

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE PORTO ALEGRE
TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

Lais da Silva Machado

AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE DIFERENTES
AZEITES DE OLIVA EXTRA VIRGEM PRODUZIDOS NO ESTADO DO RIO
GRANDE DO SUL.

Porto Alegre

2025

Lais da Silva Machado

Avaliação de características físico-químicas de diferentes azeites de oliva
extravirgem produzidos no estado do Rio Grande do Sul.

Trabalho de Conclusão do Curso de Tecnologia
em Alimentos, da Universidade Federal de
Ciências da Saúde de Porto Alegre, como requisito
parcial para a obtenção do Título de Tecnólogo em
Alimentos

Orientador: Prof. Dr. Julianio Garavaglia.

Porto Alegre

2025

Catálogo na Publicação

Machado, Lais da Silva Avaliação de características
físico-químicas de diferentes azeites de oliva
extravirgem produzidos no estado do Rio Grande do Sul. /
Lais da Silva Machado. -2025.
44 p. : il., tab. ; 30 cm.

Monografia (trabalho de conclusão de curso) --
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre,
Curso de Tecnologia em Alimentos, 2025.

Orientador(a): Prof. Dr. Juliano
Garavaglia.

1. Azeite de oliva extravirgem. 2.
Olivicultura gaúcha. 3. Qualidade físico-química.
4. Compostos fenólicos. 5. Oxidação lipídica. I.
Título.

Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da UFCSPA com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, expresso minha sincera gratidão ao meu orientador, Prof. Dr. Juliano Garavaglia, pelo incentivo constante não apenas na realização deste trabalho, mas também ao longo dos três anos de pesquisa que construímos juntos. Sua orientação paciente e valiosa foi essencial para o desenvolvimento deste estudo e para minha formação enquanto estudante e pesquisadora.

À minha família, agradeço profundamente por todo o amor, apoio e compreensão ao longo desta trajetória. Em especial, aos meus pais, Cleide da Silva Machado e Maximino Cesar da Silva Machado, por estarem sempre ao meu lado com palavras de incentivo e gestos de carinho, e ao meu irmão, Fabrício da Silva Machado, pela presença constante e por me motivar nos momentos de maior desafio. Sem o suporte e a confiança de vocês, nada disso seria possível.

Registro também meu agradecimento às minhas amigas e colegas de curso, Giovanna Tomasi e Bianca Suffert, pela parceria e colaboração ao longo dos anos, e à minha companheira de laboratório, Hortência Velloso, pela dedicação e ajuda indispensável na coleta de dados e análise dos resultados.

Aos meus amigos, agradeço pela compreensão e pelo apoio incondicional, especialmente nos momentos em que precisei me afastar para me dedicar a esta etapa. Agradeço de forma especial à minha amiga Maria Clara Vargas, por ter me escutado inúmeras vezes quando compartilhei as dificuldades e desafios da vida acadêmica, e por ter me incentivado e apoiado de forma constante ao longo de todos esses anos de amizade.

Minha gratidão mais profunda ao meu namorado, Gabriel Cenci, por estar ao meu lado em todos os momentos, pelos conselhos, pela paciência e pelo incentivo constante para que eu seguisse em frente, mesmo nas fases mais desafiadoras. Sua presença foi essencial em todo o processo, trazendo apoio emocional e motivação quando mais precisei. Este trabalho também é fruto da força, compreensão e companheirismo que ele me proporcionou ao longo dessa jornada.

Por fim, agradeço à UFCSPA e a PIBIC/CNPq pelo financiamento que tornou possível a realização desta pesquisa.

RESUMO

O presente trabalho avaliou as características físico-químicas de azeites de oliva extravirgem (AOEV) produzidos no estado do Rio Grande do Sul, com o objetivo de investigar a qualidade e a estabilidade oxidativa de amostras das cultivares Arbequina e Koroneiki. Foram analisadas 30 amostras coletadas nas safras de 2022 e 2023. Os parâmetros de qualidade determinados incluíram acidez livre, índice de peróxidos, extinção específica no ultravioleta (K232 e K270) e teor de compostos fenólicos totais, conforme metodologias oficiais. As análises estatísticas envolveram medidas de tendência central, Análise de Variância (ANOVA), teste de Kruskal-Wallis e correlação de Spearman. Os resultados indicaram valores médios de acidez livre abaixo do limite regulamentar (0,8%), sugerindo boa qualidade inicial da matéria-prima e processamento adequado. A cultivar Koroneiki apresentou menor suscetibilidade à oxidação primária, refletida em valores médios mais baixos de K232, enquanto ambas mantiveram baixos níveis de K270. O teor de compostos fenólicos foi elevado em todas as amostras, posicionando o AOEV gaúcho em um patamar de alta qualidade e valor agregado. A correlação negativa entre fenólicos e acidez livre reforça o papel antioxidante desses compostos. Apesar da qualidade geral elevada dos azeites, observou-se variabilidade entre amostras, especialmente na cultivar Arbequina, verificando-se amostras com oxidação avançada. Conclui-se que os azeites analisados atendem aos padrões de excelência da categoria extravirgem e que a olivicultura gaúcha apresenta potencial promissor, demandando continuidade em pesquisas e melhorias no controle dos azeites após o processo de extração.

Palavras-chave: Azeite de oliva extravirgem. Compostos fenólicos. Qualidade físico-química. Oxidação lipídica. Olivicultura gaúcha.

ABSTRACT

This study evaluated the physicochemical characteristics of extra virgin olive oils (EVOO) produced in Rio Grande do Sul, Brazil, aiming to assess their quality and oxidative stability in Arbequina and Koroneiki cultivars. Thirty samples from the 2022 and 2023 harvests were analyzed. Quality parameters included free acidity, peroxide value, specific UV extinction (K232 and K270), and total phenolic content, following official methodologies. Statistical analyses involved central tendency measures, ANOVA, Kruskal-Wallis, and Spearman correlation tests. Results showed average free acidity values below the regulatory limit (0.8%), indicating high raw material quality and efficient processing. The Koroneiki cultivar exhibited lower susceptibility to primary oxidation, with reduced K232 values, while both cultivars maintained low K270 levels. All samples showed high phenolic content, placing southern Brazilian EVOO in a high-quality and high-value category. A negative correlation between phenolics and free acidity confirmed the antioxidant role of these compounds. Despite overall high quality, some Arbequina samples showed signs of advanced oxidation. It is concluded that the analyzed oils meet extra virgin quality standards and that the olive oil sector in Rio Grande do Sul shows strong potential, emphasizing the need for ongoing research and post-extraction quality control improvements.

Keywords: Extra virgin olive oil. Phenolic compounds. Physicochemical quality. Lipid oxidation. Olive cultivation in southern Brazil.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	4
1 INTRODUÇÃO	2
2 OBJETIVOS	6
2.1 OBJETIVO GERAL	6
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
3.1 OLIVICULTURA NO RIO GRANDE DO SUL	7
3.2 MÉTODO DE EXTRAÇÃO DO AZEITE DE OLIVA	9
3.3 COMPOSIÇÃO DO AZEITE DE OLIVA EXTRA VIRGEM	12
4 METODOLOGIA	17
4.1 AMOSTRAGEM	17
4.2 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS AZEITES	17
4.3 COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS	20
4.4 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS	22
5 VIABILIDADE ECONÔMICA	23
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
6.1 AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA DA DISTRIBUIÇÃO E COMPARAÇÃO ENTRE CULTIVARES	24
6.1.1 Testes de Normalidade e Homocedasticidade	24
6.1.2 Comparação de Médias (ANOVA e Kruskal-Wallis)	25
6.1.3 Análise de Correlação Bivariada	26
6.1.4 Análise de Comportamento das Variedades	26
6.2 ANÁLISE DESCRITIVA DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE POR CULTIVAR	26
6.2.1 Acidez Livre	26
6.2.2 Índice de Peróxidos	28
6.2.3 Extinção Específica no Ultravioleta (K232 e K270)	30
6.2.4 Compostos Fenólicos Totais	33
7 CONCLUSÕES	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1 INTRODUÇÃO

A produção de azeite de oliva vem aumentando com o desenvolvimento de hábitos de consumo mais saudáveis. Este efeito acontece devido às características nutricionais, funcionais e sensoriais do azeite de oliva. Esse incremento no consumo está diretamente relacionado com a tradicional Dieta Mediterrânea. Por isso, novas zonas de plantio de azeitona têm sido exploradas, buscando o incremento na sua qualidade sensorial e parâmetros de identidade e de composição. Exemplo disso é o aumento no plantio de oliveiras no Brasil, mais recentemente no Estado do Rio Grande do Sul, principalmente, na região Sudoeste, em cidades como Bagé, Cachoeira do Sul, Caçapava do Sul, Dom Pedrito e Encruzilhada do Sul.

O azeite de oliva está presente na dieta do brasileiro, devido principalmente à influência cultural portuguesa. Nas regiões Sul e Sudeste há o maior consumo de azeite de oliva devido este fator, além da presença de descendentes de imigrantes europeus (italianos, espanhóis, portugueses), tradicionalmente consumidores de azeite. O mercado de azeite no Brasil tem crescido muito nos últimos anos, apenas entre os anos de 2004 e 2009 houve um aumento de 78%, ou seja, a importação anual brasileira cresceu de 23 para 42 mil toneladas (Ballus et al., 2015).

Um fator considerado determinante nos hábitos de consumo do brasileiro aos tipos de azeite é o seu desconhecimento do produto, pois devido à influência portuguesa, o consumidor brasileiro normalmente tende a consumir azeites equilibrados, com pouco sabor picante e amargo, com certa preferência pela cor verde, que é erroneamente associado a um azeite de melhor qualidade (Bruscatto et al., 2017).

Além das características da azeitona cultivada, é necessário classificar cada azeite pela sua qualidade sensorial e nutricional. O Brasil segue as normas internacionais para classificação dos azeites, e assim, pode ser classificado por padrões internacionais definidos pela Comissão do *Codex Alimentarius* (Change et al., 2021):

a) azeite de oliva Extravirgem: esse tipo é considerado o de mais altíssima qualidade, não sofre nenhum refino químico e possui menos de 0,8% de acidez. Do

ponto de vista nutricional, é o mais saudável e completo e responsável pelos efeitos benéficos à saúde humana, principalmente por possuir alta quantidade de compostos fenólicos e outros componentes bioativos;

b) azeite de oliva Virgem: possui qualidade inferior, também pode ser vendido diretamente ao consumidor. Seu uso é principalmente culinário, sendo comercializado ainda misturado a outros tipos. Sua acidez varia de 0,81% a 2%;

c) azeite de oliva virgem Lampante: É impróprio para o consumo humano diretamente, pois seu odor e paladar são inadequados e sua acidez é acima de 3,3%, sendo comercializado apenas após processo de refino e também quando misturado com outros azeites ou óleos de sementes;

d) azeite refinado: o azeite de oliva virgem lampante pode ser refinado quimicamente, este processo resulta em perda do gosto, da cor, do aroma e de grande parte das vitaminas (de 20% a 40%). O azeite refinado fica com acidez próxima a 0,5%. O azeite refinado destina-se à utilização industrial e é misturado com outros azeites de oliva, atingindo valor de acidez não maior que 1,5%;

e) azeite composto: produto de uso popular e com grande venda no mercado, mas com baixa qualidade. É resultado da mistura do azeite de oliva (15%) e óleo de soja (85%) ou outro óleo vegetal.

Em relação à qualidade do produto final, as marcas do RS apresentam alta qualidade e têm recebido reconhecimento internacional (Pereira, 2023). Testes de análise físico-química e sensorial são fundamentais para que este reconhecimento ocorra e, como consequência, desencadeie o aumento do fomento ao setor (Pereira, 2023). A necessidade de informar e educar o consumidor sobre a qualidade do azeite, especialmente o gaúcho, e desmistificar crenças como a de que a acidez é o único indicador de qualidade, é um ponto relevante, onde o principal meio de conhecimento provém de pesquisas (Pereira, 2023).

Atualmente, há uma carência geral de pesquisas específicas sobre a olivicultura brasileira e gaúcha, considerando seu caráter incipiente (Silva, 2013). Há uma percepção de que os estudos necessários para o setor devem ser "de base" para fomentar a evolução técnica, ambiental e econômica (Pereira, 2023). A

necessidade de maior envolvimento da pesquisa e difusão de conhecimentos a respeito de diversos aspectos agrônômicos da produção, como solo, clima, manejo, poda, nutrição, material genético, pragas e doenças, é amplamente mencionada por Saueressig (2018). Alguns produtores recorrem a literatura internacional ou de outras culturas pela falta inicial de conhecimento específico e local (Pereira, 2023).

Trata-se de um assunto relativamente recente tanto no estado do Rio Grande do Sul quanto no Brasil (Silva, 2013). A importância do estudo se justifica pelo potencial produtivo do estado para o cultivo de oliveiras (Silva, 2013), impulsionado pela tendência mundial de busca por alimentos saudáveis, na qual o azeite de oliva tem uma posição destacada (Pereira, 2023). O consumo de azeite de oliva no mundo e no Brasil tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, criando oportunidades de mercado (Pereira, 2023).

Do ponto de vista acadêmico e científico, o estudo da cadeia produtiva da oliveira no RS é relevante para preencher lacunas no contexto teórico específico, uma vez que a bibliografia ainda é escassa (Pereira, 2023). A abordagem pioneira e a utilização de métodos qualitativos e quantitativos em pesquisas têm contribuído para uma maior compreensão do tema (Saueressig, 2018).

Economicamente, a atividade tem mostrado crescimento consistente nos últimos anos, com aumento expressivo na área plantada e reconhecimento dos produtos em premiações internacionais, sugerindo potencial para geração de empregos (Saueressig, 2018; Pereira, 2023). Apesar da evolução, a cadeia ainda enfrenta desafios, o que demonstra a necessidade de mais investimento e pesquisa na área.

Estudos também exploraram os desafios na etapa da produção, como o alto custo do investimento inicial, a dificuldade na colheita devido à falta e o custo de mão de obra qualificada e carência de equipamentos específicos (Saueressig, 2018).

Apesar do avanço, o tema ainda possui pontos que não foram totalmente explorados e que necessitam de mais pesquisa. De forma geral, há uma carência de estudos focados na qualidade do azeite produzido e no seu potencial de mercado em comparação com azeites importados (Pereira, 2023). Os estudos existentes são

vistos como uma "primeira luz", mas ainda assim muito incompletos levando em consideração a quantidade de material teórico estrangeiro (Pereira, 2023).

Há uma necessidade de mais pesquisas sobre a qualidade técnica do azeite, assim como a criação de um banco de dados que possa servir como comparação para estudos futuros. Neste contexto, este trabalho visa contribuir para esse campo em formação e avaliar, através de análises físico-químicas, as características dos azeites de oliva extravirgem Koroneiki e Arbequina produzidos e envasados no estado do Rio Grande do Sul.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as características nutricionais e de qualidade de azeites de oliva produzidos a partir de azeitonas Koroneiki e Arbequina cultivadas no Rio Grande do Sul.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a acidez livre, índice de peróxidos e absorbância em Ultra Violeta (K232 e K270);
- Quantificar compostos fenólicos totais;
- Avaliar a qualidade do azeite pela determinação da acidez titulável;
- Avaliar a qualidade e autenticidade do produto, identificando a presença de compostos que indicam oxidação, refino ou adulteração;
- Criar um banco de dados inicial que servirá como consulta para futuras pesquisas na área.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 OLIVICULTURA NO RIO GRANDE DO SUL

A olivicultura (cultivo de oliveiras) no Rio Grande do Sul (RS) é um tema relativamente recente e em desenvolvimento no estado e no Brasil (Silva, 2013). O assunto tem ganhado destaque devido ao potencial produtivo do RS para o cultivo de oliveiras (Silva, 2013; Rodrigues, 2013; Saueressig, 2019; Pereira, 2023). Embora a oliveira (*Olea europaea* L.) seja uma planta milenar, com origem provável em regiões como Síria, Líbano ou Israel, e cultivada há milhares de anos na bacia do Mar Mediterrâneo, seu cultivo comercial no Brasil é um acontecimento recente (Silva, 2013; Rodrigues, 2013; Saueressig, 2019; Pereira, 2023).

Existem registros da presença de olivais no RS desde o início dos anos 1800, trazidos por imigrantes açorianos, italianos e espanhóis (Saueressig, 2019). O botânico francês Auguste de Saint-Hilaire, ao visitar o estado em 1820-1821, relatou a existência de oliveiras em Porto Alegre e Viamão que produziam frutos de boa qualidade, embora em pequena quantidade (Saueressig, 2019). Contudo, Saint-Hilaire previu que a cultura poderia se tornar uma nova fonte de renda com o aumento da população e propriedades (Saueressig, 2018). Apesar desse potencial percebido precocemente, a Coroa Portuguesa chegou a proibir o cultivo para evitar concorrência com os azeites de Portugal (Saueressig, 2019). Tentativas posteriores, como a importação de plantas na década de 1930 e a distribuição de mudas nos anos 1950-1960, enfrentaram dificuldades devido à carência de base técnica, tecnologias e manejo adequado (Saueressig, 2019).

Um novo ciclo da olivicultura no Brasil e no RS começou a se formar especialmente a partir do início dos anos 2000, impulsionado por empreendedores que investiram no cultivo por diversas motivações (Saueressig, 2018). O desenvolvimento no RS foi notável entre 2005 e 2018, período em que a área cultivada passou de 80 hectares para cerca de 4,5 mil hectares (Saueressig, 2019). Dados mais recentes indicam uma área plantada de 5.986 hectares em 2021, com 56,8% em idade produtiva (Ferreira, 2022). O estado do Rio Grande do Sul destaca-se como o maior produtor nacional de azeite de oliva extravirgem e

azeitonas em conserva, respondendo por 75% da produção nacional em 2022 (Ferreira, 2022).

A cadeia produtiva da oliveira no Rio Grande do Sul, embora internamente estruturada, ainda está em desenvolvimento no que se refere ao ambiente externo, incluindo políticas públicas e normas regulamentaras (Pereira, 2023). A análise da cadeia sob a ótica de um sistema agroindustrial (SAG) engloba não apenas os elos diretos (insumos, produção primária, agroindústria, distribuição, consumidor), mas também o ambiente institucional e as organizações de suporte (Saueressig, 2019).

Em termos de números, o RS contava com 145 produtores cultivando olivais em 56 municípios em 2017 (Saueressig, 2018). Em 2022, o número de produtores subiu para 321 em 108 municípios (Ferreira, 2022). A maior concentração de olivais está na Metade Sul do estado (Saueressig, 2019), com municípios como Encruzilhada do Sul, Canguçu, Pinheiro Machado, Bagé e Caçapava do Sul sendo apontados como os principais produtores em 2022 (Ferreira, 2022).

A agroindústria, focada principalmente na extração e envase de azeite, contava com oito unidades extratoras e 20 marcas em 2017 (Saueressig, 2018). Em 2019, o número de marcas havia crescido para 33 (Saueressig, 2019), e em 2022, chegou a 70 marcas (Ferreira, 2022). A produção de azeite no estado foi de 198.664 litros na safra 2018/2019 (Saueressig, 2019) e registrou um crescimento significativo de 122% em 2022 em relação a 2021, atingindo 448.500 litros (Ferreira, 2022). A cadeia em formação no estado apresenta uma dominância da indústria de beneficiamento (Pereira, 2023). A olivicultura no RS possui potencial, mas enfrenta desafios típicos de um setor incipiente (Rodrigues, 2013), tais como a falta de assistência técnica aos produtores (Silva, 2013), carência de insumos específicos para o manejo dos cultivos, alto custo e a carência de mão de obra qualificada, especialmente para a colheita (Saueressig, 2018).

O Brasil é um mercado consumidor gigante e com consumo crescente (Pereira, 2023). Há uma grande oportunidade de conquistar o mercado interno, que é abastecido por importações de azeites muitas vezes com preços elevados e qualidade baixa (Pereira, 2023). A demanda por alimentos saudáveis e as novas tendências de alimentação impulsionam o consumo (Pereira, 2023). O setor também

pode se beneficiar da integração com outras atividades agrícolas (como a pecuária) e explorar o turismo relacionado ao azeite ("oleoturismo") (Saueressig, 2018).

O ambiente externo da cadeia ainda está em desenvolvimento, especialmente em relação a políticas públicas de incentivo e normas regulamentaras (Silva, 2013). A concorrência desleal de produtos importados de baixa qualidade, incluindo azeites compostos ou fraudados, é um problema (Rodrigues, 2013). A fiscalização de azeites importados é uma necessidade apontada pelos produtores (Saueressig, 2018). A falta de conhecimento do consumidor brasileiro sobre azeite de boa qualidade e sobre a existência de produtores nacionais qualificados é um desafio significativo (Saueressig, 2019). Embora o RS possua áreas recomendáveis para o cultivo com base no zoneamento edafoclimático, as condições climáticas do estado diferem das regiões semiáridas do Mediterrâneo (origem da planta) (Saueressig, 2018).

Por ser uma cultura recente no Brasil, a olivicultura necessita de mais estudos e pesquisas científicas (Silva, 2013). Instituições como a Embrapa Clima Temperado em Pelotas têm realizado pesquisas e publicado materiais técnicos sobre a cultura, incluindo sistemas de produção, cultivares adaptadas, manejo de pragas e doenças, e aspectos de mercado (Pereira, 2023).

3.2 MÉTODO DE EXTRAÇÃO DO AZEITE DE OLIVA

A produção de azeite de oliva extravirgem começa na extração do óleo dos frutos da oliveira (Petrakis, 2006). Este processo é fundamental e influencia a qualidade final do azeite. O azeite extravirgem pode ser definido como o suco extraído de azeitonas em perfeitas condições, processadas com frutos frescos, evitando tratamentos que alterem a natureza química de seus componentes (Petrakis, 2006; Neto, 2008).

O processo de extração começa com as operações prévias primeiramente a colheita das azeitonas, que podem ser realizadas manualmente ou mecanicamente, então a limpeza e lavagem das azeitonas (Neto, 2008). Esta etapa é essencial para remover impurezas como poeira, folhas e pedras (Neto, 2008). A remoção dessas

impurezas é crucial para evitar a deterioração dos equipamentos, como o moinho e a centrífuga, e para garantir a qualidade do azeite, prevenindo a deterioração dos frutos e o aparecimento de defeitos (Neto, 2008). As azeitonas limpas devem ser armazenadas em recipientes que permitam a aeração, com capacidade calculada para regular o fluxo para a moagem (Neto, 2008). O armazenamento prolongado pode causar alterações na qualidade do azeite devido a hidrólises, ações enzimáticas ou atuação de microrganismos (Petrakis, 2006; Neto, 2008).

A próxima etapa é a preparação da pasta (Neto, 2008). As azeitonas limpas são trituradas ou moídas para romper a estrutura vegetal do fruto (Petrakis, 2006). O objetivo é liberar as gotículas de azeite contidas nos vacúolos do mesocarpo, tanto da polpa quanto do caroço (Petrakis, 2006). O resultado dessa moagem é uma pasta (Petrakis, 2006; Neto, 2008).

Em seguida, a pasta de azeitona passa pela etapa de malaxação, também chamada de agitação ou batido (Favaro, 2022). A malaxação é uma movimentação branda da polpa desestruturada, que tem como objetivo agrupar as gotículas de azeite liberadas na moagem (Favaro, 2022). Ao agrupar-se, as gotículas formam uma fase oleosa contínua, facilitando a separação posterior (Favaro, 2022). A temperatura e o tempo da malaxação são importantes para aumentar a eficiência da extração (Favaro, 2022). O aquecimento do sistema durante a malaxação diminui a viscosidade do óleo, o que pode aumentar a eficiência da extração (Favaro, 2022).

A separação do azeite da pasta é a fase seguinte (Petrakis, 2006). O objetivo é separar o azeite da água e da matéria seca. Existem diferentes sistemas de extração (Petrakis, 2006). O mais utilizado é o sistema contínuo, de centrifugação (Di Giovacchino, 2002). Após a moagem e malaxação, o óleo é removido usando uma centrífuga (Petrakis, 2006). Existem *decanter*s centrífugos, que podem ser de três fases (separação óleo, água e sólidos) ou de duas fases (separando azeite de uma borra úmida contendo sólidos e água) (Favaro, 2022). A adição de água morna é frequentemente usada para diluir a pasta antes da centrifugação em sistemas de três fases (Favaro, 2022). No entanto, essa adição de água pode levar à perda de antioxidantes na fase aquosa ou mantê-los no bagaço (Favaro, 2022). A centrifugação também é utilizada para a clarificação do óleo bruto, removendo impurezas sólidas (Petrakis, 2006). O óleo clarificado pode então ser purificado com

o auxílio de uma centrífuga vertical, seguido de secagem a vácuo para retirar água residual (Favaro, 2022).

A eficiência da extração é baseada em vários fatores como a variedade da oliveira, as condições climáticas do local de plantio e o solo (Petrakis, 2006). Como já citado, o tempo de espera para o processamento após a colheita exerce grande influência na qualidade do produto e o que por sua vez é influenciado pela eficiência da extração (Petrakis, 2006). A temperatura e o tempo de malaxação da pasta são parte muito importante do processo, principalmente no método de extração prensagem a frio (Petrakis, 2006). Empresas brasileiras reportaram eficiências de extração de azeite entre 85,3% e 90,6% (Favaro, 2022). O rendimento de óleo em relação à massa inicial de frutos pode variar entre 10% e 15% (Favaro, 2022).

Após a extração, o azeite é filtrado para retirar partículas remanescentes do processo e então armazenado até o momento da embalagem (Favaro, 2022). Esta etapa final da cadeia de qualidade tem como objetivo separar os azeites por qualidade, conservar as características favoráveis do azeite, protegendo-o de fermentações, oxidações e perdas de aromas (Petrakis, 2006). Evitar o aparecimento de defeitos (rançoso, adstringente, avinhado) e favorecer a maturação do azeite, suavizando amargor e adstringência (Petrakis, 2006).

O azeite deve ser armazenado em tanques de aço inoxidável, com enchimento preferencialmente pela parte inferior e sem contato com o ar (Petrakis, 2006). A manutenção da qualidade é intrinsecamente ligada ao controle da concentração de oxigênio dissolvido no azeite, que, por sua vez, depende da concentração de oxigênio no *headspace* do recipiente de armazenamento ou da embalagem (Silva, 2019; Gonçalves, 2022). Minimizar o contato com o oxigênio é crucial, pois a auto-oxidação é um dos principais mecanismos de deterioração que leva à formação de hidroperóxidos, por isso se utilizam gases inertes nos tanques de armazenamento para retirar o oxigênio e manter a qualidade do produto (Silva, 2019; Gonçalves, 2022).

As condições térmicas também influenciam diretamente a estabilidade do azeite e devem ser controladas com rigor. Antes do envase, o azeite deve ser

armazenado em recipientes a uma temperatura de 15 a 16 °C e então embalado à temperatura entre 18 e 20°C (Campos, 2013).

A manutenção da higiene e boa ventilação nas instalações de armazenamento é imprescindível para que o azeite não adquira odores desagradáveis (Petrakis, 2006). Após o período de armazenamento, o azeite é engarrafado, utilizando uma embalagem que deve proteger o azeite da luz, que causa degradação de suas propriedades (Petrakis, 2006). Recipientes apropriados são de vidro de cor âmbar ou verde, ou em latas apropriadas (Petrakis, 2006).

3.3 COMPOSIÇÃO DO AZEITE DE OLIVA EXTRA VIRGEM

A composição do azeite de oliva é predominantemente formada por triacilgliceróis (Boskou, 2006). Outros componentes presentes incluem ácidos graxos livres, mono e diacilgliceróis, além de uma variedade de lipídios como hidrocarbonetos, esteróis, álcoois alifáticos, tocoferóis e pigmentos (Boskou, 2006). O azeite também contém uma infinidade de compostos fenólicos e voláteis (Boskou, 2006).

Os compostos fenólicos presentes no azeite de oliva virgem são particularmente importantes. Eles são associados às propriedades benéficas à saúde decorrentes do consumo de azeite, como a redução do risco de doenças cardiovasculares, distúrbios neurológicos e câncer de mama (Machado, 2015). Além disso, esses compostos estão ligados à estabilidade oxidativa e às características sensoriais (sabor e aroma) do azeite (Machado, 2015). O conteúdo desses compostos pode variar devido a fatores genéticos, agrônômicos, condições de cultivo e localização geográfica (Machado, 2015).

A quantificação desses compostos em azeites de oliva virgem é relevante para a caracterização de azeites monovarietais e para dar suporte a estudos agrônômicos (Machado, 2015).

A composição do azeite é primariamente triacilgliceróis (Boskou, 2006). Os ácidos graxos presentes incluem palmítico (C16:0), palmitoleico, esteárico, oleico, linoleico e linolênico, com traços de outros ácidos (Boskou, 2006). A composição de

ácidos graxos varia com a zona de produção, latitude, clima, variedade e estágio de maturação do fruto (Boskou, 2006). Azeites gregos, italianos e espanhóis tendem a ser baixos em ácidos linoleico e palmítico e altos em ácido oleico (Boskou, 2006), enquanto azeites tunisianos são ricos em ácidos linoleico e palmítico e mais baixos em ácido oleico (Machado, 2015). A formação do ácido oleico ocorre primeiro no fruto, com uma forte relação antagônica entre ele e os ácidos palmítico, palmitoleico e linoleico (Machado, 2015).

A presença de glicerídeos parciais se deve à biossíntese incompleta de triacilgliceróis ou a reações hidrolíticas (Machado, 2015). Em azeite de oliva extravirgem, a concentração de diacilgliceróis varia de 1 a 2,8%. Já os monoacilgliceróis estão presentes em quantidades muito menores (< 0,25%) (Machado, 2015). Os 1,2-diacilgliceróis presentes no azeite fresco tendem a isomerizar para os mais estáveis 1,3-diacilgliceróis; esse rearranjo fornece informações sobre a idade e as condições de armazenamento do azeite, considerada um critério útil para monitorar a qualidade (Machado, 2015). Já que as condições de armazenamento afetam a distribuição de ácidos graxos (Machado, 2015).

Os hidrocarbonetos que estão presentes em quantidades consideráveis são o esqualeno e o β -caroteno (Boskou, 2006). O esqualeno é o principal constituinte da matéria insaponificável e representa mais de 90% da fração de hidrocarbonetos (Boskou, 2006). Seus níveis variam de 200 a 7500 mg/kg, com relatos de até 12.000 mg/kg (Boskou, 2006). O esqualeno é considerado parcialmente responsável pelos efeitos benéficos à saúde do azeite e sua ação quimiopreventiva contra certos tipos de câncer (Boskou, 2006). Sua concentração depende da cultivar, tecnologia de extração e é reduzida durante o refino (Boskou, 2006). Além do esqualeno, a fração de hidrocarbonetos inclui diterpenos, triterpenos, poliolefinas isoprenóides e n-parafinas (Boskou, 2006).

Dos oito "E-vitâmeros" conhecidos, o α -tocoferol constitui 90% do conteúdo total de tocoferóis e é encontrado na forma livre (Boskou, 2006). Os níveis relatados para o α -tocoferol variam amplamente (55-370 mg/kg), dependendo da cultivar e fatores tecnológicos (Boskou, 2006). Níveis mais baixos de β -tocoferol (~10 mg/kg),

δ -tocoferol (~10 mg/kg) e γ -tocoferol (~20 mg/kg) são geralmente relatados (Machado, 2015).

A introdução de Boas Práticas de Fabricação e programas de controle de qualidade teve um impacto positivo nos níveis de tocoferóis, que agora são mais altos do que o valor médio de 100 mg/kg atribuído ao azeite no passado (Machado, 2015). Isso é importante considerando as propriedades antioxidantes in vivo do α -homólogo (Machado, 2015). O refino ou a hidrogenação causam perda de tocoferóis (Machado, 2015). Azeites gregos mostraram alguns dos níveis mais altos relatados (Boskou, 2006).

A cor do azeite de oliva extravirgem é resultado das tonalidades verde e amarela, devido à presença de clorofilas e carotenóides (Boskou, 2006). A cor é influenciada pela cultivar, índice de maturação, zona de produção, sistema de extração e condições de armazenamento, sendo considerada um índice de qualidade (Boskou, 2006).

As clorofilas são encontradas como feofitinas, sendo a feofitina α a predominante (Boskou, 2006). A presença de feofitina α está relacionada às condições de processamento e à atividade enzimática (Machado, 2015). O manuseio e a duração do armazenamento causam novas mudanças no teor de feofitina α (Machado, 2015). Sob exposição à luz, os pigmentos verdes se degradam, causando o branqueamento do azeite (Machado, 2015).

Os principais carotenóides são luteína e β -caroteno (Boskou, 2006). Os níveis desses pigmentos são influenciados pelos mesmos fatores que afetam as clorofilas (Boskou, 2006). A fração carotenoide também pode incluir várias xantofilas (Machado, 2015). A relação entre os dois principais carotenóides depende do cultivar (Machado, 2015).

Os álcoois alifáticos e aromáticos se encontram presentes de forma livre e esterificada (Boskou, 2006). Incluem álcoois graxos e álcoois diterpênicos (Boskou, 2006). Álcoois com menos de dez átomos de carbono e alguns álcoois aromáticos são constituintes da fração volátil (Boskou, 2006).

Os principais álcoois graxos com mais de 16 carbonos são docosanol, tetracosanol, hexacosanol e octacosanol (Boskou, 2006). Os níveis totais de álcoois graxos em azeites virgens geralmente não excedem 250 mg/kg, mas são muito maiores em azeites extraídos por solvente (Boskou, 2006).

Ésteres de álcoois graxos com ácidos graxos (ceras) são usados para diferenciar tipos de azeite; azeites extravirgem contém ceras em níveis inferiores a 150 mg/kg, enquanto azeites brutos e refinados extraídos por solvente têm níveis superiores a 2000 mg/kg (Boskou, 2006). Essa diferença é usada oficialmente para distinguir o azeite de oliva extravirgem do azeite extraído por solvente (Machado, 2015).

Os esteróis são importantes lipídios para a qualidade e autenticidade do azeite (Boskou, 2006). Quatro classes ocorrem: esteróis comuns, 4α -metilesteróis, álcoois triterpênicos e diálcoois triterpênicos (Boskou, 2006). Os principais esteróis comuns são β -sitosterol, Δ^5 -avenasterol e campesterol (Boskou, 2006). O conteúdo total de esteróis em azeites extravirgem varia principalmente entre 1000 e 2000 mg/kg (Boskou, 2006). O β -sitosterol constitui 75 a 90% da fração total de esteróis (Boskou, 2006). O conteúdo e a composição dos esteróis são afetados pela cultivar, safra, maturação, armazenamento, processamento e fatores geográficos (Boskou, 2006).

Eritrodiol e uvaol são os principais diálcoois triterpênicos presentes (Boskou, 2006). O eritrodiol é encontrado na forma livre e esterificada (Machado, 2015). Seu conteúdo é principalmente afetado pela cultivar (Machado, 2015). O conteúdo em azeites extravirgem varia de 19 a 69 mg/kg (Boskou, 2006). A soma dos níveis de eritrodiol e uvaol, expressa como porcentagem da fração total de esteróis, é usada para distinguir azeite de oliva extravirgem de azeite extraído por solvente (Boskou, 2006).

Ácidos triterpênicos pentacíclicos hidroxilados, como ácido oleanólico e ácido maslínico, são constituintes importantes dos frutos da oliveira e estão presentes em quantidades vestigiais no azeite de oliva virgem (Boskou, 2006). O conteúdo desses ácidos é mais influenciado pela acidez do azeite do que pela cultivar, maturação ou sistema de extração (Boskou, 2006). O conteúdo total de ácidos triterpênicos de azeites de oliva extravirgem obtidos de diferentes cultivares variou entre 40 e 185

mg/kg (Boskou, 2006). Azeites extravirgem com acidez livre superior a 1,0% e azeites extraídos por solvente contêm esses ácidos em níveis mais altos (>300 mg/kg e >2400 mg/kg, respectivamente) (Boskou, 2006).

Cerca de duzentos e oitenta compostos podem ser identificados na fração volátil de azeites de oliva extravirgem (Boskou, 2006). Desses, apenas 67 foram encontrados em níveis acima do seu limiar de odor e contribuem para o aroma (Boskou, 2006). Aproximadamente vinte compostos contribuem para defeitos sensoriais (Boskou, 2006). Azeites de azeitonas saudáveis, colhidas no estágio correto de maturação e processadas corretamente, contêm principalmente voláteis derivados da decomposição do ácido linoleico e linolênico através da via da lipoxigenase (Boskou, 2006). Estes são responsáveis pela percepção verde e frutada (Boskou, 2006). Um número maior de compostos voláteis é encontrado em azeites de menor qualidade, alguns deles causam defeitos sensoriais (off-flavors) quando presentes em níveis elevados (Boskou, 2006). Exemplos incluem ésteres e ácidos que contribuem para o off-flavor "atrojado", 1-octen-3-ol e 1-octen-3-one para "mofo-umidade", aldeídos para "rançoso", e ácido acético, 3-metilbutan-1-ol e etil acetato para "avinagrado" (Boskou, 2006).

4 METODOLOGIA

4.1 AMOSTRAGEM

Para execução do projeto, foram avaliados azeites de oliva extravirgem disponíveis no mercado e produzidos no Estado do Rio Grande do Sul.

Foram coletadas amostras já envasadas em garrafas de vidro escuro e volume máximo de 500 mL, e mantidos a 10 °C e ao abrigo da luz para melhor conservação. Também foram identificadas com número em código, para que sua marca ou variedade não causasse interferência nas análises realizadas.

Num total, foram coletadas 30 amostras de azeite, produzidos nos anos de 2022 e 2023 para avaliar a variação da composição dos azeites. Para a comparação da composição em bioativos os mesmos azeites serão avaliados em diferentes anos de produção.

4.2 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS AZEITES

No Brasil, os parâmetros químicos e sensoriais de qualidade do azeite são avaliados segundo o MAPA, através da IN 01/2012, de 01/02/2012 (BRASIL, 2012). No presente trabalho os parâmetros analisados foram a acidez expressa em ácido oléico, índice de peróxido e absorbância em ultravioleta a 270 nm e 232 nm. Todas as metodologias utilizadas estão de acordo com os métodos propostos pelo Codex Alimentarius (Change et al., 2021) e pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

A acidez, expressa em ácido oleico, foi determinada por titulação com solução de éter etílico, álcool e indicador fenolftaleína. Ela é principalmente atribuída à presença de ácidos graxos livres (Araujo, 2015). Estes ácidos graxos livres são formados pela hidrólise dos triacilglicerídeos, que são os principais componentes dos óleos e gorduras (Araujo, 2015).

O método quantifica os ácidos graxos livres já presentes na amostra (Araujo, 2015). A análise é realizada por meio de um procedimento de titulação (Araujo, 2015). Os ácidos graxos livres são ácidos fracos, e sua acidez é determinada titulando-os com uma base forte, especificamente uma solução padronizada de hidróxido de sódio (NaOH) (Araujo, 2015). A fenolftaleína é utilizada como indicador

químico para identificar visualmente o ponto de equivalência estequiométrica da reação (Araujo, 2015). Este ponto ocorre no lado alcalino da escala de pH, com um ponto de viragem entre pH 8,1 e 8,3 (Araujo, 2015).

Inicialmente foram pesados 3 g de amostra em frasco Erlenmeyer de 125 mL e adicionado 50 mL de solução éter-álcool (1:1), em seguida foi adicionado 3 gotas do indicador Fenolftaleína; a amostra então foi titulada com solução de NaOH 0,1 M até o aparecimento da coloração rósea, a qual persistiu por, pelo menos, 10 segundos; todas as análises foram realizadas em duplicata. O mesmo procedimento se repetiu para a prova em branco, porém sem a adição de amostra.

O índice de peróxidos foi avaliado pela capacidade da amostra em oxidar iodeto de potássio e os resultados expressos em miliequivalente de oxigênio ativo por quilograma (meq O_2/kg) de azeite.

O método baseia-se na capacidade dos peróxidos presentes no óleo de liberar iodo (I_2) a partir do iodeto de potássio (Araujo, 2015). Os peróxidos são compostos instáveis formados durante a oxidação, reagem em meio ácido com o iodeto, oxidando-o a iodo livre (Araujo, 2015). O iodo (I_2) liberado é então titulado quantitativamente com uma solução padronizada de tiosulfato de sódio ($Na_2S_2O_3$) (Araujo, 2015). O tiosulfato reduz o iodo de volta a iodeto (Araujo, 2015). O indicador utilizado é a solução de amido, o amido forma um complexo azul-escuro com o iodo, e o desaparecimento dessa coloração azul indica o ponto final da titulação, ou seja, quando todo o iodo livre foi consumido pelo tiosulfato (Araujo, 2015).

Inicialmente foram pesados 2 gramas de azeite em frasco Erlenmeyer de 250 mL, adicionados 10 mL de clorofórmio, dissolvendo a amostra rapidamente com agitação; em seguida foram adicionados 15 mL de ácido acético e 1 mL de solução saturada de iodeto de potássio. A tampa foi inserida rapidamente e a amostra foi mantida ao abrigo de luz por 5 minutos, com temperatura de 15°C a 25°C;

Após o repouso foram adicionados cerca de 75 mL de água deionizada e 0,5 mL de solução de amido indicadora; imediatamente foi titulado com a solução de tiosulfato de sódio 0,1N até o completo desaparecimento da coloração azul.

Também foi preparada uma prova em branco nas mesmas condições, mas sem a amostra.

A absorbância em ultravioleta foi determinada por análise espectrofotométrica das amostras na região do ultravioleta, utilizando os comprimentos de onda de 232 nm e 270 nm.

A espectrofotometria UV-Vis funciona medindo a quantidade de luz em comprimentos de onda específicos que é absorvida por uma amostra (Tesa, 2023). Compostos químicos diferentes absorvem luz em diferentes comprimentos de onda e com diferentes intensidades (Tesa, 2023). No azeite de oliva, esta absorção é utilizada para quantificar pigmentos, compostos fenólicos e produtos de oxidação (Tesa, 2023).

O azeite de oliva é medido em dois comprimentos de onda UV específicos: 232 nm e 270 nm (Tesa, 2023). Em 232 nm a absorção de onda é primariamente atribuída à presença de dienos conjugados (Tesa, 2023). Os dienos conjugados são os primeiros produtos formados durante a oxidação lipídica (hidroperóxidos), indicando o estágio inicial do processo de rancificação do óleo (Tesa, 2023). À medida que o óleo é aquecido ou se oxida, a formação desses compostos que absorvem no UV acelera (Tesa, 2023).

Em 270 nm a absorção está associada à presença de trienos conjugados e outros produtos secundários da oxidação, como compostos carbonílicos (aldeídos e cetonas), que se formam a partir da decomposição dos peróxidos (Tesa, 2023). Esses valores são indicadores de um estágio mais avançado de oxidação ou de um processamento inadequado (Tesa, 2023).

De início foi realizada a produção da Solução A, onde pesou-se 0,25g da amostra em um balão volumétrico 25 mL e adicionou-se o ciclohexano ao balão até a marca volumétrica, então foi realizada a homogeneização manual. Em seguida para a o preparo da Solução B se foi pesado 0,05g da amostra em um balão volumétrico de 25mL, neste também se adicionou o ciclohexano até a marca volumétrica e homogeneizou-se.

A leitura da absorbância foi realizada em um espectrofotômetro; em primeiro momento ajustou-se o método para comprimento de onda 270 nm; então foi adicionado ciclohexano nas duas cubetas e clicou-se em “autozero”. A leitura da Solução A então foi realizada a um comprimento de onda de 270 nm. Procedendo da mesma maneira, mediu-se a absorbância da Solução B no comprimento de onda 232nm; as análises foram realizadas em duplicata.

4.3 COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS

A quantidade de compostos fenólicos totais foi determinada através do método de Folin-Ciocalteu, como proposto por Otto Folin e Vintilă Ciocalteu em 1927.

O ensaio de Folin-Ciocalteu é um método de referência utilizado para a quantificação de (poli)fenóis totais nos alimentos (Pérez; Domínguez-López; Lamuela-Raventós, 2023). Ele se baseia em uma reação de óxido-redução (redox) onde a espécie antioxidante atua como doadora de elétrons e o reagente de Folin-Ciocalteu atua como oxidante (Pérez; Domínguez-López; Lamuela-Raventós, 2023). A base do método é a transferência de elétrons dos compostos fenólicos para os complexos de ácido fosfomolibdico/fosfotúngstico (Pérez; Domínguez-López; Lamuela-Raventós, 2023). Esta reação ocorre apenas em condições básicas (alcalinas), geralmente com um pH de 10, ajustado por uma solução de carbonato de sódio ou hidróxido de sódio (Pérez; Domínguez-López; Lamuela-Raventós, 2023). A redução dos derivados aniônicos de ácidos fosfotúngstico e fosfomolibdico por antioxidantes causa uma mudança de cor de amarelo para azul (Pérez; Domínguez-López; Lamuela-Raventós, 2023). A magnitude da mudança de cor ao final da reação é diretamente proporcional à atividade redutora dos compostos fenólicos (Pérez; Domínguez-López; Lamuela-Raventós, 2023).

Em resumo, o ensaio de Folin-Ciocalteu quantifica a capacidade redutora dos (poli)fenóis, que se manifesta na formação de um complexo azul através da redução do reagente, e essa capacidade está diretamente ligada às características estruturais dos compostos fenólicos (Pérez; Domínguez-López; Lamuela-Raventós, 2023).

A extração dos compostos fenólicos foi realizada utilizando um Erlenmeyer de 125 mL onde foi pesado 5 g de amostra, em duplicata, e identificado. Logo após foi

adicionado 25 mL de n-hexano e homogeneizado manualmente, transferido para o funil de separação e adicionado 10 mL da solução de metanol:água (60:40); prontamente realizou-se a homogeneização suave em agitador por 05 minutos;

Em seguida, o funil foi deixado em repouso para a decantação e separação completa das fases; ocorreu então o recolhimento da fase com metanol:água, decantada, com cuidado separando-a da fase com amostra e recolhendo num balão volumétrico de 50 mL. Este processo de extração foi repetido 03 vezes, juntando todos os extratos no mesmo balão; por fim o balão teve seu volume completado com água ultrapura.

Para a leitura da absorbância, foi necessário um preparo das amostras, onde em primeiro momento foi adicionado 2,5 mL do extrato obtido num balão volumétrico de 25 mL; em seguida foram adicionados 17,5 mL de água ultrapura, 1,25 mL de reagente de Folin-Ciocalteu e deixado em repouso por 03 minutos; após o tempo de repouso estipulado foi adicionado 2,5 mL da solução de NaOH 5% e completado o volume do balão com água ultrapura; esta solução foi mantida ao abrigo da luz por 45 minutos;

A leitura da absorbância em espectrofotômetro então foi realizada a um comprimento de onda de 725 nm; e para cada leitura, foi feito um “branco”, nas mesmas condições de reação, porém utilizando apenas água ultrapura. Os resultados foram calculados através de uma curva padrão utilizando ácido cafeico e expressos em mg ácido cafeico/kg de azeite.

Para os resultados foi plotado, em planilha de Excel, a absorbância no eixo Y contra a concentração de ácido cafeico (mg/L) no eixo X; Após, foi calculada a equação da reta, anotando-se o valor de R² e os coeficientes da reta; Com a equação da reta, os valores foram substituídos, ou seja, o valor de Y pela absorbância da amostra obtida, considerando a sua diluição, e o valor de X foi calculado isolando os termos na equação. O valor de X representa a quantidade de compostos fenólicos da amostra; O valor calculado foi expresso em mg/kg de azeite.

4.4 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS

A análise de dados deste trabalho foi conduzida com base nos experimentos quantitativos realizados. Para o tratamento estatístico dos resultados obtidos, foram utilizadas medidas de tendência central e dispersão, como média, mediana e desvio padrão, a fim de caracterizar os parâmetros analisados. Além disso, foi aplicada a Análise de Variância (ANOVA) para verificar possíveis diferenças significativas entre os grupos estudados, complementada pelo teste de comparação de médias, quando necessário. A verificação da normalidade dos dados foi realizada por meio do teste de Shapiro-Wilk, assegurando que os mesmos seguem uma distribuição normal.

5 VIABILIDADE ECONÔMICA

Itens	Valor (R\$)
Consumíveis	3.500,00
Reagentes para análise físico-química dos azeites	4.500,00
Reagentes para análise cromatográfica e de bioativos	2.500,00
Total do projeto	R\$ 6.800,00

Todos os equipamentos utilizados para o desenvolvimento da pesquisa estão alocados nos laboratórios da UFCSPA e para execução do projeto, tanto os consumíveis, quanto os reagentes para execução das análises foram adquiridos com recursos obtidos de agências de fomento à pesquisa. As despesas de transporte foram custeadas pela equipe de pesquisa.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA DA DISTRIBUIÇÃO E COMPARAÇÃO ENTRE CULTIVARES

Foram avaliadas 30 amostras de AOEV, sendo 15 da variedade Arbequina e 15 da variedade Koroneiki, coletadas nas safras de 2022/2023. O Quadro 1 apresenta as estatísticas descritivas (média, desvio padrão, mediana e amplitude) para os parâmetros de qualidade avaliados em função do cultivar.

Quadro 1 - Parâmetros de qualidade conforme cultivar de oliveira

Parâmetro de qualidade	Arbequina			Koroneiki		
	Média	Mediana	Mín - Máx	Média	Mediana	Mín-Máx
Acidez livre (% ácido oleico)	0,27±0,11	0,28	0,09-0,46	0,25±0,10	0,23	0,09-0,46
Peróxidos (mEq O2/kg)	18,73±5,83	16,99	14,45-37,12	21,73±9,02	19,91	9,92-46,84
Fenólicos (mg CAE/kg)	517,75±188,89	549,78	186,80-852,68	593,64±139,55	644,23	274,85-796,61
K232	1,93±1,40	1,54	0,85-6,49	1,27±,21	1,26	0,94-1,57
K270	0,12±,03	0,12	0,06-,18	0,11±,03	0,12	0,03-,16

Fonte: Elaboração própria.

Nota: o desvio padrão foi calculado segundo a fórmula:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (xi - \mu)^2}{N}}$$

A análise estatística dos dados também incluiu a verificação da distribuição e a comparação das médias entre os cultivares Arbequina e Koroneiki.

6.1.1 Testes de Normalidade e Homocedasticidade

O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para avaliar a normalidade das variáveis, dado que o número de amostras (n=30) é considerado pequeno. Os resultados indicaram que as variáveis Acidez, Fenólicos e K270 seguiram uma distribuição normal (Significativo $p > 0,05$). Contudo, os parâmetros Peróxidos (para ambos os

cultivares) e K232 (para o cultivar Arbequina) apresentaram distribuição não normal (Significativo $p < 0,05$).

O Teste de Levene verificou a homocedasticidade (homogeneidade das variâncias) para as variáveis com distribuição normal (Acidez, Fenólicos e K270). Todas as variáveis testadas atenderam a este pré-requisito ($p > 0,05$), permitindo a aplicação da Análise de Variância (ANOVA) para comparação de médias nesses casos.

6.1.2 Comparação de Médias (ANOVA e Kruskal-Wallis)

Para as variáveis com distribuição normal (Acidez, Fenólicos, K270), foi utilizada a ANOVA de uma via:

- Acidez Livre: Não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias dos grupos (Significativo = 0,657).
- Compostos Fenólicos Totais: Não foi verificada diferença estatisticamente significativa entre as médias de Arbequina e Koroneiki (Significativo = 0,221), apesar da Koroneiki ter apresentado média numericamente superior.
- K270: Não houve diferença estatisticamente significativa entre os cultivares (Significativo = 0,636).

O teste de Kruskal-Wallis foi aplicado para as variáveis com distribuição não normal (Peróxidos e K232):

- Índice de Peróxidos: Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os cultivares em relação ao teor de Peróxidos (Significativo = 0,152).
- K232: O teste mostrou haver efeito do cultivar sobre o coeficiente K232 (Significativo = 0,049; $p < 0,05$). Observando a Tabela 1, o cultivar Koroneiki apresentou valores médios de K232 (1,27) inferiores ao Arbequina (1,93). Essa diferença significativa sugere que a Koroneiki se mostrou mais estável ou menos propensa à formação de dienos conjugados sob as condições de produção avaliadas, ou que o Arbequina foi mais suscetível a processamento inadequado que levou ao valor máximo de 6,49.

6.1.3 Análise de Correlação Bivariada

Foi realizado o Teste de Correlação de Spearman entre as variáveis, por ser o método aconselhável quando há variáveis mistas (com distribuição normal e não normal). A correlação é considerada significativa se o p-value (Significativo) for menor que 0,05.

A análise revelou uma correlação moderada e negativa ($r = -0,391$; $p = 0,033$) entre o teor de compostos bioativos e a acidez livre. Este resultado, que é estatisticamente significativo, indica que quanto maior o teor de compostos fenólicos totais, menor tende a ser o teor de acidez livre no azeite.

6.1.4 Análise de Comportamento das Variedades

As análises realizadas demonstraram que, apesar de algumas diferenças numéricas, não houve diferença estatisticamente significativa entre as variedades Arbequina e Koroneiki para Acidez Livre, Peróxidos, Compostos Fenólicos Totais e K270.

A única diferença estatística significativa foi observada para o coeficiente K232, com o cultivar Koroneiki apresentando valores médios inferiores. Este resultado sugere uma diferença na susceptibilidade à oxidação primária entre os cultivares avaliados nas condições de produção do RS.

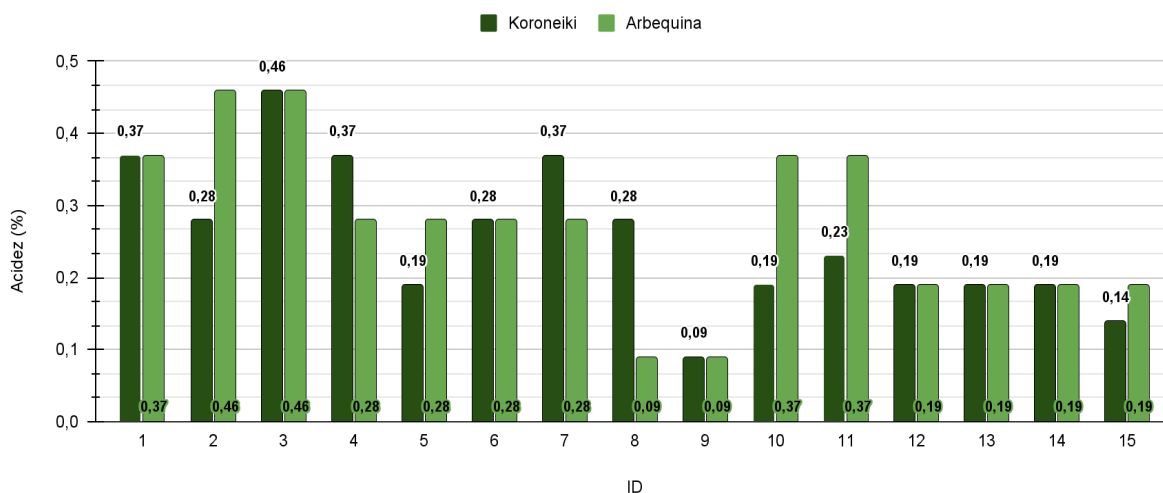
6.2 ANÁLISE DESCRITIVA DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE POR CULTIVAR

6.2.1 Acidez Livre

A acidez livre é um parâmetro fundamental para a classificação do azeite, refletindo o grau de hidrólise dos triacilglicerídeos (BRASIL, 2012). O requisito de qualidade para o Azeite de Oliva Virgem, tipo Extravirgem, é ter uma acidez livre menor ou igual a 0,80% (BRASIL, 2012).

A Figura 1 apresenta os valores de acidez livre obtidos para as variedades Arbequina e Koroneiki, permitindo uma melhor visualização da dispersão dos resultados e a comparação entre as amostras e entre os cultivares.

Figura 1 - Acidez Livre



Fonte:Elaboração própria.

Os resultados demonstram que tanto a variedade Arbequina (Média 0,27%) (Quadro 1) quanto a Koroneiki (Média 0,25%) (Quadro 1) apresentaram médias de acidez livre significativamente abaixo do limite máximo exigido para a classificação AOEV.

Para a variedade Koroneiki, os valores de acidez variaram entre 0,09% e 0,46% (Quadro 1). A amostra 9 apresentou o menor valor (0,09%), enquanto o maior índice foi registrado na amostra 3, com 0,46% (Figura 1). As demais amostras apresentaram valores intermediários: cinco delas obtiveram 0,19%, e as demais variaram entre 0,14% e 0,37% (Figura 1). Os resultados encontrados para essa variedade mostraram-se consistentes entre si, com diversas amostras apresentando valores semelhantes e amplitude reduzida.

Na variedade Arbequina, a acidez também variou de 0,09% a 0,46% (Quadro 1). O menor valor foi observado nas amostras 8 e 9 (0,09%), enquanto o maior ocorreu nas amostras 2 e 3, ambas com 0,46% (Figura 1). As demais amostras mantiveram-se igualmente consistentes, sendo que quatro delas apresentaram 0,19%, outras quatro registraram 0,28% e as três restantes alcançaram 0,37% (Figura 1). Assim, observa-se uma pequena variação entre as amostras dessa variedade.

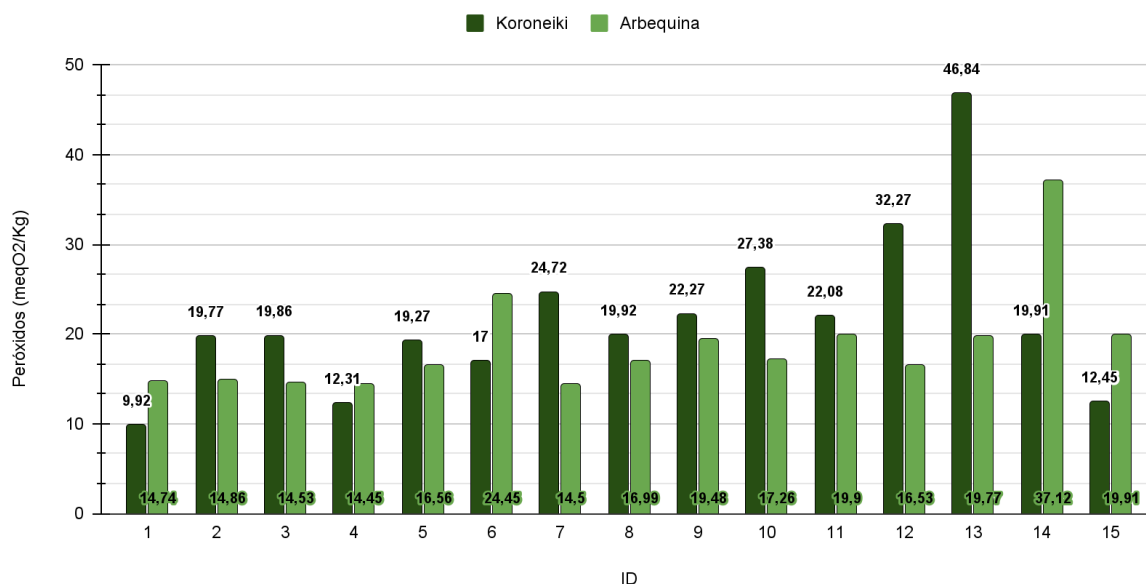
Os valores consistentemente baixos indicam a alta qualidade inicial do fruto e o processamento rápido e eficiente. Em comparação, um estudo anterior na Campanha do Rio Grande do Sul encontrou acidez livre de $0,18 \pm 0,10\%$ (Andrade et al., 2017), e Silva et al. (2019) observaram que amostras nacionais tendiam a ter menores índices de acidez (0,2% a 0,4%) do que algumas amostras importadas (até 1,0%) .

6.2.2 Índice de Peróxidos

O índice de peróxidos mede o estágio inicial da oxidação lipídica, expressando a presença de peróxidos e produtos semelhantes em miliequivalentes de oxigênio ativo por quilograma (meq O₂/Kg) (BRASIL, 2012). Para a classificação AOEV, o limite máximo é de menor ou igual a 20,0 meq O₂ /Kg (BRASIL, 2012).

A representação apresentada na Figura 2 ilustra os valores de índice de peróxidos para as variedades Arbequina e Koroneiki, facilitando a análise da variação entre as amostras e a comparação entre os dois cultivares.

Figura 2 - Índice de Peróxidos



Fonte: Elaboração própria.

Para a variedade Arbequina, embora a média de 18,73 meq O₂/kg (Quadro 1) esteja abaixo do limite regulatório, as amostras 6 e 14 apresentaram,

respectivamente, 24,45 meq O₂/kg e 37,12 meq O₂/kg (Figura 2), configurando o azeite analisado como “fora de tipo”, de acordo com a Instrução Normativa nº 01/2012. Além dessas duas amostras, é necessário destacar que quatro amostras (9, 11, 13 e 15) obtiveram resultados superiores a 19,40 meq O₂/kg (Figura 2), situando-se próximas ao limite estabelecido pela legislação (20 meq O₂/kg) (BRASIL, 2012). O menor valor foi observado na amostra 4, com 14,45 meq O₂/kg (Figura 2), enquanto as demais apresentaram resultados semelhantes, variando entre 14,50 e 17,26 meq O₂/kg (Figura 2), o que demonstra pouca variação entre a maioria das amostras analisadas. Ainda assim, a variedade Arbequina apresentou um valor máximo elevado, indicando que algumas amostras individuais estavam fora do padrão de qualidade. De modo geral, os resultados mostraram menor amplitude, variando de 14,45 a 37,12 meq O₂/kg (Quadro 1).

Para a variedade Koroneiki, a média de 21,73 meq O₂/kg (Quadro 1) excedeu o limite de 20,0 meq O₂/kg. O valor máximo registrado foi o mais alto entre os cultivares, sendo verificado na amostra 13 (46,84 meq O₂/kg) (Figura 2). Além dessa, outras cinco amostras (7, 9, 10, 11 e 12) também ultrapassaram o limite regulatório, com valores entre 22,08 e 32,27 meq O₂/kg (Figura 2), confirmando que a oxidação primária estava avançada em parte das amostras dessa variedade. Esses valores altamente elevados observados para a Koroneiki representam um alerta significativo em algumas das amostras analisadas. A não conformidade com o limite legal implica o enquadramento do produto como “fora de tipo”, conforme a Instrução Normativa nº 01/2012. Ademais, cinco amostras apresentaram resultados superiores a 19,25 meq O₂/kg, situando-se próximas ao limite estabelecido. As demais amostras exibiram valores intermediários, variando de 12,31 a 17,00 meq O₂/kg, sendo o menor valor observado na amostra 1 (9,92 meq O₂/kg) (Figura 2).

Apesar da média de peróxidos para a Arbequina estar abaixo do limite regulatório e a média para a Koroneiki exceder apenas ligeiramente o limite o mais notável foi a variabilidade do valor encontrado nas amostras, com a Koroneiki alcançando mais que o dobro do máximo permitido por lei. Esses valores máximos indicam que amostras individuais de ambas as variedades estavam em estágio avançado de oxidação.

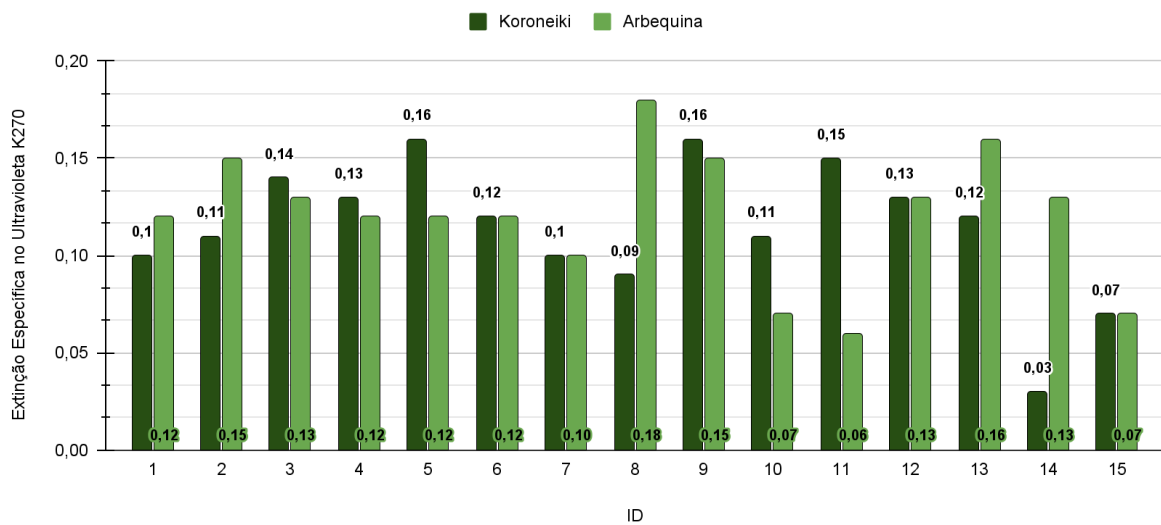
A qualidade do azeite de oliva extravirgem é fundamentalmente afetada por fatores de armazenamento, como luminosidade, temperatura e tempo, que aceleram a oxidação lipídica e a consequente deterioração do produto (Andrade et al., 2017). A ação da luminosidade e o aumento da temperatura impulsionam reações hidrolíticas e de oxidação, causando o aumento da acidez livre e da extinção específica no ultravioleta (Gonçalves *et al.*, 2022); a acidez livre, por sua vez, facilita o surgimento de radicais peróxidos, indicativo do estágio inicial da oxidação, e níveis elevados de peróxidos sugerem um tratamento inadequado do azeite (Gonçalves *et al.*, 2022). Em outro estudo com azeites gaúchos, foi identificada uma amostra com 30 meq O₂/kg, o que confirma a ocorrência de oxidação avançada em produtos nacionais (Silva et al., 2019).

6.2.3 Extinção Específica no Ultravioleta (K232 e K270)

A absorbância no ultravioleta avalia a formação de produtos de oxidação e pode indicar processamento inadequado ou refino (BRASIL, 2012). Para o AOEV, os limites são menor ou igual a 2,50 para K232 e menor ou igual a 0,22 para K270 (BRASIL, 2012).

A seguir, a Figura 3 apresenta os valores de extinção específica no ultravioleta (K270) das variedades Arbequina e Koroneiki, possibilitando a visualização da dispersão dos resultados e a comparação entre as amostras e entre as variedades.

Figura 3 - Extinção Específica no Ultravioleta (K270)

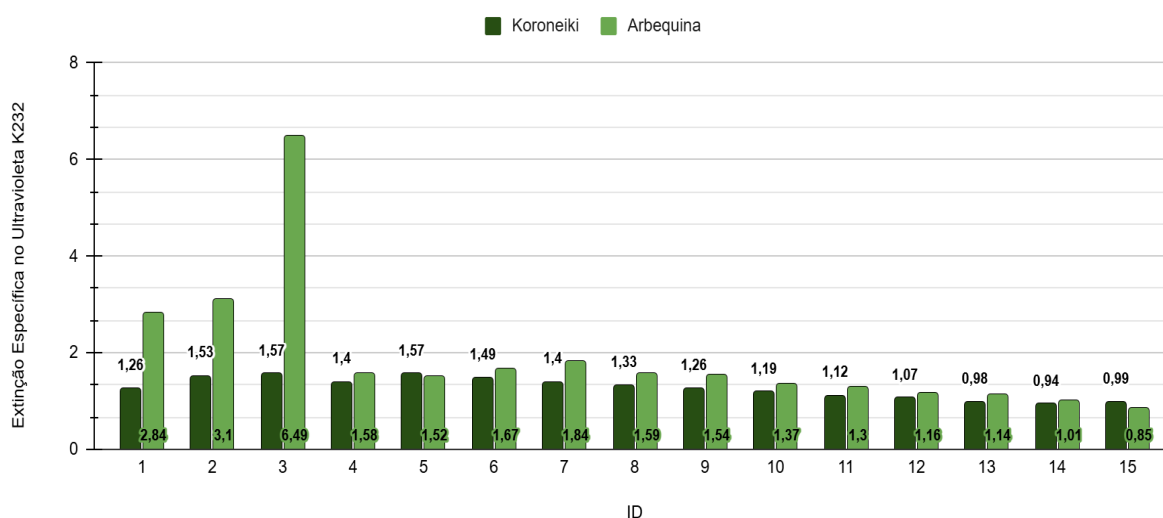


Fonte: Elaboração própria.

Os valores médios de K270 para as variedades Arbequina (0,12) e Koroneiki (0,11) (Quadro 1) permaneceram bem abaixo do limite estabelecido de 0,22. Na variedade Koroneiki, os valores oscilaram entre 0,03 e 0,16, sendo o menor registrado na amostra 14 (0,03) e o maior nas amostras 5 e 9, ambas com 0,16 (Figura 3). Já na variedade Arbequina, os valores de K270 variaram de 0,06 a 0,18 (Quadro 1). Três amostras apresentaram valores inferiores a 0,12, enquanto as demais situaram-se entre 0,12 e 0,16 (Figura 3). Esses resultados indicam que as amostras de ambas as variedades não apresentaram níveis elevados de produtos secundários de oxidação.

A Figura 4 demonstra os valores de extinção específica no ultravioleta (K232) das amostras de Arbequina e Koroneiki, permitindo observar a variação entre as amostras e comparar os dois cultivares.

Figura 4 - Extinção Específica no Ultravioleta (K232)



Fonte: Elaboração própria.

Em relação ao K232, a variedade Koroneiki apresentou média baixa (1,27), com valores variando entre 0,94 e 1,57 (Quadro 1). O menor valor foi observado na amostra 14 (0,94), enquanto o maior foi registrado nas amostras 5 e 9 (1,57) (Figura 4). As demais amostras apresentaram resultados entre 0,98 e 1,53, sendo que apenas duas (amostras 13 e 15) ficaram abaixo de 1,00 (Figura 4), o que demonstra pequena variação dentro do intervalo observado. Esses resultados indicam conformidade total com o limite de 2,50 para todas as amostras analisadas.

Para a variedade Arbequina, a extinção específica K232 apresentou média de 1,93 (Quadro 1). Embora a média tenha permanecido dentro do limite estabelecido de 2,50, três amostras ultrapassaram esse valor (Figura 4). As amostras 1 e 2 apresentaram, respectivamente, 2,84 e 3,10, superando o limite regulatório, enquanto a amostra 3 alcançou o maior valor, com 6,49 (Figura 4). As demais amostras mantiveram-se abaixo de 2,00, sendo o menor valor obtido na amostra 15 (0,85) (Figura 4). A amplitude observada para a variedade Arbequina foi a mais elevada entre as amostras analisadas, variando de 0,85 a 6,49 (Quadro 1), o que evidencia maior dispersão nos resultados dessa variedade.

Ademais o K232 é a medida mais sensível, detectando o estágio inicial da oxidação lipídica pela formação de dienos conjugados (hidroperóxidos), ao passo

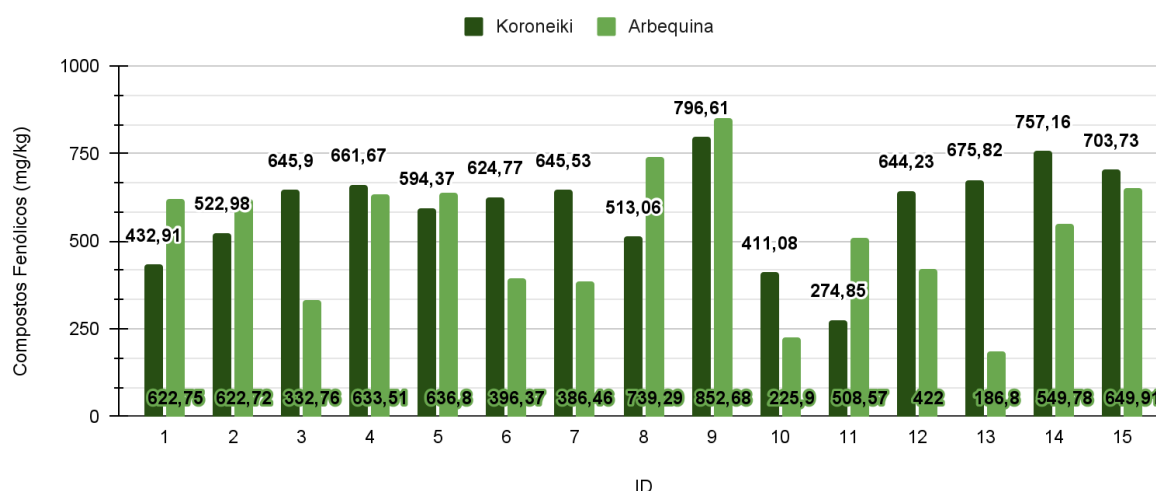
que o K270 reflete o estágio oxidativo mais avançado (trienos conjugados e compostos secundários, como cetonas e aldeídos), podendo indicar processamento inadequado, degradação ou refino (Silva, 2019; Tesa, 2023). A deterioração do azeite, que causa o aumento desses coeficientes, é acelerada pela luminosidade (o fator mais agravante) e pela temperatura, por meio de mecanismos como a foto-oxidação e a autooxidação, sendo a luminosidade, em particular, um fator significativo no aumento do K270 (Gonçalves, 2022). A análise de azeites gaúchos realizada por Gonçalves (2022) apresentou valores médios para o cultivar Koroneiki significativamente inferiores aos da Arbequina, indicando que a Koroneiki se mostrou mais estável ou menos suscetível à oxidação primária sob as condições avaliadas. O mesmo ocorreu na atual pesquisa, onde uma amostra da variedade Arbequina registrou um valor máximo extremo de 6,49, excedendo drasticamente o limite regulatório, o que sugere oxidação avançada ou manuseio térmico inadequado de amostras individuais, implicando desclassificação para o tipo Extra Virgem.

6.2.4 Compostos Fenólicos Totais

A quantificação dos compostos fenólicos totais (expressos em mg CAE/kg) é essencial, pois estes compostos conferem propriedades benéficas à saúde e estabilidade oxidativa ao azeite (Machado, 2015; Diamantakos et al., 2021)

A seguir, a Figura 5 apresenta os teores de compostos fenólicos totais nas variedades Arbequina e Koroneiki, facilitando a visualização da dispersão dos resultados e a comparação entre as amostras e entre os cultivares.

Figura 5 - Compostos Fenólicos Totais



Fonte: Elaboração própria.

A variedade Koroneiki apresentou a média mais elevada de compostos fenólicos (593,64 mg CAE/kg), com mediana de 644,23 mg CAE/kg (Quadro 1). Os valores variaram entre 274,85 e 796,61 mg CAE/kg, sendo o menor registrado na amostra 11 (274,85 mg CAE/kg) e o maior na amostra 9 (796,61 mg CAE/kg) (Figura 5). Das demais amostras, apenas duas apresentaram resultados inferiores a 500 mg CAE/kg, enquanto oito obtiveram valores superiores a 620 mg CAE/kg (Figura 5), demonstrando boa uniformidade e concentração elevada de compostos fenólicos nessa variedade.

A variedade Arbequina apresentou média de 517,75 mg CAE/kg, mediana de 549,78 mg CAE/kg e variação entre 186,80 e 852,68 mg CAE/kg (Quadro 1). O menor valor foi registrado na amostra 13 (186,80 mg CAE/kg) e o maior na amostra 9 (852,68 mg CAE/kg) (Figura 5). Embora o valor máximo encontrado tenha sido superior ao da variedade Koroneiki, os demais resultados mostraram menor consistência, com seis amostras apresentando valores inferiores a 500 mg CAE/kg e as demais variando entre 508,57 e 739,29 mg CAE/kg (Figura 5). Esses dados indicam uma maior dispersão dos resultados para a Arbequina em comparação à Koroneiki.

Os teores de fenólicos encontrados são considerados muito altos. Rodeghiero (2016) encontrou teores entre 61,81 a 156,74 mg CAE/Kg em azeites do RS, e

Andrade et al. (2017) determinaram 32,97 mg ácido gálico.100g⁻¹ (equivalente a 329,7 mg/kg). Averbuch et al. (2023) já caracterizaram o azeite 'Koroneiki' produzido no RS como alto em compostos fenólicos (645,51±1,20 mg CAE/kg). A concentração média de compostos fenólicos em ambos os cultivares (acima de 500 mg/kg) posiciona o AOEV gaúcho em um patamar de alto valor agregado. De acordo com a proposta de Diamantakos et al. (2021), azeites com teor fenólico superior a 500 mg/kg podem ser classificados como "Azeite de Oliva com Alto Teor Fenólico" (*High-phenolic olive oil*). Esta classificação garante que o azeite pode reter o limite de alegação de saúde da União Europeia (≥250 mg/kg) por pelo menos 12 meses após o engarrafamento, dada a perda média de 46% observada durante o armazenamento em temperatura ambiente por 12 meses. Como ambos os cultivares alcançaram médias acima de 500 mg/kg, as amostras se enquadram no limite proposto (Diamantakos et al., 2021). A amostra com teor mais baixo de fenólicos (186,80 mg CAE/kg) pertencia à Arbequina.

Além disso, a correlação moderada e negativa entre a acidez livre e o teor de compostos fenólicos totais, observada no Teste de Spearman, sugere que além de contribuírem para a estabilidade oxidativa do azeite, os compostos fenólicos, estão associados à manutenção da qualidade inicial do fruto e a um menor grau de hidrólise.

7 CONCLUSÕES

O presente trabalho alcançou seu objetivo geral de avaliar as características nutricionais e de qualidade de azeites de oliva extravirgem produzidos a partir das cultivares Koroneiki e Arbequina cultivadas no Rio Grande do Sul. De modo geral, os resultados das análises físico-químicas demonstram que o azeite gaúcho avaliado apresenta um alto padrão de qualidade, destacando-se positivamente no cenário nacional.

A avaliação da acidez livre revelou valores médios para Arbequina e Koroneiki consistentemente baixos e bem abaixo do limite regulatório estabelecido para o AOEV, indicando uma alta qualidade inicial da matéria-prima e eficiência no processamento. Além disso, a análise de correlação bivariada confirmou que, de forma estatisticamente significativa, quanto maior o teor de compostos bioativos, menor tende a ser a acidez livre, reforçando a associação da presença de fenólicos com a manutenção da qualidade do azeite. Em relação aos compostos bioativos, ambas as cultivares demonstraram teores de compostos fenólicos totais excepcionalmente altos, com a Koroneiki apresentando uma média ligeiramente superior à Arbequina. Estes níveis posicionam o AOEV gaúcho em um patamar de alto valor agregado.

Apesar da alta qualidade média, os resultados indicaram uma notável variabilidade individual nas amostras, especialmente nos parâmetros indicativos de oxidação. Embora o índice de K270 tenha se mantido baixo para ambas as médias, a Koroneiki apresentou a única diferença estatisticamente significativa entre as cultivares, com valores médios de K232 inferiores aos da Arbequina. Essa diferença sugere que o cultivar Koroneiki pode ser intrinsecamente mais estável contra a oxidação primária nas condições de produção avaliadas no RS. O fator mais crítico encontrado foi o alto índice de peróxidos máximo e o valor máximo extremo de K232 para Arbequina, que excederam os limites regulatórios, resultando na desclassificação de amostras individuais como AOEV. Tais discrepâncias demonstram a necessidade de maior atenção ao controle de fatores pós-extração, como condições de armazenamento (temperatura e luminosidade), que notoriamente aceleram a deterioração e a oxidação lipídica do produto.

Em cumprimento a um dos objetivos específicos, este trabalho contribuiu para o campo incipiente da olivicultura gaúcha ao criar um banco de dados inicial robusto sobre a qualidade do AOEV produzido localmente, o qual pode servir como consulta e comparação para futuras pesquisas. Dada a importância crescente do setor no Rio Grande do Sul e a carência de estudos de base, a continuidade das pesquisas é fundamental para fomentar a evolução técnica, garantir a manutenção da alta qualidade dos produtos e educar o consumidor sobre os indicadores reais de qualidade do azeite, desmistificando crenças limitantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, D. et al. Azeite de oliva da região da Campanha: padrões de identidade e qualidade. 2017. Disponível em: https://guri.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq_trabalhos/14333/seer_14333.pdf. Acesso em: 6 jun. 2025.

ARAÚJO, J. M. A. Química de alimentos: teoria e prática. Viçosa: UFV, 2015.

AVERBUCH, N. C. *et al.* Evolution of the quality and sensory characteristics of extra virgin olive oil as affected by phenolic content during long-time storage at room temperature. *JSFA Reports*, v. 3, n. 7, p. 320–330, 25 maio 2023.

BALLUS, C. A. et al. Profile of phenolic compounds of Brazilian virgin olive oils by rapid resolution liquid chromatography coupled to electrospray ionisation time-of-flight mass spectrometry (RRLC-ESI-TOF-MS). *Food Chemistry*, v. 170, p. 366–377, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.054>.

BOSKOU, Dimitrios; BLEKAS, Georgios; TSIMIDOU, Maria. Olive oil composition. In: BOSKOU, Dimitrios (org.). *Olive oil*. Urbana: AOCS Press, 2006. p. 41-72.

BRASIL. Instrução Normativa n.º 01, de 01 de fevereiro de 2012. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=237204>. Acesso em: 6 jun. 2025.

BRUSCATTO, M. H. et al. Chemical characterization and oxidative stability of olive oils extracted from olive trees of Southern Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 52, n. 12, p. 1231–1240, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2017001200012>.

CAMPOS, V. M. C. Resposta técnica: extração de azeite de oliva. Belo Horizonte: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC, 2013. 6 p.

CHANGE, G. et al. Standard for olive oils and olive pomace oils. *Paper Knowledge: Toward a Media History of Documents*, v. 3, n. 2, p. 6, 2021.

DI GIOVACCHINO, Luciano; SESTILI, Simona; DI VINCENZO, Daria. Influence of olive processing on virgin olive oil quality. *European Journal of Lipid Science and Technology*, v. 104, n. 9-10, p. 587-601, 2002.

DIAMANTAKOS, P. et al. A new definition of the term “High-Phenolic Olive Oil” based on large scale statistical data of Greek olive oils analyzed by qNMR. *Molecules*, v. 26, n. 4, p. 1115, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules26041115>.

FAVARO, Simone Palma et al. Princípios da extração sem solvente e tecnologias potenciais para obtenção de óleos vegetais. 2022.

FERREIRA, Luciana Nunes et al. Mapeamento dos processos de gestão da produção rural na olivicultura da Região Sul do Rio Grande do Sul. 2022.

GONÇALVES, Wellington et al. Ação da temperatura e luminosidade sobre a qualidade de azeite de oliva extravirgem produzido no Rio Grande do Sul. *Research, Society and Development*, v. 11, e31311225685, 2022. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i2.25685>.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: IAL, 2008. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf. Acesso em: 6 jun. 2025.

JANICK, J. *Horticultural reviews*. v. 38. Oxford: Wiley-Blackwell, 2011.

MACHADO, A. F. de F. et al. Determinação de compostos fenólicos em azeite de oliva. 2015.

NETO, J. Vieira. Aspectos técnicos da cultura da oliveira. Belo Horizonte: EPAMIG, 2008.

PÉREZ, M.; DOMÍNGUEZ-LÓPEZ, I.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. The chemistry behind the Folin–Ciocalteu method for the estimation of (poly)phenol content in food: total phenolic intake in a Mediterranean dietary pattern. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 71, n. 46, 10 nov. 2023.

PEREIRA, Gabriela Tonello. Desempenho competitivo da cadeia produtiva do azeite de oliva no Rio Grande do Sul. 2023.

PETRAKIS, Christos. Olive oil extraction. In: BOSKOU, Dimitrios (org.). Olive oil. Urbana: AOCS Press, 2006. p. 191-223.

RODEGHIERO, Janice de Moura. *Caracterização físico-química e atividade antioxidante de azeites de oliva produzidos no Rio Grande do Sul*. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

RODRIGUES, Rodrigo Maldonado. Elementos de competitividade da cadeia produtiva da olivicultura no Rio Grande do Sul. 2013.

SAUERESSIG, Denise. O desenvolvimento da olivicultura no Rio Grande do Sul: potencialidades e desafios. 2018.

SAUERESSIG, Denise; PINTO, Andrea Troller; SCHULTZ, Glauco. O desenvolvimento da olivicultura no Rio Grande do Sul: elementos de formação do sistema agroindustrial. *Extensão Rural*, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 69-85, jan./mar. 2019.

SILVA, S. D. S. et al. Avaliação comparativa dos parâmetros físico-químicos de azeites de oliva produzidos no estado do Rio Grande do Sul com azeites de oliva importados. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, v. 13, n. 1, 23 jun. 2019.

SILVA, Tomas Magnum da. *Caracterização da estrutura da cadeia produtiva da olivicultura no estado do Rio Grande do Sul: o caso das propriedades rurais de Cachoeira do Sul*. 2013.

TESA, Maria. Olive oil quality assessment with UV-Vis spectrophotometry. Edinburgh Instruments, 2023. Disponível em: https://edin.becdn.net/wp-content/uploads/2024/03/AN_UV2_Olive-Oil-Analysis_PDF.pdf. Acesso em: 6 jun. 2025.