

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO
CAMPUS AVANÇADO CATALÃO
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS**

SILVÂNIA SILVA

**EXPLORANDO A PRÁTICA DOS ÁCIDOS NO ENSINO MÉDIO POR
MEIO DA TITULAÇÃO DO VINAGRE**

**CATALÃO - GO
2024**

SILVÂNIA SILVA

**EXPLORANDO A PRÁTICA DOS ÁCIDOS NO ENSINO MÉDIO POR
MEIO DA TITULAÇÃO DO VINAGRE**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Ciências Naturais, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Avançado Catalão, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Ciências Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Marccus Victor Almeida Martins.

CATALÃO - GO
2024

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

Silva, Silvânia
S586e Explorando a Prática dos Ácidos no Ensino Médio por meio da
Titulação do Vinagre / Silvânia Silva; orientador Marccus Victor Almeida Martins.
-- Catalão, 2024.
31 p.

TCC (Graduação em Curso de Licenciatura em Ciências Naturais) --
Instituto Federal Goiano, Campus Catalão, 2024.

1. Titulação do Vinagre. 2. Ensino Médio. 3. Ácidobase. I. Almeida
Martins, Marccus Victor, orient. II. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Silvânia Silva

Matrícula:

Título do trabalho:

Explorando a Prática do Racião no Ensino Médio por meio da Titulação de Monografia.

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Catolão - Goiás
Local

22/08/2024
Data

Silvânia Silva

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Monceus Victor
Assinatura do(a) orientador(a)

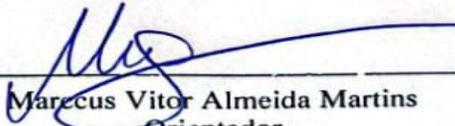


ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

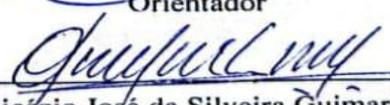
No dia onze do mês de junho do ano de dois mil e vinte e quatro, às 19 horas, reuniu-se a banca examinadora da DEFESA PÚBLICA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC), composta pelos seguintes membros: Marccus Victor Almeida Martins (orientador), Anicézio José da Silveira Guimarães e Katia Roberta Anacleto Belaz, para examinar o TCC intitulado EXPLORANDO A PRÁTICA DOS ÁCIDOS NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DA TITULAÇÃO DO VINAGRE, da discente Silvânia Silva, Matrícula nº 2020109223130189, do curso de Licenciatura em Ciências Naturais do IF Goiano – Campus Avançado Catalão. Após a apresentação oral do TCC, houve a arguição da discente pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela () APROVAÇÃO, (X) APROVAÇÃO COM RESSALVA, () REPROVAÇÃO da discente obtendo a Média Final 9,3. Ao final da sessão pública de defesa foi registrada a presente ata, que segue datada e assinada pelos membros da banca examinadora.

Observação:

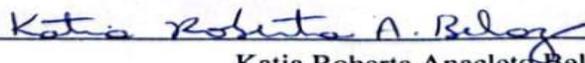
() A discente não compareceu à defesa do TCC.



Marccus Vitor Almeida Martins
Orientador



Anicézio José da Silveira Guimarães
Membro interno



Katia Roberta Anacleto Belaz
Membro externo

Dedico este trabalho ao meu noivo que foi o primeiro a acreditar em mim, com muito apoio me incentivou a realizá-lo, e aos meus familiares que sempre me ajudaram e compreenderam a minha ausência durante a pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Instituto Federal Goiano e em especial o Prof. Dr. Marccus Victor Almeida, que foi meu orientador de trabalho de conclusão de curso, por todo apoio, paciência e compreensão. Ele que foi professor durante o curso, e me proporcionou uma perspectiva renovada sobre a química. Agradeço aos outros professores que dedicaram seu tempo e conhecimento para me orientar ao longo do curso de Ciências Naturais. Suas orientações e ensinamentos foram fundamentais para o meu crescimento acadêmico e pessoal, obrigado por todo apoio e inspiração durante a jornada até esse momento.

Eu agradeço ao meu noivo que sempre esteve ao meu lado, com motivações contínuas quando tudo parecia difícil, o restante da minha família que sempre me deu força nos momentos de cansaço e desânimo. Agradeço também as minhas colegas de sala, Verônica e Eduarda, que muitas vezes foram um apoio emocional durante toda jornada de realização do curso.

RESUMO

A inovação dentro do ensino representa uma forma propositiva de estimular o estudante a desenvolver habilidades críticas e reflexivas, das quais com uma simples memorização de conteúdos não é possível de se atingir esse objetivo. Neste viés, este trabalho propõe a criação de um roteiro prático-experimental para contextualizar a teoria dos conceitos de ácidos e bases, as quais geralmente são ministradas na primeira série do ensino médio. De um modo específico, realizou-se a titulação de quatro marcas de vinagres obtidos comercialmente a partir da solução de Hidróxido de Sódio (NaOH). O pH medido através do pHmetro digital revelou que a amostra A é a mais ácida, com pH igual a 2,45. Ao realizar as titulações ácido-base das quatro marcas A, B, C e D, chegou-se a um valor de teor ácido de 4,08 % (m/V) para a amostra A, 3,66 % para a amostra B e 3,84 % para as amostras C e D. Esses valores indicam que apenas o vinagre da amostra A encontra-se dentro do percentual de acidez normatizado pelos órgãos fiscalizadores. A partir dos dados de volume da base e do pH registrado do vinagre, foi possível construir as curvas de titulação de neutralização para todas as marcas de vinagres analisadas. Contudo, a proposta prática de titulação do vinagre consiste em uma ferramenta robusta, fácil e eficaz para o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases no ensino médio.

Palavras-Chave: Titulação do vinagre; Ensino médio; Ácido-base.

ABSTRACT

Innovation in teaching is a way of encouraging students to develop critical/reflective skills, which cannot be achieved by simply memorizing content. With this in mind, this work proposes the creation of a practical-experimental script to contextualize the theory of acids and bases, which are usually taught in the first grade of high school. Specifically, four brands of vinegar obtained commercially were titrated using sodium hydroxide solution (NaOH). The pH measured using a digital pH meter revealed that sample A was the most acidic, with a pH of 2.45. When the acid-base titrations of the four brands A, B, C and D were carried out, the acid content was 4.08 % (m/V) for sample A, 3.66 % for sample B and 3.84 % for samples C and D. These values indicate that only the vinegar in sample A is within the acidity percentage standardized by the inspection bodies. From the base volume data and the recorded pH of the vinegar, it was possible to construct neutralization titration curves for all brands of vinegar analyzed. However, the practical proposal for titrating vinegar is a robust, easy and effective tool for teaching and learning the concepts of acids and bases in secondary schools.

Keywords: Vinegar titration; High school; Acid-base.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –Representação esquemática da titulação do vinagre com hidróxido de sódio.....16

Figura 2- Valores de pH das quatro marcas de vinagres.....18

Figura 3 – Curvas de titulação para as marcas de vinagres estudadas.....21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Materiais usados	16
Tabela 2 – Valores de pH em função do volume da base escoado.....	19
Tabela 3 – Concentração do ácido acético nas amostras de vinagres	20

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
3. OBJETIVOS	14
3.1 Geral.....	14
3.2 Específicos.....	14
4. METODOLOGIA	15
4.1 A escolha do vinagre	15
4.2 Procedimento experimental da titulação.....	15
4.3 Materiais e reagentes utilizados	16
4.4 Roteiro prático: titulação do vinagre.....	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5.1 Medição do pH dos vinagres com o PHmetro digital.....	18
5.2 Titulação dos vinagres	18
5.3 Cálculo da concentração do ácido acético no ponto de equivalência da titulação.....	19
5.4 Construção das curvas de titulação ácido-base	20
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

INTRODUÇÃO

A *práxis* docente corresponde a uma ação do professor de tal forma que a sua mediação no processo de ensino e aprendizagem seja capaz de gerar no estudante uma atuação crítica/reflexiva. Neste viés, é de elevada importância o professor estabelecer diferentes mecanismos dentro do seu processo de ensino-aprendizagem para alcançar o ensino de excelência. Um desses mecanismos é a proposição de aulas práticas associadas à teoria vista em sala de aula, tendo em vista que a ministração de conteúdos apenas de maneira teórica pode gerar, na maioria dos casos, um ensino enfraquecido.

Sendo assim, a primeira série do ensino médio pode ser considerada o momento em que o estudante está iniciando sua fase adolescente e sendo capaz de formular ideias e desenvolver teorias explicativas diante dos conteúdos vistos dentro da disciplina de química. É neste momento em que o professor geralmente ministra os conceitos de substâncias ácidas e básicas para os estudantes desta série. De um modo específico, consiste no momento em que o professor apresenta as três definições de ácido-base, propostas por Svante Arrhenius, Bronsted-Lowry e Gilberto N.Lewis. (Brady, 2014) Mesmo sendo conceitos não complexos, a contextualização prática é extremamente importante para uma reflexão mais robusta por parte do aluno.

Existem diferentes formas pedagógicas que um professor pode abordar para o ensino de ácidos e bases, e uma delas é a titulação do vinagre. Esse processo químico surge como uma ferramenta pedagógica valiosa para ensinar aos estudantes do ensino médio os princípios da química de ácidos e bases de uma maneira prática e tangível. Esta abordagem permite que os alunos associem os conceitos teóricos com uma aplicação prática em seu cotidiano, tornando o ensino desses conteúdos menos abstrato e mais acessível.

Em vista disso, não somente apresentar fotos ou mesmo levar para a sala de aula substâncias caseiras de teor básico e ácido não se atinge completamente uma boa proposta de ensino aprendizagem. É necessário criar metodologias prático-experimentais, de tal forma que possa colocar o estudante a ter condições de gerar uma teoria diante do experimentado.

Neste sentido, este trabalho propõe uma metodologia prático-experimental para trabalhar os conceitos de substâncias ácidas e básicas no ensino médio, através da titulação de diferentes marcas de vinagres comercializadas. Com o objetivo de demonstrar que a

titulação do vinagre é uma abordagem pedagógica eficaz no ensino médio para tornar o aprendizado do conceito de ácidos e bases mais envolvente.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O envolvimento de metodologias práticas dentro do ensino de química no ensino médio é extremamente eficaz para que a disciplina não fique apenas na simples e ultrapassada proposta de memorização de conceitos. Isso fica evidente na visão de Figueira *et al.* (2000), o qual enfatiza a importância de reconhecer e abordar as concepções prévias dos alunos sempre que um novo conteúdo for aplicado em sala de aula. Eles argumentam que os professores precisam estar cientes das ideias prévias de seus discentes e devem utilizar estratégias de ensino que ajudem a desconstruir essas concepções equivocadas que muitos têm absorvido ao longo da sua vivência. Eles destacam a importância e a necessidade de materiais educacionais e metodologias inovadoras, que abordem essas concepções alternativas e forneçam explicações claras e corretas sobre ácidos e bases.

Dentro da visão de Figueira *et al.* (2000) é notável que a realização da prática da titulação do vinagre pode ser usada pedagogicamente como um exemplo prático e tangível para ensinar os conceitos de ácidos, bases e reações químicas aos estudantes do ensino médio. Isso permite que os alunos associem os princípios teóricos aprendidos em sala de aula com uma aplicação na sua realidade de vivência. Muitas vezes, quando ensinados os conteúdos sobre ácidos e bases pode parecer abstrato e desafiador para os alunos. Essa abordagem também pedagógica pode estimular o interesse dos alunos pela química, mostrando-lhes como os conceitos químicos estão presentes em produtos comuns do dia a dia, como o vinagre. Isso pode resultar em uma compreensão mais sólida e duradoura dos fundamentos da química e, potencialmente, em um maior engajamento dos alunos nas aulas.

A titulação do vinagre é uma técnica pedagógica, muito utilizada para associar conteúdo de químicas aplicados a educandos do ensino médio. A titulação volumétrica é uma técnica analítica usada para determinar a concentração de uma substância em solução. Esse método envolve a adição gradual de um titulante, cuja concentração é conhecida, a uma solução contendo o analito, até que a reação entre eles estejam completa, o que é geralmente indicado por uma mudança de cor ou outro sinal visual. Pedagogicamente, essa técnica é valiosa no ensino de química, pois permite que os estudantes pratiquem habilidades laboratoriais essenciais, como a medição precisa de volumes e a observação de mudanças físicas, além de reforçar conceitos teóricos sobre reações químicas. (SKOOG *et al.*, 2014)

Conforme definido pela Associação Nacional das Indústrias de Vinagres (ANAV) o vinagre, é o produto resultante da fermentação acética do vinho, com uma acidez volátil mínima de 40 gramas por litro expresso em ácido acético (4%). Este processo pode ser quantificado por meio de uma análise química conhecida como titulação do vinagre. Além disso, a graduação alcoólica não deve ultrapassar 1°GL (grau Gay-Lussac), e o vinagre deve ser obrigatoriamente pasteurizado.

A ANAV também estabelece requisitos mínimos de extrato seco e teor de cinzas para diferentes tipos de vinagre, bem como características organolépticas, como aspecto límpido, coloração condizente com a matéria-prima e cheiro e sabor característicos (Spinosa, 2002). No contexto brasileiro, a legislação estabelece um teor mínimo de 4% de ácido acético para o vinagre. Além disso, o teor alcoólico máximo permitido é de 1,0% v/v (volume por volume); (Mapa, 2012).

De acordo com Midelo *et al* (2019) o vinagre é uma solução diluída de ácido acético, originada de dois processos sequenciais: a fermentação alcoólica, que envolve a conversão do açúcar em etanol (álcool), e a fermentação acética, na qual o álcool é convertido em ácido acético por bactérias específicas, conferindo ao vinagre seu sabor característico. Além disso, as bactérias acéticas responsáveis pela fermentação devem ser capazes de resistir a altas concentrações de álcool e ácido acético, ter baixos requisitos nutricionais e garantir uma conversão eficaz do álcool em ácido acético, mantendo a qualidade do produto final. O vinagre é considerado um condimento devido à sua principal função de conferir sabor e aroma aos alimentos. Além disso, ele é usado para conservar vegetais e outras substâncias, proporcionando um gosto agradável. O vinagre também desempenha um papel importante como amaciante de carnes temperadas e na conservação de legumes em conservas.

O ácido acético é um dos componentes mais importantes do vinagre. O teor de ácido acético em vinagres comerciais é um parâmetro importante que deve estar em conformidade com as normas estabelecidas pela ANAV e pela legislação brasileira. É essencial garantir a qualidade e autenticidade do produto, pois o vinagre desempenha um papel significativo na culinária e na saúde.

Figueira *et al* (2000) nos traz que a teoria de Arrhenius diz “que ácido é uma substância que, em solução aquosa, libera íons hidrogênio (H^+)”. Em outras palavras, um ácido é uma substância capaz de doar prótons (íons H^+) em uma solução aquosa. E base são substâncias químicas que, quando colocadas em meio aquoso, liberam o íon hidroxila (OH^-).

Perceba que a característica negativa é mais marcante nesse caso e, ainda, uma corrente elétrica pode ser conduzida nessa solução aquosa. Ambas as definições propostas por Arrhenius são fundamentais no ensino médio e na química em geral, pois serve como uma base sólida para entender as propriedades ácidas, básicas e as reações ácido-base. Ela fornece uma compreensão essencial para explicar fenômenos como a acidez de soluções, reações de neutralização e o comportamento de ácidos em diversos contextos químicos.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), no ensino médio, o estudo dos ácidos é fundamental para o desenvolvimento dos alunos (Ministério da Educação, 2023).

A abordagem investigativa deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido. Nessa etapa da escolarização, ela deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental. Dessa maneira, intensificam-se o diálogo com o mundo real e as possibilidades de análises e de intervenções em contextos mais amplos e complexos, como no caso das matrizes energéticas e dos processos industriais, em que são indispensáveis os conhecimentos científicos, tais como os tipos e as transformações de energia, e as propriedades dos materiais. Vale a pena ressaltar que, mais importante do que adquirir as informações em si, é aprender como obtê-las, como produzi-las e como analisá-las criticamente.

(Brasil, 2018, p.551).

Essa abordagem investigativa citada acima propõe desafios e problemas contextualizados, com o intuito de despertar a curiosidade e a criatividade dos alunos na formulação de procedimentos e na busca por soluções, seja por meio de experimentos práticos ou de análises teóricas. Uma das principais vantagens desse método é a conexão direta com o mundo real, possibilitando uma compreensão mais profunda e ampla dos conceitos. Está em destaque a importância da abordagem investigativa na educação, não apenas para o acúmulo de conhecimento, mas também para o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e aplicação prática do conhecimento adquirido. Isso contribui para uma formação mais completa e prepara os estudantes para enfrentar desafios complexos no mundo real. Portanto, o uso da titulação do vinagre como um modelo pedagógico no ensino

médio representa uma abordagem eficaz para tornar o ensino de ácidos e bases mais acessível e envolvente, proporcionando aos alunos uma base sólida para sua educação química.

3. OBJETIVOS

3.1 Geral:

Propor uma metodologia prático-experimental para trabalhar os conceitos de substâncias ácidas e básicas na primeira série do ensino médio.

3.2 Específicos:

3.2.1 Obter comercialmente diferentes amostras de vinagres;

3.2.2 Medir o pH de todas as amostras obtidas;

3.2.3 Realizar a titulação ácido-base das amostras de vinagres;

3.2.3 Determinar a concentração do ácido acético nas amostras de vinagres;

3.2.4 Construir gráficos do ponto de equivalência para cada vinagre titulado.

4.0 METODOLOGIA

4.1 A escolha dos vinagres

As amostras de quatro marcas de vinagre foram escolhidas e adquiridas comercialmente. Ambas foram identificadas da seguinte maneira, marca A (Vinagre de álcool); marca B (vinagre de fruta, sabor maçã); marca C (vinagre de álcool composto, sabor limão) e a marca D (vinagre de cereal arroz). Neste sentido, objetivou-se obter amostras de vinagre oriundas de matrizes diferentes como álcool, frutas e arroz

O desenvolvimento desse trabalho traz uma proposta de aula prático-experimental para ensinar o conceito de substâncias ácidas e básicas. Para isso foi desenvolvida nesse trabalho titulações de marcas de vinagres, sendo elas marcas A, B, C e D, como uma ideia de proposta que pode ser adotada no ensino de química no primeiro ano do ensino médio.

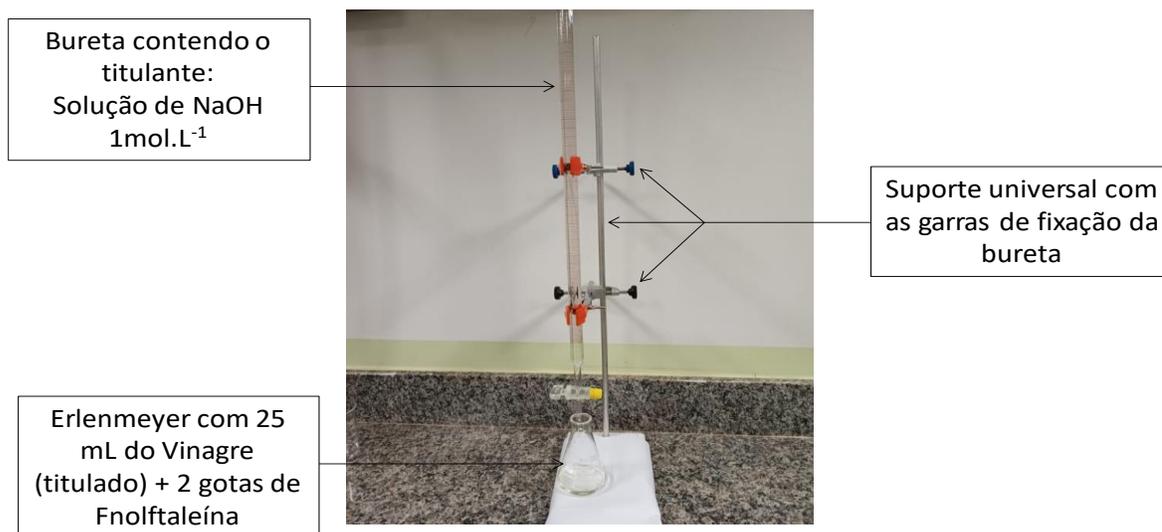
As Titulações Volumétricas envolvem uma medida de volume de uma solução padrão de concentração (ou titulante padrão) conhecida necessária para reagir completamente com o analito. Ou seja, é um procedimento laboratorial onde utilizamos um o volume de uma solução de concentração conhecida para determinar a concentração de outra solução. No caso da titulação de vinagre é uma um procedimento analítico que envolve a determinação da concentração de ácido acético (CH_3COOH); o analito, na amostra a partir de uma base de concentração conhecida, da qual geralmente utiliza-se o Hidróxido de Sódio (NaOH); o titulante, que é solúvel água, apresenta um elevado grau de dissociação.

4.2 Procedimento Experimental da Titulação

O procedimento acontece da seguinte maneira: com o auxílio de um béquer transferiu-se 25 ml do vinagre com para um Erlenmeyer. Logo após, usando um conta gotas foram adicionadas duas gotas do indicador Fenolftaleína ($\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$) no vinagre. Dentro da bureta colocou-se 100 ml da base hidróxido de sódio NaOH (1 mol.L^{-1}) com ajuda de uma pipeta, que será gotejado dentro da solução do vinagre, respeitando o fluxo de gotas, até que a solução do vinagre mude sua coloração de incolor para um tom rosa claro. Durante todo esse processo de titulação, o pH do vinagre foi medido para a construção dos gráficos de ponto de equivalência (volume x pH). A figura a seguir ilustra o procedimento experimental que será

adotado para a titulação das 4 marcas diferentes de vinagres

Figura 1. Representação esquemática da titulação do vinagre com hidróxido de sódio.



Fonte: Própria Autora.

4.3 Materiais e Reagentes Utilizados

A Tabela 1 apresenta todos os equipamentos utilizados no procedimento prático sobre a titulação dos vinagres

Tabela 1. Equipamentos utilizados

EQUIPAMENTOS
Béquer
Bureta 100ml
Suporte e garra de bureta
Pipeta de 20 ou 10ml
Conta gotas
Béquer
Erlenmeyer
PHmetro

4.4 Roteiro prático: titulação do vinagre

I- Processo da titulação do vinagre começou com a higienização de todos os equipamentos que foram utilizados, com água destilada e é também nesse primeiro momento que acontece a ambientação dos equipamentos, processo esse que acontece quando é adicionado uma pequena quantidade da amostra da substância que vai ser usada no equipamento para que ele esteja próprio para o uso, ou seja é ajuste do equipamento. A ambientação é crucial para garantir a precisão dos resultados nos experimentos.

II- A bureta foi afixada em um suporte universal com garras de fixação, e utilizando uma pipeta, a solução padrão de Hidróxido de Sódio (NaOH) é adicionada dentro da bureta de 100mL.

III- Adicionou-se 25ml de amostra de vinagre dentro do Erlenmeyer, juntamente com duas gotas do indicador de pH Fenolftaleína (C₂₀H₁₄O₄).

IV – Realizou-se a medição do pH do Vinagre com o auxílio de um pHmetro digital ante do início da titulação.

V- Efetuou-se o gotejamento do titulante no titulado, vagorosamente. A cada 3 ml do titulante gotejado, realiza-se a medição do pH do titulado (vinagre). Nesta etapa, na medida em que a reação se iniciou o ponto de equivalência, o titulado começa a adquirir uma tonalidade de cor rosa. Deve-se fechar a torneira da bureta, quando toda a solução do titulado adquiri uma

coloração de rosa bem claro. Este é o chamado ponto de equivalência, que deve ter seu pH registrado. Após isso, continua-se com a titulação (gotejamento) até o pH estiver completamente básico, ou seja, com a coloração de rosa intensa.

VI – De posse dos valores anotados de volume escoado do titulante e do pH do titulado, aconteceu a construção do gráfico da curva de titulação para todos os ácidos.

VII – Calculou-se o valor da concentração do ácido acético a partir do valor do volume da base escoada para atingir o ponto de equivalência.

5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Medição do pH dos vinagres com o pHmetro digital

Antes da realização da titulação dos vinagres com a solução de hidróxido de sódio, realizou-se inicialmente a medição dos pH dos vinagres obtidos comercialmente com o auxílio de um pHmetro digital. A partir da medição do pH das quatro marcas A, B, C e D obtiveram-se valores vistos na Figura 2:

Figura 2. Valores de pH das quatro marcas de vinagres.



Fonte: Própria Autora.

A partir dessas imagens, nota-se que os vinagres apresentam diferentes valores de pH. No entanto, as marcas A (vinagre de álcool) e D (vinagre de arroz) apresentaram os menores valores de pH, refletindo em maior acidez do que as amostras B (vinagre de maçã) e C (vinagre de limão). Esse resultado pode ser explicado devido à presença de constituintes orgânicos presentes na matriz do limão e da maçã, frutas ácidas os quais tendem a diminuir o caráter ácido.

5.2 Titulação dos vinagres

A titulação das marcas de vinagre foi realizada utilizando uma solução estoque de hidróxido de sódio (NaOH) na concentração de 1 mol. L^{-1} . Neste sentido, para cada titulação foi construído uma tabela de obtenção de dados de Volume da base (V_{BASE}) em função do pH do vinagre, conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Valores de pH em função do volume de base escoado.

Marca A		Marca B		Marca C		Marca D	
V _{BASE}	pH _{VINAGRE}						
0	2,45	0	3,1	0	2,68	0	2,83
2	3,93	3	4,16	4	4,26	3	4,06
4	4,25	6	4,55	8	4,3	6	4,31
8	4,64	9	4,95	12	5,26	9	4,55
10	4,98	12	5,35	16	8,5	15	4,97
12	5,22	15	6,45	18	12,1	16	5,62
14	5,43	15,3	8,65	22	12,25	18	8,41
16	6,14	18	12,3	26	12,48	21	11,87
17	8,35	23	12,36	30	12,5	24	12,18
18	12,08	24	12,4	-	-	27	12,27
20	12,29	26	12,44	-	-	30	12,4
22	12,4	29	12,48	-	-	-	-
24	12,48	32	12,49	-	-	-	-

Ao analisar a tabela 2, nota-se que os valores de volume da base escoada foram próximos, sendo A = 17 mL, B = 15,3 mL, C = 16 mL e D = 18 mL. Cada volume necessário para atingir o ponto de equivalência (neutralização do ácido acético) estão associados, respectivamente para pHs de 8,35, 8,65, 8,50 e 8,41. Assim, ao analisar a tabela 2, percebe-se que a marca de vinagre D (18 mL) necessitou de um maior volume de base para a completa neutralização dos 25 mL do ácido acético. Isso demonstra que a marca de vinagre D apresenta teoricamente a maior concentração do ácido acético, ou seja, a maior relação de massa em gramas do ácido acético em função de 100 mL do vinagre.

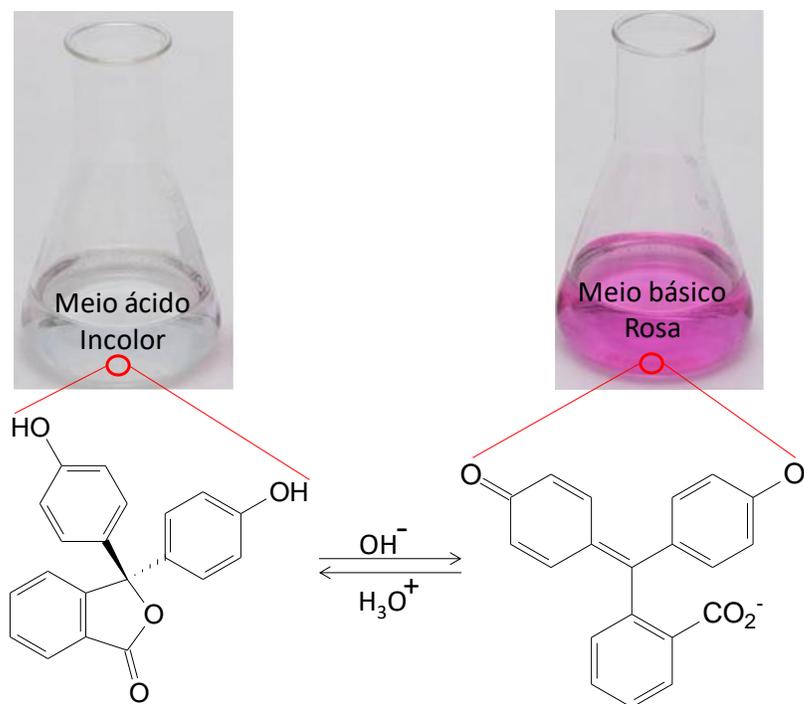
A reação de neutralização ocorrida em cada titulação consiste na reação envolvendo um ácido (no caso o acético – CH₃COOH) e uma base (NaOH), Skoog *et al* (p.379 a 384, 2014). Dentro desta definição, a neutralização ocorre quando todos os íons hidrônio (H₃O⁺), provenientes da ionização do ácido acético, são consumidos pelos íons hidroxilas (OH⁻), provenientes da dissociação do NaOH, conforme a reação química a seguir:



Antes do início desta reação, a fenolftaleína presente dentro dos 25 mL do vinagre atua como um indicador de meio ácido-base. Neste sentido, em meio ácido a fenolftaleína é

incolor e em meio básico, exatamente no ponto de equivalência, ela apresenta a coloração rosa claro. Na presença de excesso de base, ela tende a ficar com uma cor rosa mais intensa. Isso ocorre devido às alterações vistas na sua própria estrutura química, conforme pode ser visto na Figura 3.

Figura 3. Reação química da fenolftaleína em meio ácido e básico.



Fonte: Própria Autora.

Analisando a reação química vista na Figura 3, observa-se que a estrutura química do indicador conhecido como fenolftaleína é constituída de três anéis benzênicos, um éster cíclico chamado de lactona e duas hidroxilas. Essa estrutura em meio ácido permanece com seus dois átomos de hidrogênios das hidroxilas, ou seja, permanece protonada, apresentando-se incolor. No entanto, quando essa estrutura está em meio básico, as hidroxilas são desprotonadas. Essa desprotonação de dois átomos de hidrogênios, causa a mudança de incolor para rosa claro (ou lilás) na solução do titulado (solução do vinagre). Essa mudança é o indicativo da equivalência entre os íons hidroxônio e hidroxilas e que confirma o ponto de viragem ou ponto em que esses íons se encontram em iguais quantidades na solução, (Skoog *et al*, p.320, 2014).

5.3 Cálculo da concentração do ácido acético no ponto de equivalência da titulação

Para termos os valores das concentrações de ácido acético contidos nas amostras de 25 mL de cada, vinagre realizou-se o cálculo conforme a equação da diluição no ponto de equivalência:

$$M_{\text{ÁC.}} \times V_{\text{ÁC.}} = M_{\text{BASE}} \times V_{\text{BASE}} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde, $M_{\text{ÁC}}$ e $V_{\text{ÁC}}$ correspondem, respectivamente a concentração molar e ao volume do ácido acético no vinagre e M_{BASE} e V_{BASE} correspondem a concentração do hidróxido de sódio (NaOH) e ao volume escoado no ponto de equivalência, respectivamente.

Assim, aplicando as informações contidas na Tabela 2 na equação 1, obtemos as concentrações de ácido acético contidas na Tabela 3:

Tabela 3. Concentração do ácido acético nas amostras de vinagres

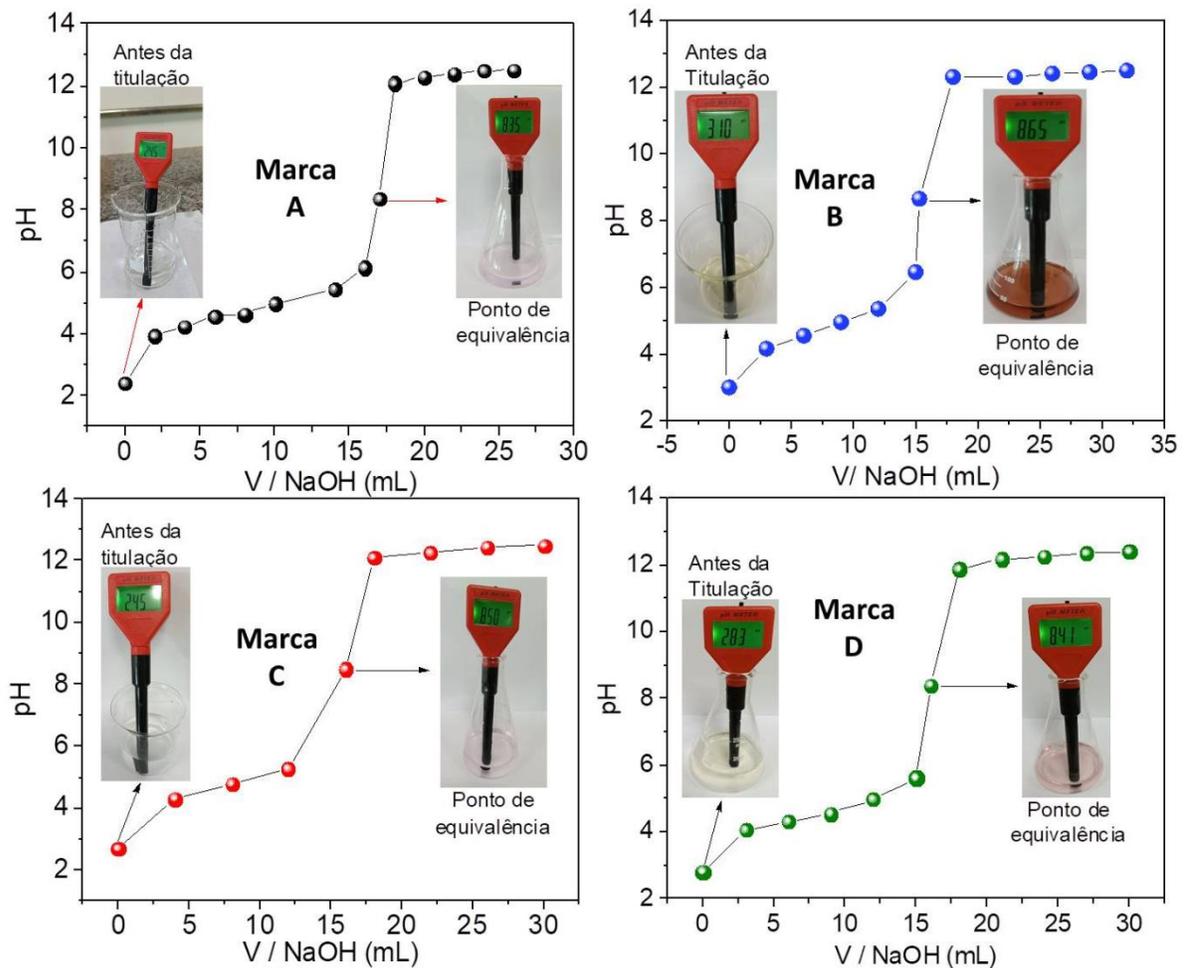
Marca A	Concentração mola (mol/L)
A	0,68
B	0,61
C	0,64
D	0,72

Ao analisar os valores obtidos, após a realização da titulação uma vez para amostra, nota-se que o vinagre das marcas A e D apresentaram o maior valor de concentração molar. A marca A apresentou o valor de 0,68 mol para 1 L de vinagre reflete, proporcionalmente um valor de 4,08 g de ácido acético para 100 mL de vinagre, e a marca D apresentou o valor de 0,72 mol para 1 L de vinagre reflete, proporcionalmente 4,23 g de ácido acético para 100 mL de vinagre, ou seja, um teor de 4,08 e 4,23 % (m/V). Segundo o MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, na Instrução Normativa (IN) nº 16, de 3 de abril de 2012, estipulou-se que a quantidade de massa mínima de ácido acético para 100 mL de vinagre deve ser no mínimo de 4 gramas, (Spinosa,2002). Isso indica que o vinagre da marca A e D encontra-se dentro do percentual de 4,0 % de teor de ácido acético dentro de 100 mL de vinagre. Ao realizar o cálculo também do teor para as marcas B e C, obtém-se, respectivamente 3,66 % (m/V), 3,84 % (m/V). Isso demonstra que as marcas de vinagres B e C encontram-se foram o valor mínimo, conforme orientado na IN-

5.4 Construção das curvas de titulação ácido-base.

A partir dos dados coletados na Tabela 3, construiu-se os gráficos das curvas de titulação com o intuito de analisar o perfil da neutralização ocorrida para cada amostra de vinagre. Neste sentido, a Figura 4 apresenta os gráficos para cada marca A, B, C e D

Figura 4. Curvas de titulação para as marcas de vinagre estudadas



Fonte: Própria autora.

De um modo geral, todos os pontos de equivalência obtidos ocorrem na região de maior variação de pH em valores dentro da faixa de 8,35 a 8,65. Nesta região, a solução

tende a permanecer com um tom de rosa claro, em função da presença do indicador fenolftaleína, o qual em meio ácido apresenta-se nesta coloração. Outro fato que merece destaque é que o pH no ponto de equivalência (neutralização total de cargas positivas e negativas) ocorre em pH acima de 7,0. Isso ocorre devido utilizarmos uma base de natureza forte (NaOH) com um ácido de natureza fraca (ácido acético), (Skoog *et al*, p.323 a 335)

Os resultados obtidos neste estudo apontam para uma diferença na concentração de ácido acético entre as diferentes marcas e tipos de vinagre analisados, através da titulação. As marcas A e D, com a maior concentração de ácido acético ($0,68 \text{ mol.L}^{-1}$), possivelmente utiliza métodos de fermentação ou matérias-primas que favorecem maior acidez. Por outro lado, as marcas B e C embora apresentem teores de acidez fora da IN-16, elas convergem para resultados similares em termos de acidez, o que pode indicar uma possível padronização no ajuste de pH durante o processo de fabricação.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização deste Trabalho de Conclusão de Curso proporcionou uma investigação detalhada sobre a concentração de ácido acético em diferentes marcas e tipos de vinagre através do método de titulação.

Das quatro marcas de vinagre analisadas, as marcas A e D, proveniente da matéria prima do arroz e álcool, encontra-se dentro dos padrões dos órgãos normatizadores alimentícios sobre os vinagres.

Foi possível construir as curvas de titulação a partir dos valores de volume escoado da base e do pH do vinagre antes, durante e após o ponto de equivalência, e também reforçou a importância de escolher bem as matérias primas para composição final do vinagre.

Ao aplicar conceitos químicos em um contexto prático e experimental, os alunos têm a oportunidade de ver a química em ação, estimulando o interesse e a compreensão mais profunda dos temas ácidos e básicos.

O procedimento experimental proposto aqui serve com uma ferramenta prático-experimental para a contextualização de conceitos associados ao ensino de química para ácidos e bases, sendo uma ferramenta educacional significativa para auxiliar docentes nas salas de aula com o ensino de química.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANAV. **Associação Nacional Das Indústrias De Vinagres**. Instrução Normativa nº 6. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Disponível em: <http://www.anav.com.br/legislacao.php?id=29>. Acesso em: 8 dez. 2023.

BRADY, James E. HUMISTON, GERARD E. **Livros Técnicos e Científicos**. 2.ed. Rio DE Janeiro; editora S.A, 2014.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 6, de 03 de Abril de 2012. **Estabelece os padrões de identidade e qualidade e a classificação dos fermentados acéticos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 04 de abril de 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria nº 745, de 24 de outubro de 1977. **Estabelece os Padrões de Identidade e Qualidade para Vinagre**. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Vinagre/SistemaProducaoVinagre/legislacao> .Acesso em 31 de março de 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <https://alex.pro.br/BNCC%20Ci%C3%A2ncias%20da%20Natureza.pdf> .Acesso em 09 de abril de 2024.

Figueira, A. C. M., Oliveira, A. M., Salla, L. F., & Rocha, J. B. T. 2000. **Concepções Alternativas de Estudantes de Ensino Médio: Ácido Base**. Apresentado na VII Enpec, Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, Brasil.

MINDELO, José de oliveira *et al.* **Determinação por Titulação do Teor de Ácido Acético em Vinagres Comerciais Coletados em Castanhal-PA**. (In: IV Congresso Internacional das Ciências Agrárias (COINTER-PDVAgro), 2019). Anais do COINTER-PDVAgro 2019, Teresina, Brasil.

NUNES, Diego Ribeiro *et al.* **Indicador ácido-base: extrato hidroalcoólico da flor da espécie *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb.** Scientia Naturalis, v. 3, n. 1, p. 288-299, 2021. Disponível em: <http://revistas.ufac.br/revista/index.php/SciNat>. ISSN 2596-1640.

RIZZON, L, A. **Sistema de Produção de Vinagre**. Embrapa- Uva e Vinho 2006. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Vinagre/SistemaProducaoVinagre/composicao.htm>. Acessado em 21 de outubro de 2023.

SKOOG, D. A. *et al.* **Fundamentos de química analítica**. Tradução: Robson M. Matos 9.ed., São Paulo: Cengage Learning, 2014.

SPINOSA, W. A. **Isolamento, seleção, identificação e parâmetros cinéticos de bactérias acéticas provenientes de indústrias de vinagre**. Tese (Doutorado em Ciências de Alimento) - Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP; Campinas, 2002.

VENQUIARUTO, Luciana Dornelles *et al.* **Qualidade de Vinagres Artesanais da Fronteira Noroeste Gaúcha: Teor de Ácido Acético**. Vivências: Revista Eletrônica de Extensão da URI. Vol. 13, N. 25, p. 230-234, outubro/2017. ISSN 1809-1636.

ANEXOS

➤ Equação da Neutralização.

- Fórmula de concentração Molar $m = \frac{n}{v} \rightarrow n = m \cdot v$
- Ponto de equivalência

Ácido $n = n$ Base

$m \cdot v = m \cdot v$

Ácido Base

➤ Equação aplicada com os resultados da amostra de vinagre A.

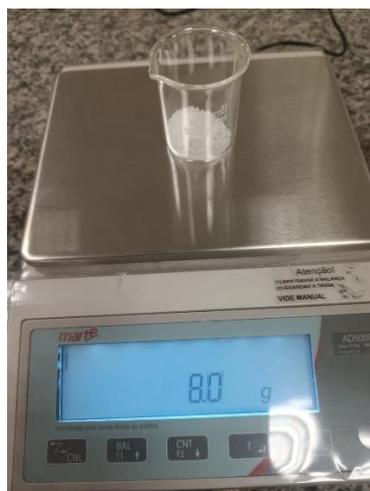
$m \cdot v = m \cdot v$
Ácido

$m \cdot 25\text{ml} = 1\text{mol} / 0.017\text{ml}$
Ácido

$m = \frac{1.17}{25}$
Ácido

$m = 0,68$

➤ Imagens do hidróxido de sódio (NaOH), padronizado previamente.



Hidróxido de sódio (8.0 g) diluído em 100 mL de água

