇÃO

A Portaria nº544 do Ministério da Agricultura, pecuária (MAPA) e Abastecimento, de 16 de novembro de 1988, define o refrigerante como uma bebida constituída de dióxido de carbono industrialmente puro, adquirida pela dissolução em água potável, de suco de fruta de sua origem, adicionado de açúcar (Brasil, 1988).

Em 1904 foi fundada a primeira indústria de refrigerantes no Brasil, sucessivamente em 1905 surgiu uma segunda, e outras três até os anos 30. A produção na época não passava de 150 garrafas, pois o processo era completamente artesanal (CRUZ, 2012).

Em dados obtidos do Sistema de Controle de Produção de Bebidas (SICOB), que mostra a evolução do volume de produção do mercado brasileiro de refrigerantes, pode-se observar que a produção de refrigerantes no Brasil é decrescente. No Ano de 2011, o volume total de consumo foi de 16.204.806.041 bilhões de litros e no ano de 2015 passou para 14.902.777.092 bilhões de litros. O ano de 2016 se mostra ainda com uma queda, apresentando em janeiro 1.217.030.648 bilhões de litros, em quanto em fevereiro 1.032.038.936 bilhões de litros (SICOB, 2016).

O guaraná começou a ser produzido no Brasil em 1905, quando foi criado um xarope da fruta nativa brasileira, guaraná (gênero *Paullinia cupana*) trazido da região de Maués-AM. A fórmula do refrigerante guaraná foi criada em 1921, chamado de guaraná champagneantártica lançado pela Companhia Antártica Paulista tornando-seum sucesso de vendas (CRUZ, 2012).

Um dos principais componentes utilizados na indústria de refrigerantes é o ácido cítrico, especialmente usado como acidulante nos refrigerantes do tipo guaraná. Também conhecido como acidulante INS 330, o ácido cítrico ou citrato de hidrogênio, de nome oficial (ácido 2-hidroxi-1, 2,3-propanotricarboxílico) apresenta-se sob fórmula molecular,  $C_3H_5O(COOH)_3$  e é um ácido orgânico fraco, encontrado nos citrinos (PASTORE et al., 2011).

O ácido cítrico é o principal constituinte das frutas cítricas, constituindo um metabólito normal do organismo humano, uma vez que tem participação no ciclo de Krebs levando a oxidação de carboidratos e gorduras em dióxido de carbono e água. A base bioquímica do processo envolve três etapas: (a) quebra da glicose gerando piruvato e acetil-CoA através da glicólise, (b) formação de oxaloacetato a partir do piruvato e  $CO_2$  e (c) acúmulo do ácido cítrico no ciclo de krebs (RODRIGUES, 2006). Somando assim, um importante papel nos mecanismos metabólicos de obtenção de energia.

A erosão dentária é definida como a perda progressiva da estrutura química do dente devido à dissolução por ácidos que não são de origem bacteriana. Os refrigerantes são bebidas, classificadas como ácidas, pois possuem pH inferior a 5, além de conter acidulantes como ácido cítrico e ácido fosfórico em suas formulações. Estudos *in vitro* mostram que o pH crítico para causar desmineralização na superfície do dente principalmente se o consumo for frequente é inferior a 5,5. Abaixo desse valor, os cristais de apatita começam a se dissolver e o esmalte fica em risco de sofrer descalcificação, mesmo que grande parte da solução seja deglutida e pouco fique misturado com a saliva (SOBRAL et al., 2000; CATÃO; SILVA; OLIVEIRA, 2013).

O potencial erosivo de uma bebida ácida depende de seu pH, da capacidade tamponante, das propriedades de quelação do ácido nela contido, frequência e duração da ingestão. O ácido cítrico presente nos refrigerantes do tipo guaraná possuem alto potencial erosivo devido sua capacidade de formar complexos com os íons de cálcio presentes na hidróxiapatita, e esta ação continua mesmo depois que o pH se eleva na superfície dental. A acidez total titulável, é uma medida precisa para verificar o teor de ácidos total de uma bebida, podendo assim, ser um meio satisfatório para prever o potencial erosivo de líquidos (ASSIS et al., 2010; SOBRAL et al., 2010; CARDOSO et al., 2013; SOARES; BONVINE; FARIAS, 2015).

Bebidas com elevada acidez titulável mantêm o meio bucal ácido por um período maior de tempo e proporcionam acentuada dissolução mineral previamente ao processo de neutralização do pH (CATÃO; SILVA; OLIVEIRA, 2013).

As medidas de acidez total titulável (em % de ácido cítrico) estão diretamente relacionada ao potencial erosivo de uma bebida, pois corresponde à quantidade de íons hidrogênio disponível para reagir com a superfície dental. Assim, quanto maior for o volume da solução de NaOH necessária para neutralizar uma solução, maior será a quantidade de íons hidrogênio disponível nessa solução e maior será seu potencial erosivo (CAVALCANTE et al., 2010).

A fiscalização das bebidas a base de frutas fabricadas no Brasil tem como objetivo garantir à população produtos de qualidade certificada. Assim, faz-se necessário conhecer a composição físico-química dos refrigerantes de guaraná para verificar se estão em conformidade com os padrões do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

O PIQ (Padrão de identidade e Qualidade) definido pelo MAPA, estabelece através da portaria N° 544, de 16 de novembro de 1988 um limite mínimo de 0,1 gramas de ácido cítrico por 100ml de refrigerantes.

Diante do relatado, este trabalho objetivou fazer a análise do teor de ácido cítrico, presente em duas marcas de guaraná obtidas no mercado de Cuité- PB, avaliar se estão dentro dos padrões estabelecidos pelo MAPA, verificar a uniformidade de produção entre os lotes e se influenciam na causa da erosão dentária.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Determinar o teor de ácido cítrico presente em duas marcas de guaraná obtidas no mercado de Cuité- PB e avaliar sua influência na causa da erosão dentária.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar o teor de ácido cítrico em duas marcas de guaraná existentes no mercado de Cuité-PB;
- Avaliar a uniformidade de produção entre os lotes das duas marcas analisadas;
- Avaliar se as amostras estão dentro do padrão estabelecido pelo MAPA;
- Avaliar se as amostras influenciam na causada erosão dentária.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 História do refrigerante**

Os primeiros refrigerantes a base de água, suco de limão e açúcar, surgiram em Paris no de 1676. Em 1772, inventou-se a mistura de água e gás, a qual passou a ser comercializada, apenas em 1830, exclusivamente para fins farmacêuticos, no auxílio da digestão (OLIVEIRA, 2007; SANTOS; BRESSAN, 2011).

Nos Estados Unidos, a indústria de refrigerantes surgiu em 1871. Os primeiros registros no Brasil remontam a 1906, porém somente na década de 1920 o refrigerante entrou definitivamente no cotidiano dos brasileiros (ABIR, 2007). No Rio de Janeiro a primeira fábrica foi instalada em 1942 (LIMA; AFONSO, 2009; SANTOS; BRESSAN, 2011).

Em 1921, o farmacêutico Luiz Pereira Barreto fez um extrato da semente de guaraná com o objetivo de usa-la na produção de refrigerantes, apesar de possuir sabor amargo. A Antártica se interessou pelo estudo e foi programando a fabricação, ajustando a fórmula até encontrar um bom índice de aceitação e assim, começou o uso do guaraná pela indústria de bebidas (ALMEIDA, 2007).

#### **3.2 Classificação do refrigerante**

A Portaria N.º 544, de 16 de novembro de 1998 do Ministério do Estado da Agricultura e do Abastecimento classifica refrigerante como:

- Refrigerante de (nome da fruta), o que contiver por base suco ou polpa da fruta;
- Refrigerante de extrato de (nome do vegetal), o que contiver por base extrato vegetal;
- Refrigerante de (nome da fruta ou do vegetal), o que contiver por base suco ou extrato vegetal ou suco de parte do vegetal de sua origem;
- Refrigerante de (nome da fruta ou vegetal) com aroma de (nome da fruta ou do vegetal), o que contiver por base suco de fruta e aroma natural, tendo predominância do sabor do aroma;
- Refrigerante misto de (nome das frutas), o que contiver por base dois ou mais sucos da fruta;
- Refrigerante misto de (nome da fruta, ou dos vegetais), o que contiver por base suco(s) das frutas, extrato(s) de vegetal (is) ou suco(s) de parte do vegetal de sua origem;

- Refrigerante de (nome da fruta, ou vegetal) com aroma de (Fruta ou vegetal de origem), o que contiver sucos de frutas, ou extratos vegetais, ou suco (s) de fruta (s), extrato(s) vegetal (is) e suco(s) de parte do(s) vegetal (is) e aroma, tendo predominância do sabor do aroma;

- Refrigerante de limão ou soda limonada, o que contiver por base suco de limão;

- Refrigerante de guaraná, o que contiver por base semente de guaraná ou seu equivalente em extrato de guaraná;

- Refrigerante de cola, o que contiver por base a noz de cola ou extrato de noz de cola.

### 3.3 Composições do refrigerante:

Aos refrigerantes são adicionados compostos alimentares destinados a aprimorar o seu sabor, aparência e prazo de validade, esses devem estar de acordo com a legislação que diz respeito à permissão do seu uso (CRIVELLETO, 2011). São eles:

- Água: constitui aproximadamente, 90% do volume total do refrigerante (CRUZ, 2012). Para ser utilizada na indústria de refrigerantes precisa se enquadrar em alguns requisitos:
  - Baixa alcalinidade: a importância de reduzir a alcalinidade da água esta associada à melhora do sabor e aroma. Já que carbonatos e bicarbonatos, presentes na formulação reduzem a acidez alterando os mesmos (CRIVELETTO, 2011; LIMA; AFONSO, 2009).
  - Sulfatos e cloretos: auxiliam na definição do sabor, porém o excesso é prejudicial, pois o gosto ficará demasiado acentuado (LIMA; AFONSO, 2009).
  - Metais: ferro, cobre e manganês aceleram reações de oxidação, degradando o refrigerante (LIMA; AFONSO, 2009);
  - Padrões microbiológicos: é necessário um plano de higienização e controle criterioso na unidade industrial, que garantam à água todas as características desejadas: límpida, inodora e livre de microrganismos (LIMA; AFONSO, 2009);
  - Cloro e fenóis: antes do processo produtivo é necessária a eliminação do cloro adicionado (CRIVELETTO, 2011). O cloro dá um sabor característico de medicamento 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) (LIMA; AFONSO, 2009);

- Açúcar: o sabor adocicado da grande maioria dos refrigerantes se deve a uma adição de açúcar, a qual representa 8 a 12% da composição dos produtos regulares. Além disso, proporciona um balanço da acidez de outros componentes responsáveis pelo sabor, ajudando ainda na estabilização do CO<sub>2</sub> e fornecendo corpo e valor energético a bebida (CRIVELETTO, 2011).
- Concentrados: conferem o sabor característico à bebida. (São compostos por extratos, óleos essenciais e destilados de frutas e vegetais) (LIMA; AFONSO, 2009).
- Acidulante: são utilizados para regular doçura do açúcar e melhorar a qualidade sensorial da bebida tornando-a mais agradável ao paladar e inibindo a proliferação de microrganismos (CRIVELETTO, 2011). Todos os refrigerantes possuem pH ácido (2,7 a 3,5 de acordo com a bebida). Na escolha do acidulante o fator mais importante é a capacidade de realçar o sabor em questão. O ácido cítrico (INS 330) é obtido a partir do microorganismo *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; AFONSO, 2009).
- Antioxidante: vários componentes do refrigerante são suscetíveis à oxidação, como ésteres e aldeídos presentes nos óleos essenciais, tornando-se necessário a inserção de componentes químicos que retardem a velocidade de oxidação, como o ácido ascórbico e isoascórbico (INS 300). Luz solar e calor aceleram as oxidações. Por isso, os refrigerantes nunca devem ser expostos ao sol (CRIVELETTO, 2011; CRUZ, 2012; LIMA; AFONSO, 2009).
- Conservante: a legislação brasileira define conservantes como compostos que inibem o desenvolvimento de microrganismos e enzimas capazes de alterar as características dos alimentos (CRIVELETTO, 2011; CRUZ, 2012; LIMA; AFONSO, 2009).
- Edulcorante: são utilizados em bebidas de baixo teor calórico em substituição à sacarose, mantendo todas as suas propriedades inalteradas, com exceção do teor calórico (LIMA; AFONSO, 2009).

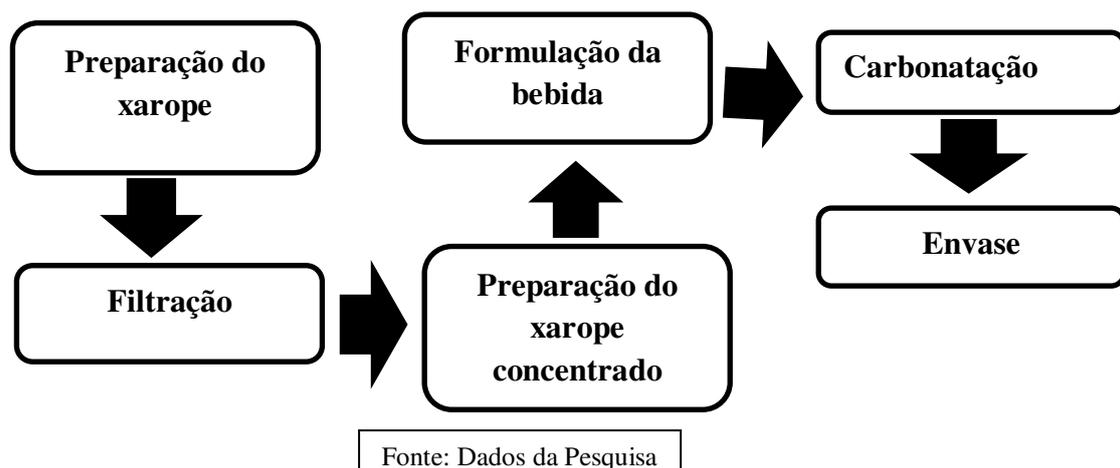
- Dióxido de carbono: promove a gaseificação do refrigerante, contribuindo para o perfil sensorial da bebida. Possui alta solubilidade em baixas temperaturas, além de os níveis altos de açúcar facilitarem a carbonatação (CRIVELETTO, 2011; CRUZ, 2012; LIMA; AFONSO, 2009).

### 3.4 Elaboração do refrigerante

O processo de fabricação, representado na figura 1, é feito sob rigoroso controle de qualidade durante todas as etapas. É iniciado com a elaboração do xarope simples onde o açúcar é dissolvido em água quente, processo que reduz o risco de contaminação microbiana. Por fim, o xarope é tratado com carvão ativado, que por adsorção remove compostos responsáveis por paladares e odores estranhos e reduz a cor desse xarope. A concentração de sólidos solúveis varia de 55° a 57° Brix (LIMA; AFONSO, 2009; LIMA; FILHO, 2011).

O xarope composto é obtido pela adição de conservantes, acidulantes e o aroma que juntos irão compor o sabor da bebida ao xarope simples. Essa etapa é feita em tanques de aço inoxidável, equipados com agitador, de forma a garantir a perfeita homogeneização dos componentes e evitar a admissão de ar. A adição dos ingredientes deve ocorrer de forma lenta e cuidadosa e de acordo com a sequência estabelecida na formulação. O conservante é o primeiro componente a ser adicionado. Em caso de adição após o acidulante, forma-se uma floculação irreversível (o benzoato de sódio precipita). A adição do antioxidante ocorre minutos antes da adição do concentrado. Concluídas as adições, mantém-se o agitador ligado por 15 minutos. Ao final, retira-se uma amostra para as análises microbiológicas e físico-químicas. Somente após essas análises, o xarope pode ser liberado para o envasamento, seguido da rotulagem e lacragem (CRUZ, 2012; LIMA; AFONSO, 2009; LIMA; FILHO, 2011; QUEIROZ et al.,2015).

**Figura 1** Fluxograma da elaboração do refrigerante.



### 3.5 Refrigerantes de guaraná

Para o refrigerante do tipo guaraná, de acordo com o quarto parágrafo do Art. 45 do Decreto nº 2.314 de 1997 deve conter, obrigatoriamente, dois centésimos de grama de semente de guaraná (gênero *Paullinia cupana*), ou em quantidade igual quando forem extrato, para cada cem mililitros de bebida, sendo esta a quantidade mínima aceitável por lei (CRUZ, 2012).

O Quadro 1 mostra as características físico-químicas exigidas pela legislação para refrigerante de guaraná.

**Quadro 1** - Características físico químicas do refrigerante sabor guaraná.

COMPOSIÇÃO	MÁXIMO		MÍNIMO
Semente de guaraná ou seu equivalente em extrato mg/100ml			20
Açúcar		qsp	
Acidez titulável em ácido cítrico, g/100ml			0,1
Cafeína em mg/100ml			0,6
Tanino em mg/100ml			1,0

Fonte: (BRASIL, 1998).

### 3.6 Ácido cítrico

O ácido cítrico ou citrato de hidrogênio, de nome oficial ácido 2-hidroxi- 1,2,3-propanotricarboxílico e fórmula química é  $C_3H_5O(COOH)_3$  é um ácido orgânico fraco, que pode ser encontrado nos citrinos. Foi descoberto no oitavo século depois de Cristo pelo alquimista islâmico Abu Musa JabirIbnHayyan e o primeiro ácido isolado em 1784, pelo químico sueco Carl Wilhelm Scheele, que o cristalizou a partir do suco do limão(CARVALHO et al., 2015)..

O ácido cítrico é sintetizado por via fermentativa, a partir de melaços de cana-de-açúcar e de beterraba, empregando o fungo filamentosos *Aspergillus niger*. Esse processo é responsável por mais de 90% da produção, uma vez que é mais econômico e simples do que a via química (CARVALHO et al.,2015). A sua acidez está atribuída aos três grupos carboxilas (-COOH) que podem perder um próton em soluções. Como consequência forma-se um íon citrato. Os citratos são bons controladores de pH de soluções ácidas. Devido às propriedades acidulantes, palatabilidade, facilidade de assimilação pelo organismo humano, tamponamento

e sequestro de íons, o ácido cítrico apresenta uma série de aplicações industriais. Cerca de 70% da produção deste ácido é utilizada pela indústria de alimentos, 12% pela indústria farmacêutica e 18% por outras indústrias. Todavia se ingeridos em excesso este ácido causa a perda da estrutura dental, gerando um tipo de lesão cervical não cariosa chamada de erosões dentárias exógenas (SOBRAL et al., 2000).

### 3.7 Erosão dentária

A palavra erosão é derivada do latim *erodere* e refere-se a um processo gradativo de descalcificação e dissolução de uma superfície (ZAITOUNI, 2014).

A erosão dentária é definida como a perda progressiva e irreversível do tecido dentário duro decorrente de um processo químico, sem ação de microrganismos. Começa com a desmineralização das camadas superficiais do esmalte, podendo evoluir para perda importante de estrutura dentária. Qualquer substância ácida com pH inferior ao crítico para o esmalte (5,5) e dentina (4,5) pode dissolver os cristais de hidroxiapatita (RANDAZO, AMORMINO, SANTIAGO, 2006; ZAITOUNI, 2014).

A evolução da erosão dentária depende das concentrações de íons cálcio e fosfato da saliva e da disponibilidade de flúor para atuar no processo de remineralização. A saliva é um fator relevante na instalação e evolução do processo erosivo, devido a função de equilíbrio do pH do meio, através das trocas de íons cálcio e fosfato, em um processo chamado “efeito tampão da saliva”, capaz de modificar, rapidamente, a acidez do meio oral. De acordo com a sua etiologia, a erosão pode ser denominada extrínseca, intrínseca ou idiopática, uma vez que os ácidos que produzem o desgaste dentário podem ser exógenos, endógenos ou de origem desconhecida (ZAITOUNI, 2014).

A erosão de natureza extrínseca ocorre devido à ação de ácidos extrínsecos sobre a estrutura dentária, como ácidos presentes no ar de ambientes de trabalho, na água de piscinas, ou relacionados à administração oral de medicamentos com baixo pH. Entretanto, os ácidos da dieta são os principais causadores da erosão dentária por fatores extrínsecos. O potencial erosivo de bebidas e alimentos ácidos está diretamente ligado às suas propriedades físicas e químicas, como o seu valor do pH, os níveis de cálcio e de fosfato e também da capacidade tampão da saliva (AGUIAR et al., 2006; CATELAN, GUEDES, SANTOS, 2010; ZAITOUNI, 2014).

Segundo Grandoet al., (1995), estudando *in vitro* a erosão dentária provocada por bebidas de limão, cola e guaraná, concluíram que todos os produtos testados são potencialmente erosivos, sendo o suco de limão o causador das maiores perdas de cálcio e fosfato inorgânico, seguido pelo refrigerante tipo cola e guaraná (SOBRAL et al., 2000).

A erosão intrínseca é causada por efeito de ácidos gástricos ou substâncias contendo ácidos gástricos que chegam até a cavidade oral e aos dentes como resultado de vômito, regurgitação ou refluxo gastroesofágico. O ácido proveniente do estômago tem um pH muito baixo, por volta de 1 a 1,5 (AGUIAR et al., 2006; CATELAN, GUEDES, SANTOS, 2010; ZAITOUNI, 2014).

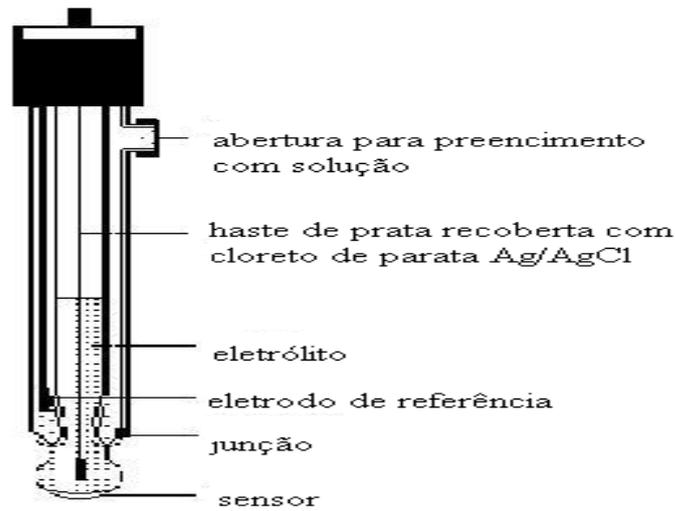
A erosão é classificada idiopática, quando não está associada a nenhum fator etiológico (CATELAN, GUEDES, SANTOS, 2010; ZAITOUNI, 2014).

### **3.8 Titulações potenciométricas**

A potenciométrie consiste em determinar o ponto final de um processo de titulação por intermédio da medida do pH, onde o ponto de equivalência será revelado pela modificação do mesmo. Em uma titulação potenciométrica, o potencial do eletrodo indicador é medido em função do volume de titulante adicionado, sendo importante que a solução que contém o analito seja agitada durante a titulação. É um método que utiliza um equipamento simples e relativamente barato, constituído de um eletrodo de referência, um eletrodo indicador e um dispositivo para leitura do potencial (potenciômetro), além de dispensar o uso de indicadores. É considerado um método confiável a ser aplicado nas volumetrias, em química analítica quantitativa (NILSON, 2010).

O eletrodo de vidro combinado ilustrado na figura 2 é um eletrodo compacto no qual o eletrodo de vidro acha-se envolvido pelo eletrodo de referência de prata/cloreto de prata. É indiscutivelmente o mais adequado para a maioria das aplicações em laboratório por ser mais fácil de manusear que o par de eletrodos separados. Por ser de vidro é o mais relevante eletrodo para íons hidrogênio, é conveniente para o uso e está sujeito a poucas interferências que afetam outros indicadores sensíveis a pH, além disso, estão disponíveis custos relativamente baixos e em muitas formas e tamanhos (HOOLER, 2009; NORONHA, 2012).

**Figura 2** - Imagem de um eletrodo de vidro combinado.



Fonte: <http://www.ebah.com.br>

A titulação potenciométrica é geralmente utilizada para a obtenção de dados experimentais utilizados para estimar concentrações ou constantes de equilíbrio desconhecidas. Para o caso de determinação de constantes de equilíbrio o processo consiste no ajuste de uma curva de titulação teórica aos dados experimentais gerados. Apresentam vantagens sobre as titulações que utilizam indicadores, como: Titula soluções muito diluídas; não é limitada pela cor ou turbidez, permitindo determinar o ponto de equilíbrio com exatidão; elimina o erro do indicador com relação ao ponto de viragem; podem-se utilizar numerosas reações que não poderiam ser utilizadas na titulação convencional, por falta de um indicador adequado, além de oferecerem vantagens, como tempos de resposta pequenos, robustez, seletividade, sensibilidade, proporcionando uma importante metodologia que pode ser aplicada diretamente a controle de processos e ensaios clínicos e industriais (NORONHA, 2012).

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Amostras

Foram utilizadas amostras de duas marcas de refrigerante tipo guaraná, fazendo uso de dois lotes diferentes de cada, obtidos em um supermercado da cidade de Cuité-PB.

### 4.2 Equipamentos

- Balança analítica, Marte®, modelo AY220;
- pHmetro, pHtekpHS- 3B, modelo E-900;
- Banho de ultra-som, LimpSonic;
- Barra magnética (“peixinho”);
- Ganchos.

### 4.3 Reagentes e soluções

- Solução de biftalato de potássio 0,3M;
- Solução de fenoftaleína 1%;
- Solução padronizada de hidróxido de sódio 0,05N;
- Água destilada;
- Refrigerante de guaraná;
- Solução tampão (buffer) pH 4,00  $\pm$ 0,02 – CAS [77-92-9] – Dinâmica;
- Solução tampão (buffer) pH 7,00  $\pm$ 0,02 – CAS [7758-79-4] – Dinâmica;

### 4.4 Vidrarias e acessórios

- Béqueres de 600mL, 250mL e 100mL;
- Bureta de 25mL;
- Espátula;
- Garra;

- Pipetas automáticas Digipet;
- Provetas graduadas de 10mL e 20mL;
- Suporte Universal.

#### 4.5 Local de realização do estudo

As análises foram realizadas no laboratório de controle de qualidade de alimentos, localizado no Centro de Educação e saúde da Universidade federal de Campina Grande em Cuité-PB.

#### 4.6 Seleção da amostra

Para realizar esse estudo foram necessárias doze amostras de refrigerante do tipo guaraná existentes no mercado de Cuité-PB. As quais seis representavam uma marca mais cara, e seis representavam uma marca mais barata.

Cada marca foi representada por 2 lotes, e cada lote possuía 3 amostras. Para escolha das amostras foram observados nos rótulos das embalagens a presença de ácido cítrico ou INS 330, que é a terminologia internacional para esse acidulante e os lotes das embalagens. As marcas foram designadas como A (marca cara) e B (marca barata). Como mostra a Quadro 2:

**Quadro 2** – Designação das Marcas.

Marca cara (A)		Marca barata (B)	
Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2
A <sub>1</sub> '	A <sub>2</sub> '	B <sub>1</sub> '	B <sub>2</sub> '
A <sub>1</sub> ''	A <sub>2</sub> ''	B <sub>1</sub> ''	B <sub>2</sub> ''
A <sub>1</sub> '''	A <sub>3</sub> '''	B <sub>1</sub> '''	B <sub>2</sub> '''

#### 4.7 Padronizações do hidróxido de sódio (NaOH)

Inicialmente foi preparada a solução de NaOH 0,05N. Para isto mediu-se 2g do NaOH e diluiu-se em 1000mL de água destilada.

Para padronizar esta solução, transferiu-se uma solução de (C<sub>8</sub>H<sub>5</sub>KO<sub>4</sub>)biftalato de potássio 0,3M para uma bureta até completar o seu volume total, e para um erlenmeyer foram transferidos 20mL de NaOH e 2 gotas de fenolftaleína e titulou-se a solução até a cor rosa permanente. O volume resultante foi anotado para cálculos posteriores.

#### **4.8 Desgaseificação do refrigerante**

Para desgaseificar os refrigerantes, cada amostra foi colocada em um béquer de 600mL e em seguida colocada no banho de ultrassom durante 90min.

Após desgaseificação cada amostra foi colocada em uma garrafa e identificada com a marca do refrigerante e o lote respectivamente, para facilitar a identificação.

#### **4.9 Preparo do equipamento**

A bureta de 25mL foi lavada inicialmente com água destilada e depois foi lavada com a solução titulante NaOH 0,05N. Em seguida o volume da bureta foi completado com solução titulante.

O medidor de pH foi calibrado com uma solução tampão utilizando os padrões de pH 4,00 e 7,00.

#### **4.10 Potencial Hidrogeniônico (pH)**

Os valores de pH foram medidos utilizando-se pHmetro da marca pHtekpHS- 3B, modelo E-900 com eletrodos de vidro e mostrador digital. Inicialmente foi feita a calibração do eletrodo com soluções padronizadas com valores de pH = 7 e pH = 4. Sequencialmente foi feita a higienização da haste do eletrodo com água destilada e a secagem da mesma com um papel poroso.

Foram colocados 40 mL de cada amostra em um béquer, o eletrodo foi imergido na amostra e os valores de pH foram medidos e anotados.

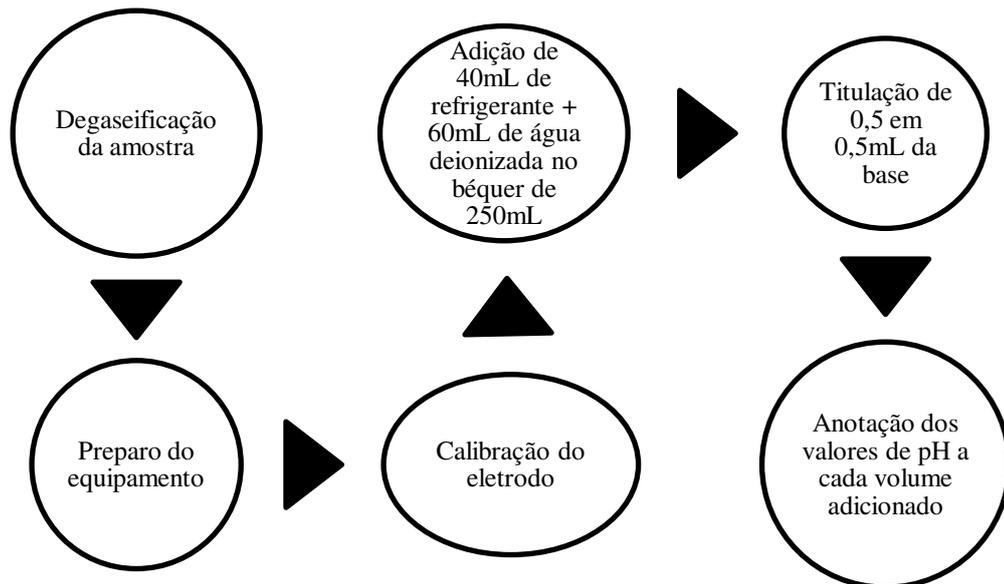
#### **4.11 Acidez total titulável em % de ácido cítrico**

Calibrou-se o pHmetro usando as soluções-tampão (pH = 7; pH = 4), adicionou-se 40 mL de cada amostra mais 60mL de água destilada em béquer de 250mL e titulou-se com hidróxido de sódio 0,05 N (fator de correção: 0,0934), onde a cada 0,5mL de NaOH adicionado eram anotados o volume gasto e seus respectivos pH, até atingir aproximadamente pH 9. A partir dos valores anotados foram projetados gráficos para quantificar com exatidão os volumes de

NaOH gastos na titulação e com os valores encontrados foi realizado o seguinte calculo:  
 $ATT_{(g/100ml)} = n \times N \times Eq / 10 \times V$  , onde, n é o volumegasto na titulação, N é a concentração do NaOH, Eq são os equivalentes gramas do ácido e V é o volume do ácido utilizado.

A figura 3 representa um fluxograma simplificado dos procedimentos realizados no experimento.

**Figura 3** - Fluxograma simplificado do procedimento realizado no experimento.



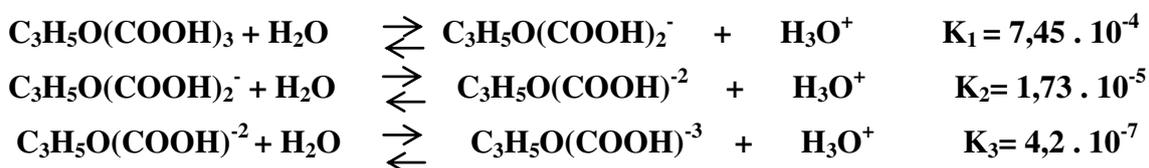
Fonte: Dados da Pesquisa.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Titulação Potenciométrica utiliza a medida do potencial do eletrodo indicador em relação a um eletrodo de referência para acompanhar a variação da concentração das espécies que entram em reação redox durante um processo de titulação, com o objetivo de detectar o ponto de equivalência, o qual é determinado, quando todo ácido e base adicionados se neutralizam. Esse processo acontece no aparelho medidor de pH, obtendo-se facilmente as concentrações hidrogeniônicas em solução (HOOLER, 2009).

Os ácidos são classificados quanto ao número de hidrogênios ionizáveis, como monopróticos, dipróticos e polipróticos (HARRIS, 2005).

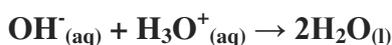
O ácido cítrico, presente após a ebulição dos refrigerantes tipo guaraná, é classificado como poliprótico, ou seja, tem a capacidade de liberar três átomos de hidrogênio, em forma de próton de sua estrutura em solução aquosa (HARRIS, 2005). Ioniza-se da seguinte forma:



Ao se adicionar hidróxido de sódio à solução, ocorrerá a neutralização das espécies ácidas de acordo com a equação (HARRIS, 2005):



O ponto de equivalência neste tipo de titulação, ocorre em um pH superior a 7, devido à hidrólise do ânion do ácido fraco, que origina íons  $\text{OH}^-$ . Como o  $\text{Na}^+$  é uma partícula neutra do ponto de vista ácido-base, pois cátion de uma base forte não hidrolisa, apenas o  $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}(\text{COOH})_3$  sofrerá hidrólise. Os íons  $\text{OH}^-$  aumentarão o pH da solução pois irão reagir com  $\text{H}_3\text{O}^+$  pela equação (VOGEL, 1992):



A leitura do ponto de equivalência foi determinada, com base na curva de titulação resultante da diferença de potencial entre o eletrodo indicador e o de referência em relação ao volume de titulante inserido, observado quando se adicionou a base e os íons  $\text{OH}^-$  reagiram com os íons  $\text{H}^+$  provenientes do ácido. O ponto de equivalência localiza-se no ponto de

inflexão da curva. Para fixa-lo com exatidão adotou-se o método da primeira derivada da curva original, utilizando a mesma para quantificação, da concentração do ácido. O gráfico foi projetado, a partir dos valores do volume de NaOH gastos na titulação e os valores de pH correspondente a cada volume gasto. Os resultados obtidos seguem nas tabelas 1 e 2 e gráficos 1 e 2 a seguir:

Para obter o valor da massa de ácido cítrico em g/100ml foi observada a quantidade de solução utilizada para neutralizar a amostra e em seguida submetida aos cálculos abaixo:

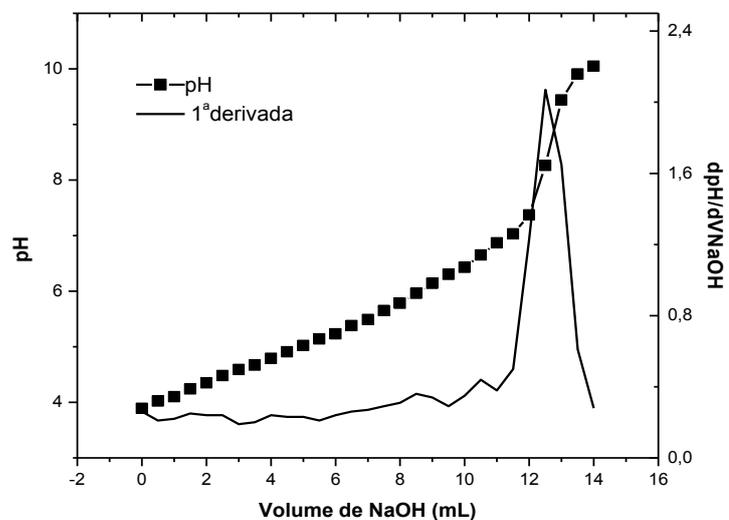
**Tabela 1-** Dados obtidos na titulação

Potenciométrica do Refrigerante A<sub>1</sub> lote A

V (ml)	pH
0	3,89
0,5	4,02
1	4,1
1,5	4,24
2	4,35
2,5	4,48
3	4,59
3,5	4,67
4	4,79
4,5	4,91
5	5,02
5,5	5,14
6	5,23
6,5	5,38
7	5,49
7,5	5,65
8	5,78
8,5	5,96
9	6,14
9,5	6,3
10	6,43
10,5	6,65
11	6,87
11,5	7,03
12	7,37
12,5	8,26

Fonte: Dados da pesquisa.

**Gráfico 1** - Curva de titulação potenciométrica do refrigerante A<sub>1</sub> lote A<sub>1</sub>' e de sua primeira derivada.



Fonte: Dados da pesquisa.

➤ Cálculo da massa de ácido Cítrico em g/100ml

Primeira virada = 12,50 ml

Volume do ácido = 40,0 ml

Concentração NaOH = 0,05M

Equivalentes gramas do ácido = 64,04

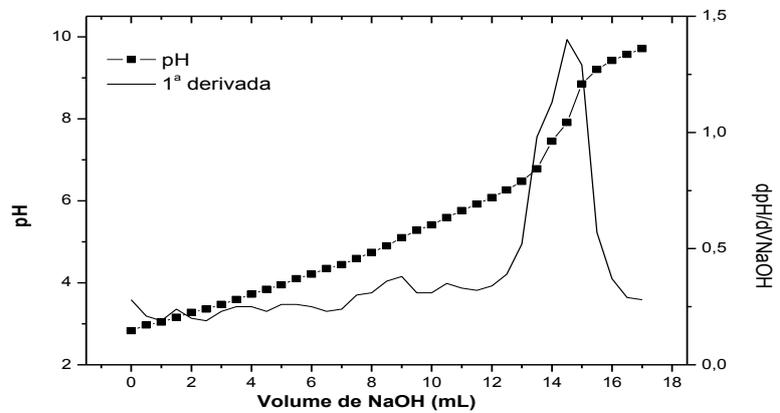
$ATT_{(g/100ml)} = n \times N \times Eq / 10 \times V$

$ATT_{(g/100ml)} = 0,05 \times 12,50 \times 64,04 / 10 \times 40$

$ATT_{(g/100ml)} = 0,100g$

**Tabela 2-** Dados obtidos na titulaçãoPotenciométrica do Refrigerante B<sub>1</sub> lote B<sub>1</sub>'

V (ml)	pH
0	2,83
0,5	2,97
1	3,04
1,5	3,16
2	3,28
2,5	3,36
3	3,47
3,5	3,59
4	3,72
4,5	3,84
5	3,95
5,5	4,1
6	4,21
6,5	4,35
7	4,44
7,5	4,59
8	4,74
8,5	4,9
9	5,1
9,5	5,28
10	5,41
10,5	5,59
11	5,76
11,5	5,92
12	6,08
12,5	6,26
13	6,47
13,5	6,78
14	7,45
14,5	7,91
15	8,85
15,5	9,2

**Gráfico 2** - Curva de titulação potencimétrica do refrigerante B<sub>1</sub> lote B<sub>1</sub>' e de sua primeira derivada.

Fonte: Dados da pesquisa.

## ➤ Cálculo da massa de ácido Cítrico em g/100ml

Primeira virada = 14,50 ml

Volume do ácido = 40,0 ml

Concentração NaOH = 0,05M

Equivalentes gramas do ácido = 64,04

$$ATT_{(g/100ml)} = n \times N \times Eq / 10 \times V$$

$$ATT_{(g/100ml)} = 0,05 \times 14,50 \times 64,04 / 10 \times 40$$

$$ATT_{(g/100ml)} = 0,116g$$

Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados da massa de ácido cítrico presente em g/100ml estão apresentadas no quadro 3. Para esta variável, houve uma variação de 0,10% a 0,14%, estes valores estão de acordo com os encontrados por Santos, Silva, (2010), confirmando, assim que todas as amostras de refrigerantes estão de acordo com a legislação brasileira que define o valor mínimo de 0,1 gramas de ácido cítrico por 100ml de refrigerante. A marca A (cara) apresentou uniformidade de produção entre os lotes e as amostras. Já a marca B (barata) apresentou pequenas diferenças entre os lotes e as amostras, sendo o lote B<sub>1</sub> o que apresentou maior concentração do ácido.

**Quadro3:** Massa de ácido Cítrico em g/100ml, média, desvio padrão e coeficiente de variância, para refrigerantes A (marca cara) e B (marca barata).

<b>Amostra</b>	<b>ATT em g/100ml</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>Cv%</b>
A <sub>1</sub> '	0,10	0,10	±0,00	0,00
A <sub>1</sub> ''	0,10			
A <sub>1</sub> '''	0,10			
A <sub>2</sub> '	0,10	0,10	±0,00	0,04
A <sub>2</sub> ''	0,11			
A <sub>2</sub> '''	0,10			
B <sub>1</sub> '	0,11	0,13	±0,01	0,12
B <sub>1</sub> ''	0,14			
B <sub>1</sub> '''	0,14			
B <sub>2</sub> '	0,13	0,12	±0,00	0,04
B <sub>2</sub> ''	0,12			
B <sub>2</sub> '''	0,13			

Fonte: Dados da pesquisa.

Nesta pesquisa foi possível estimar o potencial erosivo de bebidas à base de guaraná para consumo, disponíveis no mercado, através da determinação do pH, visto que por meio desta variável pode-se verificar que quanto menor o valor do pH maior será o potencial erosivo. As medidas do pH estão apresentadas no quadro 4 a seguir:

**Quadro 4:** Valores de pH, média, desvio padrão e coeficiente de variância, para refrigerantes A (marca cara) e B (marca Barata).

Amostra	pH	Média	DP	Cv%
A <sub>1</sub> '	3,89	3,79	±0,08	2,11
A <sub>1</sub> ''	3,75			
A <sub>1</sub> '''	3,75			
A <sub>2</sub> '	3,62	3,21	±0,35	10,9
A <sub>2</sub> ''	3,04			
A <sub>2</sub> '''	2,99			
B <sub>1</sub> '	2,83	2,83	±0,06	2,12
B <sub>1</sub> ''	2,79			
B <sub>1</sub> '''	2,89			
B <sub>2</sub> '	3,03	3,03	±0,006	0,18
B <sub>2</sub> ''	3,04			
B <sub>2</sub> '''	3,03			

Fonte: Dados da pesquisa.

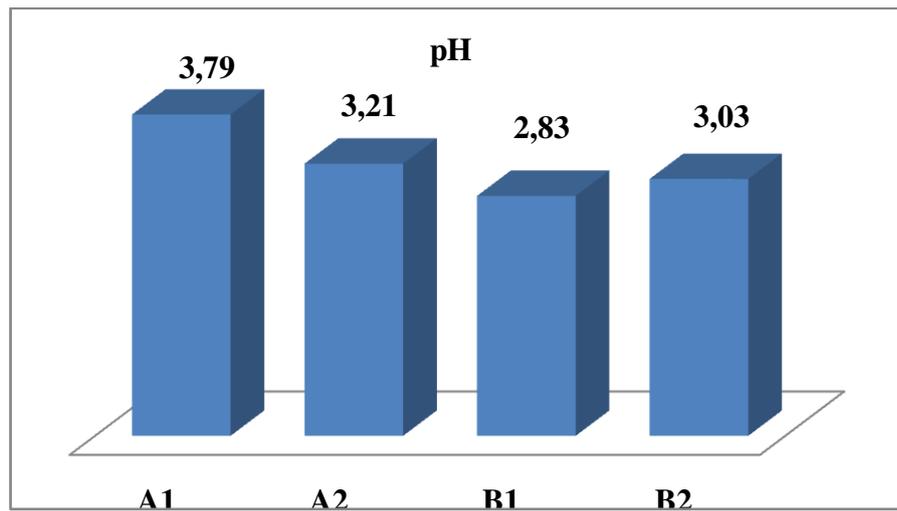
A presença de ácidos polipróticos promove a complexação do cálcio, o que pode acarretar numa expressiva dissolução do esmalte. A taxa de dissolução inicial do esmalte relaciona-se a concentração do íon hidrogênio, conforme reação:



A redução do pH está associada ao aumento da concentração de espécies H<sup>+</sup> no meio, desta forma o equilíbrio do sistema se desloca para a direita favorecendo o processo de dissolução da hidroxiapatita (ASSIS, BARIN, ELLENSOHN, 2010).

Os valores de pH das amostras analisadas variaram de 2,83 a 3,79. Estes resultados diferem dos achados por Verona et al., (2011); Assis et al., (2010); Sobral et al., (2000) cujos valores de pH foram respectivamente de 3,45; 3,16 e 3,06, portanto corroboram a constatação, que estas bebidas possuem um pH abaixo do considerado crítico para a desmineralização do esmalte dentário, uma vez que se apresentam abaixo de 5,5. Quando se comparou os valores de pH entre as duas marcas, observou-se que a marca B, mostrou-se com um maior potencial erosivo, visto que apresentou valores de pH, menores do que a marca A. Ao se avaliar a uniformidade entre os lotes, observou-se que o lote A<sub>1</sub> apresentou valores maiores que o A<sub>2</sub> e o lote B<sub>2</sub> maiores que B<sub>1</sub>. Sendo dessa forma B<sub>1</sub> e A<sub>2</sub> respectivamente considerados mais erosivos. O lote B<sub>1</sub> apresentou valores de pH mais baixo com relação a todos os outros, sendo dessa forma considerado o mais erosivo. Como mostra no gráfico 3 a seguir:

Gráfico 3 – Média dos valores de pH



Entretanto, além do pH, outras propriedades como o tipo de ácido presente, sua concentração e potencial quelante podem influenciar na causa da erosão dentária (CAVALCANTE, et al., 2010). Sabendo disso, a medida da acidez titulável em (% de ácido cítrico) pode ser mais confiável e exata. A presença de ácido cítrico na composição dos refrigerantes de guaraná, apresentam propriedades erosivas acentuadas pois, segundo Ramos et al., (2015), o ácido cítrico além de provocar a queda do pH salivar desencadeando a dissolução do esmalte, o ânion citrato, age como uma substância quelante de íons de cálcio aumentando a desmineralização do esmalte dentário. Disto resulta um efeito desmineralizante mesmo após o pH na superfície dentária ter alcançado a neutralidade.

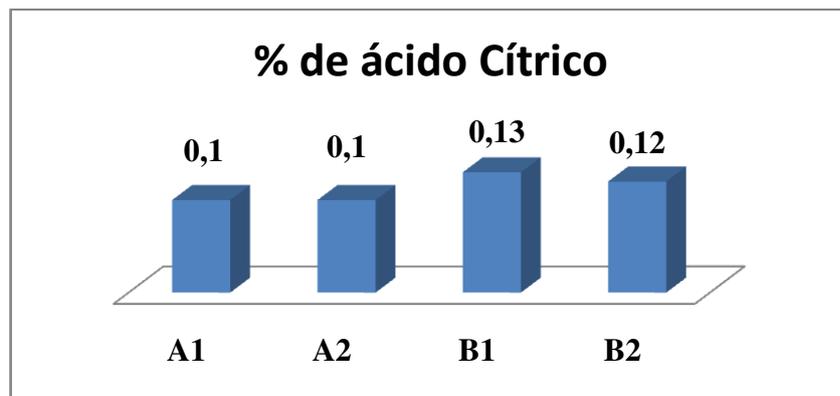
Os resultados obtidos podem ser observados no quadro 3. Sendo constatado que as bebidas analisadas apresentaram uma variação de 0,10% a 0,14% de ácido cítrico em sua composição. Destacou-se o comportamento da marca B que necessitaram de um volume maior de NaOH para neutralizar o ácido com relação à marca A. Os lotes A<sub>1</sub> mostraram-se uniformes, já os lotes B<sub>1</sub> mostraram-se mais erosivos que os B<sub>2</sub>, uma vez que apresentaram maior acidez titulável. O lote B<sub>1</sub> apresentou maior volume de NaOH utilizado e conseqüentemente maior % de ácido cítrico do que todos os outros, dessa forma sendo considerado o mais erosivo. Como mostra o gráfico 4 a seguir.

Estes Resultados diferem dos encontrados por Cavalcante et al., (2010) que estudou o potencial erosivo de bebidas isotônicas, no entanto, corroboram a constatação que esta propriedade está diretamente relacionada ao potencial erosivo de uma bebida, pois corresponde à quantidade de íons hidrogênio disponível para reagir com a superfície dental. Assim, quanto maior for o volume da solução de NaOH necessária para neutralizar uma

solução, maior será a quantidade de íons hidrogênio disponível nessa solução e maior será seu potencial erosivo.

Este estudo também está de acordo com os estudos de Ramos et al., (2015); Silva et al.,(2010), que relatam que uma bebida com baixa acidez titulável é imediatamente neutralizada pelos tampões salivares, enquanto aquela com altos valores de acidez causam queda prolongada do pH bucal e maior desmineralização dos tecidos dentários.

**Gráfico 4**– Média dos valores de % de ácido cítrico



No entanto, apesar das variáveis pH e acidez titulável serem consideradas pela literatura os melhores referenciais para mensurar a capacidade dessas bebidas causarem erosão dentária, não são suficientes, pois segundo Cardoso et al., 2013, outros fatores como constante de dissociação do ácido, temperatura e potencial de quelação e segundo Farias, et al.,2012, presença de íons cálcio, fosfato, flúor e todos os cátions, devem também ser analisados.

Sabendo disso, compreende-se que as interações de diversos fatores físico-químicos devem ser consideradas para uma caracterização mais detalhada do potencial erosivo de bebidas ácidas. Sendo necessários estudos “in situ” para o melhor entendimento, já que segundo Farias, et al., 2012 fatores biológicos e comportamentais influenciam no aparecimento destas lesões. Estas razões podem ser consideradas uma limitação desta pesquisa, já que foram avaliados apenas as variáveis pH e Acidez titulável.

O conhecimento do potencial erosivo dos alimentos e bebidas é importante para os profissionais de saúde orientar os pacientes quanto ao consumo de bebidas industrializadas considerando seus efeitos sobre a estrutura dentária e sobre o organismo. Pois, segundo o Guia Alimentar para a População Brasileira, o consumo de frutas deve ser sempre privilegiado ao invés dos sucos, mesmo os naturais, pois parte dos nutrientes e fibras são perdidos durante seu preparo, orientando seu consumo apenas em uma das refeições diárias. Além disso, é recomendado que se evite o consumo de sucos industrializados, pois são

alimentos ultraprocessados, pobres em nutrientes e ricos em aditivos, que têm como função estender a duração dos produtos, dotá-los de propriedades sensoriais (cor, aroma, sabor, textura) e torná-los extremamente atraentes.

## 6. CONCLUSÃO

Todas as amostras apresentaram concentração de ácido cítrico de acordo com o PIQ (Padrão de Identidade e Qualidade) definido pelo MAPA;

A marca A (cara) apresentou uniformidade de produção entre os lotes já a marca B (barata) apresentou pequenas diferenças entre os lotes;

Todas as bebidas revelaram-se potencialmente erosivas, visto que apresentaram pH abaixo de 5,5;

O lote B<sub>1</sub> apresentou menor pH e maior acidez titulável em ácido cítrico, sendo considerado o lote mais propício a causar alterações na saúde bucal dos consumidores.

## REFERÊNCIAS

ABIR - Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não Alcoólicas. Disponível em: <<http://www.abir.org.br>>. Acesso em: novembro de 2015.

AGUIAR, F.H.B; GIOVANI, E.M; MONTEIRO, F.H.L; VILLABA, H; SOUSA,R.S; MELO, J.A.J; TORTAMANO, N. **Erosão dental – definição, etiologia e classificação.** Ver. Inst.Ciênc. Saúde V 24(1): 47-51, 2006.

ALMEIDA, J. **Memória dos brasileiros: saberes e fazeres: o guaraná de Maués.** São Paulo: Museu da pessoa. Entrevista a Orlando de Araújo, 2007.

ASSIS, C.D; BARIN, C.S; ELLEN SOHN, R.M. **Estudo do potencial de erosão dentária de bebidas ácidas.** UNOPAR CientCiênc.Biol. Saúde V 13(1): 11-5, 2010.

BRASIL, **Portaria n.º 544, de 16 de Janeiro de 1998.** Aprova os Regulamentos Técnicos para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade, para refresco, refrigerante, preparado ou concentrado líquido para refresco ou refrigerante, preparado sólido para refresco, xarope e chá pronto para o consumo. D.O.U., Brasília 17 de novembro de 1998.

CARDOSO, A.M.R; SANTOS, A.M. de S; ALMEIDA, F.W.B; ALBUQUERQUE, T.P de; XAVIER, A.F.C; CAVALCANTE, A.L. **Características Físico-Químicas de Sucos de Frutas Industrializados: Estudo in vitro.** Odonto; 21(41-42): 9-17, 2013.

CARVALHO, W; SILVA, D.D.V; CANILHA, L; MANCILHA, I.M. **Aditivos alimentares produzidos por via fermentativa.** Revista Analytica-Agosto –Nº18, 2015.

CATÃO, M.H.C de V; SILVA, A.D.L da; OLIVEIRA, R.M de. **Propriedades físico-químicas de preparados sólidos para refrescos e sucos industrializados.**RFO, Passo Fundo, v. 18, n. 1, p. 12-17, jan./abr. 2013.

CATELAN, A; GUEDES, A.P.A; SANTOS, P.A dos. **Erosão dental e sua implicação sobre a saúde.**RFO, v. 15, n. 1, p. 83-86, janeiro/abril 2010.

CAVALCANTE, A.L; XAVIER, A.F.C; SOUTO, R.Q; OLIVEIRA, M da C; SANTOS, J.A dos; VIEIRA, F.F.**Avaliação *in vitro* do potencial erosivo de bebidas isotônicas.**RevBrasMed Esporte vol.16 no. 6 Niterói Nov./Dez. 2010.

CRIVELLETO, R. **Estabilidade físico-química e sensorial de refrigerante sabor laranja durante armazenamento.** Porto Alegre, 2011.

CRUZ, G.F.B. **Dossiê técnico:** Fabricação de Refrigerantes, Rede de tecnologia e Inovação do Rio de Janeiro- REDETEC, 18/10/2012.

FARIAS,M.M.A.G; OZELAME,S.B; SCHMITT, B.H.E; Dario Felipe CAPRISTANO, D. F; SILVEIRA, E.G da.**Avaliação da Acidez de Diversas Marcas de Leite Fermentado Disponíveis Comercialmente.**Pesq.BrasOdontopedClín.Integr. João Pessoa, V 12(4):451-55, out./dez., 2012.

HARRIS, D. C. **Análise Química Quantitativa.**5. ed.. 876p . Rio de Janeiro: LTC, 2005.

HOLLER, F. J. **Princípios de Análise Instrumental.** 6 ed. Porto Alegre, 2009.

LIMA, A.C.S.; AFONSO, J.C. **A Química do Refrigerante.** Química nova Escola, vol.31, nº 3, agosto 2009.

LIMA, L.L.A.; FILHO, A.B.M. **Tecnologia de Bebidas: Refrigerantes.**e-TecBrasil, UFPRE/CODAI, p.64-67, 2011.

NILSON,T.S. **Comparação entre dois métodos analíticos para determinação da acidez total em suco, vinhos e Espumante.** Bento Gonçalves, 2010.

NORONHA, B.V de. **Desenvolvimento de metodologias simples para a determinação de espécies de interesse farmacêutico utilizando técnicas eletroanalíticas.** Curitiba, 2012.

OLIVEIRA, E. A. **Controle de qualidade em Refrigerantes**. Londrina, 2007.

PASTORE,N.S.; HASAN,S.M.; ZEMPULSKI,D.A.; **Produção de ácido cítrico por Aspergillus niger: Avaliação de diferentes fontes de nitrogênio e de concentração de sacarose** ENGEVISTA, V. 13(3):149-159, dezembro 2011.

QUEIROZ, T.A.M; SANTOS, C.L; CUNHA, M.P.S; SILVA, M.V; FREITAS, J.C.F. **Estudo avaliativo da fabricação de refrigerantes no Brasil: dos conceitos básicos á produção**. Paraná, 2015.

RAMOS, B.L.M; FARIAS, M.M.A.G; SILVEIRA, E. **Gda.Mensuração do potencial erosivo de diferentes tipos de bebidas industrializadas sabor uva**. SALUSVITA, Bauru, v. 34(1):45-55, 2015.

RANDAZO, A.R; AMORMINO, S.A de F; SANTIAGO M de O. **erosão dentária por influência da dieta. revisão da literatura e relato de caso clínico**. Arquivo Brasileiro de Odontologia Belo Horizonte, 2006.

ROCHA, M. **Guia Alimentar para população Brasileira**. 2ªedição. Brasília-DF,2014.

RODRIGUES, C. **Desenvolvimento de Bioprocesso para produção de ácido cítrico por fermentação no estado sólido utilizando polpa cítrica**. Curitiba, 2006.

SANTOS,E;BRESSAN, K. **Anteprojeto Indústria de Refrigerantes de Sabores Exóticos**. Florianópolis, 2011.

SANTOS, T.C dos; SILVA, R.P da;**Determinação dos parâmetros físico-químico dos refrigerantes**.Campina Grande-PB, 2010.

SICOB- **Sistema de controle de produção de bebidas**. Disponível em: <[http://gerencialpublico.cmb.gov.br/PROD\\_BEBIDAS\\_MENSAL.html](http://gerencialpublico.cmb.gov.br/PROD_BEBIDAS_MENSAL.html)>Acesso em: fevereiro de 2016.

SILVA, T.A.A; SAMPAIO, C.S;FURTADO, J.E.A dos S; ABÍLIO, G.M.F; XAVIER, A.F.C.X; CAVALCANTI, A.L.**Avaliação do Potencial Erosivo de Bebidas à Base de Soja.**V. 14 , Número 1. P. 109-114, 2010.

SILVA, J.D da; FARIAS, M.M.A.G; SILVEIRA, E.G. da;SCHMITT, B.H.E; ARAUJO, S.M. de.**Mensuração da acidez de bebidas industrializadas não lácteas destinadas ao público infantil.**RevOdontol. UNESP. Mar-Apr; 41(2): 76-80,2012.

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.** **PesquiOdontol.Bras**, v. 14(4):406-410, out./dez. 2000.

SOARES, A.K; BONVINI, B; FARIAS,M.M.A.C.**Avaliação do potencial erosivo e cariogênico de sucos artificiais em pó.**Rev. Odontol. Univ. Cid. São Paulo; 26(3): 197- 203 set-dez 2015.

VOGEL, A. I. **Análise Química Quantitativa.** 5. ed.712 p. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.

VERONA, A; OLIVEIRA, A.S.T; RODRIGUES, J.A; LIMA-ARSATY, Y.B.O. **Avaliação do pH e da tritribilidade ácida de refrigerantes.** Revista saúde v.5, n.1, 2011.

ZAITOUNI, F.**Abordagem Clínica Da Erosão Dentária.** Porto, 2014.

## REFERÊNCIA DAS IMAGENS

**Análise química do solo.** S/N. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAe7g4AL/analise-quimica-solo?part=2>> Acesso em: março de 2016.

## APÊNDICE

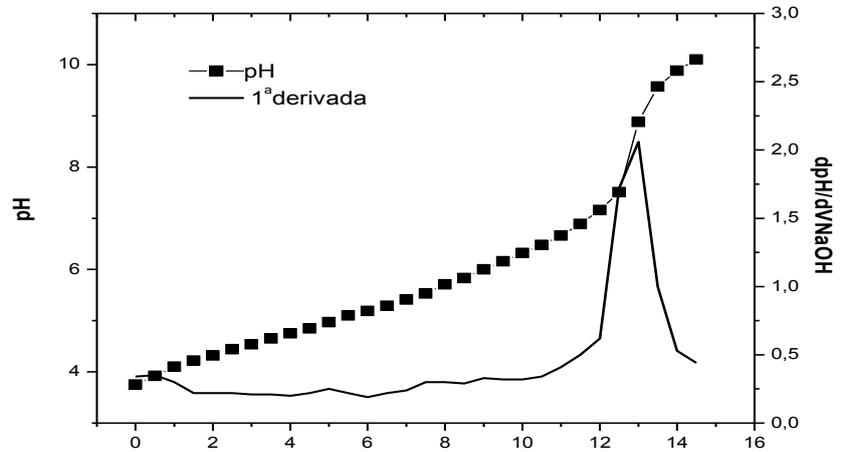
## APÊNDICE A- Resultados obtidos no experimento

**Tabela 3-** Dados obtidos na titulação

Potenciométrica do Refrigerante A<sub>1</sub> lote A<sub>1</sub>''

V (ml)	Ph
0	3,75
0,5	3,92
1	4,07
1,5	4,22
2	4,3
2,5	4,42
3	4,5
3,5	4,66
4	4,77
4,5	4,89
5	4,99
5,5	5,08
6	5,2
6,5	5,32
7	5,45
7,5	5,6
8	5,76
8,5	5,88
9	6,06
9,5	6,22
10	6,38
10,5	6,55
11	6,72
11,5	6,98
12	7,18
12,5	7,76
13	9,01

Fonte: Dados da pesquisa.



**Gráfico 5** - Curva de titulação potenciométrica do refrigerante A<sub>1</sub> lote A<sub>1</sub>'' e de sua primeira derivada

➤ Cálculo da massa de ácido Cítrico em g/100ml

Primeira virada = 13,00ml

Volume do ácido = 40,0 ml

Concentração NaOH = 0,05M

Equivalentes gramas do ácido = 64,04

$$ATT_{(g/100ml)} = n \times N \times Eq / 10 \times V$$

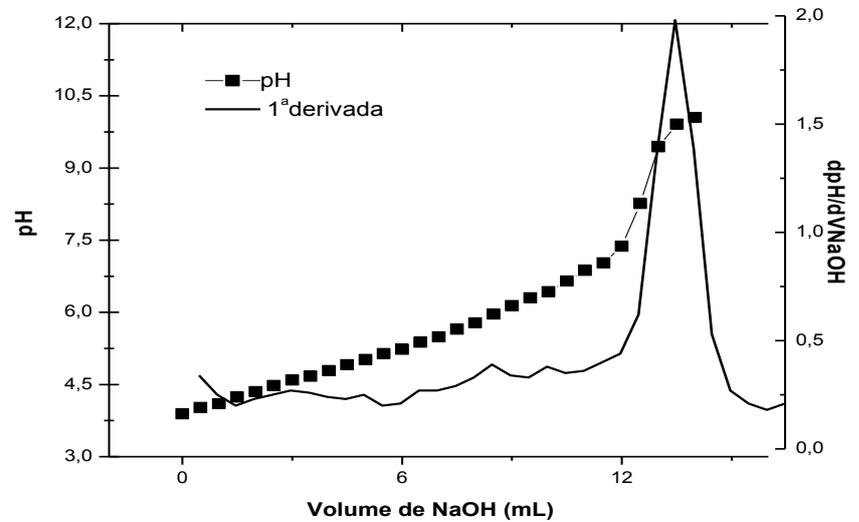
$$ATT_{(g/100ml)} = 0,05 \times 12,99 \times 64,04 / 10 \times 40$$

$$ATT_{(g/100ml)} = 0,103 \text{ g/100ml}$$

**Tabela 4-** Dados obtidos na titulaçãoPotenciométrica do Refrigerante A<sub>1</sub> lote A<sub>1</sub>'''

V (ml)	pH
0	3,75
0,5	3,92
1	4,1
1,5	4,22
2	4,32
2,5	4,44
3	4,54
3,5	4,65
4	4,75
4,5	4,85
5	4,97
5,5	5,1
6	5,19
6,5	5,29
7	5,41
7,5	5,53
8	5,71
8,5	5,83
9	6
9,5	6,16
10	6,32
10,5	6,48
11	6,66
11,5	6,89
12	7,16
12,5	7,51
13	8,88

Fonte: Dados da pesquisa.

**Gráfico 6** - Curva de titulação potenciométrica do refrigerante A<sub>1</sub> lote A<sub>1</sub>''' e de sua primeira derivada

## ➤ Cálculo da massa de ácido Cítrico em g/100ml

Primeira virada = 13,00ml

Volume do ácido = 40,0 ml

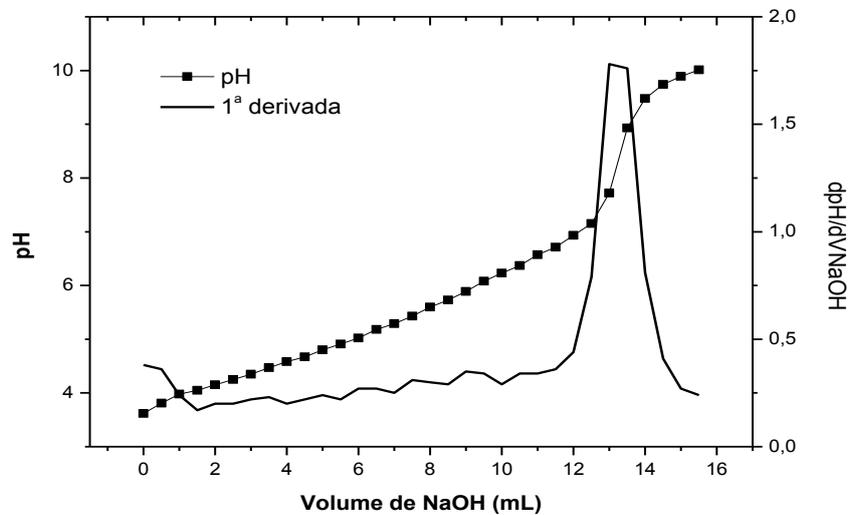
Concentração NaOH = 0,05M

Equivalentes gramas do ácido = 64,04

 $ATT_{(g/100ml)} = n \times N \times Eq / 10 \times V$  $ATT_{(g/100ml)} = 0,05 \times 13,01 \times 64,04 / 10 \times 40$  $ATT_{(g/100ml)} = 0,104 \text{ g/100ml}$

**Tabela 5-** Dados obtidos na titulação  
Potenciométrica do Refrigerante A<sub>2</sub> lote A<sub>2</sub>'

V (ml)	pH
0	3,62
0,5	3,81
1	3,98
1,5	4,05
2	4,15
2,5	4,25
3	4,35
3,5	4,47
4	4,58
4,5	4,67
5	4,8
5,5	4,91
6	5,02
6,5	5,18
7	5,29
7,5	5,43
8	5,6
8,5	5,73
9	5,89
9,5	6,08
10	6,23
10,5	6,37
11	6,57
11,5	6,71
12	6,93
12,5	7,15
13	7,72
13,5	8,93



**Gráfico 7** - Curva de titulação potenciométrica do refrigerante A<sub>2</sub> lote A<sub>2</sub>' e de sua primeira derivada.

➤ Cálculo da massa de ácido Cítrico em g/100ml

Primeira virada = 13,00ml

Volume do ácido = 40,0 ml

Concentração NaOH = 0,05M

Equivalentes gramas do ácido = 64,04

$$ATT_{(g/100ml)} = n \times N \times Eq / 10 \times V$$

$$ATT_{(g/100ml)} = 0,05 \times 13,01 \times 64,04 / 10 \times 40$$

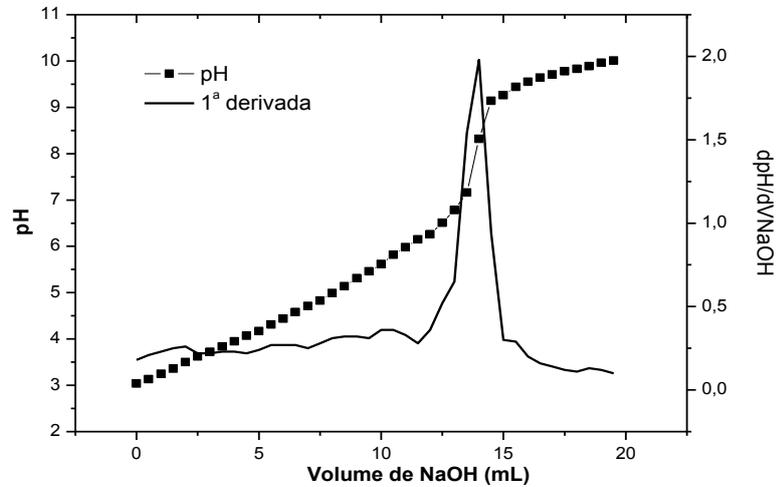
$$ATT_{(g/100ml)} = 0,104 \text{ g/100ml}$$

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 6-** Dados obtidos na titulaçãoPotenciométrica do Refrigerante A<sub>2</sub> lote A<sub>2</sub>'

V (ml)	pH
0	3,04
0,5	3,13
1	3,25
1,5	3,36
2	3,5
2,5	3,62
3	3,72
3,5	3,84
4	3,95
4,5	4,07
5	4,17
5,5	4,31
6	4,44
6,5	4,58
7	4,71
7,5	4,83
8	4,99
8,5	5,14
9	5,31
9,5	5,46
10	5,62
10,5	5,82
11	5,98
11,5	6,15
12	6,26
12,5	6,51
13	6,78
13,5	7,16
14	8,32

Fonte: Dados da pesquisa.

**Gráfico 8** - Curva de titulação potenciométrica do refrigerante A<sub>2</sub> lote A<sub>2</sub>' e de sua primeira derivada.

## ➤ Cálculo da massa de ácido Cítrico em g/100ml

Primeira virada = 13,99ml

Volume do ácido = 40,0 ml

Concentração NaOH = 0,05M

Equivalentes gramas do ácido = 64,04

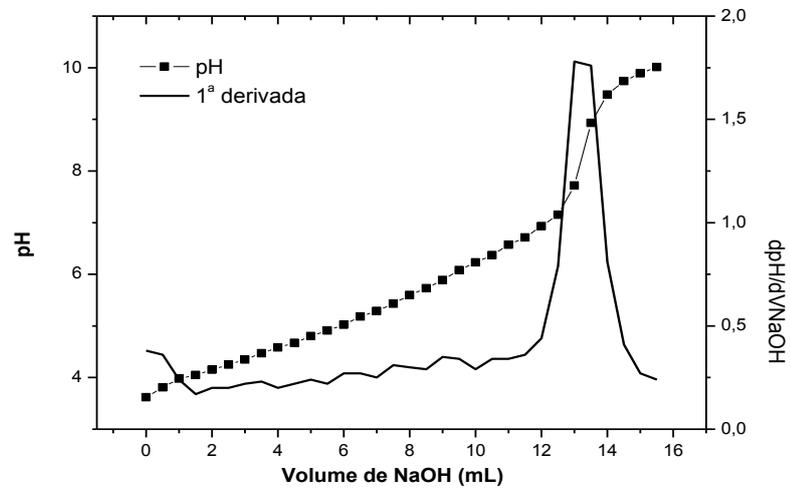
$$ATT_{(g/100ml)} = n \times N \times Eq / 10 \times V$$

$$ATT_{(g/100ml)} = 0,05 \times 13,99 \times 64,04 / 10 \times 40$$

$$ATT_{(g/100ml)} = 0,111 \text{ g/100ml}$$

**Tabela 7-** Dados obtidos na titulação  
Potenciométrica do Refrigerante A<sub>2</sub> lote A<sub>2</sub>''''

V (ml)	pH
0	2,99
0,5	3,1
1	,22
1,5	3,32
2	3,44
2,5	3,56
3	3,66
3,5	3,78
4	4
4,5	3,95
5	4,06
5,5	4,19
6	4,33
6,5	4,44
7	4,6
7,5	4,73
8	4,88
8,5	5,02
9	5,2
9,5	5,42
10	5,58
10,5	5,74
11	5,92
11,5	6,12
12	6
12,5	6,6
13	7,56
13,5	8,19
14	8,96
14,5	9,21



**Gráfico 9** - Curva de titulação potenciométrica do refrigerante A<sub>2</sub> lote A<sub>2</sub>'''' e de sua primeira derivada.

➤ Cálculo da massa de ácido Cítrico em g/100ml

Primeira virada = 13,00ml

Volume do ácido = 40,0 ml

Concentração NaOH = 0,05M

Equivalentes gramas do ácido = 64,04

$$ATT_{(g/100ml)} = n \times N \times Eq / 10 \times V$$

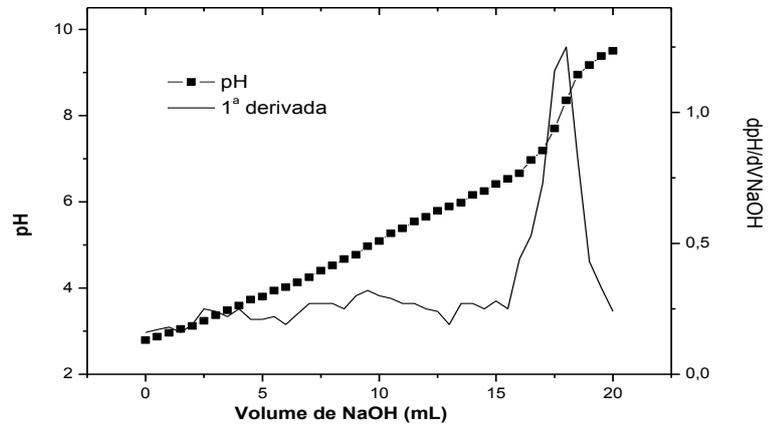
$$ATT_{(g/100ml)} = 0,05 \times 13,00 \times 64,04 / 10 \times 40$$

$$ATT_{(g/100ml)} = 0,104 \text{ g/100ml}$$

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 8-** Dados obtidos na titulação Potenciométrica do Refrigerante B<sub>1</sub> lote B<sub>1</sub>''.

V (ml)	pH
0	2,79
0,5	2,87
1	2,96
1,5	3,05
2	3,12
2,5	3,24
3	3,37
3,5	3,48
4	3,59
4,5	3,73
5	3,8
5,5	3,94
6	4,02
6,5	4,13
7	4,25
7,5	4,4
8	4,52
8,5	4,67
9	4,77
9,5	4,97
10	5,09
10,5	5,27
11	5,38
11,5	5,54
12	5,65
12,5	5,79
13	5,89
13,5	5,98
14	6,16
14,5	6,25
15	6,41
15,5	6,53
16	6,66
16,5	6,97
17	7,19
17,5	7,7
18	8,35



**Gráfico 10** - Curva de titulação potenciométrica do refrigerante B<sub>1</sub> lote B<sub>1</sub>'' e de sua primeira derivada.

➤ Cálculo da massa de ácido Cítrico em g/100ml

Primeira virada = 18,00ml

Volume do ácido = 40,0 ml

Concentração NaOH = 0,05M

Equivalentes gramas do ácido = 64,04

$$ATT_{(g/100ml)} = n \times N \times Eq / 10 \times V$$

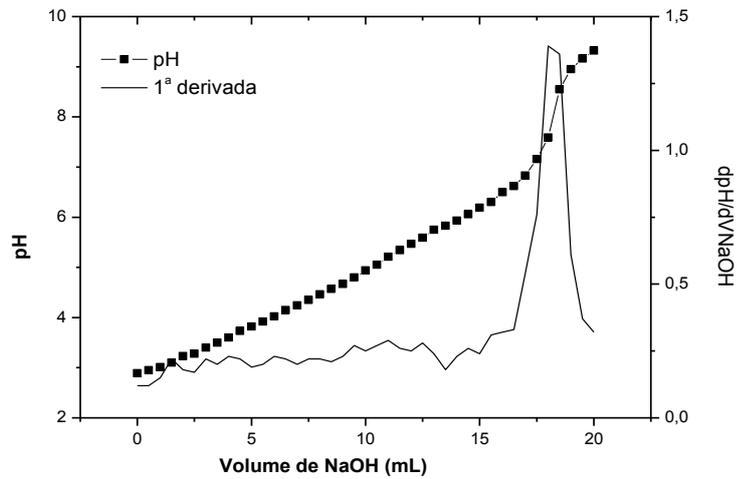
$$ATT_{(g/100ml)} = 0,05 \times 18,00 \times 64,04 / 10 \times 40$$

$$ATT_{(g/100ml)} = 0,144 \text{ g/100ml}$$

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 9-** Dados obtidos na titulaçãoPotenciométrica do Refrigerante B<sub>1</sub> lote B<sub>1</sub>''''.

V (ml)	pH
0	2,89
0,5	2,95
1	3,01
1,5	3,1
2	3,23
2,5	3,28
3	3,4
3,5	3,5
4	3,6
4,5	3,73
5	3,82
5,5	3,92
6	4,02
6,5	4,15
7	4,24
7,5	4,35
8	4,46
8,5	4,57
9	4,67
9,5	4,8
10	4,94
10,5	5,05
11	5,21
11,5	5,34
12	5,47
12,5	5,59
13	5,75
13,5	5,83
14	5,93
14,5	6,06
15	6,19
15,5	6,3
16	6,5
18	7,59

**Gráfico 11** - Curva de titulação potenciométrica do refrigerante B<sub>1</sub> lote B<sub>1</sub>'''' e de sua primeira derivada.

➤ Cálculo da massa de ácido Cítrico em g/100ml

Primeira virada = 18,00ml

Volume do ácido = 40,0 ml

Concentração NaOH = 0,05M

Equivalentes gramas do ácido = 64,04

$$ATT_{(g/100ml)} = n \times N \times Eq / 10 \times V$$

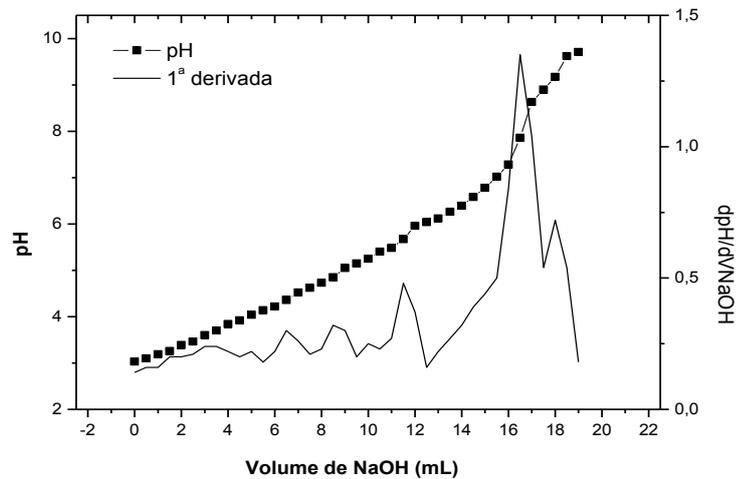
$$ATT_{(g/100ml)} = 0,05 \times 17,99 \times 64,04 / 10 \times 40$$

$$ATT_{(g/100ml)} = 0,144 \text{ g/100ml}$$

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 10** - Dados obtidos na titulação  
Potenciométrica do Refrigerante B<sub>2</sub> lote B<sub>2</sub>'.

V (ml)	pH
0	3,03
0,5	3,1
1	3,19
1,5	3,26
2	3,39
2,5	3,46
3	3,6
3,5	3,7
4	3,84
4,5	3,92
5	4,04
5,5	4,14
6	4,22
6,5	4,36
7	4,52
7,5	4,62
8	4,73
8,5	4,85
9	5,05
9,5	5,15
10	5,25
10,5	5,4
11	5,48
11,5	5,67
12	5,96
12,5	6,04
13	6,12
13,5	6,26
14	6,39
14,5	6,58
15	6,78
15,5	7,02
16	7,28
16,5	7,86



**Gráfico 12**- Curva de titulação potenciométrica do refrigerante B<sub>2</sub> lote B<sub>2</sub>' e de sua primeira derivada.

➤ Cálculo da massa de ácido Cítrico em g/100ml

Primeira virada = 16,50ml

Volume do ácido = 40,0 ml

Concentração NaOH = 0,05M

Equivalentes gramas do ácido = 64,04

$$ATT_{(g/100ml)} = n \times N \times Eq / 10 \times V$$

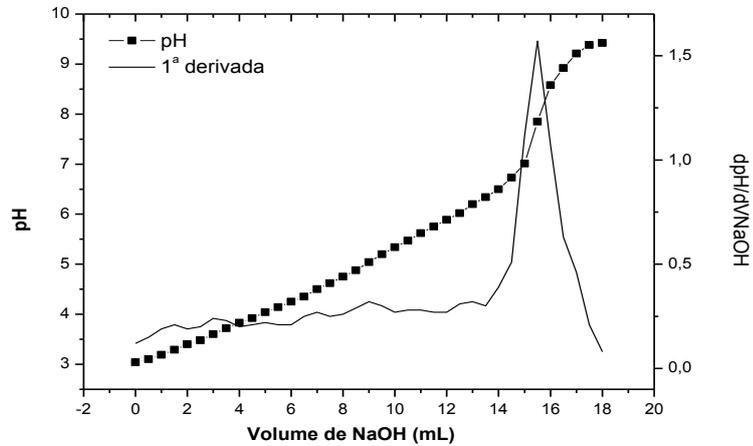
$$ATT_{(g/100ml)} = 0,05 \times 16,50 \times 64,04 / 10 \times 40$$

$$ATT_{(g/100ml)} = 0,132 \text{ g/100ml}$$

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 11-** Dados obtidos na titulação Potenciométrica do Refrigerante B<sub>2</sub> lote B<sub>2</sub>''.

V (ml)	pH
0	3,04
0,5	3,1
1	3,19
1,5	3,29
2	3,4
2,5	3,48
3	3,6
3,5	3,72
4	3,83
4,5	3,92
5	4,04
5,5	4,14
6	4,25
6,5	4,35
7	4,5
7,5	4,62
8	4,75
8,5	4,88
9	5,04
9,5	5,2
10	5,34
10,5	5,47
11	5,62
11,5	5,75
12	5,89
12,5	6,02
13	6,2
13,5	6,34
14	6,5
14,5	6,73
15	7,01
15,5	7,85
16	8,58



**Gráfico 13-** Curva de titulação potenciométrica do refrigerante B<sub>2</sub> lote B<sub>2</sub>'' e de sua primeira derivada.

➤ Cálculo da massa de ácido Cítrico em g/100ml

Primeira virada = 15,50ml

Volume do ácido = 40,0 ml

Concentração NaOH = 0,05M

Equivalentes gramas do ácido = 64,04

$$ATT_{(g/100ml)} = n \times N \times Eq / 10 \times V$$

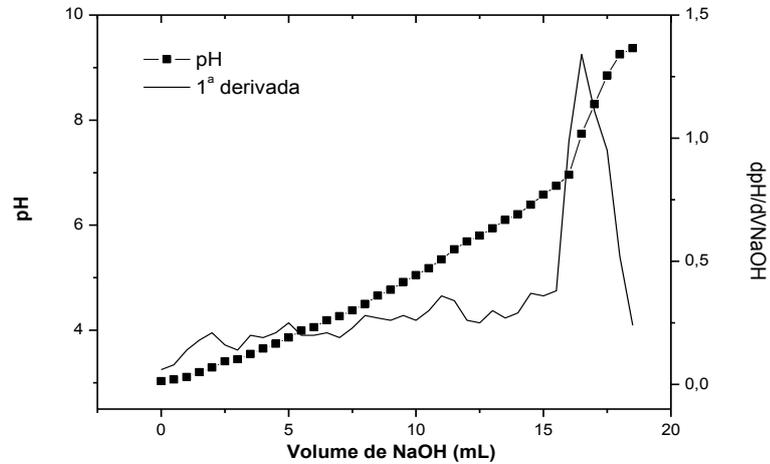
$$ATT_{(g/100ml)} = 0,05 \times 15,50 \times 64,04 / 10 \times 40$$

$$ATT_{(g/100ml)} = 0,124 \text{ g/100ml}$$

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 12-** Dados obtidos na titulaçãoPotenciométrica do Refrigerante B<sub>2</sub> lote B<sub>2</sub>'''.

V (ml)	pH
0	3,03
0,5	3,06
1	3,11
1,5	3,2
2	3,29
2,5	3,41
3	3,45
3,5	3,55
4	3,65
4,5	3,74
5	3,86
5,5	3,99
6	4,06
6,5	4,19
7	4,27
7,5	4,38
8	4,5
8,5	4,66
9	4,77
9,5	4,92
10	5,05
10,5	5,18
11	5,35
11,5	5,54
12	5,69
12,5	5,8
13	5,94
13,5	6,1
14	6,21
14,5	6,39
15	6,58
15,5	6,75
16	6,96
16,5	7,74
17	8,3

**Gráfico 14-** Curva de titulação potenciométrica do refrigerante B<sub>2</sub> lote B<sub>2</sub>''' e de sua primeira derivada.

## ➤ Cálculo da massa de ácido Cítrico em g/100ml

Primeira virada = 16,50ml

Volume do ácido = 40,0 ml

Concentração NaOH = 0,05M

Equivalentes gramas do ácido = 64,04

$$ATT_{(g/100ml)} = n \times N \times Eq / 10 \times V$$

$$ATT_{(g/100ml)} = 0,05 \times 16,50 \times 64,04 / 10 \times 40$$

$$ATT_{(g/100ml)} = 0,132 \text{ g/100ml}$$

Fonte: Dados da pesquisa.

## APÊNDICE B - Cálculos realizados

### Preparação da solução e Hidróxido de sódio 0,05 M

$$M = m / (MM_{\text{NaOH}} \times V_{\text{sol}}) = m / 40 \times 1\text{L} = 40$$

$$m = 40 \times 0,05 \text{ m} = 2 \text{ g de NaOH}$$

Onde: M = Molaridade da solução a ser preparada;

m = massa da amostra a ser pesada para preparação da solução;

MM<sub>NaOH</sub> = Massa molecular do Hidróxido de sódio (40 g/mol) ;

V<sub>sol</sub> = Volume da solução a ser preparada (em litros).

### Cálculo do fator de correção

$$F_c = m / MM \times V$$

Onde: F<sub>c</sub> = Fator de Correção

m = Massa do biftalato de potássio

MM = Equivalente grama do padrão (biftalato de potássio).

V = volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação do biftalato de potássio.

Obtendo o seguinte cálculo:  $F_c = 2,5 / 204,22 \times 13$

$$F_c = 0,9434 \text{ M}$$

### Cálculo da massa de ácido Cítrico em g/100ml.

N = Primeira virada = 13,99ml

V = Volume do ácido = 40,0 ml

N = Concentração NaOH = 0,05M

Eq = Equivalentes gramas do ácido 64,04

$$ATT_{(g/100ml)} = n \times N \times Eq / 10 \times V$$

- Média Aritmética

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n-1}$$

- Desvio Padrão

$$Dp = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n-1}}$$

- Coeficiente de variância

$$Cv = 100 \times \frac{Dp}{\bar{X}}$$

## APÊNDICE C- Imagens do experimento.

- Descarbonatação do guaraná.



- Esquema da aparelhagem utilizada no experimento

