

AValiação DA QUALIDADE DE VINHOS APREENDIDOS PELA RECEITA FEDERAL DO BRASIL POR MEIO DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Data de submissão: 01/10/2024

Data de aceite: 01/11/2024

Bruna Claudia Lourenção

Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Universidade do Estado de Minas Gerais, Ituiutaba – MG.
<http://lattes.cnpq.br/0205548799348406>

Hellen Franciane Gonçalves Barbosa

Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Universidade do Estado de Minas Gerais, Ituiutaba – MG.
<http://lattes.cnpq.br/8799063050335983>

Alexsandro Nunes Colim

Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Universidade do Estado de Minas Gerais, Ituiutaba – MG.
<http://lattes.cnpq.br/3625853714790767>

Yasmyn Samara Souza

Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Universidade do Estado de Minas Gerais, Ituiutaba – MG.
<http://lattes.cnpq.br/4841223573209701>

Leilane Vitoria Braga Silva Borges

Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Universidade do Estado de Minas Gerais, Ituiutaba – MG.
<http://lattes.cnpq.br/1304630912918041>

RESUMO: O presente estudo visa avaliar a qualidade físico-química de vinhos apreendidos pela Receita Federal do Brasil, verificando sua conformidade com as normas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). As amostras foram selecionadas a partir de apreensões de vinhos que entraram no país de forma irregular e sem rotulagem adequada, durante operações de combate ao contrabando e descaminho na região do Triângulo Mineiro. As análises foram realizadas na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) Unidade Acadêmica Ituiutaba, utilizando métodos físico-químicos consagrados, como a determinação de teor alcoólico, acidez total, pH, cloretos, sulfatos, açúcares redutores, extrato seco e cinzas. Os resultados mostram que, embora a maioria das amostras estivessem dentro dos limites estabelecidos pela legislação, irregularidades foram detectadas. As amostras C e F apresentaram teor alcoólico superior ao permitido para vinhos finos, enquanto a amostra F excedeu o limite de sulfatos em 42%, sugerindo possíveis adulterações ou práticas inadequadas na correção de acidez. Esses desvios ressaltam a importância de uma fiscalização rigorosa para garantir a conformidade dos vinhos

com a legislação vigente e proteger a saúde do consumidor. Além disso, evidenciam que a análise físico-química tem um papel fundamental na detecção de fraudes e irregularidades, contribuindo para a melhoria dos processos de controle de qualidade no setor vinícola brasileiro.

PALAVRAS-CHAVE: Controle de Qualidade Vinícola, Análise de Vinhos Tinto Seco, Métodos Físico-Químicos, Adulteração de Bebidas.

EVALUATION OF THE QUALITY OF WINES SEIZED BY THE FEDERAL REVENUE OF BRAZIL THROUGH PHYSICAL-CHEMICAL ANALYSES

ABSTRACT: This study aims to assess the physicochemical quality of wines seized by the Brazilian Federal Revenue Service, ensuring their compliance with the regulations established by the Ministry of Agriculture, Livestock, and Supply (MAPA). The samples were obtained from seizures of wines that entered the country illegally, without proper labeling, during operations targeting smuggling and tax evasion in the Triângulo Mineiro region. The analyses were conducted at the University of the State of Minas Gerais (UEMG) – Ituiutaba Academic Unit, using standardized physicochemical methods, including the determination of alcohol content, total acidity, pH, chlorides, sulfates, reducing sugars, dry extract, and ash content. The results revealed that, although most samples were within the legal limits, certain irregularities were detected. Samples C and F exhibited alcohol content exceeding the permissible threshold for fine wines, while sample F exceeded the sulfate limit by 42%, suggesting potential adulteration or improper acidity correction practices. These findings highlight the need for stringent regulatory oversight to ensure wine compliance with current legislation and safeguard consumer health. Moreover, they underscore the critical role of physicochemical analysis in detecting fraud and irregularities, contributing to the enhancement of quality control measures in the Brazilian wine industry.

KEYWORDS: Wine Quality Control, Dry Red Wine Analysis, Physicochemical Methods, Beverage Adulteration.

1 | INTRODUÇÃO

O vinho é uma das bebidas alcoólicas mais antigas e apreciadas no mundo, produzido a partir da fermentação do mosto da uva. Sua composição é complexa, envolvendo uma vasta gama de compostos químicos, como ácidos orgânicos, taninos, antocianinas e álcool, que juntos, determinam suas propriedades organolépticas, como aroma, sabor e cor. Esses componentes não apenas definem a qualidade e tipicidade de cada vinho, mas também são influenciados por fatores como a variedade da uva, o terroir (clima e solo) e os métodos de vinificação. Assim, a harmonia de todos os componentes de um vinho é que define a sua excelência na qualidade. Vinhos de elevada qualidade apresentam harmonia na relação álcool/acidez e níveis de adstringências e amargor baixos (MORAES, 2010).

De acordo com a definição do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o vinho é uma bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto de uvas frescas e maduras (BRASIL, 2014).

No Brasil, a viticultura tem se expandido significativamente, com destaque para variedades como Cabernet Sauvignon e Merlot, onde o reconhecimento crescente dos vinhos brasileiros no mercado internacional reflete a qualidade das vinhas e a evolução das técnicas de vinificação (MORO, 2020). Além disso, o enoturismo e o crescente interesse pelo vinho como parte da cultura alimentar têm impulsionado a produção local, atraindo consumidores e turistas em busca de experiências autênticas.

Com o crescente mercado de vinhos no Brasil, tanto de produção nacional quanto de importação, um controle rigoroso da qualidade desses produtos torna-se essencial. As irregularidades frequentemente encontradas nos vinhos apreendidos, como a ausência de rotulagem adequada, levantam dúvidas sobre sua autenticidade e conformidade com as normas de qualidade estabelecidas pelos órgãos regulamentadores.

1.1 Controle de qualidade dos vinhos

A produção de vinho é um processo complexo que enfrenta desafios significativos, demandando práticas rigorosas de cultivo e vinificação para assegurar a qualidade e a segurança do produto. O aumento da demanda por vinhos de qualidade não só apresenta oportunidades de mercado, mas também propicia o surgimento de fraudes, como a adulteração de produtos. (KARAGIANNIS et al., 2020).

Assim, um sistema de controle de qualidade é vital para garantir que os vinhos disponíveis no mercado estejam em conformidade com as normas e regulamentos estabelecidos. Esse processo envolve uma série de análises clássicas do vinho, como a determinação do teor alcoólico, acidez total, pH, concentração de cloretos, sulfatos, açúcares redutores e extrato seco, as quais atuam como importantes indicadores para detectar inconsistências na produção ou adulterações intencionais (FERREIRA et al., 2021). Essas análises são conduzidas por meio de métodos físicos, químicos e físico-químicos (SKOOG et al., 2015; LUTZ, 2008) e são cruciais não apenas para a conformidade com a legislação, mas também para garantir a segurança do consumidor e a integridade do mercado. (JACKSON, 2018). Portanto, é necessária uma análise que avalie a qualidade em conformidade com as leis e regulamentos que regem a produção e comercialização dos vinhos.

O Decreto nº 14/2018, que regulamenta a Lei nº 7.678/1988 e os decretos do MAPA (nº 14/2018 e nº 48/2018) e da Anvisa (nº 160/2022), estabelecem valores máximos e mínimos para diversos parâmetros analíticos dos vinhos. Dessa forma, o controle de qualidade torna-se uma atividade contínua, não apenas garantindo a conformidade legal, mas também promovendo a confiança do consumidor, essencial para o crescimento do mercado de vinhos (SILVA et al., 2021).

1.2 Legislação brasileira vigente

No Brasil, o MAPA é responsável pela criação e fiscalização das normas que regulam a elaboração e circulação de vinhos. De acordo com o MAPA, vinho fino é aquele com teor alcoólico entre 8,6% e 14% (v/v) a 20°C, elaborado exclusivamente a partir de variedades de *Vitis vinifera* do grupo Nobres. A Instrução Normativa nº 75 de 2019 estabelece os critérios e parâmetros analíticos que devem ser utilizados para a fiscalização e controle de bebidas, incluindo vinhos e derivados da uva, tanto nacionais quanto importados.

Para obter o licenciamento de vinhos, o MAPA exige que a rotulagem individual de cada garrafa importada inclua a identificação do importador e o número de registro no órgão, os quais devem ser obtidos antes do registro da declaração de importação (BRASIL, 2014). Segundo Souza, Pereira e Silva (2020), a ausência ou inadequação das informações obrigatórias na rotulagem compromete a confiança do consumidor e facilita a entrada de produtos adulterados. Assim, uma fiscalização rigorosa é essencial para garantir o cumprimento das normas e a proteção da saúde pública.

A rotulagem inadequada, falta de informações obrigatórias, indica inconsistências que podem sugerir adulterações no produto, as quais devem ser confirmadas por análises químicas detalhadas para assegurar a qualidade do vinho. Assim, as análises físico-químicas não só identificam vinhos que não atendem aos padrões legais, como a adição de açúcar ou água, a presença de conservantes proibidos e o uso inadequado de sulfatos. Desta forma, a fiscalização pela Receita Federal do Brasil (RFB), em parceria com órgãos como o MAPA, desempenha um papel crucial para coibir a entrada de produtos adulterados no mercado de vinhos nacional.

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade físico-química de amostras de vinhos apreendidos RFB, verificando sua conformidade com as normas de rotulagem e os parâmetros de qualidade estabelecidos pelo MAPA. A análise visa detectar possíveis adulterações e irregularidades, contribuindo para o fortalecimento dos processos de fiscalização e controle de qualidade no setor vinícola, além de fornecer subsídios para a proteção dos consumidores e o combate à comercialização de produtos fora dos padrões legais.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Amostras

As amostras utilizadas neste estudo foram fornecidas através de uma parceria entre a Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) – Unidade Acadêmica Ituiutaba e a RFB. Os vinhos foram apreendidos em operações de combate ao contrabando e descaminho na região do Triângulo Mineiro. Parte das apreensões ocorreu em transportadoras, onde as notas fiscais apresentavam inconsistências em relação às mercadorias despachadas, além

disso, as empresas envolvidas não apresentavam habilitação para realizar importação ou apresentaram discrepâncias nos registros de entrada e saída de mercadorias, indicando vendas irregulares. Outra parte dos vinhos foi apreendida em veículos que transitavam pelas rodovias da região, desacompanhadas de sua documentação fiscal. Todas as garrafas apreendidas estavam sem a rotulagem com identificação do importador e número de registro no MAPA, item obrigatório.

Dentre todas as garrafas recebidas, foram selecionadas seis amostras de vinhos finos tintos secos, de nacionalidade argentina e chilena, com safras variando entre 2017 e 2019. A composição das amostras e outras características estão descritas na Tabela 1. Todas as amostras apresentaram coloração vermelho-rubi com reflexos violáceos e amadurecimento em barricas de carvalho, conforme as informações descritas nos rótulos.

AMOSTRA	ANO	UVAS	PAÍS
A	2019	50% Cabernet Sauvignon e 50% Carmenere	Chile
B	2019	50% Cabernet Sauvignon e 50% Malbec	Argentina
C	2018	60% Malbec, 20% Syrah, 20% Cabernet Franc	Argentina
D	2018	70% Cabernet Sauvignon, 15% Malbec, 7% Carménère, 5% Petit Verdot e 3% Cabernet Franc	Chile
E	2017	65 % Cabernet Sauvignon e 35% Malbec	Argentina
F	2018	32% Cabernet Sauvignon, 25% Syrah, 18% Malbec, 15% Cabernet Franc, 7% Grenache e 3% Mourvedre	Chile

Tabela 1 – Composição das amostras de vinhos avaliadas

Para avaliar a qualidade dos vinhos, foram determinadas as seguintes propriedades físico-químicas: densidade, teor alcoólico, acidez total, pH, teores de sulfato, cloreto e açúcares redutores totais. Além disso, foram quantificados o extrato seco, o extrato seco reduzido e o teor de cinzas. As análises seguiram metodologias consagradas na literatura, e cada teste foi executado em triplicata, exceto para o pH e teor alcoólico, cujas análises foram realizadas em duplicata. As análises mais sensíveis ao contato com oxigênio (pH, teor alcoólico, densidade e acidez total) foram realizadas dentro de 48 horas após a abertura das garrafas. Após esse período, as amostras foram armazenadas em refrigerador a 4°C, em posição horizontal, utilizando rolhas de borracha reutilizáveis capazes de criar vácuo para minimizar a oxidação.

2.2 Soluções

Para as análises foram preparadas algumas soluções como, Ácido etilenodiamino tetraacético 4% (EDTA, Êxodo Científica), Açúcar invertido 1% (m/v) a partir de sacarose (C₁₂H₂₂O₁₁, Anidrol), Cloreto de bário di-hidratado (BaCl₂·2H₂O, Neon), Cloreto de sódio 0,1 mol L⁻¹ (NaCl, Dinâmica), Cromato de potássio 10% (m/v) (K₂CrO₄, Synth), Fehling

A (Solução de sulfato de cobre II, Synth) e Fehling B (Solução de tartarato de sódio e potássio (Synth) em solução alcalina), Hidróxido de sódio $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ (NaOH, Synth), Nitrato de prata $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ (AgNO_3 , Synth). A solução de nitrato de prata foi padronizada por titulação com cloreto de sódio e a solução de hidróxido de sódio foi padronizada com biftalato de potássio (Synth). As soluções de Fehling foram padronizadas utilizando uma solução de açúcar invertido 2% (m/v).

2.3 Teor alcoólico e densidade

O teor alcoólico foi determinado utilizando o ebuliômetro de Dujardin Salleron, com base no princípio de que a temperatura de ebulição de soluções alcoólicas é inferior à da água. A densidade do vinho foi determinada a partir dos valores da literatura devido a correlação da densidade da solução hidroalcoólica com o teor alcoólico a 20°C (JACOBSON, 2006).

2.4 Acidez total e pH

A acidez total foi determinada por titulação potenciométrica, acompanhada com o uso de um pHmetro (Gehaka PG200) e um eletrodo de vidro (Digimed). O ponto final da titulação foi identificado graficamente (SKOOG, 2015). A acidez total (meq L^{-1}) foi obtida conforme preconizado pela metodologia 235/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008).

2.5 Cloretos

Os cloretos foram determinados por volumetria de precipitação, conforme a metodologia 238/IV descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). A titulação foi realizada em pH levemente alcalino (6,5 – 10,5), utilizando nitrato de prata como titulante e cromato de potássio como indicador. A formação de um precipitado vermelho-tijolo de cromato de prata marcou o ponto final da titulação. O preparo da amostra foi realizado utilizando 50 mL de vinho para cada análise. A amostra foi carbonizada e, posteriormente, incinerada em mufla a 550°C por um período de 3 horas. O material carbonizado foi disperso em água quente e aferido para volume final de 100mL. Dessa solução, utilizou-se 10mL para proceder à titulação com solução de nitrato de prata. Vale ressaltar, que para essa determinação foi realizada a adição de 300 μL de uma solução padrão de NaCl $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ para facilitar a visualização do precipitado.

2.6 Sulfatos

A quantificação dos sulfatos foi realizada de acordo com a metodologia gravimétrica descrita pelo método internacional OIV-MA-AS321-05A do *Compendium of International*

Methods of Analysis da International Organisation of Vine and Wine (OIV, 2021). Para a determinação, em 40 mL da amostra foi adicionado 2 mL de ácido clorídrico 2 mol L⁻¹ e 2 mL de cloreto de bário (200 g L⁻¹). A mistura foi centrifugada por 5 minutos, e o precipitado lavado com ácido clorídrico e água destilada. O precipitado foi seco em banho-maria e calcinado a 550°C até atingir um resíduo branco. O teor de sulfatos foi expresso em mg L⁻¹ de K₂SO₄.

2.7 Açúcares redutores totais

A quantificação dos açúcares redutores foi realizada pelo método de Lane-Eynon, adaptado do manual de métodos analíticos do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC, 2005). Assim, 70 mL de amostra foi aquecida em banho maria até atingir 75°C. Utilizou-se uma alíquota de 50 mL desta e realizou-se a adição de 10 mL de HCl 6,34N. A mistura foi agitada e deixada em repouso por 30 min. Após esse período, adicionou-se 20 mL de açúcar invertido, a solução foi neutralizada com NaOH para pH em torno de 7. Em seguida, adicionou-se 4 mL de EDTA e transferiu-se para um balão volumétrico de 200mL e completou-se com água destilada. Em seguida, adicionou-se 8g de celite e fez-se a filtração em papel filtro, obtendo assim as amostras para a titulação. Todo o tratamento da amostra foi realizado a fim de converter todos os açúcares presentes em açúcares redutores. Para a realização da titulação utilizou-se um Redutec (Tecnal TE-088) acompanhado por um eletrodo de platina, desprezando-se o uso de indicador visual redox. Neste caso, utilizou-se para a construção da curva de titulação a primeira derivada (SKOOG, 2015), assim obteve-se o volume gasto para atingir o ponto final da titulação. A partir de valores tabelados determinou-se o valor de açúcar total reduzido (ARRT) na amostra em g/g, porém para comparação, este valor foi convertido em g L⁻¹ utilizando-se o valor de densidade de cada amostra.

2.8 Extrato seco, extrato seco reduzido e cinzas

O extrato seco foi obtido após evaporação de 25 mL de vinho em banho-maria a 90°C, seguido de secagem em estufa a 110°C (metodologia 238/IV. LUTZ, 2008). O extrato seco reduzido (ESR) foi determinado de acordo com a metodologia 242/IV do mesmo instituto. Nesse cálculo, o valor do extrato seco total (ES) é reduzido pelos açúcares totais que excedem 1 g L⁻¹ e pelo sulfato de potássio que excede 1 g L⁻¹, pois esses componentes podem interferir na determinação precisa do extrato seco reduzido. Para a determinação das cinzas, o extrato seco foi incinerado a 550°C em mufla até eliminação completa do material orgânico, conforme metodologia da Embrapa (RIZZON, 2010).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Amostras

Os vinhos tintos podem apresentar uma ampla gama de tonalidades, variando de vermelho vibrante em vinhos jovens a tons mais escuros e alaranjados à medida que envelhecem. Vinhos jovens tendem a exibir uma tonalidade violácea acentuada, enquanto, com o tempo, a cor evolui para púrpura, rubi e, eventualmente, alaranjada (LUTZ, 2008). Todas as amostras analisadas passaram por um período de amadurecimento em barris de carvalho, o que justifica a predominância da coloração vermelho-rubi intensa com reflexos violáceos, como descrito nas informações adicionais das amostras. Na Figura 1, são exibidas fotos das amostras (A a F) em duas diferentes diluições (8x e 16x), realizadas para observar as variações nas colorações. Essas diluições permitiram uma melhor visualização das nuances de cor entre as amostras, facilitando a comparação entre elas.



Figura 1 – Coloração das amostras de vinho tinto (A a F) em diferentes diluições (8x e 16x)

Fonte: Autor (2024)

A diluição de 8x revelou que todas as amostras apresentam coloração rubi intensa, com pequenas variações de tonalidade. Amostras como B, D e F mostraram uma coloração mais escura, indicando possíveis diferenças no processo de envelhecimento. No entanto, apesar das variações observadas, não foi possível estabelecer uma correlação clara entre a coloração e o tempo de amadurecimento do vinho.

3.2 Teor alcoólico e densidade

O teor alcoólico do vinho refere-se à quantidade de álcool etílico, medida em litros por 100 litros de vinho, ou seja, expressa em porcentagem de volume (% v/v). E a densidade

do vinho, depende de sua composição, pois o álcool tende a reduzir a densidade (com valor de 0,7943 g mL⁻¹), já substâncias como açúcares e extratos aumentam a densidade do vinho (OLIVEIRA, 1994).

De acordo com as normas do MAPA, o teor alcoólico de vinhos finos tintos deve estar entre 8,6% e 14% (v/v). Não há, no entanto, especificações para a densidade nas regulamentações. Na Tabela 2, são apresentados os valores experimentais e rotulados de teor alcoólico, assim como a densidade calculada a partir dos dados experimentais.

	Limites do MAPA		AMOSTRAS					
	Mín	Máx	A	B	C	D	E	F
Teor alcoólico rotulado	–	–	14,0	13,4	14,6	13,5	14,0	14,0
Teor alcoólico experimental (% v/v)	8,6	14	14,0	13,4	14,5	13,6	14,0	14,6
Densidade (g mL⁻¹)	–	–	0,981	0,982	0,981	0,982	0,981	0,981

Tabela 2 – Teor alcoólico rotulado e experimental e densidade em amostras de vinhos (A a F) comparados aos limites estabelecidos pela legislação brasileira vigente

Como pode ser observado, as amostras A, B, D e E apresentaram teor alcoólico dentro dos limites estabelecidos pela legislação, com valores muito próximos aos rotulados. No entanto, as amostras C e F ultrapassaram o limite permitido de 14%, embora os valores rotulados fossem próximos aos experimentais.

Segundo o MAPA, se a graduação alcoólica de um vinho importado estiver de acordo com o valor declarado no rótulo, mas acima do limite estabelecido pela norma vigente no Brasil (neste caso, acima de 14% para vinhos finos), o vinho deve ser reclassificado para alguma categoria de permita a graduação alcoólica maior ou impedido de entrar no mercado brasileiro, caso essa reclassificação não seja realizada. Contudo, a nova categoria deve ser informada no rótulo para que o produto possa ser legalmente comercializado. Como as amostras C e F entraram no país sem rotulagem adequada, somente poderiam ser comercializadas caso fossem reclassificadas para categorias como vinhos nobres, que aceitam teor alcoólico de até 16% para vinhos tintos.

Os valores de densidade das amostras ficaram entre 0,981 e 0,982 g mL⁻¹, resultados próximos do esperado para vinhos tintos, conforme indicado pela literatura (OLIVEIRA, 1994).

3.3 Acidez Total e pH

A acidez é um dos principais fatores que influenciam a estabilidade e a coloração dos vinhos, sendo fortemente impactada por elementos naturais, como o clima e o solo. Esses fatores podem variar significativamente conforme a região de cultivo das uvas. Os

principais ácidos orgânicos presentes no vinho são tartárico, málico e cítrico, provenientes das uvas, além de succínico, láctico e acético, formados durante a fermentação. Outros ácidos, como o galacturônico, pirúvico e cetoglutárico, também podem ser encontrados em menores proporções.

A acidez do vinho é dividida em acidez total, acidez volátil e acidez fixa. Os ácidos orgânicos não voláteis, ou fixos, são responsáveis pelo controle do pH do vinho, variando de 3,4 a 3,6 em vinhos tintos, mas pode haver variações conforme a região. Uma das funções do pH é a manutenção da cor dos vinhos, pois à medida que o pH aumenta, as antocianinas perdem sua cor avermelhada, assumindo tons azulados (JACKSON, 2008).

A acidez total no vinho é composta, principalmente pelos ácidos, tartárico, málico, láctico, succínico e cítrico. A forma mais comum de se quantificar a acidez total de bebidas alcoólicas é fazendo o uso de titulação ácido base com indicadores visuais. No entanto, neste trabalho, a acidez total foi determinada por titulação potenciométrica, garantindo a precisão na identificação do ponto final das titulações, especialmente devido à coloração intensa das amostras.

De acordo com as normas do MAPA, a acidez total de vinhos finos tinto deve variar entre 40 e 130 mEq L⁻¹ para um pH de 8,2. Porém, não há valores estabelecidos para o pH. Como mostrado na Tabela 3, os valores de acidez obtidos variaram entre 64,6 e 75,8 mEq L⁻¹, estando dentro dos limites estabelecidos pela legislação. Os valores de pH, entre 3,1 e 3,7, também são consistentes com a literatura (JACKSON, 2008).

Nota-se que as amostras com maiores valores de acidez total também apresentaram valores mais altos de pH, exceto a amostra A. Apesar de possuir a maior acidez (75,8 mEq L⁻¹), essa amostra exibiu o menor valor de pH 3,1, o que pode ser atribuído à composição dos ácidos ou à influência de outros compostos.

	Limites do MAPA		AMOSTRAS					
	Mín	Máx	A	B	C	D	E	F
Acidez total (mEq L⁻¹)	40	130	75,8	69,2	69,6	75,3	64,6	75,0
pH (20°C)	–	–	3,1	3,2	3,5	3,7	3,5	3,7
Cloretos	–	0,2	0,04	0,07	0,04	0,02	0,05	0,14

Tabela 3 – Valores de Acidez Total, pH e teor de Cloretos em amostras de vinhos de (A a F) comparados aos limites estabelecidos pela legislação brasileira vigente

3.4 Cloretos

Os ânions inorgânicos provenientes de sais minerais, como os cloretos (Cl⁻), são naturalmente encontrados no vinho. Seu teor pode variar significativamente, mas em geral, os valores ficam abaixo de 0,050 g L⁻¹. Vinhos provenientes de regiões costeiras tendem a apresentar concentrações mais elevadas devido à proximidade com o mar. O

teor de cloretos também pode ser alterado por práticas ilegais, como a adição de cloreto de sódio e ácido clorídrico durante o processo de clarificação, o que é proibido pela legislação brasileira (ANDRADE et al., 2008). Segundo as normas do MAPA, o limite máximo permitido de cloreto em vinhos é de $0,2 \text{ g L}^{-1}$. Na Tabela 3, são apresentados os teores de cloretos determinados nas amostras. É possível observar que todas as amostras analisadas apresentaram valores bem abaixo do limite permitido. A amostra F, embora dentro do limite, mostrou uma concentração ligeiramente superior em comparação com as demais. De acordo com Andrade et al. (2008), baixos teores de cloretos podem estar associados a um menor tempo de fermentação, o que resulta em uma extração menos eficiente dos constituintes das uvas.

3.5 Sulfatos

Os ânions minerais na forma de sulfatos estão naturalmente presentes nos vinhos, oriundos tanto da oxidação das uvas quanto da adição de ácido sulfuroso. Amplamente utilizado como conservante nos vinhos, tanto em sua forma gasosa quanto em soluções de sulfitos, o ácido sulfuroso tem a função de atuar como antioxidante e antimicrobiano, ajudando a preservar o frescor do vinho e prevenindo o crescimento de bactérias indesejáveis e leveduras que poderiam causar sua deterioração. Prevenindo sua oxidação, preservando a cor e os aromas do vinho durante o processo de envelhecimento e armazenamento (RIZZON, 2010).

Com o tempo, à medida que o vinho é armazenado, o nível de sulfatos tende a aumentar. Como é o caso de vinhos do tipo Reserva. Além disso, outra fonte potencial de sulfatos no vinho pode ser o uso de gesso (CaSO_4) ou o ácido sulfúrico para ajustes de acidez. Vale ressaltar que a adição de ácido sulfúrico é estritamente proibida, sendo considerada uma prática ilegal segundo a legislação brasileira (RIZZON, 2010).

De acordo com as normas do MAPA, o teor máximo de sulfatos totais, expresso em sulfato de potássio, é de $1,2 \text{ g L}^{-1}$ para vinhos com menos de 2 anos de envelhecimento e de $1,5 \text{ g L}^{-1}$ para vinhos com mais de 2 anos de envelhecimento. Todas as amostras analisadas foram envelhecidas de 1 a 2 anos em barricas de carvalho, com variação no tempo de engarrafamento entre 2017 e 2019. Essa diferença no tempo de armazenamento pode influenciar o teor de sulfatos, conforme mostrado na Tabela 4.

Valor máximo MAPA: 1,2 g L ⁻¹			
AMOSTRAS	Sulfatos (g L ⁻¹)	Ano	Amadurecimento (meses)
A	1,10	2019	18
B	0,60	2019	12
C	0,59	2018	14
D	0,70	2018	22
E	0,53	2017	18 em barril e 18 em garrafa
F	1,71	2018	22

Tabela 4 – Teor de Sulfato, Ano de Engarrafamento e Tempo de Amadurecimento das amostras de vinho (A a F), comparados ao limite da legislação brasileira vigente

Embora, as amostras A a E apresentem teores dentro dos limites estabelecidos pelo MAPA, a amostra F apresentou um valor 42% acima do permitido, com 1,71 g L⁻¹ de sulfatos. Esse valor elevado pode ser resultado da adição de CaSO₄ para correção de acidez ou, em um cenário ilegal, de ácido sulfúrico. O pH elevado da amostra F (3,74 g L⁻¹), o mais alto entre todas as amostras, reforça essas possibilidades. No entanto, o tempo prolongado de envase também pode ter contribuído para o aumento no teor de sulfatos. Apesar do valor encontrado na análise estar fora dos limites legais, não é possível afirmar que a amostra foi adulterada. As hipóteses levantadas requerem investigações mais detalhadas para confirmação.

3.6 Açúcares redutores Totais

O teor de açúcar das uvas pode variar amplamente, entre 15% e 30%, dependendo de fatores como o estágio de maturação, as condições climáticas e o tipo de solo, além da variedade da uva cultivada (GARREAUD et al., 2009). Esses açúcares são compostos principalmente por glicose e frutose, que são monossacarídeos essenciais liberados durante a fermentação como açúcares residuais (RIVERA et al., 2020). No processo de fermentação, esses açúcares são convertidos em álcool pela ação de leveduras, enquanto a sacarose, se presente, é hidrolisada em glicose e frutose. No entanto, a presença de sacarose residual em um vinho pode indicar adulteração, já que sua adição é proibida e ela é normalmente consumida durante a fermentação. Assim, a detecção de sacarose em vinhos é um indicativo claro de práticas fraudulentas (GAYLORD et al., 2021).

Os açúcares redutores, como glicose e frutose, possuem grupos químicos capazes de se oxidar em presença de agentes oxidantes em meio alcalino. A quantificação desses açúcares em vinhos é comumente realizada por meio do Método de Fehling (ou Método de Lane-Eynon), que consiste na redução de íons cúpricos a óxido cuproso pela ação dos açúcares redutores (CTC, 2005). Após o tratamento dos dados da titulação potenciométrica realizada para as amostras, estão apresentados na Tabela 5 os resultados obtidos.

Ao analisar os resultados, observa-se que todas as amostras apresentaram valores abaixo do limite estabelecido pelo MAPA para vinhos secos (acima de 4 g de glicose/L). Entretanto, é importante ressaltar que, caso houvesse sacarose nas amostras, ela teria sido convertida em açúcares redutores durante o procedimento de hidrólise. Assim, não foi possível diferenciar os açúcares presentes nas amostras com o método utilizado.

	Limites do MAPA		AMOSTRAS					
	Mín	Máx	A	B	C	D	E	F
açúcares totais expresso em g de glicose L⁻¹	–	4	3,5	3,7	4,0	3,0	3,7	2,6

Tabela 5 – Teor de Açúcares Redutores Totais das Amostras de Vinhos (A a F) comparado ao limite estabelecido pela legislação brasileira vigente

3.7 Extrato Seco, extrato seco reduzido e cinzas

A estrutura e o corpo de um vinho são diretamente influenciados pelo extrato seco. O extrato seco total é definido como o peso do resíduo não volátil que permanece após a evaporação dos compostos voláteis, como água e álcool. Ele inclui uma vasta gama de substâncias, como ácidos, sais minerais, açúcares, polissacarídeos, compostos fenólicos, poliálcoois e compostos nitrogenados (OIV, 2022). Esse parâmetro é frequentemente utilizado para avaliar a qualidade da uva, o processo de vinificação e até a origem geográfica do vinho, devido à sua correlação com a composição química da uva e a metodologia de produção. O extrato seco reduzido é calculado subtraindo-se os açúcares e o sulfato de potássio do extrato seco total, resultando em um valor que fornece uma visão mais precisa da qualidade do vinho, eliminando a influência desses componentes adicionais (OIV, 2022).

As cinzas, por sua vez, referem-se aos compostos minerais presentes no vinho, e geralmente constituem cerca de 10% do extrato seco reduzido. Os principais minerais presentes nas cinzas incluem potássio, sódio, magnésio, cálcio, ferro, alumínio, cobre, fosfato, sulfato, cloreto e sulfito, além dos ânions orgânicos tartarato, malato e lactato. Altos teores de cinzas ocorrem devido à maceração prolongada ou à prensagem excessiva das uvas (OIV, 2022).

De acordo com as normas do MAPA para vinho tinto, não há valor especificado para a quantidade de extrato seco, mas o extrato seco reduzido de vinhos tintos deve ser no mínimo 21 g L⁻¹, e para as cinzas 1,5 g L⁻¹ (BRASIL, 2019). Os valores obtidos para as amostras estão apresentados na Tabela 6, que inclui os teores de açúcares totais e sulfatos, uma vez que estes são componentes importantes para a conversão do extrato seco em extrato seco reduzido.

	AMOSTRAS						
	Mínimo	A	B	C	D	E	F
Extrato Seco (g L ⁻¹)	-	25,74	25,87	20,25	21,49	30,67	27,96
Açúcares totais (g L ⁻¹)	-	3,5	3,7	4,0	3,0	3,7	2,6
Sulfato	-	1,10	0,60	0,59	0,70	0,53	1,71
Extrato Seco reduzido	21	23,2	23,2	16,5	18,4	26,9	28,0
Cinzas (g L ⁻¹)	1,5	3,34	3,52	3,13	3,13	3,58	3,04

Tabela 6 – Valores de extrato seco, açúcares totais, sulfato, extrato seco reduzido e cinzas das amostras de (A a F) comparados aos limites estabelecidos pela legislação brasileira vigente

A Tabela 6 mostra que, entre as seis amostras analisadas, somente as amostras C e D apresentaram valores de extrato seco reduzido abaixo do limite estabelecido com quantidades de 16,5 e 18,4 g L⁻¹, respectivamente. Além disso, as amostras apresentaram valores de cinzas em conformidade com a legislação vigente. Observou-se, ainda, que as amostras C e D também apresentaram os menores teores de extrato seco, enquanto a amostra C teve o maior teor de açúcares redutores. Essa combinação de baixo extrato seco e alto teor de açúcares resultou em um extrato seco reduzido abaixo do mínimo exigido, o que pode sugerir implicações sobre a qualidade do vinho C, indicando possíveis desvios nos processos de vinificação.

A relação entre o teor alcoólico e o extrato seco reduzido é um indicador importante de possíveis problemas de produção ou adulteração de vinhos. Segundo Oliveira (1994), a adulteração com adição de água, o desdobro do vinho, diminui a concentração do extrato seco reduzido, elevando essa relação. De acordo com as normas do MAPA, o valor máximo permitido para essa relação em vinhos tintos finos é de 5,2. Nas amostras B, C e D, os valores observados ultrapassaram esse limite, com excessos de 8%, 12% e 15%, respectivamente. Já nas amostras A, E e F, os valores ficaram abaixo do limite permitido. Esses resultados sugerem possíveis irregularidades na qualidade das amostras B, C e D, consistentes com os dados obtidos para o extrato seco e o extrato seco reduzido.

4 | CONCLUSÕES

As análises físico-químicas dos vinhos apreendidos pela RFB revelaram que a maioria das amostras analisadas apresentou conformidade em relação aos parâmetros de acidez total, pH, cloretos e cinzas. No entanto, amostras específicas mostraram desvios significativos que levantam questões sobre sua qualidade e conformidade com os parâmetros estabelecidos pelo MAPA.

As amostras C e F apresentaram teor alcoólico superior ao permitido para vinhos finos, o que exigiria sua reclassificação para comercialização no país. Além disso, a amostra F apresentou um teor de sulfatos 42% acima do limite legal, sugerindo possível

adulteração ou o uso inadequado de compostos para correção de acidez. Esses desvios são indicativos de problemas na produção ou adulterações. Outro aspecto relevante foi o baixo valor de extrato seco reduzido nas amostras C e D, que ficaram abaixo do mínimo estabelecido pelo MAPA. Isso pode estar associado a uma vinificação inadequada ou ao uso de uvas de baixa qualidade. No caso da amostra C, o alto teor de açúcares redutores, combinado com o baixo extrato seco, reforça a possibilidade de práticas inadequadas no processo de produção.

Esses resultados ressaltam a importância da fiscalização eficiente conduzida pela RFB, que desempenha um papel crucial ao retirar de circulação produtos de origem incerta e com rotulagem inadequada, conforme exigido pela legislação brasileira. Esse processo é fundamental para proteger a saúde do consumidor e assegurar a integridade do mercado de vinhos no país. Além disso, o presente estudo demonstra a necessidade de análises químicas detalhadas para verificar a qualidade dos produtos importados e detectar possíveis fraudes e adulterações, especialmente em vinhos que entram irregularmente no território nacional.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de bolsa de produtividade em pesquisa (PQ/UEMG - Edital 10/2022), ao Programa institucional de apoio à pesquisa (PAPq - edital 16/2023) e a Receita Federal do Brasil.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M.F. et al. **Análise multivariada de parâmetros físico-químicos em amostras de vinhos tintos comercializados na região metropolitana do Recife.** Química Nova, v. 31, p. 296-300, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422008000200020>

BRASIL. **Consolidação das Normas de Bebidas, Fermentado Acético, Vinho e Derivados da Uva e do Vinho: anexo à norma interna DIPOV nº 01/2019** – Cartilhão / Coordenação Geral de Vinhos e Bebidas. Brasília: MAPA / AECS, 2022. 2ª ed. 2023.

BRASIL. **Lei nº 7.678, de 8 de novembro de 1988.** Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1980-1988/l7678.htm. Acesso em: 07 fev. 2024.

GARREAU, R.D. et al. **Climate, Grapes, and Wine: Structure and Suitability in a Variable and Changing Climate.** SpringerLink, 2009. DOI: 10.1007/s11104-012-1416-6.

GAYLORD, J. et al. **The Role of Sugar in Fermentation: Implications for Wine Quality.** Journal of Wine Research, 2021. DOI: 10.1080/09571264.2021.1894814.

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

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

JACOBSON, J. L. **Introduction to Wine Laboratory Practices and Procedures**. Springer, 2006. DOI: 10.1007/0-387-25120-0.

OHLWEILER, O. A. **Química Analítica Quantitativa**. 3. ed. Rio de Janeiro, RJ: Livro Técnico e Científico Editora Ltda, 1981. p. 121-122.

OIV. **Opinion of the OIV on total dry extract. International Organisation of Vine and Wine**, 2022. Disponível em: <https://www.oiv.int>. Acesso em: 28 set. 2024.

OLIVEIRA, T.M. N.. **Análise Laboratorial de Bebidas e Padrões de Identidade e Qualidade** (interpretações), Curso de Atualização em Bebidas e Vinagres, 1994, Fortaleza. 52 p.

PUCKETTE, M. **What is Brix? Winemaking Secrets. Wine Folly**, 2020. Disponível em: <https://winefolly.com/wine-101/what-is-brix/>. Acesso em: 28 set. 2024.

RIVERA, J. et al. **From Sugar of Grape to Alcohol of Wine: Sensorial Impact of Alcohol in Wine**. MDPI, 2020. DOI: 10.3390/wine2020001.

RIZZON, L. A. **Metodologia para análise de vinho**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 1ª ed.

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos de Química Analítica**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZENEBON, O.; PASCUET, N.S.; TIGLEA, P. **Instituto Adolfo Lutz - Métodos Físico-Químicos para Análises de Alimentos**. 4. ed. São Paulo: IMESP, 2008. wein.plus. Total extract. wein.plus Lexicon, 2022. Disponível em: <https://glossary.wein.plus/total-extract>. Acesso em: 28 set. 2024.