



CAPÍTULO 15

QUANTIFICAÇÃO DA ACIDEZ TOTAL EM VINHOS: UMA ABORDAGEM PRÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA ANALÍTICA

Bruna Cláudia Lourenção

Hellen Franciane Gonçalves Barbosa

Alexsandro Nunes Colim

Palavras-chave: Parâmetros Físico-Químicos; Análise de Vinho; MAPA.

INTRODUÇÃO

No final de 2023, a UEMG, Unidade Acadêmica de Ituiutaba, recebeu uma expressiva doação de vinhos apreendidos pela Receita Federal do Brasil (RFB). Esses produtos foram confiscados durante operações de combate ao contrabando e descaminho na região do Triângulo Mineiro. De acordo com informações da RFB, os vinhos foram apreendidos por apresentarem rotulagem em desacordo com as normas brasileiras, como a ausência de identificação do importador e do número de registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) ou por estarem desacompanhados de nota fiscal.

Por serem introduzidos no mercado nacional sem o devido controle dos órgãos competentes, esses produtos não oferecem garantias quanto à sua autenticidade e qualidade. Dessa forma, tornou-se necessária a realização de análises físico-químicas para avaliar suas características e segurança para consumo (Brasil, 2023).

Grande parte das amostras foi aberta e misturada para a descaracterização. No entanto, algumas garrafas foram preservadas intactas, mantendo-se lacradas, para utilização em pesquisas acadêmicas.

Com o intuito de avaliar a qualidade dos vinhos não descaracterizados, foi desenvolvido, no Departamento de Ciências Exatas e da Terra, o projeto de pesquisa intitulado “Segurança alimentar em foco: avaliação físico-química da qualidade de

vinhos tintos”. A iniciativa contou com a participação de professores e estudantes dos cursos de Licenciatura em Química e Ciências Biológicas, resultando no Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) “Análise de Parâmetros Físico-Químicos de Vinhos Tintos Importados”, além do projeto de iniciação científica com bolsa, intitulado “Avaliação da qualidade de vinhos apreendidos pela Receita Federal do Brasil por meio de análises físico-químicas” (Lourenção *et al.*, 2024).

Neste texto, apresentaremos parte dos resultados obtidos ao longo da execução desses projetos. Porém, para fins didáticos, daremos ênfase, em especial, às análises de acidez total realizadas em duas amostras de vinho selecionadas.

Cabe destacar que o vinho, uma das bebidas alcoólicas mais antigas e apreciadas pela humanidade, é obtido pela fermentação do mosto da uva. Sua composição é formada por ácidos orgânicos, taninos, antocianinas e álcool, que são responsáveis características marcantes como aroma, sabor e cor. No entanto, a qualidade e o estilo do vinho são diretamente influenciados pela variedade da uva, clima, solo e pelos métodos de vinificação (Jones *et al.*, 2012).

No Brasil, a fiscalização da produção e comercialização de vinhos é uma responsabilidade do MAPA, que estabelece normas claras sobre rotulagem e parâmetros de controle de qualidade, como teor alcoólico, acidez total, pH e concentração de compostos específicos. Essas análises são essenciais para identificar possíveis adulterações ou falhas no processo produtivo (Brasil, 2023).

Neste contexto, os projetos desenvolvidos buscaram avaliar a qualidade físico-química dos vinhos apreendidos pela RFB, verificando sua conformidade com as normas de rotulagem e os parâmetros de qualidade estabelecidos pelo MAPA (Lourenção *et al.*, 2024).

Dentre as diversas análises realizadas no projeto, destacamos neste capítulo, a determinação da acidez e a medição do pH, que se mostraram ferramentas valiosas para o ensino e a aprendizagem. Essas análises podem ser aplicadas em aulas práticas, especialmente na área de Química Analítica, utilizando amostras reais, inclusive aquelas com procedência duvidosa, como recurso didático para contextualizar o conteúdo teórico.

Para isso, é importante considerar que os vinhos tintos apresentam, majoritariamente, ácidos orgânicos provenientes da uva, como o ácido tartárico (em maior quantidade), ácido cítrico e ácido málico, além de ácido succínico, láctico e acético, formados durante o processo de fermentação. Devido à diversidade de ácidos presentes, a acidez do vinho é expressa em relação ao ácido tartárico (Rizzon; Sganzerla, 2007). A acidez pode ser classificada em total, volátil e fixa.

Os ácidos orgânicos não voláteis, ou fixos, são responsáveis pelo controle do pH do vinho, o qual, em vinhos tintos, varia geralmente entre 3,4 e 3,6, embora possa haver variações regionais (Jackson, 2008). O pH é uma escala numérica que expressa a acidez de uma substância com base na concentração de íons hidrônio (H_3O^+) (Skoog *et al.*, 2015).

Para a quantificação da acidez das amostras apreendidas, a metodologia adotada foi a titulação ácido-base, uma técnica de análise amplamente utilizada em química analítica quantitativa (Instituto Adolfo Lutz, 1985; Skoog *et al.*, 2015).

Neste capítulo, serão apresentadas as medições de pH e a quantificação da acidez total de duas amostras de vinho fino tinto apreendidas, por meio da técnica de titulação potenciométrica ácido-base. O objetivo principal dessas análises foi verificar a conformidade das amostras com os padrões estabelecidos pelo MAPA. Além disso, o projeto teve como propósito proporcionar aos alunos de iniciação científica a oportunidade de desenvolver habilidades práticas em análises químicas, bem como no tratamento e interpretação de dados analíticos.

METODOLOGIA

A acidez total foi determinada por titulação potenciométrica, acompanhada com o uso de um pHmetro (Gehaka PG200) e um eletrodo combinado de vidro (Digimed). O ponto final da titulação foi identificado graficamente utilizando a primeira derivada da curva de titulação (Skoog *et al.*, 2015). A acidez total (meq L^{-1}) foi obtida conforme preconizado pela metodologia 235/IV do Instituto Adolfo Lutz (1985) e as medidas de pH também foram realizadas utilizando o pHmetro e o eletrodo combinado de vidro.

As análises foram realizadas em triplicata e os valores apresentados foram referentes a média aritmética simples. Além disso, foi preparada uma solução de hidróxido de sódio $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ (NaOH, *Synth*) padronizada com biftalato de potássio (*Synth*).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A titulação ácido-base com indicadores químicos, utilizando a detecção visual para verificar o ponto final da titulação, é a metodologia mais simples utilizada para quantificação de acidez, no entanto, é limitada para o caso de amostras coloridas. Como a amostra de vinho apresenta forte coloração, o uso da titulação potenciométrica é mais indicada (Skoog *et al.*, 2015).

As titulações potenciométricas permitem a construção gráfica de curvas de titulação, onde se monitora alguma função da concentração do analito (de forma geral) em função do volume adicionado de titulante, permitindo determinar graficamente o ponto final da titulação, minimizando assim erros do experimentador e garantindo maior exatidão das medidas (Skoog *et al.*, 2015).

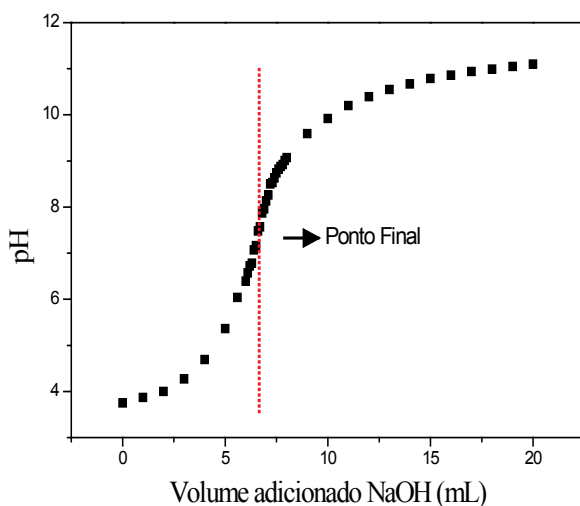
Para as análises realizadas utilizando a titulação potenciométrica ácido-base, diferentes volumes do titulante (NaOH) foram adicionados às amostras de vinho, ocorrendo a reação de neutralização (Equação 1) e valores de pH foram obtidos para cada uma dessas adições. Os nomes de cada composto da reação química estão apresentados abaixo.



Ácido tartárico + Hidróxido de Sódio → Tartarato de sódio + Água

Com isso, curvas de titulação do tipo sigmoide foram construídas. O ponto final das titulações é caracterizado pela alteração significativa no valor pH nessas curvas, como pode ser observado na Figura 1 obtida a partir dos dados obtidos na análise da amostra A.

Figura 1 – Curva de Titulação Potenciométrica da amostra A.

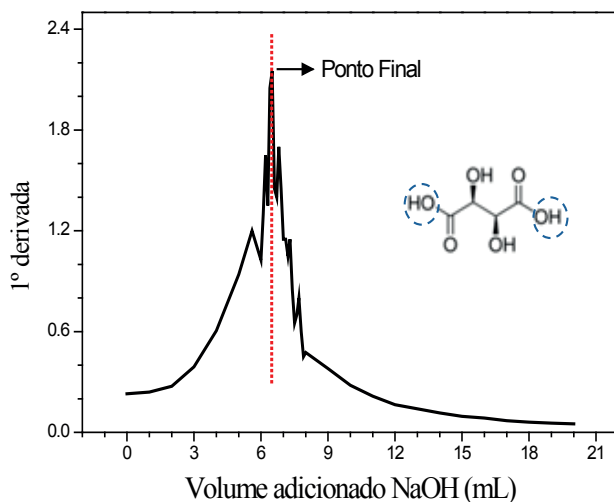


Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Como esta é uma titulação de um ácido fraco (ácido tartárico) com uma base forte (NaOH) os dois pontos de inflexão que deveriam ser observados na curva de titulação não são nítidos e só podem ser observados quando o gráfico da primeira derivada é construído (Skoog *et al.*, 2015).

Com isso, para garantir maior exatidão no valor do ponto final da titulação utiliza-se o gráfico da primeira derivada da curva, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Primeira Derivada da curva de Titulação Potenciométrica da amostra A.



Inserido: Estrutura química do ácido tartárico. Fonte: Elaborados pelos autores, 2025.

Ao observar o gráfico da primeira derivada é possível verificar dois principais picos, os quais estão relacionados a liberação dos íons, hidrônio (H_3O^+). O ácido tartárico, por se tratar de um ácido diprótico ($K_1, 9,20 \times 10^{-4}$ e $K_2, 4,31 \times 10^{-5}$), possui dois átomos de hidrogênio ionizáveis (como pode ser verificado no *insert* da Figura 2). Assim, o primeiro principal pico demonstra a liberação do primeiro hidrogênio, já o segundo principal pico, demonstra a liberação do segundo próton (Skoog *et al.*, 2015).

A amostra B analisada teve o mesmo perfil gráfico da amostra A, com pequenas mudanças apenas no ponto final da titulação. Assim, a partir do volume obtido no ponto final de cada uma das titulações. Aplicou-se Equação 2, e o valor da acidez total do vinho foi obtido para cada uma das amostras: (Instituto Adolfo Lutz, 1985)

$$Acidez\ Total\ (mEq\ L^{-1}) = \frac{n \times C \times 100}{V} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

n: Volume de hidróxido de sódio gasto na titulação (mL)

C: concentração do hidróxido de sódio ($mol\ L^{-1}$)

V: volume titulado do vinho (mL)

Conforme o Mapa, o valor da acidez total deve estar entre 40 e 130 meq L⁻¹ para um pH de 8,2. A Tabela 1 a seguir apresenta os dados obtidos de pH e acidez total das amostras A e B.

Tabela 1. Resultados das Análises de pH e acidez total das amostras A e B

Análises	Limites do MAPA		Amostras	
	Mínimo	Máximo	A	B
Potencial Hidrogeniônico – pH (25°C)	-	-	3,4	3,7
Acidez Total (meq L ⁻¹)	40	130	68,0*	66,6*

*n = 3

Os valores encontrados ao realizar a análise de acidez das amostras A e B foram 66,6 e 68,0 meq L⁻¹, respectivamente, e estão dentro do permitido pela legislação, entre 40 e 130 meq L⁻¹ (Brasil, 2023).

Para o pH, no entanto, não há valor estabelecido pelo MAPA, mas os valores obtidos na análise foram de 3,4 e 3,7, dentro do valor, segundo a literatura. (Jackson, 2008).

Adicionalmente é possível observar na Tabela 1, que houve diminuição do pH da amostra B para a amostra A e aumento da acidez da amostra A para a amostra B verificando que, conforme o valor de pH diminui, o valor obtido para acidez aumenta, resultado conforme o esperado, já que são grandezas inversamente proporcionais.

Vale ressaltar que essas análises de acidez total e determinação dos valores de pH foram realizadas para diversas outras amostras selecionadas. Além disso, outros tipos de análises físico-químicas também foram realizados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises químicas dos vinhos apreendidos pela RFB mostraram que as amostras estavam em conformidade aos parâmetros de acidez total e pH estabelecidos pelo MAPA ou pela literatura.

Além disso, o presente estudo demonstrou a necessidade de uma análise química mais detalhada, incluindo diversos outros parâmetros, para verificar a qualidade dos vinhos importados e detectar possíveis fraudes e adulterações, especialmente em vinhos que entram irregularmente no território nacional.

Adicionalmente, além de aplicar os conhecimentos de química analítica quantitativa adquiridos em sala de aula, este trabalho, na totalidade, ofereceu ao aluno de iniciação científica uma oportunidade de aprendizado prático avançado. Essa experiência contribui para sua inserção na pesquisa aplicada e no mercado de trabalho, promovendo o desenvolvimento do conhecimento na área.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de bolsa de produtividade em pesquisa (PQ/UEMG - Edital 14/2024) e ao Programa institucional de apoio à pesquisa (PAPq - edital 16/2023). À Receita Federal do Brasil (RFB) pelo apoio institucional e pela confiança na parceria firmada com a Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Unidade Acadêmica de Ituiutaba.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da agricultura e pecuária. **Consolidação das normas de bebidas, fermentado acético, vinho e derivados da uva e do vinho: anexo à norma interna DIPOV nº 01/2019 – Cartilhão de bebidas**. 2. ed. Brasília, 2023. Disponível em: ANEXO À NORMA INTERNA DIPOV Nº 01/2019. Acesso em: 29 de abr. 2025.

JONES, G. V.; REID, R.; VILKS, A. Climate, Grapes, and Wine: Structure and Suitability in a Variable and Changing Climate. In: Dougherty, Percy H. (eds). **The Geography of Wine**. Springer, Dordrecht. 2012

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985.

JACKSON, Ronald S. **Wine Science: Principles and Applications**. 3. ed. San Diego: Academic Press, 2008.

LOURENÇÃO, Bruna Cláudia; BARBOSA, Hellen Franciane Gonçalves; COLIM, Alessandro Nunes; SOUZA, Yasmyr Samara; BORGES, Leilane Vitoria Braga Silva. Avaliação da qualidade de vinhos apreendidos pela Receita Federal do Brasil por meio de análises físico-químicas. In: **O universo das ciências exatas e da terra: teoria e aplicações 2**. Atena, 2024. Cap. 3., p. 51 -66. E-book.

RIZZON, Luiz Antenor; SGANZERLA, Vânia Maria Ambrosi. **Ácidos tartárico e málico no mosto de uva em Bento Gonçalves-RS. Ciência Rural**, v. 37, p. 911–914, 2007.

SKOOG, Douglas A.; WEST, Donald M.; HOLLER, F. James. **Fundamentos de química analítica**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.