

DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA DIDÁTICA E ALTERNATIVA PARA DETERMINAÇÃO DE ACIDEZ TOTAL DE VINHOS BASEADA NO USO DE INDICADOR NATURAL**Rans Miler Pereira Dantas¹, Vanessa Amaral Ferreira², Gabriel Bonfim dos Santos³, Omar Jefte Santos Aguiar⁴, Pedro Henrique Ravanelli⁵, Rafael Souza Cipullo⁶ e Joyce Laura da Silva Gonçalves⁷**¹Universidade Federal de Mato Grosso / ransmiler@gmail.com²Universidade Federal de Mato Grosso / va193482@gmail.com³Universidade Federal de Mato Grosso / gabriel.santos8@sou.ufmt.br⁴Universidade Federal de Mato Grosso/ omarjeff01@gmail.com⁵Universidade Federal de Mato Grosso /pedro.ravanelli@sou.ufmt.br⁶Universidade Federal de Mato Grosso / rafacipullo@gmail.com⁷Universidade Federal de Mato Grosso/ joyce.goncalves@ufmt.br**Resumo:**

A experimentação sustentável pode facilitar o processo de ensino-aprendizagem e no desenvolvimento de práticas ambientalmente corretas, em especial no ensino de química. Desenvolveu-se uma metodologia alternativa aplicando o extrato da flor *Bougainvillea* como indicador em substituição aos indicadores sintéticos azul de bromotimol e fenolftaleína na determinação de acidez total de vinho branco. A experimentação foi baseada na quantificação do pH e na volumetria de neutralização e a análise estatística em testes de hipótese de normalidade, Grubbs, t pareado e Anova ($p < 0,05$). Os resultados mostraram que independente da metodologia empregada, os valores de acidez total variaram entre $89,04 \pm 2,74$ meq L⁻¹ a $93,22 \pm 7,74$ meq L⁻¹ para os vinhos seco e suave, respectivamente. Tais valores estavam em consonância com a legislação brasileira vigente. O aumento da acidez em vinho suave foi corroborado pela quantificação do pH em cerca de 2% maior nestas amostras ($3,18 \pm 0,02$) em comparação com o vinho seco ($3,11 \pm 0,02$). Não foram identificadas diferenças significativas entre as metodologias, o que sugere que o indicador natural pode ser utilizado em substituição aos sintéticos na determinação desta propriedade sem que existam erros referentes à quantificação da concentração do analito. Sugere-se que alternativas ambientalmente corretas sejam amplamente empregadas em Química Analítica, especialmente na educação.

Palavras-chave: Bebidas. Titulação. Indicador ácido-base.**Introdução**

A experimentação na química é um processo essencial para entender as propriedades físico-químicas e comportamentais das substâncias. No entanto, esta atividade pode causar impactos ambientais, principalmente quando se trata do uso de produtos químicos e materiais que podem ser prejudiciais ao meio ambiente. Neste intuito, os laboratórios vêm adotando

práticas sustentáveis. Isso envolve, entre outros fatores, a substituição de produtos químicos tóxicos por alternativas mais seguras, o uso eficiente de recursos e a minimização de resíduos (ALMEIDA et. al. 2020; RAMOS et. al. 2021). Além disso, os pesquisadores estão buscando maneiras de alinhar as metodologias de pesquisa com os princípios da sustentabilidade ambiental. Dentre as metodologias mais difundidas em química e que geram maior volume de resíduo, estão as análises volumétricas. Tais análises são amplamente utilizadas para determinar as concentrações de ácidos e bases nos mais diversos produtos. Especificamente, a titulação baseada em reações de neutralização é um dos métodos que podem ser utilizados para determinar acidez de fármacos (OLIVEIRA et. al. 2010; TRINDADE et. al. 2016), solos e suas quantidades relativas de macro e micronutrientes disponíveis (KAMINSKI et. al., 2002), alimentos, como arroz, soja, milho, amendoim, girassol, inclusive óleos e gorduras, como exemplo o azeite de oliva (OSAWA et. al., 2006), bebidas como leite (MÜLLER; REMPEL, 2021) e vinhos (DARIAS-MARTÍN, et. al., 2021), entre outras.

Nos vinhos, a acidez total se deve, principalmente, a presença dos ácidos tartárico, málico, cítrico, acético e láctico, que são provenientes da uva. Os teores de ácidos presentes no vinho podem variar conforme o processo de maturação e os processos de fermentação do mesmo (RIZZON, 2010) e estão ligados ao seu estilo e qualidade. A literatura apresenta dois métodos de referência baseados em volumetria de neutralização para quantificação de acidez total em vinhos (RIZZON, 2010; DARIAS-MARTÍN, et. al., 2021). Nestas metodologias, no ponto estequiométrico da reação entre os ácidos presentes no vinho e uma base ocorre uma mudança de pH abrupta que é caracterizada pela mudança da cor do indicador em resposta ao pH (SKOOG et. al., 2015). Esses indicadores podem ser sintéticos ou naturais e são utilizados para se determinar o caráter ácido-base das soluções ou para indicar o ponto final de uma titulação (SILVA et. al., 2018). Os indicadores naturais são substâncias orgânicas, com caráter fracamente ácido ou básico, encontrados em espécimes vegetais que apresentam mudança de coloração conforme o pH do meio (TERCI; ROSSI, 2002; SARMENTO et. al. 2023). Eles vêm sendo vastamente empregados como alternativa aos indicadores sintéticos, como fenolftaleína e azul de bromotimol, entre outros (COUTO et.al., 1998; SILVA et.al., 2018). Além disso, são de baixo custo e estão disponíveis na natureza, facilitando a utilização em escolas e no ensino em geral, otimizando assim, o processo de ensino-aprendizagem. Dessa

forma, a experimentação química não apenas avança o conhecimento científico, mas também promove a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1982).

O presente trabalho teve como objetivo propor uma nova metodologia sustentável e didática para a determinação de acidez total de vinhos por meio da volumetria de neutralização empregando extrato etanólico da flor *Bougainvillea* como indicador natural. Especificamente, este estudo estabeleceu uma relação entre o pH dos vinhos e a acidez total, realizou uma análise estatística comparativa da acidez total de vinhos brancos secos e suaves obtida por meio deste novo método em comparação com os métodos já estabelecidos na literatura e promoveu a aprendizagem significativa por meio da experimentação química.

Metodologia

Neste trabalho foram empregadas amostras de vinho branco disponíveis no comércio local da cidade de Pontal do Araguaia-MT no período de julho a agosto de 2023. Escolheram-se aleatoriamente dois tipos de vinho branco (seco e suave) da mesma marca que será omita por motivos éticos. Todas as análises foram feitas dentro do prazo de validade do produto.

Os equipamentos utilizados foram balança analítica (EDUTECH, modelo 02001002) e pHmetro de bancada da marca INSTRUTHERM, modelo PH-5000, equipado com eletrodo de Ag/AgCl e previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0. Os demais reagentes utilizados foram: hidróxido de sódio (Dinâmica), biftalato de potássio (Merck), fenolftaleína (Merck), azul de bromotimol (Merck) e água destilada. Todas as medidas foram realizadas em temperatura ambiente e os reagentes utilizados foram de grau analítico e sem purificações prévias. As análises foram conduzidas no Laboratório de Ensino de Química Analítica, na Unidade I da Universidade Federal de Mato Grosso, na cidade de Pontal do Araguaia-MT durante as aulas práticas da disciplina de Química Analítica Experimental.

Para as análises de acidez total, transferiu-se 5,0 mL da amostra de vinho branco para um erlenmeyer de 125,0 mL e acrescentou-se 50,0 mL de água destilada. Adicionou-se o indicador adequado e procedeu-se a titulação com hidróxido de sódio (NaOH) 0,0867 mol L⁻¹ previamente padronizado com biftalato de potássio (MORITA E ASSUMPÇÃO, 2012; SKOOG et al., 2015), sob constante agitação, até que houvesse mudança na coloração,

indicando o ponto final da titulação. Todas as titulações foram realizadas em triplicata.

A acidez total foi determinada empregando-se três metodologias distintas:

- a) Metodologia nacional (I): Titulação com hidróxido de sódio 0,1 N, utilizando três gotas de azul de bromotimol como indicador do final da reação, até o aparecimento de cor azul (RIZZON, 2010).
- b) Metodologia internacional (II): Titulação com hidróxido de sódio 0,1 N, utilizando três gotas fenolftaleína como indicador do final da reação, até o aparecimento de cor rosa (DARIAS-MARTÍN, et. al., 2021).
- c) Metodologia alternativa (III): Titulação com hidróxido de sódio 0,1 N, utilizando dez gotas extrato de flor de Bouganville como indicador do final da reação, até o aparecimento de cor laranja.

Para os três métodos, a acidez total foi calculada usando a Equação 1.

$$Acidez\ total\ (meq\ L^{-1}) = \frac{V \times N \times 1000}{V_i} \quad \text{Equação 1}$$

onde V é o volume de hidróxido de sódio gasto da titulação (mL); N é a normalidade do hidróxido de sódio padronizado e V_i é o volume da amostra de vinho (mL).

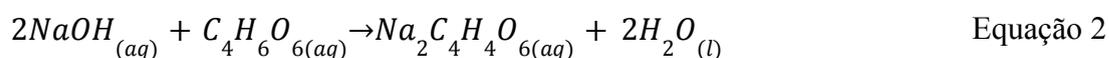
A análise estatística foi baseada em testes de significância de normalidade de Anderson-Darling e Shapiro-Wilk, de Grubbs, intervalo de confiança para a média, teste t pareado e ANOVA, todos com 95% de confiança, além do coeficiente de variação (CV) (HARRIS, 2013; MILLER et. al., 2018; SILVA et. al, 2022).

Resultados e discussões

A qualidade dos vinhos pode ser determinada em função de suas características físico-químicas, como, por exemplo, cor, acidez total, concentração de cloretos e sulfatos, cinzas, etc (RIZZON, 2010; DARIAS-MARTÍN, et. al., 2021).

A acidez total é definida como a soma dos ácidos tituláveis quando se neutraliza o vinho até pH 7,0 com solução alcalina (RIZZON, 2010). Tal acidez é proveniente de diversos ácidos orgânicos fracos presentes no vinho, a saber: ácidos málico, cítrico, e, principalmente tartárico que estão presentes nas uvas, e os ácidos succínico, lático e acético derivados da fermentação alcoólica (2007; RIZZON, 2010).

A determinação da acidez das amostras de vinho branco empregadas neste estudo foi realizada por duas metodologias: (i) a metodologia nacional recomendada pela Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária- Embrapa (RIZZON, 2010) e (ii) a metodologia internacional (DARIAS-MARTÍN, et. al., 2021) amplamente empregada em laboratórios de Química (HARRIS, 2013; SKOOG, *et al.*, 2015). Ambas as metodologias foram baseadas na reação de neutralização de uma base forte- o hidróxido de sódio com o ácido tartárico presente no vinho, em uma proporção estequiométrica de 2:1, conforme a Equação 2.



A principal diferença entre os métodos supracitados foi o indicador empregado em cada um. No primeiro método utilizou-se o azul de bromotimol como indicador que permitiu a sinalização do ponto final da titulação por meio do aparecimento da cor azul (Figura 1a).



Figura 1: Vinho branco tituladas com NaOH 0,0896 mol L⁻¹ antes (esquerda) e após (direita) o ponto final da titulação, empregando os indicadores (a) azul de bromotimol, (b) fenolftaleína e (c) extrato de *Bougainvillea*.

Já o segundo método fez uso da fenolftaleína como indicador e ponto final da titulação que foi demarcado pelo surgimento da cor rosa (Figura 1b). A atuação desses indicadores foi baseada no equilíbrio químico dinâmico entre a sua forma protonada e desprotonada, descrita pela seguinte equação:



onde HIn representa o indicador na forma protonada, o íon In⁻ é sua base conjugada (forma desprotonada) e H₃O⁺ é o íon hidrônio (SKOOG, *et al.*, 2015, GONÇALVES; LEME; 2023). Isto significa que em condições favoráveis à protonação do indicador, observou-se a cor da forma ácida para os indicadores sendo amarelo e incolor para azul de bromotimol e fenolftaleína, respectivamente. Após a reação de neutralização dos ácidos contidos no vinho

por meio da titulação com a base, observou-se a mudança de cor para azul e rosa nas soluções empregando azul de bromotimol e fenolftaleína, respectivamente, promovida pelo favorecimento da desprotonação do indicador (Figura 1).

A Tabela 1 apresenta os resultados para a determinação de acidez dos vinhos brancos analisadas. A primeira etapa da análise estatística no presente estudo consistiu na avaliação da normalidade dos dados por meio de testes de Anderson-Darling e Shapiro-Wilk aplicados os resultados de pH e acidez total do vinho, fazendo com que a hipótese nula fosse aceita e assegurando a normalidade dos dados para que pudessem ser aplicados os demais testes estatísticos de hipóteses.

Tabela 1: Dados da titulação e análise estatística (n=3; p<0,05).

| | Dados | Metodologia I | Metodologia II | Metodologia III |
|---------------|--|---------------|----------------|-----------------|
| Se co | Acidez total (meq L ⁻¹) | 89,63±1,79 | 89,04±2,74 | 89,63±1,79 |
| | Intervalo de confiança para a média (meq L ⁻¹) | 85<μ<94 | 85<μ<94 | 82<μ<96 |
| Su av e | Acidez total (meq L ⁻¹) | 93,22±1,79 | 93,22±4,74 | 93,82±2,74 |
| | Intervalo de confiança para a média (meq L ⁻¹) | 89<μ<98 | 81<μ<105 | 87<μ<101 |

A segunda etapa foi a aplicação do teste de Grubbs, sob os resultados, considerando o mesmo tipo de vinho que não acusou a presença de nenhum valor anômalo e, portanto, nenhum valor foi rejeitado. Isso sugere que as discrepâncias nos resultados não são resultantes de nenhum tipo de tendência, apenas devido a erros aleatórios e, portanto, todos os dados foram usados para calcular a acidez total e pH médios para as amostras de vinho.

Observou-se que o valor mínimo de acidez total foi calculado em 89,04±2,74 meq L⁻¹ para o vinho seco (Metodologia I) e o valor máximo foi quantificado em 93,22±4,74 meq L⁻¹ para o vinho suave (Metodologia I). De uma forma geral, os valores médios calculados para o vinho suave foram 4% maiores que para o vinho seco, todavia essas diferenças não diferiram estatisticamente (ANOVA, F=1,67<F_{crit}=4,07). Contudo, todas as amostras de vinho estão em consonância ao intervalo permitido pela regulamentação vigente de 55 a 130 meq L⁻¹ (BRASIL, 1998). Assim como neste estudo, Castilhos e Bianchi (2011) analisaram diversos vinhos brancos (seco de mesa e fino seco F) da Região Noroeste De São Paulo. Os autores relatam a existência de diferença significativa entre os valores de acidez total dos vinhos estudados, mas afirmam que todos os índices de acidez estavam dentro dos limites

preconizados pela legislação brasileira de vinhos (CASTILHOS; BIANCHI, 2011).

Na terceira etapa da análise estatística, comparou-se os valores calculados de acidez total dos vinhos obtidos por meio das duas metodologias consolidadas na literatura através de análises frequentemente aplicadas à comparação de duas médias: o intervalo de confiança para a média e o teste t pareado, a 95% de confiança (HARRIS, 2013; MILLER et al, 2018). Estatisticamente, todos os intervalos de confiança para a acidez total se sobrepuseram para ambos os tipos de vinho, fazendo com que a hipótese nula fosse aceita. Isto significa que não foram observadas diferenças significativas entre os métodos na quantificação de acidez total de vinhos brancos, independentemente do tipo de vinho analisado (PFISTER, 2013) e que todas as amostras apresentam teores de acidez atendendo a legislação vigente (BRASIL, 1998). Estes resultados foram corroborados pelo teste t pareado, presumindo variâncias equivalentes ($t_{cal}=0,32 < T$, $t_{crit}=2,77$). Comparando-se o CV de ambas as metodologias, observou-se que a Metodologia II possui a maior dispersão de dados do que a Metodologia I, o que acarretou em uma menor precisão na análise de ambos os vinhos.

Nos estudos de Wurz e Jastrombek (2021), foram analisados vinhos brancos do Planalto Norte Catarinense, com cinco amostras de vinhos da safra de 2019, com o intuito de determinar várias propriedades, inclusive acidez total seguindo a metodologia que emprega o indicador azul de bromotimol. Os valores foram determinados entre 38,4 e 56,8 meq L⁻¹, sendo valor médio de acidez total calculado como 89,04±2,74 meq L⁻¹ para vinho branco. Realizaram ainda análises para vinhos da safra de 2020, onde obtiveram uma acidez total entre 55 meq L⁻¹ e 90 meq L⁻¹, seguindo a mesma metodologia (WURZ et. al. 2023).

Outro estudo realizado com amostras de vinhos da Região Bela Vista Do Toldo – SC, os autores também utilizaram o método volumétrico e os indicadores fenolftaleína e azul de bromotimol. A acidez encontrada em vinho branco e tinto, foi de 127,27±0,53 meq L⁻¹ e 97,15±0,97 meq L⁻¹, respectivamente, corroborando outros estudos que sugeriam que a acidez de vinho branco é maior que em tinto (DELLER; MARTINS, 2021).

Ambas as metodologias empregam indicadores sintéticos para sua aplicação. Contudo, o uso de compostos naturais para substituir os sintéticos vem sendo amplamente difundidas e encorajadas por questões relativas ao meio ambiente. Palácio e colaboradores (2012) estudaram dois indicadores naturais obtidos a partir das flores de hibisco e vinca para

substituir os indicadores sintéticos e de papel, como resultado notaram que os extratos etanólicos apresentaram viragem de pH de forma compatível com os testes realizados com um pHmetro (PALÁCIO et. al., 2012). Silva e colaboradores (2018) demonstraram estatisticamente a eficácia de diversos extratos etanólicos de espécimes vegetais em substituição à fenolftaleína em titulações ácido-base (SILVA, et. al, 2018).

Diversas outras plantas foram citadas na literatura por apresentar a capacidade de alterar a sua coloração em função do pH de formas qualitativa e quantitativa, o que possibilita que tais plantas sejam utilizadas em análises químicas, especialmente em ambientes de ensino (ALMEIDA et. al., 2020; SARMENTO, et. al, 2023). Essa experiência pode promover o crescimento intelectual e de práticas de metodologias que devem obrigatoriamente fazer parte do cotidiano do aluno, para que possibilitem uma aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1982).

No intuito de testar a viabilidade de aplicação de uma metodologia alternativa para a determinação de acidez total do vinho, ainda mais no que tange as fortemente encorajadas pelos movimentos ecológicos e sustentáveis, foi analisada não apenas qualitativamente como também quantitativamente a possibilidade de utilização de um indicador natural para sinalizar o ponto final da volumetria de neutralização na qual está baseada esta determinação.

A análise qualitativa mostrou que as amostras de vinho branco na presença do extrato de *Bougainvillea* como indicador passaram de amarelo para alaranjado ao atingir o ponto final da titulação (Figura 1c) e que essa mudança foi rápida, clara e satisfatória. Sugere-se que tais extratos apresentem em sua composição moléculas de antocianinas diretamente ligada à presença dos compostos fitoquímicos, que sofrem interações físico-químicas com o teor de íons de hidrogênio presentes na solução (JUNIOR; BISPO, 2010). O pigmento da antocianina é muito instável e a estabilidade é maior em condições ácidas. Sua estabilidade diminui quando ocorre um aumento da hidroxilação na reação e/ou na presença de alguns tipos de açúcar (LÓPEZ et al., 2000). Todavia, a sensibilidade ao pH é o principal fator limitante no processamento e utilização das antocianinas, afetando a cor e a estabilidade química.

Para a análise quantitativa da eficácia deste extrato como indicador natural na determinação de acidez total do vinho, comparou-se este parâmetro com as duas metodologias consolidadas na literatura através de análise estatística ($p < 0,05$). Os dados do teor de acidez

total obtido por este método também seguiram distribuição normal e não foi identificado nenhum valor anômalo. Desta forma, todos os valores foram empregados para elaboração da média e submetidos à comparação mediante intervalo de confiança para a média e teste pareado, no mesmo nível de significância (Tabela 1).

A análise estatística mostrou que a hipótese nula é aceita, considerando que os intervalos de confiança para a média do extrato de *Bougainvillea* e dos demais indicadores empregados nas metodologias consolidadas não apresentaram diferenças significativas (MILLER et al, 2018). Estes resultados foram corroborados não apenas pelo teste t pareado presumindo variâncias equivalentes ($t_{cal}=0,18 < t_{crit}=2,77$) mas também pela ANOVA tanto para o vinho seco ($F=0,08 < F_{crit}=5,14$) quanto para o vinho suave ($F=0,03 < F_{crit}=5,14$). Além disso, este método apresentou CV igual ou ligeiramente maior à Metodologia I nas análises de vinho seco e suave, respectivamente e menor que a Metodologia II para ambos os casos. Portanto, o extrato de *Bougainvillea* pode substituir estatisticamente a fenoltaleína e o azul de bromotimol em determinação de acidez total de vinhos sem que existam erros referentes à concentração de analito calculada a partir dessa análise química.

Os valores de pH das amostras de vinho foram contabilizados como $3,11 \pm 0,02$ e $3,18 \pm 0,02$ para seco e suave, respectivamente. Esses valores médios foram determinados a uma temperatura de $23,0^{\circ}\text{C}$. Analogamente ao observado na análise de acidez total, o pH foi cerca de 2% mais ácido para o vinho suave em função da acidez servir para equilibrar os altos níveis de açúcar presentes neste produto. Estas observações foram submetidas ao teste t pareado ($t_{cal}=4,58 > t_{crit}=2,57$), considerando variâncias equivalentes que rejeitaram a hipótese nula e atestaram a existência de diferenças significativas entre o pH dos vinhos branco seco e suave. Contudo, os pH medidos para todas as amostras de vinho são semelhantes ao obtidos por outros estudos semelhantes (DARIAS-MARTÍN, et. al, 2003; DELLER; MARTINS, 2021; WURZ et. al. 2023).

Sugere-se que a experimentação no ensino de química empregando indicadores naturais, possa facilitar o aprendizado dos conteúdos, em especial os de conceito abstratos, visto que na prática pôde-se acompanhar visualmente as reações químicas ácido-base de forma eficaz e mais atrativa para o aluno (RAMOS et. al. 2021). Portanto, o uso de espécimes naturais, principalmente os que podem ser encontrados no ambiente escolar ou residencial do

discente, usados como indicadores naturais pode contribuir significativamente para o processo de construção de conhecimento dos alunos.

Considerações finais

A comparação estatística entre uma metodologia alternativa, didática e sustentável baseada no uso de indicador natural de extrato etanólico de flor de *Bougainvillea* e as metodologias tradicionais que empregam indicadores sintéticos para a quantificação de acidez total em vinhos foi o principal enfoque deste trabalho. Concluiu-se que nenhuma das abordagens metodológicas apresentou diferenças significativas, e, portanto, poderiam ser aplicados de maneira equivalente para determinação desta propriedade físico química.

Todas as mudanças visuais de coloração foram rápidas, claras e satisfatórias. Especificamente, o indicador natural passou de amarelo para laranja. A utilização de compostos naturais em substituição aos sintéticos é fortemente encorajada pelos movimentos ambientais, pois promovem o desenvolvimento sustentável. Assim, a evidência de que uma metodologia baseada na sua aplicabilidade apresentou equidade quantitativa sugere seu uso como alternativa aos métodos já consolidados e pode ser amplamente utilizado na Química Analítica. Além disso, o uso desta metodologia atrelada ao ensino de química pode promover a aprendizagem significativa por meio da experimentação didática.

Referências

ALMEIDA, Célio dos Santos; YAMAGUCHI, Klenicy Kazumy de Lima; SOUZA, Anderson de Oliveira. O uso de indicadores ácido-base naturais no ensino de Química: uma revisão.

Research, Society and Development, v. 9, n. 9, p. e175997243-e175997243, 2020.

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

BRASIL. **Portaria N 229**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Gabinete do Ministro. 1988.

CASTILHOS, Maurício Bonatto Machado de; DEL BIANCHI, Vanildo Luiz. Caracterização físico-química e sensorial de vinhos brancos da região noroeste de São Paulo. **Holos**, v. 4, p.

148-158, 2011.

COUTO, A.; RAMOS, L. E CAVALHEIRO, E. Aplicação de Pigmentos de Flores no Ensino de Química. **Química Nova**. 21 (3), p. 221-227, 1998.

DARIAS-MARTÍN, Jacinto; SOCAS-HERNANDEZ, Antonio; DIAZ-ROMERO, Carlos; DIAZ-DIAZ, Eugenio. Comparative study of methods for determination of titrable acidity in wine. **Journal of food composition and analysis**, v. 16, n. 5, p. 555-562, 2003.

DELLER, Andrei Elias; MARTINS, Elisandra Carolina. Parâmetros físico-químicos em amostras de vinhos orgânicos da região de Bela Vista do Toldo, Santa Catarina.

LUMINÁRIA, v. 23, n. 01, 2021.

GONÇALVES, Joyce Laura da Silva; LEME, Paulo Cesar. Análise estatística aplicada a comparação de métodos para determinação de pKa de indicador ácido-base por espectroscopia UV-Vis. **Exatas online**. v.12 n.1. p26-37. 2023.

HARRIS, D. **Análise química quantitativa**. Tradução: Júlio C. Afonso e Oswaldo E. Barcia. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, p. 898, 2013.

JUNIOR, G. W.; BISPO, L. M. **Corantes Naturais Extraídos de Plantas para Utilização como Indicadores de pH**. Instituto Rã-bugio para Conservação da Biodiversidade. Universidade de São Paulo, 2010.

KAMINSKI, J; GATIBONI, L. C; RHEINHEIMER, D.S; MARTINS, J. R; SANTOS, E. J. S; TISSOT, C. A.. Estimativa da acidez potencial em solos e sua implicação no cálculo da necessidade de calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 1107-1113, 2002.

LÓPEZ O.P.; JIMÉNEZ A.R.; VARGAS F.D. et al. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains – characteristics, biosynthesis, processing, and stability, **Critical Reviews Food Science Nutrition**, v.40, n.3, p.173-289, 2000.

MILLER, J.; MILLER, J. C.; MILLER, R. D. **Statistics and chemometrics for analytical chemistry**. Pearson Education, p. 312, 2018.

MORITA, T.; ASSUMPCÃO, R. M. V. **Manual de soluções, reagentes e solventes**. São Paulo: Editora Blucher, 2007.

MÜLLER, Thaís; REMPEL, Claudete. Qualidade do leite bovino produzido no Brasil—parâmetros físico-químicos e microbiológicos: uma revisão integrativa. **Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia**, v. 9, n. 3, p. 122-129, 2021.

- OLIVEIRA, Raquel Grando de; GODOY, Helena Teixeira; PRADO, Marcelo Alexandre. Otimização de metodologia colorimétrica para a determinação de ácido ascórbico em geleias de frutas. **Food Science and Technology**, v. 30, p. 244-249, 2010.
- OSAWA, Cibele Cristina; GONÇALVES, Lireny Ap Guaraldo; RAGAZZI, Sidnei. Titulação potenciométrica aplicada na determinação de ácidos graxos livres de óleos e gorduras comestíveis. **Química Nova**, v. 29, p. 593-599, 2006.
- PALÁCIO, Soraya Moreno; OLGUIN, Conceição de Fátima Alves; DA CUNHA, Márcia Borin. Determinação de ácidos e bases por meio de extratos de flores. **Educación química**, v. 23, n. 1, p. 41-44, 2012.
- RAMOS, Eduardo Zaragoza; SOUZA, Ronilson Freitas de; TORRES, Luis Mexiti Orozco; GUZMÁN, Elizabeth Monserrat Castillo; LÓPEZ, Dolores Elena Kuroda; FRANCO, Maria de Los Ángeles Ramírez. Valoración, como indicadores ácido-base, de extractos naturales de flores de Bougainvillea glabra, Cosmos bipinnatus, Psittacanthus calyculatus y cáscara y fruto de Opuntia ficus, de San Miguel el Alto, Jalisco. **Revista Comunicação Universitária**, v. 1, n. 2, 2021.
- RIZZON, Luiz Antenor. Metodologia para análise de vinho. **Brasília: Embrapa Informação Tecnológica**, v. 120, 2010.
- SARMENTO, Lohanne Conceição; LIMA, Dhulyan Maglim Magalhães; RAMOS, Eduardo Zaragoza; FREITAS, Endril Pablo Brasil de; SOUZA, Ronilson Freitas de. O uso do extrato de Alternanthera brasiliana L. como indicador ácido-base no ensino de Química. **Scientia Plena**, v. 19, n. 3, 2023.
- SILVA, Annielly Fernanda de Sousa; LEME, Paulo Cesar; GONÇALVES, Joyce Laura da Silva. CURCUMIN AS ACID/BASE INDICATOR: A STATISTICAL ANALYSIS. **Revista FACISA ON-LINE**, v. 11, n. 1, 2022.
- SILVA, Annielly FS; BRITO, Laís M.; GONÇALVES, Joyce L. da S. Extratos vegetais: Uma alternativa à fenolftaleína no Ensino de Química Analítica. **Revista processos químicos**, v. 12, n. 23, p. 37-41, 2018.
- SKOOG, D. A. W., D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, STANLEY R. **Fundamentos de Química Analítica**, 9 ed., São Paulo-SP: Cengage Learning, 2015.
- WURZ, D. A. .; NIZER, M.; ARENDARTCHUCK, C.; KOWAL, A. N.; ALMEIDA, R. S. .;

MACIEL, T. A. S. . Physicochemical composition of white table wines produced in the Planalto Norte Catarinense, 2020 vintage. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. e9611225718, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i2.25718. Disponível em:

<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25718>.

TERCI, D.; ROSSI, A. Indicadores Naturais de pH: Usar Papel ou Solução? **Química Nova**. 25 (4), p.684-688, 2002.

TRINDADE, Gleicimara; RIBEIRO, Thaís; MALDANER, Graciela; MARIÑO, Patrícia². Determinação Do Teor De Ácido Acetilsalicílico Em Diferentes Marcas Comerciais. **Anais Congrega Mic-Isbn 978-65-86471-05-2**, V. 1, 2016.