

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
ENGENHARIA QUÍMICA**

LILIAN ROSAS DOS SANTOS

**Do Resíduo ao Ativo Cosmético: Estudo das condições de extração de compostos
fenólicos da polpa do bagaço de oliva para aplicação em creme com potencial
antioxidante**

**Bagé
2025**

LILIAN ROSAS DOS SANTOS

Do Resíduo ao Ativo Cosmético: Estudo das condições de extração de compostos fenólicos da polpa do bagaço de oliva para aplicação em creme com potencial antioxidante

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Pampa, como requisito para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Química.

Orientador: Prof. Dr. Marcilio Machado Moraes
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Tânia Regina de Souza

**Bagé
2025**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

S237r Santos, Lilian Rosas dos
DO RESÍDUO AO ATIVO COSMÉTICO: ESTUDO DAS CONDIÇÕES DE
EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS DA POLPA DO BAGAÇO DE OLIVA
PARA APLICAÇÃO EM CREME COM POTENCIAL ANTIOXIDANTE / Lilian
Rosas dos Santos.
90 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade
Federal do Pampa, ENGENHARIA QUÍMICA, 2025.
"Orientação: Marcilio Machado Moraes".

1. Bagaço de oliva. 2. Compostos fenólicos. 3. Solventes
verdes. 4. Sustentabilidade. 5. Cosméticos. I. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal do Pampa

LILIAN ROSAS DOS SANTOS

**DO RESÍDUO AO ATIVO COSMÉTICO: ESTUDO DAS CONDIÇÕES DE
EXTRAÇÃO DECOMPOSTOS FENÓLICOS DA POLPA DO BAGAÇO DE OLIVA
PARA APLICAÇÃO EM CREME COM POTENCIAL ANTIOXIDANTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Pampa, como requisito para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Química.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 12 de dezembro de 2025.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Marcilio Machado Morais

Orientador
Unipampa

Profª. Drª. Tânia Regina de Souza
Coorientadora
Unipampa

Profª. Drª. Elisabete de Avila da Silva

Unipampa

Drª. Vanessa Rosseto
Unipampa



Assinado eletronicamente por MARCILIO MACHADO MORAIS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR, em 12/12/2025, às 16:39, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por TANIA REGINA DE SOUZA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR, em 12/12/2025, às 16:39, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por ELISABETE DE AVILA DA SILVA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR, em 12/12/2025, às 16:40, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por VANESSA ROSSETO, Técnico de Laboratório Área, em 12/12/2025, às 16:42, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?cao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 1635402 e o código CRC 5BC19452

Referência: Processo no 23100.022367/2025-18 SEI no 1924419

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter atendido às minhas orações, concedendo-me um novo caminho e conduzindo-me até a UNIPAMPA. Sou grata por ter sido direcionada ao curso de Engenharia Química, no qual pude realizar um sonho, e por ter me dado força, perseverança e sustentação para concluir esta graduação.

Agradeço às minhas filhas, Vívian Carolina Guimarães e Leila Geovana Guimarães que enfrentaram essa jornada acadêmica ao meu lado e, em alguns momentos, também à distância, superando com maturidade, compreensão e amor as dificuldades impostas pelo caminho e pela separação temporária. O apoio, a força e o carinho de vocês foram fundamentais para que eu pudesse chegar até aqui.

Agradeço a Fernando Guimarães, pai das minhas filhas, pelo apoio e pela compreensão ao longo desta trajetória, contribuindo de forma significativa para que este momento fosse possível.

Agradeço à minha mãe Maria Ribeiro Carvalho e ao meu pai Waldemir Rosas dos Santos por acreditarem em mim e por me apoiarem de forma constante ao longo de toda essa trajetória, oferecendo incentivo, compreensão e segurança em cada etapa do caminho.

Agradeço forma especial aos meus amigos Jorgildo Castro e Andréia Souza pela generosidade e pelo apoio essencial que possibilitaram minha vinda de Nhamundá, no Amazonas, até Bagé, no Rio Grande do Sul, viabilizando o início desta trajetória acadêmica. Agradeço, aos amigos Nenê Machado, Marina Pandolfo e Neto Carvalho pelo apoio contínuo, e auxílio ao longo de todo o período para a realização dos meus estudos.

Agradeço, ainda, aos amigos que fizeram parte desta caminhada, ciente de que, em cada etapa, pessoas diferentes estiveram ao meu lado, contribuindo de maneira única e especial. À Raissa Nawane, que foi a primeira a me acolher e a me fazer acreditar em minha capacidade, compartilhando meus primeiros passos acadêmicos e longas noites de estudo. À Ilomara, pelo apoio constante, organização, presença nos momentos difíceis e nos momentos de alegria, sempre com sensibilidade e dedicação.

À minha amiga de todas as horas, Franciele Morrudo, que me ofereceu muito mais do que amizade, presenteando-me com uma família; estendo meu agradecimento a Patrícia, Rodrigo, Roberta e Isis, pelo acolhimento afetuoso e por me fazerem sentir em casa. À minha cara metade, Hingrid Gomes, por toda a força, alegria, encorajamento e incentivo constantes, sempre me impulsionando a seguir em frente.

À Carolina Colares, parceira de tantos trabalhos, conversas e sorrisos, agradeço pela parceria, pela sensatez e pelo equilíbrio ao longo da graduação. Ao Bruno Marques, agradeço por todas as horas dedicadas ao estudo conjunto, conduzidas com paciência, dedicação, parceria e carinho. Por fim, agradeço aos amigos que também fizeram parte desta história tão significativa: Isaac Gonçalves, Alexia Silveira, Jennifer Viegas e Gabrielle Raasch, Manuela Redivo, Enzo Jacomini, que nunca permitiram que o desânimo prevalecesse, oferecendo sempre apoio, força e incentivo.

Aos meus orientadores, ao Dr. Marcílio Machado Moraes, cujas lições ultrapassam o campo do conhecimento científico e alcançam a esfera dos valores e princípios voltados ao bem. Minha admiração pelo profissional e pela pessoa que és é profunda, assim como minha sincera gratidão. À Dra. Tânia Regina de Souza, agradeço por toda a orientação, incentivo e afeto ao longo desta trajetória. És um exemplo de profissionalismo, dedicação e sensibilidade, além de uma inspiração como mulher, mãe e referência de força.

À minha orientadora de projeto de extensão, Vanessa Rosseto, intitulado "Do chá de carqueja da Maria aos capões de mato do Antônio: utilização de plantas medicinais e conservação da biodiversidade em assentamentos rurais" e integrante da banca avaliadora deste trabalho, expressei minha eterna gratidão pelos conhecimentos transmitidos, pelas experiências compartilhadas e, sobretudo, pelo incentivo constante. Minha admiração por você ultrapassa os limites das salas e dos laboratórios, estendendo-se à pessoa extraordinária que você é.

À Dra. Elizabete, minha orientadora no projeto Desenvolvimento de produtos cosméticos enriquecidos com azeite e compostos fenólicos do bagaço provenientes da oliveira, e integrante da banca avaliadora deste trabalho, agradeço pela valiosa colaboração, pelas contribuições técnicas e pelo apoio dedicado ao aprimoramento deste estudo.

Cada pessoa mencionada contribuiu de forma essencial para a construção desta trajetória acadêmica e pessoal, ocupando um lugar especial em minha história e em meu coração.

RESUMO

O cultivo de oliveiras no Brasil apresentou crescimento expressivo nas últimas décadas, passando de apenas 6 hectares em 2008 para cerca de 10 mil hectares em 2025. O Rio Grande do Sul registrou 580 mil litros de azeite na safra 2022/2023. Durante o processamento do azeite, cerca de 80% do volume das olivas transforma-se em bagaço, considerado um resíduo de alto impacto ambiental quando descartado inadequadamente. Entretanto, esse subproduto apresenta grande potencial funcional, pois contém compostos fenólicos com reconhecida atividade antioxidante. Nesse contexto, o aproveitamento do bagaço de oliva surge como alternativa sustentável e inovadora, agregando valor à cadeia produtiva. Paralelamente, o avanço da indústria cosmética foi impulsionado pela crescente demanda por produtos naturais e inovadores, dando origem ao nicho dos “cosméticos verdes”, formulados com ingredientes orgânicos e livres de substâncias sintéticas ou de origem animal. Esse movimento foi acompanhado pelo perfil dos “consumidores verdes”, que priorizam formulações sustentáveis e seguras, reforçando a busca por alternativas naturais. Diante desse cenário, o presente trabalho propôs o desenvolvimento de um creme hidratante facial vegano com potencial antioxidante, utilizando o extrato da polpa do bagaço de oliva como ativo funcional. O bagaço da cultivar Koroneiki foi submetido às etapas de secagem, separação pneumática da polpa e moagem. A fração rica em polpa apresentou umidade de $74,42 \pm 1,99\%$, teor de lipídeos de $6,42 \pm 0,69$ g/100 g, massa específica real de 1.359 ± 1 kg/m³ e diâmetro médio de Sauter de 0,5519 mm, valores próximos aos encontrados na literatura. O extrato foi obtido por maceração com agitação branda a 50 °C, sendo as condições de extração avaliadas por um planejamento experimental fatorial 2³. Os extratos obtidos foram caracterizados por análises espectrofotométricas CFT (Compostos Fenólicos Totais) e AA (Ação Antioxidante). Os resultados da melhor condição para o extrato etanólico foram: $119,499 \pm 0,066$ mg EAG/g amostra b.s.; $108,66 \pm 0,599$ mg/L; e $78,94 \pm 0,44\%$ de AA. Para o extrato propanodiolico, os valores foram: $113,78 \pm 0,063$ mg EAG/g amostra b.s.; $97,27 \pm 0,39$ mg/L. O extrato mais rico em fenólicos foi incorporado a uma base cosmética vegana neutra, enriquecida com azeite de rosa mosqueta e vitamina E. A formulação foi submetida a análises de estabilidade, pH e cor, seguindo protocolos oficiais. O estudo demonstrou o potencial do bagaço de oliva como fonte de bioativos para cosméticos, promovendo inovação, sustentabilidade e agregação de valor à olivicultura regional.

Palavras-chaves: Bagaço de oliva. Compostos fenólicos. Solventes verdes. Cosméticos veganos. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Olive cultivation in Brazil has shown significant growth in recent decades, expanding from only 6 hectares in 2008 to approximately 10,000 hectares in 2025. Rio Grande do Sul recorded 580,000 liters of olive oil in the 2022/2023 harvest. During olive oil processing, about 80% of the olive volume is converted into pomace, which is considered a high-impact environmental residue when improperly discarded. However, this by-product presents great functional potential, as it contains phenolic compounds with recognized antioxidant activity. In this context, the use of olive pomace emerges as a sustainable and innovative alternative, adding value to the production chain. At the same time, the growth of the cosmetic industry has been driven by the increasing demand for natural and innovative products, giving rise to the niche of “green cosmetics,” formulated with organic ingredients and free from synthetic substances or animal-derived components. This movement has been accompanied by the profile of “green consumers,” who prioritize sustainable and safe formulations, reinforcing the search for natural alternatives. Given this scenario, the present study proposed the development of a vegan facial moisturizing cream with antioxidant potential, using the extract of olive pomace pulp as a functional active ingredient. The pomace of the Koroneiki cultivar was subjected to drying, pneumatic separation of the pulp, and milling. The pulp-rich fraction presented a moisture content of $74.42 \pm 1.99\%$, lipid content of 6.42 ± 0.69 g/100 g, true density of $1,359 \pm 1$ kg/m³, and Sauter mean diameter of 0.5519 mm, values close to those reported in the literature. The extract was obtained by maceration with gentle agitation at 50 °C, and the extraction conditions were evaluated using a 2³ factorial experimental design. The extracts obtained were characterized by spectrophotometric analyses of TPC (Total Phenolic Compounds) and AA (Antioxidant Activity). The best condition for the ethanolic extract yielded 119.499 ± 0.066 mg GAE/g sample (dry basis); 108.66 ± 0.599 mg/L; and $78.94 \pm 0.44\%$ AA. For the propanediol extract, the values were 113.78 ± 0.063 mg GAE/g sample (dry basis) and 97.27 ± 0.39 mg/L. The extract richest in phenolics was incorporated into a neutral vegan cosmetic base, enriched with rosehip oil and vitamin E. The formulation was subjected to stability, pH, and color analyses, following official protocols. The study demonstrated the potential of olive pomace as a source of bioactive compounds for cosmetics, promoting innovation, sustainability, and adding value to regional olive cultivation.

Keywords: Olive pomace. Phenolic compounds. Green solvents. Vegan cosmetics. Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Trajetória evolutiva da cosmetologia.....	22
Figura 2 - Esquema do processamento do azeite de oliva por prensagem	28
Figura 3 - Compostos fenólicos presentes no azeite e bagaço da oliva.....	33
Figura 4 - Hidroxitirosol.....	33
Figura 5 - Oleuropeína.....	33
Figura 6 - Tirosol	34
Figura 7 - Ácido cafeico	34
Figura 8 – Azeitona da cultivar Koroneiki	43
Figura 9 - Diagrama de blocos da metodologia experimental.....	44
Figura 10 – Esquema da obtenção do teor de Lipídeos método de extração Goldfish.....	49
Figura 11 – Esquema de obtenção e caracterização do extrato	51
Figura 12 - Primeira etapa de elaboração do creme	55
Figura 13 - Segunda etapade elaboração do creme - ajuste de viscosidade	55
Figura 14- Formulações do creme com adição de extrato.....	57
Figura 15 - Faixas de medição para identificação visual da cor.....	60
Figura 16 - Bagaço da azeitona antes da secagem (A) e após secagem (B).....	61
Figura 17 - Frações pós-separação pneumática (A: FP; B: FE)	62
Figura 18 - Gráfico de distribuição granulométrica do bagaço seco	64
Figura 19- Gráfico de distribuição granulométrica após a moagem	64
Figura 20- Gráfico de Pareto para resposta <i>CFT</i> (mg EAG/g b.s)	67
Figura 21 - Gráfico de Pareto para resposta de concentração <i>CFT</i> (mg/L).....	68
Figura 22- Gráfico de Pareto para resposta de <i>AA</i> (%).....	69
Figura 23 – Cubo de resposta para <i>CFT</i> (mg EAG/ g b.s)	70
Figura 24 - Cubo de resposta para <i>C</i> (mg/L).....	70
Figura 25 - Cubo de resposta para <i>AA</i> (%)	71
Figura 26 – Aspecto do creme após o teste de estabilidade preliminar.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estudos sobre métodos de extração de compostos do bagaço de oliva	40
Tabela 2 - Níveis codificado e reais das variáveis estudadas no planejamento experimental .	52
Tabela 3 - Matriz do planejamento experimental 2^3 com tréplica no ponto central	53
Tabela 4- Resultados <i>CFT</i> e <i>AA</i> do planejamento experimental 2^3 de extração.....	66
Tabela 5 – Comparação da obtenção de <i>CFT</i> com diferentes solventes.....	72
Tabela 6 – Variação de <i>pH</i> e cor durante os testes de estabilidade de curto prazo.....	73
Tabela 7 - Variação de <i>pH</i> e cor durante os testes de estabilidade acelerada	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Compostos bioativos presentes no bagaço de oliva	37
---	----

LISTA DE SIGLAS

AA – Atividade Antioxidante

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

B (NF- κ B) – Fator Nuclear Kappa

b.u – base úmida

CAGR – Taxa de Crescimento Anual Composta (do inglês *Compound Annual Growth Rate*)

CIE – *Commision Internationale de L'Éclairage*

CFT – Compostos Fenólicos Totais

CT – Carotenoides Totais

DES-CA – ChCl e ácido cítrico

DES-GLY – ChCl e glicerol ; Etanol e Água

DES-LA – ChCl e ácido lático

DES-MA – ChCl e maltose

DPPH – 1,1-difenil-2-picrilhidrazil

EAG – Equivalente de ácido gálico

EAU – Extração Assistida por Ultrassom

FE – Fração rica em Endocarpo (FE)

FI – Fração Intermediária (FI)

FP – Fração Rica em Polpa (FP)

GO – Goiás

GPEPSP - Grupo de Pesquisa em Engenharia de Processos e Sistemas Particulados

IBD – Instituto Biodinâmico

LGH – ácido lático: glucose: água

MAPK – Proteína Quinase Ativada por Mitógeno

NADES - Solventes Eutéticos Naturais

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organização das Nações Unidas

RS – Rio Grande do Sul

RSM – Metodologia De Superfície De Resposta

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SP – São Paulo

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

UNIPAMPA – Universidade Federal do Pampa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 OBJETIVO.....	19
2.1 OBJETIVO GERAL.....	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA	20
3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA SOBRE COSMETOLOGIA	20
3.2 TENDÊNCIAS DO MERCADO DE COSMÉTICOS NATURAIS.....	22
3.3 A OLIVICULTURA E O AZEITE DE OLIVA	25
3.4 IMPACTO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO DA OLIVA	29
3.5 COMPOSTOS BIOATIVOS PRESENTES NO BAGAÇO.....	32
3.6 EXTRAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS DO BAGAÇO DE OLIVA	37
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	43
4.1 MATÉRIA PRIMA	43
4.2 SECAGEM.....	44
4.3 SEPARAÇÃO DAS FRAÇÕES SÓLIDAS E MOAGEM	44
4.4 CARACTERIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA E FÍSICO-QUÍMICA DAS FRAÇÕES DO BAGAÇO.....	46
4.4.1 Caracterização Física.....	46
4.4.2 Caracterização Química.....	47
4.5 EXTRAÇÃO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS.....	50
4.6 CARACTERIZAÇÃO DOS EXTRATOS OBTIDOS VIA PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL.....	53
4.7 APLICAÇÃO DO EXTRATO EM PRODUTO COSMÉTICO CREME FACIAL	54
4.8 CARACTERIZAÇÃO DO CREME	58
4.8.1 Teste de estabilidade preliminar	58
4.8.2 Teste de estabilidade de curto prazo	58
4.8.3 Teste de Estabilidade Acelerada	59
4.8.4 Avaliação Organoléptica da cor	59
4.8.5 Determinação do pH.....	60
4.8.6 Viscosidade.....	Erro! Indicador não definido.
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	61
5.1 CARACTERIZAÇÃO PRELIMINAR DO BAGAÇO DE OLIVA	61

5.2 RESULTADO DO PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL PARA AS CONDIÇÕES EXTRAÇÃO	66
5.2.1 Extração com 1,3 propanediol (Zemea)	72
5.3 RESULTADOS DAS ANÁLISES DAS FORMULAÇÕES DO CREME	73
5.3.1 Resultado teste de estabilidade preliminar	73
5.3.2 Resultado teste de estabilidade de curto prazo	73
5.3.3 Resultado do teste de estabilidade acelerada.....	75
5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
5.5 SUGESTÕES.....	76
REFERÊNCIAS	78

1 INTRODUÇÃO

A cosmetologia moderna tem experimentado um avanço expressivo nas últimas décadas, impulsionada por transformações sociais, ambientais e tecnológicas. Originalmente voltada ao embelezamento, essa área expandiu seus horizontes e, hoje, integra conhecimentos da química, engenharia, farmacologia e biotecnologia para atender a um mercado cada vez mais consciente, exigente e voltado ao bem-estar. Entre as tendências emergentes, destacam-se os cosméticos naturais, veganos e sustentáveis, que aliam eficácia com a estética à responsabilidade socioambiental, uma resposta direta à crescente preocupação com os impactos de ingredientes sintéticos na pele humana e no meio ambiente.

Nesse contexto, a valorização de resíduos agroindustriais representa uma estratégia inovadora e alinhada aos princípios da economia circular. Subprodutos que antes seriam descartados passam a ser fontes de compostos de alto valor agregado. Um exemplo promissor é o bagaço de oliva, gerado em grandes quantidades durante o processamento do azeite. Tradicionalmente considerado um resíduo, o bagaço contém uma fração significativa de compostos bioativos - como polifenóis, carotenoides e clorofilas - que permanecem retidos na matriz sólida mesmo após a extração do azeite (Lafka *et al.*, 2011; Dermeche *et al.*, 2013). Esses compostos são reconhecidos por sua ação antioxidante, anti-inflamatória e regeneradora, sendo amplamente valorizados pela indústria cosmética por atuarem na proteção cutânea contra o estresse oxidativo, no estímulo à regeneração celular e na prevenção do envelhecimento precoce (Gorzynik-Debicka *et al.*, 2018).

No Brasil, o estado do Rio Grande do Sul - RS desponta como principal pólo da olivicultura nacional, concentrando aproximadamente 75% da produção de azeite de oliva do país (Governo RS, 2023). Com esse crescimento, também se intensifica a geração de subprodutos, especialmente o bagaço, que corresponde a cerca de 80% da massa das azeitonas processadas, representando, portanto, a maior fração residual do beneficiamento (Brito, 2016). Na safra de 2022/2023, o estado do Rio Grande do Sul registrou uma produção de aproximadamente 580 mil litros de azeite de oliva, o que implica no processamento de cerca de 2.900 toneladas de azeitonas e na consequente geração de 2.320 toneladas de bagaço. Em 2024, observou-se uma queda significativa, com produção estimada em 193 mil litros, correspondendo a 965 toneladas de matéria-prima e 772 toneladas de resíduos. Tal volume representa um desafio ambiental crescente e, ao mesmo tempo, uma oportunidade estratégica de transformação e reaproveitamento. Dessa forma, torna-se essencial o desenvolvimento de

propostas que considerem o bagaço de oliva como matéria-prima rica em ativos cosméticos, promovendo avanços científicos e soluções sustentáveis.

A extração é uma operação unitária amplamente empregada na indústria química, cosmética e farmacêutica, com o objetivo de separar compostos de interesse presentes em matrizes vegetais, animais ou sintéticas. Esse processo envolve fenômenos de transferência de massa, nos quais o solvente penetra na matriz sólida, dissolve os solutos desejados e os transporta para a fase líquida por difusão e convecção (Rostagno; Prado, 2013). A eficiência da extração depende de fatores como polaridade do solvente, tempo de contato, temperatura, granulometria da amostra e pH, além das características biológicas, sendo essencial para a recuperação de compostos bioativos como os fenólicos, carotenoides e flavonoides (Katsinas *et al.*, 2021; Čepo *et al.*, 2018).

Nessa linha, solventes verdes são definidos como substâncias utilizadas em processos químicos que apresentam elevada biodegradabilidade e origem renovável, sendo considerados atóxicos e seguros para o meio ambiente e para a saúde humana. Esses solventes visam substituir os solventes orgânicos tradicionais como metanol, clorofórmio, tolueno e hexano que são voláteis, inflamáveis e potencialmente prejudiciais à pele e aos ecossistemas (Chemat; Vian; Cravotto, 2012; Alara; Abdurahman; Ukaegbu, 2021a). Entre os principais solventes verdes destacam-se a água, o etanol de origem vegetal, o 1,3-1,3 propanodiol, os solventes eutéticos naturais profundos (NADES) e o CO₂ supercrítico, todos com excelente desempenho na extração de compostos bioativos sem comprometer a segurança ou a estabilidade dos ativos extraídos (Chanioti, Tzia, 2018).

Pesquisas recentes demonstram que é possível otimizar processos extrativos utilizando misturas hidroalcoólicas, NADES e solventes alternativos, com resultados promissores em termos de rendimento, seletividade e atividade antioxidante dos extratos obtidos (Riéffel, 2024). Dessa forma, o desenvolvimento de metodologias extrativas sustentáveis representa uma estratégia inovadora para agregar valor aos subprodutos da olivicultura, promovendo avanços científicos e soluções ecologicamente responsáveis para a indústria cosmética (Chanioti, Tzia, 2018; Zhang *et al.*, 2018; Cádiz-Gurrea *et al.*, 2021; Otero *et al.*, 2021).

Esse Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) é parte integrante de uma linha de pesquisa voltada à extração de compostos naturais e sua incorporação em formulações cosméticas, desenvolvida junto ao curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), sendo algumas delas ligadas ao GPEPSP (Grupo de Pesquisa em Engenharia de Processos e Sistemas Particulados) da UNIPAMPA. Nessa perspectiva, destacam-se estudos como o de Defendi (2019), que utilizou sementes de pinhão em formulações hidratantes; Soares

(2021), que produziu sabonetes esfoliantes com bagaço de oliva; Rocha (2023), com a aplicação do extrato da polpa de romã em cremes corporais e esfoliantes; e Teixeira (2023), que incorporou extrato de butiá em um creme hidratante facial. Este trabalho dá continuidade a essa linha, com foco no potencial do bagaço de oliva como fonte de compostos funcionais para uso cosmético, contribuindo não apenas para a pesquisa científica regional, mas também para a valorização de um resíduo abundante no bioma Pampa.

Portanto, a presente pesquisa é justificada tanto pelo desafio ambiental que representa o descarte do bagaço de oliva, quanto por seu potencial científico e tecnológico como matéria-prima rica em antioxidantes naturais, contribuindo para a criação de um produto cosmético funcional, estável e sustentável, com base vegana e adequado às tendências e exigências do mercado atual.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do presente trabalho foi elaborar um extrato rico em CFT com alta ação antioxidante obtido a partir do resíduo da produção de azeite de oliva (bagaço de oliva) para ser incorporado em um creme hidratante vegano.

2.2 Objetivos Específicos

- Obter e caracterizar físico-quimicamente a polpa do bagaço de oliva;
- Delinear as condições de extração dos CFT da polpa seca e moída do bagaço de oliva via planejamento experimental;
- Caracterizar os CFT e AA dos extratos obtidos a partir da polpa do bagaço de oliva.
- Elaborar a formulação de um produto cosmético creme vegano contendo os compostos bioativos extraídos do bagaço de oliva;
- Realizar caracterização físico-química das formulações dos cosméticos produzidos; e
- Comparar com os dados da literatura os resultados obtidos.

3 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Contextualização Histórica sobre Cosmetologia

A cosmetologia, enquanto campo científico, tem suas raízes em práticas ancestrais. No ano 30.000 a.C., durante a pré-história, corantes, unguentos e incensos eram utilizados para pinturas corporais, tatuagens e rituais. O Egito Antigo é, frequentemente, considerado o berço da ciência dos cosméticos, com a rainha Cleópatra utilizando ingredientes como leite, argila e pó de Kohl, não apenas para embelezamento, mas também por suas propriedades terapêuticas (Cosmética em foco, 2018).

O pó de Kohl (também conhecido como Mesdemet) no Antigo Egito, era uma substância escura aplicada ao redor dos olhos com finalidades estéticas, medicinais e espirituais. Tradicionalmente, era produzido a partir de minerais como galena (sulfeto de chumbo) ou estibinita (sulfeto de antimônio), moídos até formar um pó fino e escuro. Seu uso era comum entre homens e mulheres, pois acreditava-se que o Kohl ajudava a proteger os olhos contra o brilho solar, a poeira do deserto e infecções oculares, além de conferir um aspecto simbólico de força e proteção espiritual (Rice, 2003; Strouhal, 2007; Čepo *et al.*, 2018).

Posteriormente, por volta do ano 200 d.C., na Grécia Antiga Hipócrates já preconizava hábitos de higiene. No Império Romano, o físico Galeno desenvolveu um creme facial, o Ungentum Refrigerans, formado inicialmente por uma base de cera de abelha, azeite de oliva e água de rosas, sendo aprimorado pela incorporação de pigmentos, facilitando a aplicação na face. Assim, surgiu a base cremosa facial (Souza, 2008).

Durante o período da Idade Média, especialmente entre os séculos V e X, a Europa Ocidental enfrentou uma fase marcada por instabilidade política, declínio urbano e retração cultural, conhecida como “Idade das Trevas” (Le Goff, 2009; Rice, 2003). Esse termo foi cunhado por pensadores renascentistas, como Petrarca, para descrever um período de suposta estagnação intelectual após a queda do Império Romano do Ocidente (Silva, 2015).

Nesse cenário, os cuidados com a higiene pessoal e o uso de cosméticos sofreram um declínio significativo, sendo em grande parte abandonados (Souza, 2018). As práticas cosméticas, que haviam florescido em civilizações anteriores, foram preservadas e aprimoradas principalmente no Oriente (Brito *et al.*, 2013). O intercâmbio de conhecimentos e produtos cosméticos nesse período ocorreu predominantemente através das rotas de comércio e viagens entre a Europa e civilizações como China, Japão e Índia (Brito *et al.*, 2013). Além disso, os

métodos de extração foram aperfeiçoados, permitindo o desenvolvimento de novas drogas e ingredientes (Brito *et al.*, 2013).

Nesse contexto, destaca-se a figura de Avicena, médico, filósofo e polímata persa nascido por volta de 980 d.C. em Afshana, região que hoje pertence ao Uzbequistão, então parte do Império Samânida (Silva, 2021). Reconhecido como um dos principais intelectuais da Era de Ouro Islâmica, Avicena foi responsável por avanços significativos na medicina, incluindo o aperfeiçoamento de técnicas de extração de essências vegetais (Brito *et al.*, 2013; Silva, 2015). Ele se especializou na obtenção de azeites e compostos aromáticos a partir de flores, contribuindo diretamente para o desenvolvimento da cosmetologia e da farmacologia (Brito *et al.*, 2013). Sua obra mais conhecida, O Cânone da Medicina, influenciou o ensino médico por séculos e consolidou sua reputação como precursor da aromaterapia e da medicina funcional (Silva, 2023).

O século XX foi palco de uma verdadeira revolução na indústria cosmética, impulsionada por transformações sociais, culturais e tecnológicas. Após as Primeira e Segunda Guerras Mundiais e diante do avanço da urbanização, a inserção das mulheres em novos espaços sociais e no mercado de trabalho intensificou a demanda por produtos voltados à valorização da autoestima e da expressão individual. A produção em massa substituiu os métodos artesanais, tornando os cosméticos amplamente disponíveis e acessíveis.

Nesse contexto, Max Factor é citado como pioneiro na maquiagem para o cinema, tendo desenvolvido inovações como o *pan-cake*, o *gloss* e os cílios postiços. Ele também popularizou o termo “*make-up*” e criou produtos em conformidade com as exigências das câmeras de Hollywood (Basten, 2012; Gaya, 2018). Por sua vez, Helena Rubinstein, empresária polonesa e fundadora de um dos primeiros institutos de beleza, associou ciência à estética ao introduzir a classificação dos tipos de pele, investir em fórmulas personalizadas e adotar tratamentos dermatológicos (Fitoussi, 2012; Cosmética Em Foco, 2018).

A publicidade massiva, aliada ao prestígio dessas figuras, transformou o cosmético em um produto de consumo indispensável. Paralelamente, a pesquisa científica intensificou-se, resultando na descoberta de novos ativos e no desenvolvimento de tecnologias como a nanotecnologia e a biotecnologia, que permitiram maior eficácia e sofisticação nos cuidados com a pele (Souza, 2018).

Além disso, a cosmetologia tem evoluído ao longo dos séculos para incorporar avanços científicos e atender às necessidades de uma sociedade em constante mudança. Hoje, ela continua a ser um campo interdisciplinar que combina conhecimento em química,

dermatologia, biologia e tecnologia para criar produtos inovadores e seguros que valorizam não apenas a estética, mas também o bem-estar e a sustentabilidade (Souza, 2018).

Para ilustrar a trajetória evolutiva da cosmetologia ao longo da história, a Figura 1 apresenta um diagrama cronológico que sintetiza os principais marcos de transformação da prática cosmética, desde sua origem ancestral até a era da sustentabilidade e inovação.

Figura 1 – Trajetória evolutiva da cosmetologia



Fonte: Autora (2025)

3.2 Tendências do Mercado de Cosméticos Naturais

Ao longo do século XX, a indústria química passou por uma transformação significativa. Inicialmente, a produção de produtos químicos a granel era baseada na fermentação de biomassa por microrganismos, utilizando matérias-primas como milho e batata. No entanto, com o avanço da tecnologia, a exploração de petrazeite como fonte de hidrocarbonetos levou ao desenvolvimento de processos sintéticos mais complexos, permitindo a fabricação de uma ampla gama de produtos químicos (Saxena *et al.*, 2009).

Com o tempo, tornou-se evidente que os recursos fósseis não renováveis geravam impactos ambientais significativos e tinham disponibilidade limitada. Diante do esgotamento

desses insumos e das crescentes preocupações com sustentabilidade, a indústria química passou a priorizar alternativas baseadas em matérias-primas renováveis (Saxena *et al.*, 2009).

A crescente conscientização ambiental e a busca por um estilo de vida mais saudável têm impulsionado transformações significativas em diversos setores da indústria, incluindo o de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos. Nesse contexto, os cosméticos naturais e orgânicos emergem como uma opção de inovação sustentável, ganhando destaque como alternativa aos produtos convencionais e respondendo à demanda por formulações eficazes e seguras para a saúde humana e o meio ambiente. Cosméticos naturais são aqueles compostos majoritariamente por ingredientes de origem vegetal, mineral ou animal, submetidos a processos físicos simples e com mínima interferência química. Já os cosméticos orgânicos, além de serem naturais, devem conter uma proporção significativa de matérias-primas certificadas como orgânicas, cultivadas sem agrotóxicos, fertilizantes sintéticos ou organismos geneticamente modificados. Esses produtos por exemplo costumam ser formulados com azeites vegetais (como coco, oliva e argan), manteigas vegetais (karité, cacau), extratos de plantas, azeites essenciais, argilas, hidrolatos, ceras vegetais e conservantes naturais, conforme critérios estabelecidos por certificadoras reconhecidas (ECOCERT, 2025a; Romero *et al.*, 2018).

A certificação desses cosméticos é realizada por entidades nacionais e internacionais que asseguram a origem, o processamento e a sustentabilidade dos ingredientes utilizados. No Brasil, destaca-se o IBD Certificações, maior certificadora da América Latina para produtos orgânicos e naturais, que atua com base em normas nacionais e internacionais voltadas à rastreabilidade e responsabilidade socioambiental. Internacionalmente, os principais selos são COSMOS (criado por um consórcio europeu que inclui ECOCERT, BDIH, ICEA, Soil Association e Cosmebio), ECOCERT, pioneira na certificação de cosméticos orgânicos desde 2002, e NATRUE, associação sediada em Bruxelas que promove padrões elevados de pureza e sustentabilidade. A presença desses selos nos rótulos transmite credibilidade ao consumidor e assegura que os produtos atendem a exigências técnicas, ambientais e sociais ao longo de toda a cadeia produtiva, contribuindo para práticas mais éticas e transparentes no mercado cosmético (SEBRAE, 2021; ECOCERT, 2025b).

A preocupação com os impactos ambientais da produção e descarte, bem como com a presença de substâncias sintéticas em formulações, tem levado à busca por matérias-primas de origem vegetal e processos de fabricação que minimizem o uso de recursos e a geração de resíduos. A análise das tendências de mercado revela um movimento global em direção à sustentabilidade, com consumidores mais informados e exigentes quanto à origem, composição e processo de fabricação dos produtos que utilizam (Soares, 2020).

Os cosméticos químicos e industriais possuem impactos ambientais adversos. Mesmo os cosméticos considerados "naturais" podem prejudicar o ambiente se forem produzidos com matérias-primas obtidas de forma exploratória, resultando em desequilíbrios na fauna e flora e contribuindo para a extinção de espécies. É essencial evitar o uso inadequado dessas matérias-primas (Soares, 2020).

Mercado global de cuidados pessoais orgânicos deve alcançar US\$ 44,77 bilhões até 2030, com CAGR de 9,4% (2023–2030), impulsionado pela crescente conscientização ambiental e demanda por ingredientes orgânicos em formulações para pele. Há preferência por produtos sem fragrâncias sintéticas, conservantes, parabenos, petroquímicos e surfactantes agressivos. Grandes players oferecem itens como protetores solares, loções, shampoos, esfoliantes, cremes anti-idade, demaquilantes, máscaras, itens para olhos e lábios. Em 2022, cuidados com a pele foi o maior segmento, motivado por soluções para acne e ressecamento com ativos. Hiper/supermercados dominaram a receita em 2022 (ex.: *Walmart, Target, Costco, Tesco*) devido à disponibilidade e experiência de compra. O mercado permanece fragmentado, com destaque para players globais e regionais como *Aveda, Burt's Bees, Estée Lauder, The Hain Celestial, Amway, Bare Escentuals, Arbonne, Neutrogena, The Body Shop e Yves Rocher* (Grand View Research, 2023).

Globalmente, o mercado de cosméticos naturais e orgânicos deve atingir US\$ 23,71 bilhões até 2033, com uma Taxa de Crescimento Anual Composta (CAGR – do inglês Compound Annual Growth Rate) de 7,5% (Business Research Insights, 2025).

O mercado brasileiro de cosméticos naturais e sustentáveis cresce rapidamente, impulsionado por consumidores conscientes. Segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE o Brasil ocupa a 4ª colocação no mercado de cosméticos mundial, e movimenta cerca de R\$ 3 bilhões por ano com a venda de cosméticos orgânicos, com uma taxa de crescimento estimada em 20% ao ano (ECOCERT, 2025a; SEBRAE, 2023).

A produção desses cosméticos prioriza matérias-primas de origem vegetal e renovável, como azeites essenciais, extratos botânicos, manteigas vegetais (Karité, Cupuaçu), argilas, e ativos biotecnológicos como ácido hialurônico fermentado e peptídeos biomiméticos. Ingredientes nativos brasileiros como Buriti, Castanha-do-pará e Açaí têm ganhado destaque internacional por suas propriedades antioxidantes e hidratantes, além de promoverem a valorização da biodiversidade local (Pack For You, 2025).

Destaque também é conferido aos insumos cultivados na região Sul do país, especialmente no Pampa Gaúcho, onde olivais e vinhedos têm ganhado relevância na cosmetologia. O azeite de oliva extraído na Campanha Gaúcha é reconhecido por suas

propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, sendo amplamente aplicado em formulações hidratantes e reparadoras, graças à presença de ácidos graxos essenciais, vitamina E e polifenóis (Tulívia Cosméticos, 2024).

Insumos obtidos da oliva também têm ganhado espaço na indústria cosmética nacional, especialmente por suas propriedades antioxidantes, emolientes e anti-inflamatórias. Empresas como a “Biovital Indústria e Comércio”, sediada em São Paulo/SP, têm investido na distribuição de ativos cosméticos à base de oliva para farmácias de manipulação e indústrias cosméticas, com foco em qualidade e inovação tecnológica (Biovital, 2025). Outro exemplo é a empresa “Luna Green Bioativos”, localizada em Goiás/GO, que desenvolve extratos vegetais e azeites naturais com processos sustentáveis e livres de solventes tóxicos, oferecendo insumos cosméticos veganos e não testados em animais, incluindo derivados da oliva em seu portfólio (Lunagreen, 2025).

No Rio Grande do Sul, destacam-se iniciativas como a da empresa “Oliv Care”, localizada em Caçapava do Sul, que desenvolve dermocosméticos sustentáveis a partir das folhas das oliveiras cultivadas na região da Campanha Gaúcha. A marca surgiu da *expertise* da família Abdala na produção de azeite “Don José” e reutilização de rejeitos como “sansa” ou “pasta de oliva” o resíduo sólido obtido após a extração do azeite para produzir uma linha cosmética baseada em nanotecnologia e ativos naturais (como o tocoferol e os polifenóis), com ação hidratante e antienvhecimento (Oliv Care, 2025).

3.3 A olivicultura e o azeite de oliva

A oliveira, *Olea europaea* L., pertencente à família Oleaceae, é uma espécie arbórea cultivada há milênios, reconhecida globalmente pela produção de azeites a partir de seus frutos (a oliva ou azeitona), os quais se destacam por suas características sensoriais e propriedades nutricionais notáveis. O azeite tem ganhado popularidade em razão de seus efeitos benéficos à saúde, como ação antioxidante, combate à lipoproteína LDL (mau colesterol) e atuação contra doenças cardíacas (Di Giovacchino; Sestili; Di Vincenzo, 2002).

O mercado brasileiro de azeite de oliva tem apresentado crescimento expressivo nos últimos anos, impulsionado por mudanças no padrão de consumo e maior valorização de produtos saudáveis e gourmet. Em 2023, o comércio global de azeite atingiu US\$ 707 milhões, com o Brasil ocupando a segunda posição no ranking mundial de consumo, atrás apenas dos Estados Unidos (OEC, 2025; Portal Insights, 2025). Apesar da alta demanda, cerca de 99% do

azeite consumido no país é importado, principalmente de Portugal e Espanha, o que evidencia o potencial de expansão da produção nacional (G1, 2025).

No cenário produtivo, o Brasil ainda não figura entre os grandes produtores mundiais, mas tem se destacado pela qualidade de seus azeites. Em 2024, o país conquistou o 5º lugar no EVOO World Ranking, com 328 prêmios internacionais, superando países tradicionais como Argentina e Chile. Esse reconhecimento foi impulsionado por marcas como Prosperato, de Caçapava do Sul, e Estância das Oliveiras, de Viamão, ambas localizadas no Rio Grande do Sul, estado responsável por aproximadamente 75% da produção nacional, com cerca de 6,2 mil hectares cultivados. A região da Campanha Gaúcha, em especial, apresenta condições climáticas e de solo semelhantes às do Mediterrâneo, favorecendo o cultivo de variedades como Koroneiki, Arbequina e Arbosana, que resultam em azeites de alto padrão sensorial (Portal do Azeite, 2025; Kist; Carvalho; Beling, 2019).

A olivicultura na Campanha Gaúcha tem se consolidado como uma atividade promissora, com investimentos em tecnologia, práticas sustentáveis e turismo rural. A sazonalidade da produção com colheita no outono permite ao Brasil oferecer azeite fresco em períodos distintos dos grandes produtores do hemisfério norte, criando uma vantagem competitiva. Além disso, eventos como a OLIFEIRA, realizada em Guaíba, têm fortalecido a identidade regional e promovido a cultura do azeite entre consumidores e produtores. Com o avanço da pesquisa e da assistência técnica, a região tende a ampliar sua produtividade e consolidar-se como um polo estratégico da olivicultura brasileira (G1 RS, 2025; SEAPDR, 2024).

Diante dessa expressiva demanda interna e da grande oportunidade de mercado que foi crescendo ao longo dos últimos anos, emergiu a necessidade de fomentar a produção e o consumo de azeite nacional. Assim, após tentativas prévias, observou-se a introdução e expansão de áreas de cultivo de oliveiras em diversos estados brasileiros, como Santa Catarina, Espírito Santo, São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul (Kist; Carvalho; Beling, 2019; OEC, 2023). A olivicultura brasileira, um setor relativamente novo para a economia nacional, celebrou em 2018 os dez anos da primeira extração de azeite no país, ocorrida no município de Maria da Fé, em Minas Gerais (Kist; Carvalho; Beling, 2019).

O crescimento da área cultivada com oliveiras é notável: de apenas 6 hectares em todo o país em 2008, saltou para 575 hectares em 2016, alcançando cerca de 7.000 hectares em 2019, dos quais mais de 60% se localizavam em solo gaúcho, distribuídos em 110 municípios (Kist; Carvalho; Beling, 2019; Governo RS, 2023). No entanto, devido à necessidade de acúmulo de horas de frio para interromper o estado de dormência, iniciar a diferenciação das gemas florais

e permitir o florescimento da oliveira, a produção se destacou predominantemente no estado do Rio Grande do Sul por suas temperaturas mais baixas, sendo responsável por cerca de 70% da produção nacional de azeite de oliva (Estância Decor, 2024).

O setor de azeites gaúchos registrou um aumento de 29% na produção e o número de marcas cresceu 32%. Na safra 2022/2023, a produção total de azeite no estado alcançou 580.228 litros, processados em 22 fábricas e comercializados por 93 marcas gaúchas (Governo RS, 2023; Machado, 2024). Essa intensificação é impulsionada por condições climáticas favoráveis, conhecimento técnico aprimorado e, principalmente, por incentivos financeiros, em pesquisa e programas de capacitação governamentais (Machado, 2024).

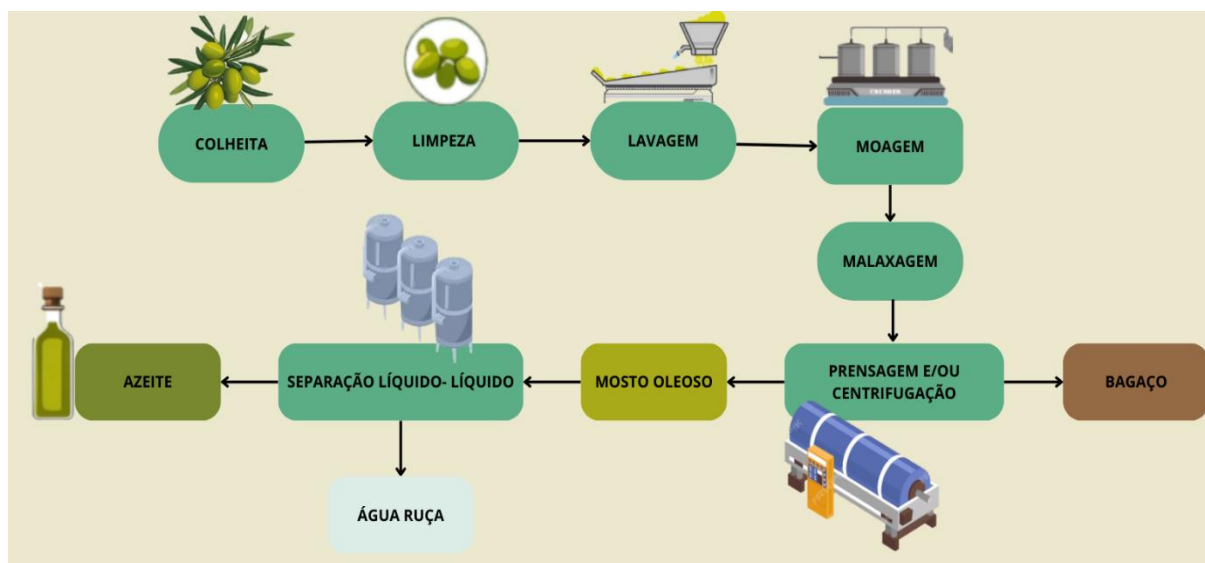
Um exemplo foi o projeto Olivais do Pampa, implementado pela Prefeitura de Bagé em 2005, através do programa BRASIL PRÓXIMO. Este projeto visou impulsionar a produção de azeite extravirgem na região e fornecer suporte técnico a pequenas e médias empresas, contribuindo para a diversificação econômica local e para o fortalecimento da Campanha Gaúcha como um núcleo produtor de azeite de qualidade no Brasil (Prefeitura de Bagé, 2025).

Em 2025, o governo do Rio Grande do Sul reforçou suas políticas públicas voltadas ao fortalecimento da olivicultura regional, por meio do Programa Produtos Premium, instituído pelo Decreto nº 55.515/2020 e coordenado pela Secretaria de Inovação, Ciência e Tecnologia (Sict). Além da certificação de azeites extravirgens com o selo “Origem e Qualidade RS”, foi firmado um protocolo de intenções com o Instituto Brasileiro de Olivicultura (IBRAOLIVA) e a Embrapa Clima Temperado, estabelecendo ações conjuntas para o desenvolvimento científico e tecnológico do setor. O acordo prevê estudos agrônômicos, capacitação profissional e desenvolvimento sustentável, com foco em inovação e na valorização do bioma Pampa como referência nacional na produção de azeites de alta qualidade (Governo RS, 2023).

Apesar dos avanços observados no setor, a produção nacional de azeite de oliva atende apenas a 1% da demanda interna, conforme dados do Anuário Brasileiro das Oliveiras (Kist; Carvalho; Beling, 2019). O restante é suprido por importações, majoritariamente provenientes de Portugal e Espanha, responsáveis por aproximadamente 80% do volume importado (Machado, 2024).

Conforme foi relatado anteriormente, o azeite de oliva é proveniente dos frutos da oliveira. No Brasil, a safra das azeitonas ocorre de fevereiro a junho, visando a maturação gradual e a boa qualidade final do fruto (Rodrigues, 2021). O beneficiamento da azeitona para a extração do azeite segue uma sequência de etapas que podem ser visualizadas no esquema mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Esquema do processamento do azeite de oliva por prensagem



Fonte: Adaptado de Kapellakis, Tsagarakis, Crowther, 2008; Oliveira *et al.*, 2017; Medeiros *et al.* (2016)

Na Figura 2 verifica-se que o processo se inicia com a colheita das azeitonas. Após a colheita, as azeitonas são rapidamente transportadas para o lagar e submetidas à limpeza em tremonhas para remoção de impurezas e, posteriormente, lavadas em água corrente (Kapellakis, Tsagarakis, Crowther, 2008). Os frutos limpos são moídos até formarem uma pasta, otimizando a liberação do azeite na etapa de malaxagem. Esta fase crucial promove a coalescência das pequenas gotas de azeite dispersas na pasta, essencial para aumentar o rendimento e melhorar a qualidade do produto final (Oliveira *et al.*, 2017). Na sequência, ocorre a etapa de separação sólido/líquido da pasta, onde o bagaço é separado do mosto oleoso. Esta separação pode ser realizada por diferentes métodos mecânicos, sendo a prensagem considerada a técnica tradicional e os métodos de extração em duas ou três fases os mais utilizados atualmente na indústria. (Oliveira *et al.*, 2017; Otero *et al.*, 2021). E, finalmente, o mosto é submetido a uma etapa de separação líquido/líquido (por centrifugação nos sistemas de duas e três fases), em que são obtidas duas frações, o azeite e a água ruça (Oliveira *et al.*, 2017).

Independentemente do método de extração, o processamento da azeitona resulta na geração de três frações principais: o azeite, um resíduo sólido conhecido como bagaço, e as águas residuais (água ruça). É importante notar que o tipo de sistema de extração empregado influencia diretamente as características e o volume do subproduto gerado (Dermeche *et al.*, 2013; Nunes *et al.*, 2019). Para cada tonelada de azeitonas processadas, apenas 20% são convertidos em azeite, enquanto os 80% da massa original são compostos por resíduos sólidos (bagaço de oliva) e líquido (água ruça) (Brito; 2016). Estima-se que somente em fevereiro de

2023 foram gerados 2.321 m³ de bagaço, proveniente das indústrias de azeite no Rio Grande do Sul (Governo RS, 2023).

Os subprodutos da olivicultura possuem elevado potencial de reaproveitamento, sendo fontes importantes de compostos bioativos, como fenólicos e fibras alimentares, com aplicações nos setores alimentício, farmacêutico e cosmético (Katsinas *et al.*, 2021; Otero *et al.*, 2021). De acordo com Romani *et al.* (2019), esses componentes podem ser recuperados e reutilizados conforme os princípios da economia circular, contribuindo para a valorização dos resíduos como fontes renováveis de bioativos. As principais formas de aproveitamento incluem o uso como fertilizante, herbicida, ração animal, extração de azeite residual e obtenção de componentes orgânicos. Além disso, podem ser utilizados na produção de biopolímeros, carvão ativado, álcoois e geração de energia, reforçando seu potencial como matéria-prima para diferentes segmentos industriais (Annab *et al.*, 2019; Medeiros *et al.*, 2016; Otero *et al.*, 2021).

3.4 Impacto ambiental dos resíduos do processamento da oliva

A produção de azeite de oliva, historicamente essencial na dieta mediterrânea e em aplicações médicas, vem se expandindo para a indústria cosmética, impulsionando a busca por alternativas sustentáveis para o gerenciamento de seus resíduos (Cádiz-Gurrea, 2021). Durante o processamento agrícola, subprodutos como polpa de azeitona, caroços, resíduos líquidos e folhas são gerados em grandes quantidades. Tradicionalmente, técnicas como compostagem e incineração foram utilizadas para sua destinação, porém apresentam limitações ambientais. Nesse sentido, estudos recentes têm se concentrado na implementação de abordagens mais sustentáveis, com foco na recuperação de compostos bioativos para aplicação industrial (Capanoglu, Nemli, Tomas-Barberan, 2022).

Os resíduos provenientes da olivicultura representam um desafio ambiental significativo devido à presença de compostos orgânicos, resíduos de azeite, proteínas e polissacarídeos, além de elevados teores de polifenóis, que possuem propriedades fitotóxicas e antimicrobianas (Alúdt *et al.*, 2010;). (Cádiz-Gurrea, 2021). (Capanoglu, Nemli, Tomas-Barberan, 2022). O aumento do consumo de azeite e, conseqüentemente, da sua produção, intensifica a geração desses subprodutos, que podem atingir até 80% da matéria-prima processada (Rodrigues *et al.*, 2015; Otero *et al.*, 2021). Caso não sejam tratados adequadamente, esses resíduos podem contaminar solos e corpos d'água, comprometendo o equilíbrio ambiental e dificultando processos naturais de biodegradação (Donner *et al.*, 2022).

A valorização desses resíduos pode trazer múltiplos benefícios, incluindo (i) a recuperação e utilização de compostos bioativos para o desenvolvimento de produtos cosméticos inovadores que promovam a saúde da pele; (ii) a geração de novas oportunidades econômicas para o setor agroindustrial; e (iii) a redução do impacto ambiental associado ao descarte inadequado desses resíduos agrícolas (Cádiz-Gurrea,2021).

Entre os compostos presentes nos subprodutos da extração de azeite de oliva, os polifenóis são apontados como os principais responsáveis pelo impacto ambiental, devido à sua toxicidade, resistência à degradação e elevada demanda bioquímica de oxigênio (Dermeche *et al.*, 2013; Rodrigues *et al.*, 2015; Medeiros *et al.*, 2016; Otero *et al.*, 2021). O descarte inadequado desses resíduos, especialmente em corpos d'água, pode reduzir drasticamente os níveis de oxigênio dissolvido, comprometendo ecossistemas aquáticos e favorecendo processos de eutrofização, sobretudo quando associados a altos teores de fósforo (Dermeche *et al.*, 2013). Além disso, o bagaço de oliva composto por polpa, caroço e água residual, apresenta alta umidade e carga orgânica, podendo causar fitotoxicidade e desequilíbrio microbiológico quando aplicado diretamente ao solo sem tratamento adequado (Cavalheiro, 2013).

Diante desses riscos, torna-se urgente o desenvolvimento de estratégias para o reaproveitamento sustentável do bagaço de oliva. Estudos apontam alternativas como o uso do resíduo como adubo orgânico, ração animal, fonte de compostos bioativos e até como biocombustível, desde que submetido a processos de secagem e estabilização (Medeiros *et al.*, 2016). A adoção de tecnologias de fracionamento e valorização dos subprodutos da olivicultura não apenas reduz o impacto ambiental, como também agrega valor à cadeia produtiva, promovendo a economia circular e o fortalecimento da sustentabilidade regional, especialmente em polos emergentes como a Campanha Gaúcha.

Diante desse cenário, a crescente preocupação ambiental tem impulsionado pesquisas voltadas à recuperação e reutilização de compostos bioativos provenientes da olivicultura (Dermeche *et al.*, 2013; Rodrigues *et al.*, 2015; Otero *et al.*, 2021). Soluções como o reaproveitamento para a produção de fertilizantes, biopolímeros e bioenergia vêm sendo desenvolvidas, visando minimizar os impactos ambientais e otimizar o uso de recursos naturais, como água, solo e energia (Donner *et al.*, 2022).

O reaproveitamento dos subprodutos da oliva está alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), especialmente o ODS 12, que incentiva práticas de produção e consumo responsáveis, bem como ações de prevenção, reciclagem e reutilização para reduzir impactos ambientais (ONU, 2025). O avanço das pesquisas sobre a reutilização desses resíduos reforça o compromisso com

a sustentabilidade e a necessidade de soluções eficazes para a gestão ambiental da indústria do azeite.

Os princípios de conversão e circularidade de biorresíduos, como *cascata*, *upcycling*, reciclagem e recuperação são todos aplicados. Os principais fatores de sucesso incluem a preocupação ambiental, o conhecimento sobre biotecnologias, os mercados e a logística, o compromisso a longo prazo com o setor, a disponibilidade local de recursos, a legislação, os subsídios e a aceitação do produto pelos consumidores. As principais barreiras incluem a falta de apoio financeiro público específico, a insuficiente transferência de conhecimento da pesquisa para os produtores de azeite e a falta de articulação das necessidades de pesquisa pelas empresas. São necessárias mais colaborações público-privadas e projetos multissetoriais para uma maior mudança para uma economia circular no setor de azeite (Donner *et al.*, 2022).

A discussão sobre o destino e o aproveitamento dos subprodutos da produção de azeite ainda é incipiente, mas é fundamental que seja abordada com seriedade frente ao crescimento previsto da indústria oleícola. A implementação de uma cadeia produtiva sustentável, que inclua a valorização desses resíduos, pode se tornar um diferencial competitivo (Donner *et al.*, 2022). Essa abordagem não só minimiza impactos ambientais, mas também agrega valor ao produto final, atraindo consumidores conscientes e promovendo a sustentabilidade do setor.

Conforme foi descrito anteriormente, o bagaço de oliva é um subproduto semi-sólido gerado na produção de azeite, representando o principal resíduo da agroindústria olivícola. É constituído por uma ampla variedade de compostos, incluindo açúcares, compostos nitrogenados, ácidos voláteis, poliálcoois, pectinas, lipídios, substâncias orgânicas e polifenóis (Rodrigues *et al.*, 2015). Foi relatado também que essa biomassa tem despertado grande interesse científico devido à sua riqueza em compostos bioativos de grande importância biológica, como compostos fenólicos com atividade antioxidante, além de clorofilas (responsáveis pela cor verde) e carotenoides (responsáveis pela pigmentação amarelada), cujas quantidades variam conforme o grau de maturação da azeitona (Dias *et al.*, 2017; Kapellakis, Tsagarakis, Crowther, 2008).

Além disso, apresenta uma composição mineral relevante, com predominância de macronutrientes: nitrogênio, cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes: boro, sódio, ferro e cobre. Quanto aos pigmentos, a clorofila e seus derivados são os mais abundantes, enquanto as antocianinas são encontradas em maiores concentrações em azeitonas de coloração roxo-escuro (Dermeche *et al.*, 2013).

Devido à elevada concentração de compostos fenólicos presentes no bagaço, apresenta potencial fitotóxico, podendo causar impactos ambientais adversos. No entanto, esses

compostos, quando devidamente recuperados, demonstram propriedades biológicas relevantes, com potencial para aplicações na proteção da pele, no tratamento de disfunções fisiológicas e na prevenção de doenças. Dessa forma, a valorização do bagaço de oliva é essencial tanto para a sustentabilidade ambiental quanto para o desenvolvimento de novas abordagens funcionais na indústria (Nunes *et al.*, 2019).

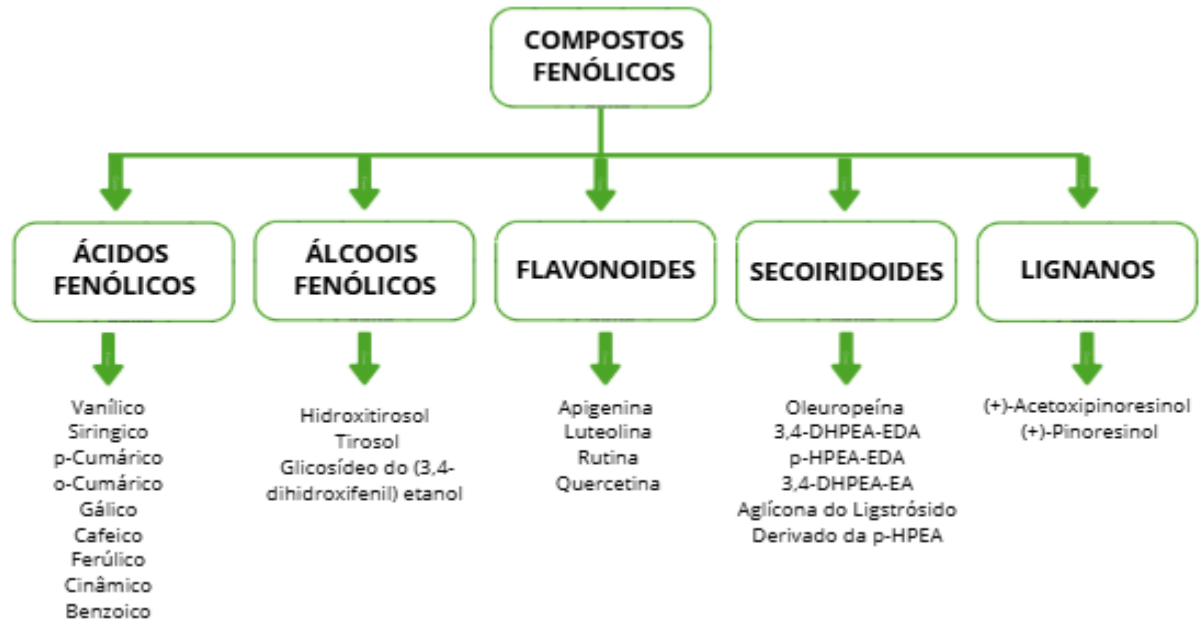
3.5 Compostos bioativos presentes no bagaço

Os polifenóis são os antioxidantes mais abundantes na dieta humana, caracterizados por sua capacidade de neutralizar radicais livres por meio da substituição do grupo hidroxila em seus anéis aromáticos. Eles são classificados em cinco principais grupos: flavonoides, ácidos e álcoois fenólicos, estilbenos, taninos e cumarinas, sendo amplamente estudados devido à relação direta entre seu teor e o potencial antioxidante de alimentos e plantas (Zhang *et al.*, 2018).

Esses compostos fenólicos, presentes em todas as espécies vegetais, desempenham funções essenciais na fisiologia das plantas contribuindo para: defesa contra patógenos; crescimento e características sensoriais como cor e sabor (Khoddami, Wilkes, Roberts, 2013). A estrutura dos compostos fenólicos (em comum um grupo hidroxila ligado a um anel aromático) varia desde moléculas simples, como os ácidos fenólicos, até formas altamente polimerizadas, como os taninos. Em geral, ocorrem conjugados com resíduos de açúcares, ligados a grupos hidroxila ou átomos de carbono aromáticos, podendo envolver monossacarídeos, dissacarídeos ou oligossacarídeos (Khoddami, Wilkes, Roberts, 2013).

Os compostos fenólicos presentes na oliva (no fruto e no bagaço) possuem propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, sendo amplamente reconhecidos por seus efeitos benéficos à saúde humana (Gorzynik-Debicka *et al.*, 2018; Nunes *et al.*, 2019). Durante o processo de extração do azeite, apenas cerca de 2% a 3% desses compostos são transferidos para o produto final, enquanto aproximadamente 97% a 98% permanecem no bagaço de oliva, o que torna esse subproduto uma fonte relevante de bioativos hidrofílicos com alto potencial de reaproveitamento (Servilli *et al.*, 2014). A classificação dos compostos fenólicos adotada por proposta de Servilli *et al.* (2014), que os organiza em cinco grupos principais conforme a Figura 3.

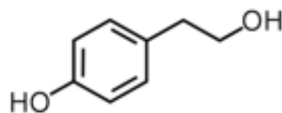
Figura 3 – Compostos fenólicos presentes no azeite e bagaço da oliveira



Fonte: Autora (2025), Adaptado de Servilli *et al.* (2014)

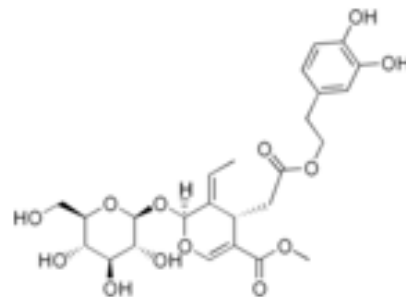
A maioria dos compostos fenólicos presentes no bagaço da extração de azeite se encontram na forma livre, representando 75% a 90% do conteúdo total, e o restante (10% a 25%) se apresenta na forma ligada (Alúdtatt *et al.*, 2010). Dentre os compostos fenólicos presentes no bagaço de azeite, são citados: secoiridóides, álcoois fenólicos, ácidos fenólicos e flavonoides (Leouifoudi *et al.*, 2015). Segundo Leouifoudi *et al.* (2015) os compostos fenólicos reportados como majoritários no bagaço da extração de azeite são o hidroxitirosol (Figura 4); oleuropeína (Figura 5); tirosol (Figura 6) e ácido cafeico (Figura 7).

Figura 4 – Hidroxitirosol



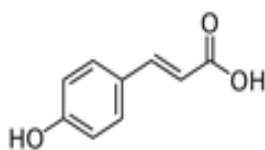
Fonte: Leouifoudi *et al.* (2015).

Figura 5 – Oleuropeína



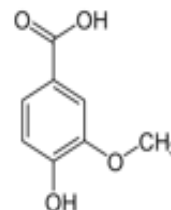
Fonte: Leouifoudi *et al.* (2015).

Figura 6 – Tirosol



Fonte: Leouifoudi *et al.* (2015).

Figura 7 – Ácido cafeico



Fonte: Leouifoudi *et al.* (2015).

Como mencionado anteriormente, mesmo após a extração do azeite, o bagaço de oliva retém uma variedade significativa de moléculas funcionais, entre elas ácidos fenólicos, flavonoides, triterpenos e carotenoides (Riéffel, Marczak, Guerreiro, 2023; Batista, 2023). Os ácidos fenólicos exibem forte atividade antioxidante por mecanismos diretos de doação de elétrons e hidreto a radicais livres e por capacidade quelante de íons metálicos redox, diminuindo a geração de radicais secundários e a peroxidação lipídica em sistemas biológicos e formulações cosméticas. Compostos como ácido cafeico, hidroxitirosol e tirosol apresentam elevada reatividade redox favorecida por grupos hidroxila conjugados ao anel aromático, o que promove estabilização por ressonância dos radicais formados e confere eficácia na proteção de lípidios, proteínas e DNA contra oxidação (Servilli *et al.*, 2014; Romani *et al.*, 2019).

Os flavonoides, subclassificados entre os polifenóis, apresentam arranjos estruturais (sistemas benzopirano conjugados e hidroxilações específicas) que possibilitam captura de espécies reativas e estabilização delas via ressonância, além de atuar modulando respostas antioxidantes endógenas por regulação da expressão e atividade de enzimas como superóxido dismutase, catalase e glutathione peroxidase. Essa combinação de ação direta (*scavenging*) e indireta (modulação enzimática) torna os flavonoides componentes-chave na sinergia antioxidante observada em extratos vegetais do bagaço, com impacto funcional relevante em proteção cutânea e redução do estresse oxidativo local (Khoddami, Wilkes, Roberts, 2013; Romani *et al.*, 2019).

Os triterpenos (por exemplo, ácido oleanólico e ácido maslínico) contribuem para a defesa antioxidante por mecanismos mistos: atuação direta como captadores de radicais lipofílicos e ação indireta por inibição de vias pró inflamatórias que amplificam a produção de espécies reativas por exemplo, fator nuclear kappa B (NF-κB) e proteína quinase ativada por mitógeno (MAPK). Sua natureza lipofílica facilita interação com bicamadas lipídicas, protegendo membranas contra peroxidação e preservando a integridade da barreira cutânea,

efeito que potencializa a estabilidade lipídica de formulações tópicas enriquecidas com extratos contendo esses constituintes (Xie *et al.*, 2019; Chanioti, Tzia, 2018).

Os carotenoides são antioxidantes lipossolúveis especializados na quelação de oxigênio singlete e na proteção de fases lipídicas contra a peroxidação; moléculas como β -caroteno, luteína e licopeno dissipam a energia do oxigênio singlete e inativam radicais em membranas e gotículas lipídicas, atuando de modo complementar aos fenólicos solúveis. Em formulações cutâneas, sua presença melhora a resistência ao dano fotoinduzido e contribui para a manutenção da elasticidade e da integridade lipídica da epiderme, sendo a recuperação da fração lipofílica do bagaço dependente de estratégias extrativas que preservem essa fração. Além dos fenólicos, o bagaço de oliva é uma fonte rica em carotenoides, pigmentos lipossolúveis amplamente distribuídos em frutas, vegetais e algas, responsáveis pelas tonalidades amarelo, laranja e vermelho; atuam como precursores da vitamina A e desempenham funções biológicas relevantes para a pele, como fotoproteção, ação antioxidante e estímulo à síntese de colágeno, contribuindo para a saúde cutânea. Estudos indicam que carotenoides como betacaroteno, licopeno, luteína, zeaxantina e astaxantina neutralizam radicais livres induzidos pela radiação UV, prevenindo fotoenvelhecimento, formação de rugas e perda de elasticidade.

A oleuropeína é reconhecida como o principal secoiridoide, uma categoria de compostos fenólicos exclusivos da família *Oleaceae*. Ela está amplamente presente em frutos, folhas e subprodutos da oliveira (*Olea europaea*) e responde por grande parte do poder antioxidante associado à olivicultura. Durante o processamento das azeitonas e a produção de azeite, a oleuropeína sofre hidrólise enzimática e química, originando derivados como a oleaceína e o oleocantal, compostos de elevado interesse farmacêutico e cosmético. A oleaceína apresenta potente ação antioxidante e anti-inflamatória, enquanto o oleocantal é reconhecido por sua atividade anti-inflamatória semelhante ao ibuprofeno, além de potenciais efeitos antitumorais. A ocorrência dessa hidrólise explica a presença desses bioativos não apenas no azeite extra virgem, mas também em subprodutos como o bagaço, reforçando o potencial de aproveitamento sustentável desse resíduo (FERREIRA; OLIVEIRA; ALVES, 2025; ZHANG *et al.*, 2018).

O Quadro 1 sintetiza os principais compostos bioativos presentes no bagaço de oliva, detalhando suas funções biológicas e aplicações dermocosméticas e nutricionais, evidenciando seu aproveitamento estratégico em formulações inovadoras e sustentáveis.

Quadro 1 – Compostos bioativos presentes no bagaço de oliva

Composto	Função biológica	Aplicação cosmética
Oleuropeína	Antioxidante, anti-inflamatória	Antienvelhecimento
Hidroxitirosol	Potente antioxidante	Clareamento da pele, combate a radicais livres
Ácido cafeico	Antioxidante, antimicrobiano	Conservação de formulações, proteção celular
Ácido ferúlico	Estabilizador de vitamina C, ação protetora UV	Fotoproteção e uniformização do tom da pele
Quercetina	Antioxidante e anti-inflamatória	Calmante para peles sensíveis, redutor de vermelhidão
Ácido oleanólico	Antibacteriano e anti-hipertensivo	Seborregulador e purificante dérmico
Ácido oleico	Emoliente e anti-inflamatório	Nutrição profunda e elasticidade da pele
Carotenoides	Antioxidante e fotoprotetor	Luminosidade da pele, proteção contra a luz azul

Fonte: Aurora (2025) Adaptado de Chanioti, Tzia (2018), Cádiz-Gurrea *et al.* (2021).

Como se pode observar, os compostos bioativos do bagaço de oliva oferecem benefícios multifuncionais que vão desde o poder de conservação das formulações até o fortalecimento da elasticidade cutânea. A presença de moléculas como oleuropeína, hidroxitirosol, quercetina e ácido oleanólico mostra que, mesmo após a prensagem, o bagaço mantém um perfil fitoquímico valioso (Riéffel, Marczak, Guerreiro, 2023; Riéffel, 2024). Isso reforça não apenas sua importância como ingrediente funcional em produtos voltados ao bem-estar, mas também sua contribuição para práticas sustentáveis na cosmetologia e na nutrição, alinhadas aos princípios da economia circular e da química verde (Romani *et al.*, 2019; Chanioti, Tzia, 2018).

Com a valorização do bagaço de oliva seus constituintes podem ser empregados como ingredientes funcionais na formulação de produtos cosméticos, contribuindo para melhorias nas propriedades físicas, estabilidade oxidativa e viscosidade, além de prolongar a vida útil dos produtos. No entanto, para serem utilizados, os compostos devem ser extraídos em condições adequadas para o seu melhor aproveitamento.

3.6 Extração dos compostos bioativos do bagaço de oliva

O bagaço de oliva é majoritariamente reconhecido por sua elevada concentração de compostos fenólicos, os quais constituem o principal grupo de fitoquímicos presentes nesse subproduto agroindustrial (Riéffel, Marczak, Guerreiro, 2023; Batista, 2023). Embora os fenólicos, como oleuropeína, hidroxitirosol e quercetina, sejam amplamente estudados por sua potente ação antioxidante e anti-inflamatória, o bagaço também contém triterpenos, carotenoides, ácidos graxos monoinsaturados e fibras bioativas, que possuem relevância biológica e tecnológica em diferentes aplicações (Guerreiro *et al.*, 2023; Schmidt, 2024). No entanto, o foco deste estudo se volta especificamente para os compostos que demonstram eficácia dermatológica, ou seja, aqueles capazes de atuar diretamente na proteção cutânea, estimulação da regeneração celular, fotoproteção, uniformização do tom da pele e prevenção do envelhecimento precoce. Tal abordagem permite avaliar o potencial do bagaço de oliva como fonte estratégica de ingredientes dermofuncionais, sustentáveis e compatíveis com os princípios da cosmetologia moderna (Romani *et al.*, 2019; Chanioti, Tzia, 2018).

Embora diversos estudos investiguem a extração de compostos bioativos desses resíduos, poucos apresentam resultados expressivos em termos de rendimento e viabilidade técnica e que utilizem métodos eficientes e sustentáveis (Dermeche *et al.*, 2013). Os extratos são valorizados por sua sinergia, visto que os compostos fenólicos combinados exibem atividades biológicas mais intensas do que suas formas isoladas (Gullón *et al.*, 2020).

O processo de extração inicia-se com a transferência do solvente da fase líquida para a sólida, onde ele penetra nas partículas sólidas por mecanismos de difusão molecular. Neste ponto, os elementos solúveis são dissolvidos por dessorção da matriz vegetal e posterior solvatação no solvente. Subsequentemente, o soluto desejado é transportado, também por difusão molecular, da solução para a superfície da partícula sólida. Por fim, a solução é conduzida da superfície sólida para o interior do fluido por um mecanismo de convecção, fatores como difusividade e solubilidade são determinantes para a eficiência desse processo (Rostagno; Prado, 2013).

As técnicas de extração de compostos fenólicos podem ser categorizadas em métodos convencionais e técnicas alternativas. Entre os métodos convencionais, destacam-se a extração sólido-líquido, Soxhlet e maceração, que, embora amplamente utilizadas, exigem grandes volumes de solventes e apresentam elevado custo operacional. Além disso, o uso de solventes tóxicos pode comprometer a aplicabilidade industrial dessas técnicas (Alara, Abdurahman, Ukaegbu, 2021a).

Alternativamente, as técnicas relativamente novas vêm sendo exploradas para otimizar a extração de compostos fenólicos do bagaço de oliva. Métodos como micro-ondas, ultrassom, extração líquida pressurizada, fluido supercrítico e alta pressão hidrostática têm demonstrado eficácia na melhoria dos rendimentos extrativos e na preservação dos compostos bioativos (Maraulo, Ferreira, Mazzobre, 2021; Chanioti, Tzia, 2018; Katsinas *et al.*, 2021). No entanto, apesar das vantagens desses métodos, seu custo frequentemente limita a aplicação em escala industrial, reforçando a necessidade de processos simples, eficientes e sustentáveis (Annab *et al.*, 2019).

O crescente interesse na extração de compostos fenólicos tem impulsionado o desenvolvimento de abordagens mais ecológicas, que abrangem desde técnicas convencionais com solventes menos agressivos até estratégias inovadoras com menor impacto ambiental (Katsinas *et al.*, 2021). A eficiência dos processos extrativos é influenciada por diversos fatores, incluindo a natureza e concentração do solvente, a relação sólido-solvente, o tempo e temperatura de extração, o tamanho das partículas e o pH (Katsinas *et al.*, 2021).

Na escolha do solvente para a extração características físico-químicas do solvente, como polaridade, temperatura de ebulição, reatividade, viscosidade e segurança, devem ser avaliadas para garantir um processo eficiente e sustentável (Alara, Abdurahman, Ukaegbu, 2021b). A adequação da técnica de extração depende das propriedades.

Neste contexto, no Tabela 1 são apresentados alguns estudos e métodos de extração de compostos fenólicos para bagaço de oliva, assim como as condições de extração e os compostos identificados.

Tabela 1 – Estudos sobre métodos de extração de compostos do bagaço de oliva

Matriz Vegetal	Método de Extração	Solvente	Condições da Extração (Temperatura e Tempo)	Compostos Identificados	CFT (Mg Eag/G)	Referência
Bagaço de Oliva	Maceração com agitação	1,3 propanediol + água (50%)	55° C 20 min	oleuropeína e hidroxitirosol	33.0 ± 5.7	Riéffel, 2024
Bagaço de Oliva	Assistida por Ultrassom	Etanol + água 60% EtOH	Sem aquecimento 20 min	hidroxitirosol, tirosol e oleuropeína	3,62	Čepo <i>et al.</i> , 2018
Bagaço de Oliva	Micro-ondas	(NADES)	60°C 30 minutos	oleuropeína, hidroxitirosol, rutina, luteolina, vanilina, ácido cafeico	DES-CA: 2,51 ± 0,02 DES-LA: 2,20 ± 0,03 DES-MA: 2,17 ± 0,04 DES-GLY: 2,18 ± 0,02 EtOH/H2O: 1,92 ± 0,02	Chanioti, Tzia, 2018
Bagaço de Oliva	Micro-ondas	Etanol + água	Sem aquecimento 30 min	oleuropeína, tirosol, hidroxitirosol, luteolina, rutina	2,06	Jurmanović <i>et al.</i> , 2019

Fonte: Autora (2025)

A Tabela 1 compara métodos de extração de compostos fenólicos do bagaço de oliva, como ultrassom, micro-ondas e maceração com agitação. Mostra que a escolha do solvente (1,3-propanediol, água, etanol ou glicerol) e das condições de temperatura e tempo afeta diretamente a eficiência na obtenção de compostos como oleuropeína, hidroxitirosol e resveratrol.

O método de extração via solvente por maceração consiste na utilização de solventes para a recuperação dos compostos de interesse. A escolha do solvente é um fator determinante, e estudos recentes destacam o uso de opções menos poluentes, como o etanol, os solventes eutéticos naturais (NADES) e o 1,3-propanediol, devido aos seus resultados satisfatórios e ao menor impacto ambiental. É fundamental realizar, preliminarmente, a otimização do tempo e da seleção de solventes, a fim de aprimorar o processo e identificar aquele com melhor desempenho (Rapacki, 2022; Riéffel, 2024).

No contexto da química verde, área que busca reduzir ou eliminar o uso de substâncias perigosas nos processos químicos, a seleção de solventes sustentáveis é um dos princípios centrais. A química verde valoriza alternativas que sejam biodegradáveis, de baixa toxicidade e provenientes de fontes renováveis, promovendo maior segurança para o meio ambiente e para o consumidor final (Andrade, Zeidler, 2019).

Soluções hidroalcoólicas como metanol-água e etanol-água são amplamente utilizadas na extração de compostos fenólicos de matrizes vegetais, como o bagaço de oliva, devido à sua eficácia na recuperação de compostos bioativos (Galanakis; Tsatalas, Galanakis 2018). No entanto, o metanol apresenta elevada toxicidade, podendo causar irritação ocular, mucosa e efeitos sistêmicos, além de ser altamente inflamável e explosivo, o que o torna impróprio para aplicações industriais e cosméticas, especialmente aquelas voltadas ao uso tópico humano (Katsinas *et al.*, 2021). Por esses motivos, estudos têm priorizado alternativas mais seguras e sustentáveis, substituindo o metanol por solventes não tóxicos.

O etanol, por sua vez, é considerado uma opção viável e menos agressiva, sendo amplamente utilizado na extração de compostos fenólicos e antioxidantes. Contudo, seu uso em cosméticos requer atenção, pois pode causar ressecamento e irritação cutânea, especialmente em peles sensíveis (Reis *et al.*, 2024). Cosméticos naturais e orgânicos aceitam o etanol apenas se for de origem orgânica certificada, conforme exigências de certificações como IBD (Instituto Biodinâmico) e ECOCERT (Organismo de Certificação de Produtos Orgânicos e Sustentáveis) (Alara; Abdurahman; Ukaegbu, 2021b). Por isso, solventes como glicerina vegetal, 1,3-propanediol e NADES são preferidos em formulações cosméticas, por oferecerem maior compatibilidade dermatológica e alinhamento com os princípios da química verde (Chemat; Vian; Cravotto, 2012).

O 1,3-propanediol (1,3-PDO), também conhecido comercialmente como Zemea®, é um solvente natural obtido por biotecnologia a partir de fontes renováveis, com elevada pureza, solubilidade e poder de solvência, sendo amplamente utilizado em cosméticos, produtos de cuidados pessoais e farmacêuticos (Saxena *et al.*, 2009). Certificado por entidades como ECOCERT e Halal, é considerado um ingrediente vegano e sustentável, com propriedades multifuncionais, atuando como umectante, emoliente e solvente, além de facilitar a permeação de ativos e contribuir para a viscosidade das formulações (Durham; Miller; Desalvo, 2010). Estudos recentes com 1,3-PDO demonstram seu papel eficaz na hidratação da pele, no fortalecimento da barreira cutânea e na redução da perda de água trans epidérmica, além de apresentar atividade antimicrobiana (Iwasaki *et al.*, 2023). Por ser suave e não irritante, o 1,3-PDO é seguro para uso tópico e se destaca como alternativa ao uso de solventes agressivos, sendo indicado para a extração de compostos bioativos de plantas em formulações cosméticas voltadas ao cuidado da pele (Silva *et al.*, 2014).

Os solventes verdes englobam uma categoria ampla de substâncias que atendem aos princípios da química verde, como etanol de origem orgânica, glicerina vegetal e 1,3-PDO. Eles se caracterizam por serem renováveis, biodegradáveis e menos tóxicos, oferecendo maior segurança ambiental e dermatológica (Andrade, Zeidler, 2019).

Dentro desse grupo, destacam-se os solventes eutéticos naturais profundos (NADES), que representam uma alternativa verde ainda mais inovadora e altamente eficiente para a extração de compostos bioativos de matrizes vegetais. Diferentemente dos solventes verdes convencionais, que são moléculas isoladas, os NADES são obtidos pela combinação precisa de dois ou mais compostos naturais, como cloreto de colina, ácido cítrico, ácido láctico, glicerol ou maltose, em proporções molares definidas, como 1:1 ou 1:2. O preparo é realizado por aquecimento entre 50 °C e 80 °C sob agitação constante até a formação de uma solução homogênea. Para reduzir a viscosidade e facilitar a manipulação, é comum a adição de até 20% de água (v/v). Essa formulação resulta em líquidos com ponto de fusão inferior ao dos componentes isolados, sem necessidade de solventes orgânicos adicionais, o que confere aos NADES características como baixa toxicidade, biodegradabilidade, estabilidade térmica e compatibilidade com sistemas biológicos (Chanioti, Tzia, 2018).

Além disso, os NADES contribuem para a preservação da estabilidade química dos compostos extraídos, favorecendo sua incorporação em formulações cosméticas com propriedades fotoprotetoras e anti-inflamatórias. A possibilidade de ajustar a polaridade, pH e viscosidade dos NADES conforme o perfil dos compostos-alvo torna esses sistemas altamente versáteis e promissores para aplicações em cosmetologia limpa e dermocosméticos funcionais (Zhang *et al.*, 2018; Chanioti, Tzia, 2018). A

utilização de resíduos agroindustriais como fontes de compostos bioativos tem despertado crescente interesse científico e tecnológico, especialmente na busca por métodos de extração sustentáveis. O uso de solventes verdes na valorização de subprodutos agroalimentares tem se destacado por promover processos mais ecológicos e sustentáveis, substituindo solventes orgânicos convencionais (Lafka *et al.*, 2011). A extração verde, baseada nos princípios da química sustentável, busca reduzir o consumo de energia, utilizar solventes alternativos e garantir produtos seguros e de alta qualidade (Chemat, Vian, Cravotto, 2012). A aplicação de técnicas eficientes associadas ao uso de ingredientes sustentáveis melhora a seletividade, reduz o consumo de solventes e aprimora o desempenho dos processos extrativos (Alara, Abdurahman, Ukaegbu, 2021b).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Matéria Prima

A matéria prima utilizada, bagaço de oliva, foi obtido na empresa “Azeites do Pampa Agroindústria LTDA”, localizada em Bagé, município do Pampa Gaúcho, safra de 2025, proveniente do processamento das azeitonas da cultivar Koroneiki (Figura 7).

Figura 8 – Azeitona da cultivar Koroneiki

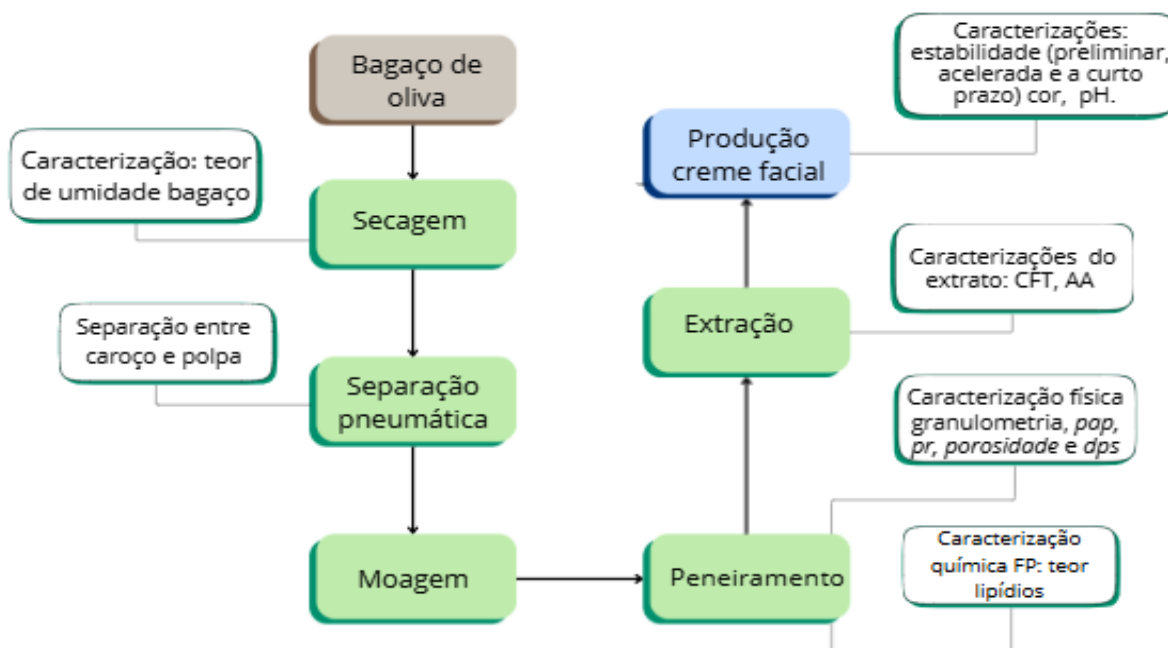


Fonte: Viveiro Freisleben (2025)

A coleta da biomassa ocorreu concomitantemente com a produção de azeite, no mês de abril de 2025, na saída do processo, em um ponto da planta industrial anterior ao descarte. As amostras coletadas foram imediatamente congeladas em freezer a -18°C para preservar os compostos bioativos presentes em conformidade com os trabalhos realizados por Silveira, 2024.

O desenvolvimento da metodologia para obtenção de um produto cosmético enriquecido com os bioativos extraídos do bagaço de oliva está esquematizado no diagrama mostrado na Figura 9.

Figura 9 – Diagrama de blocos da metodologia experimental



Fonte: Autora (2025)

4.2 Secagem

O bagaço de oliva caracteriza-se por apresentar elevado teor de umidade, em torno de 75% (Brito, 2016), o que torna imprescindível a realização de um processo de secagem. Para tal, o material foi inicialmente descongelado em refrigerador (3 a 4°C) durante 24 h. Posteriormente, a pasta obtida foi distribuída em bandejas metálicas, formando uma camada delgada com espessura aproximada de $1,0 \pm 0,2$ cm (correspondente a uma relação massa amostra por área de bandeja de $1,02$ g/cm²), conforme adaptação metodológica proposta por Silveira (2024). A etapa de secagem foi conduzida em estufa com circulação forçada de ar (Nova Ética, 400-5, ND), a 40°C por 24 h, seguindo protocolos adaptados de Rodrigues *et al.* (2024), Soares (2021) e Silveira (2024). O teor de umidade da polpa seca deve ser reduzido para valores inferiores a 10%, sendo recomendado que se mantenha entre 6% e 8% (Sant’anna *et al.*, 2019).

4.3 Separação das frações sólidas e moagem

O foco deste estudo está na fração rica em polpa do bagaço de oliva, uma vez que essa porção concentra maior quantidade de compostos fenólicos e outros bioativos de interesse, apresentando, portanto, maior potencial para aplicações tecnológicas e cosméticas. O bagaço de oliva é constituído

basicamente por caroço (endocarpo) e polpa (epicarpo e mesocarpo), sendo que a polpa retém significativa fração de compostos antioxidantes mesmo após a extração do azeite. A oliva, por sua vez, é formada por três partes principais: epicarpo (casca), mesocarpo (polpa) e endocarpo (caroço), além da semente localizada no interior. Essa constituição explica por que a polpa é considerada a fração mais relevante para o aproveitamento de bioativos, enquanto o caroço é predominantemente lignocelulósico e de menor valor funcional (Lafka *et al.*, 2011; Dermeche *et al.*, 2013; Gorzynik-Debicka *et al.*, 2018).

Considerando que o bagaço de oliva contém basicamente caroço (endocarpo) e polpa, os quais apresentam densidades significativamente distintas, optou-se pela utilização de separação pneumática como método de fracionamento. Essa técnica permite a separação eficiente de partículas com diferentes massas específicas. Conforme destacado por Oliveira *et al.* (2017), a separação pneumática é amplamente utilizada na indústria de alimentos e biomateriais por ser uma alternativa limpa, de baixo custo energético e eficaz na obtenção de frações com propriedades físico-químicas distintas.

Neste contexto, a separação entre a fração rica em polpa e o endocarpo do bagaço de oliva foi realizada por meio de separação pneumática em um leito de jorro cilindro-cônico, conforme metodologia adaptada de Rodrigues *et al.* (2024) e Soares (2021). O sistema experimental é composto por um soprador centrífugo, responsável pelo fornecimento do ar de arraste à temperatura ambiente local, e uma célula de leito de jorro de geometria cilindro-cônica, onde a amostra foi introduzida para promover a fluidização seletiva e arraste das partículas. A vazão de ar foi determinada por meio de uma placa de orifício calibrada e instalada na linha de alimentação de ar. As partículas mais leves e finas foram arrastadas pela corrente de ar e coletadas em um ciclone tipo *Lapple* acoplado ao sistema. Assim, vazões de separação pneumática menores tenderam a arrastar partículas menores e menos densas, ricas em polpa de oliva e vazões maiores, partículas com maior teor de endocarpo (caroço) de oliva.

A vazão de ar foi regulada até as frações desejadas serem separadas para, posteriormente, ser realizada a extração com a fração da polpa. A Equação 1 representa a equação da placa de orifício que quantificou a vazão de ar utilizada para obter cada fração de bagaço de oliva.

$$Q = 0,0029 * (\sqrt{\Delta h}) - 0,0026 \quad (1)$$

Sendo:

Q- vazão volumétrica (m³/s a 1 atm e 25°C)

Δh - variação manométrica de um manômetro de tubo em U (mmCA)

O tempo de separação entre fração rica em polpa (FP) e fração rica em endocarpo (FE) foi de 10 min, conforme realizados nos trabalhos de Silveira (2024) e Soares (2021), sendo observadas visualmente as características de cada uma delas. Por fim, a vazão de ar foi aumentada, visando a remoção dos materiais mais densos (endocarpo) do interior do leito de jorro. O número de *Reynolds* de escoamento no leito de jorro durante o arraste da FP foi calculado pela Equação 2

$$Re = \frac{D \cdot v \cdot \rho}{\mu} \quad (2)$$

Sendo:

Re : número de Reynolds

D : diâmetro interno da seção cilíndrica do leito de jorro (m)

v : velocidade de escoamento (m/s)

ρ : massa específica do fluido de escoamento (kg/m³, a 1 atm e 20°C)

μ : viscosidade dinâmica do fluido de escoamento (Pa. s, a 1 atm e 20°C)

4.4 Caracterização Granulométrica e Físico-Química das Frações do Bagaço

4.4.1 Caracterização Física

A fração particulada rica em polpa (FP), considerada de interesse para este estudo, foi submetida à moagem em moinho analítico do tipo hélice (IKA, A11, Darmstadt, Alemanha), em 5 ciclos de 10 s, visando à redução do tamanho das partículas para caracterização e utilização nas etapas subsequentes do processo.

A distribuição granulométrica da FP foi realizada antes e após a moagem, por peneiramento em agitador mecânico, durante 20 min, com reostato ajustado no grau 7, com peneiras granulométricas da marca Bertel série Tyler: 16, 28,32, 60, 100, 115. O diâmetro médio de *Sauter* que considera que a relação área superficial e volume de partícula são as mesmas (CREMASCO, 2018) foi calculado segundo a Equação 3.

$$dps = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{d_{pi}}} \quad (3)$$

Sendo:

dps - diâmetro médio de Sauter (mm)

x_i - fração mássica retida em cada peneira (-)

d_{pi} - diâmetro médio das partículas retidas em cada peneira (mm)

A massa específica aparente foi determinada por ensaio em proveta de 50 mL previamente tarada, preenchida com a amostra e pesada em balança analítica (Marte – Classe II), sendo os resultados obtidos em triplicata.

A massa específica real foi medida via picnometria gasosa com hélio (grau de pureza 6.0), utilizando o equipamento da marca QUANTACHROME INSTRUMENTS, mod. Ultrapyc 1200e, EUA, cujo método determina o volume verdadeiro de um sólido. O gás hélio, por possuir menor raio atômico, penetra em todos os poros da amostra. O equipamento é composto por duas câmaras de volume conhecido, sendo que uma delas foi utilizada para amostra e a segunda, para expansão do gás, conectadas por uma válvula. O valor da massa específica real é fornecido diretamente pelo picnômetro gasoso por meio da relação entre a massa de amostra previamente introduzida no equipamento e o volume real do sólido medido pelo picnômetro.

A porosidade do leito estático das frações de bagaço de oliva (FP), que relaciona a fração de vazios no leito de partículas, foi determinada a partir da relação entre as massas específicas aparente e real, na Equação 4.

$$\varepsilon = \left(1 - \frac{\rho_{ap}}{\rho_r}\right) \quad (4)$$

Sendo:

ε : porosidade do leito estático (-)

ρ_{ap} : massa específica aparente (kg/m³)

ρ_r : massa específica real (kg/m³)

4.4.2 Caracterização Química

O teor de umidade foi avaliado pelo método 12/IV da AOAC, mediante pesagem de aproximadamente 1 g de amostra em cadinhos, seguida de secagem em estufa (105 °C, 24 h), com

cálculo da perda de massa. As expressões para o cálculo da umidade em base úmida e base seca são apresentadas nas Equações 5 e 6, respectivamente.

$$X(b. u) = \frac{m_{\acute{a}gua}}{m_{total}} * 100 \quad (5)$$

Sendo:

$X(b.u.)$ - teor de umidade em base úmida (%)

$m_{\acute{a}gua}$ - massa de umidade presente na amostra (g)

m_{total} - massa de amostra utilizada (g)

$$X(b. s) = \frac{m_{\acute{a}gua}}{m_{s\acute{o}lido\ seco}} \quad (6)$$

Sendo:

$X(b.s)$: teor de umidade em base seca (g/g)

$m_{s\acute{o}lido\ seco}$ é a massa de sólido seco presente na amostra (g)

O teor de lipídeos foi determinado utilizando o método de extração contínua do tipo Goldfish, com adaptações. Inicialmente, as amostras ricas em polpa (FP) foram mantidas em estufa a 90°C por aproximadamente 10 h para redução da umidade e inseridas (massa de 2 g) em cartuchos *Soxhlet* acoplados ao extrator (TECNAL, modelo TE-044-8/50), contendo 100 mL de hexano P.A como solvente. A extração dos lipídeos ocorreu em duas etapas: imersão a 90°C por 1,5 h, seguida de extração por gotejamento a 150°C por 30 min. O solvente contendo os lipídeos foi posteriormente evaporado, e os *reboilers* foram levados à estufa a 105°C por 1 h para remoção completa do hexano, conforme demonstrado na Figura 10. A quantificação do teor de lipídeos foi realizada por gravimetria, com base na relação entre a massa final do azeite extraído e a massa inicial da amostra analisada.

Figura 10 – Esquema da obtenção do teor de Lipídeos método de extração Goldfish



Fonte: Autora (2025)

A quantificação dos compostos fenólicos totais (CFT) foi conduzida segundo o método descrito por Singleton e Rossi (1965) adaptado. Os reagentes empregados incluíram o solvente extrator, carbonato de sódio P.A., reagente de *Folin–Ciocalteu* P.A. e água deionizada. Previamente, foi preparada uma solução aquosa de carbonato de sódio a 7,5% (m/v). Foi obtido um extrato no solvente extrator contendo os compostos fenólicos. Para a realização da reação, foram pipetados 0,5 mL de extrato e 5 mL de água deionizada em tubos *Falcon*, aos quais se adicionaram 0,5 mL do reagente de *Folin–Ciocalteu*. A mistura foi homogeneizada em vórtex e mantida em repouso por 5 min. Foram adicionados 4 mL da solução de carbonato de sódio a 7,5% na mistura homogeneizada, com nova agitação em vórtex, e deixada novamente em repouso por 1 h, formando uma coloração que variou entre azul claro e azul escuro. A leitura da absorbância de cada amostra foi realizada em triplicatavia espectrofotômetro UV-Vis (Marca: KASUAKI Modelo: IL-592-LC), a 760 nm, utilizando cubetas de vidro. A. A quantificação do CFT foi realizada a partir de uma curva de calibração de ácido gálico (Equação 8) e pela Equação 9. Foi analisada uma amostra-controle sem a presença do extrato da FP.

$$Abs = 0,0043 \cdot C$$

$$R^2 = 0,994$$

(7)

Sendo:

C: concentração do extrato (mgEAG/L)

Abs: absorbância da amostra (-)

$$CFT = \frac{C * V}{m_a * \left(1 - \frac{X(b.u.)}{100}\right)} \quad (8)$$

Sendo:

V : volume da solução (L)

m_a : massa da amostra (g)

CFT: teor de compostos fenólicos totais em base seca (mgEAG/g)

A atividade antioxidante (AA) foi avaliada segundo a metodologia de Brand-Williams, Cuvelier, Berset, (1995), por meio da reação com radical DPPH. As amostras foram agitadas, centrifugadas e o sobrenadante foi reagido com uma solução de DPPH (absorbância entre 1 e 1,1), sendo a absorbância lida a 517 nm após 10 min., resultado foi expresso como percentual de redução do DPPH conforme a Equação 10.

$$AA = \left(\frac{A_{branco} - A_{amostra}}{A_{branco}} \right) * 100 \quad (9)$$

Sendo:

AA: atividade antioxidante (% inibição de DPPH)

A_{branco} : absorbância da amostra-controle (-)

$A_{amostra}$: absorbância da amostra (-)

4.5 Extração dos compostos fenólicos

A extração dos compostos fenólicos foi realizada como uma etapa fundamental para a obtenção de compostos bioativos presentes na FP. Essa operação unitária, amplamente empregada na indústria de alimentos e cosméticos, foi utilizada com o intuito de recuperar compostos de interesse retidos na matriz vegetal. A técnica extrativa utilizada interfere diretamente na composição e na qualidade do extrato obtido, sendo essencial para o aproveitamento eficiente das substâncias ativas.

Neste estudo, a extração dos compostos fenólicos presentes na fração rica em polpa do bagaço de oliva (FP) foi conduzida por meio do método de maceração dinâmica, empregando misturas hidroalcoólicas em diferentes concentrações como solventes (Oliveira, 2023), além do uso de 1,3 propanediol (Zemea) para fins comparativos.

Na Figura 11 é apresentado um esquema do procedimento para obtenção dos extratos seguido desde o preparo da amostra até a caracterização do extrato.

Figura 11 – Esquema de obtenção e caracterização do extrato



Fonte: Autora (2025)

O processo seguiu um planejamento experimental fatorial do tipo 2^3 , com réplica no ponto central. Esse tipo de planejamento considera “k” variáveis, cada uma avaliada em dois níveis de variação. No presente estudo, foram investigadas três variáveis consideradas relevantes para a eficiência da extração dos compostos fenólicos: tempo de extração, relação massa de amostra/volume de solvente e concentração do solvente hidroalcoólico (Oliveira, 2023). As respostas do planejamento experimental foram o teor de compostos fenólicos (expressos em termos de C (mg EAG/L) e CFT (mg EAG/g) e a atividade antioxidante (AA). As condições experimentais avaliadas estão apresentadas na Tabela 2, cujos níveis das variáveis estudadas são apresentados na forma codificada e real.

Tabela 2 – Níveis codificado e reais das variáveis estudadas no planejamento experimental

Nível codificado	%EtOH	t (h)	am:slv (g/mL)
-1	30	1,0	1:100
0	50	1,5	5:100
1	70	2,0	9:100

Fonte: Autora (2025)

As frações de polpa foram pesadas em balança analítica diretamente em Erlenmeyer de 250 mL, aos quais foi adicionado o solvente correspondente. As amostras foram submetidas à extração em banho termostático com agitação branda (reostato ajustado no nível 2), mantido a 50°C (Oliveira, 2023). Após o tempo de extração, as amostras foram centrifugadas a 4.000 rpm por 10 min, sendo o sobrenadante coletado e considerado como extrato bruto.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística utilizando o software Statistica® Release 7 (StatSoft Inc., Tulsa, EUA), considerando um nível de significância de 5% ($p < 0,05$), correspondente a um intervalo de confiança de 95%. Foram avaliados os efeitos principais e as interações entre as variáveis por meio de análise de variância (ANOVA), com o objetivo de identificar as condições que proporcionassem maior recuperação de compostos fenólicos.

Os gráficos de **Pareto** e de **cubo** utilizados neste estudo estão diretamente relacionados à análise de variância (ANOVA), uma vez que ambos derivam dos resultados estatísticos dessa técnica. O gráfico de Pareto apresenta os efeitos principais e das interações em ordem decrescente de magnitude, indicando por meio de uma linha de referência os fatores estatisticamente significativos ($p < 0,05$). Já o gráfico de cubo representa graficamente as combinações dos níveis das variáveis independentes, permitindo visualizar as interações e identificar as condições que maximizam a resposta. Dessa forma, ambos os gráficos complementam a ANOVA ao fornecer uma interpretação visual clara dos efeitos e interações entre os fatores estudados.

A partir da melhor condição do planejamento experimental, foi realizada uma extração empregando como solvente o umectante comercial 1,3 propanediol (Zemea), com o objetivo de comparar os resultados obtidos com aqueles provenientes da extração hidroalcoólica. A análise comparativa da eficiência entre os diferentes solventes utilizados visa identificar o solvente mais adequado, considerando critérios de desempenho, sustentabilidade e segurança para aplicação cosmética (Čepo *et al.*, 2018; Dai *et al.*, 2013; Riéffel, 2024).

Na Tabela 3 é apresentada a matriz do planejamento experimental fatorial completo 2^3 . os níveis reais e codificados das variáveis independentes utilizadas no planejamento fatorial 2^3 , organizando de forma clara os valores testados para a relação amostra: solvente, concentração alcoólica e tempo de extração.

Tabela 3 – Matriz do planejamento experimental 2^3 com tréplica no ponto central

Exp	Codificada			Real		
	%EtOH	tempo (h)	m_{am}/V_{slv} (g/mL)	%EtOH	tempo (h)	m_{am}/V_{slv} (g/mL)
1	-1	-1	-1	30	1	1:100
2	1	-1	-1	70	1	1:100
3	-1	1	-1	30	2	1:100
4	1	1	-1	70	2	1:100
5	-1	-1	1	30	1	9:100
6	1	-1	1	70	1	9:100
7	-1	1	1	30	2	9:100
8	1	1	1	70	2	9:100
9	0	0	0	50	1,5	5:100
10	0	0	0	50	1,5	5:100
11	0	0	0	50	1,5	5:100

Fonte: Autora (2025)

4.6 Caracterização dos extratos obtidos via planejamento experimental

A caracterização do extrato obtido seguiu os mesmos protocolos analíticos previamente utilizados na caracterização da polpa seca e moída, com o objetivo de verificar a eficiência do processo de extração. Dessa forma, foram determinadas as concentrações de Compostos Fenólicos Totais (em termo de C e CFT) pelo método Folin-Ciocalteu (Singleton, Rossi, 1965), a Atividade Antioxidante pela técnica de sequestro do radical DPPH. A adoção de metodologias equivalentes permite a comparação direta entre o material de origem e o extrato final, possibilitando uma análise quantitativa da capacidade do método extrativo em concentrar compostos bioativos de interesse para aplicação cosmética.

4.7 Aplicação do extrato em produto cosmético creme facial

A formulação cosmética foi desenvolvida com base no protocolo metodológico descrito por Gentile e Cecatto (2023), que incorpora extrato vegetal de calêndula em diferentes concentrações em excipiente a base de creme neutro vegano da Aroom Health®, composta por ingredientes naturais, livres de óleo mineral, parabenos, fragrâncias sintéticas e de qualquer insumo de origem animal. Essa base contém manteiga de Karité (*Butyrospermum parkii*), azeite de girassol (*Helianthus annuus*), azeite da semente de pracaxi (*Pentaclethra maculoba*), glicerina vegetal, emulsionantes naturais e vitamina E (Tocopheryl Acetate), trata-se de uma formulação multifuncional, indicada para uso facial e corporal, adequada ao conceito de cosméticos verdes e éticos, com apelo vegano e não testada em animais conferindo propriedades hidratantes, suavizantes e compatibilidade com peles sensíveis (AROOM HEALTH, 2025).

O óleo de coco originalmente utilizado protocolo metodológico descrito por Gentile e Cecatto (2023) foi substituído por azeite de rosa mosqueta (*Rosa rubiginosa* L.), com o objetivo de potencializar os efeitos antioxidantes e regeneradores da emulsão hidratante. A escolha do óleo de rosa mosqueta se fundamenta em suas propriedades bioativas, atribuídas à elevada concentração de ácidos graxos poli-insaturados (especialmente linoleico e linolênico), carotenoides e compostos fenólicos, os quais atuam na regeneração cutânea, na uniformização do tom da pele e na melhora da elasticidade. Ainda de acordo com Gentile e Cecatto (2023) esse óleo vegetal apresenta potencial expressivo para uso cosmético, contribuindo com ação cicatrizante, antioxidante e hidratante, sendo especialmente indicado em formulações voltadas ao cuidado e reparação da pele foto envelhecida ou com marcas.

Neste trabalho, as formulações foram adaptadas para incorporar o extrato obtido da polpa de oliva na melhor condição de extração, conforme os resultados do planejamento experimental.

A metodologia de preparação do creme foi realizada em duas etapas, com adaptações do método de Gentile e Cecatto (2023). Na primeira etapa demonstrada na Figura 12 a base vegana foi misturada ao extrato da polpa de oliva e à glicerina bidestilada, utilizando um misturador até obtenção de uma mistura homogênea. Em seguida, foi adicionado o óleo de rosa mosqueta e, por fim, a vitamina E, mantendo a agitação até completa uniformização da emulsão.

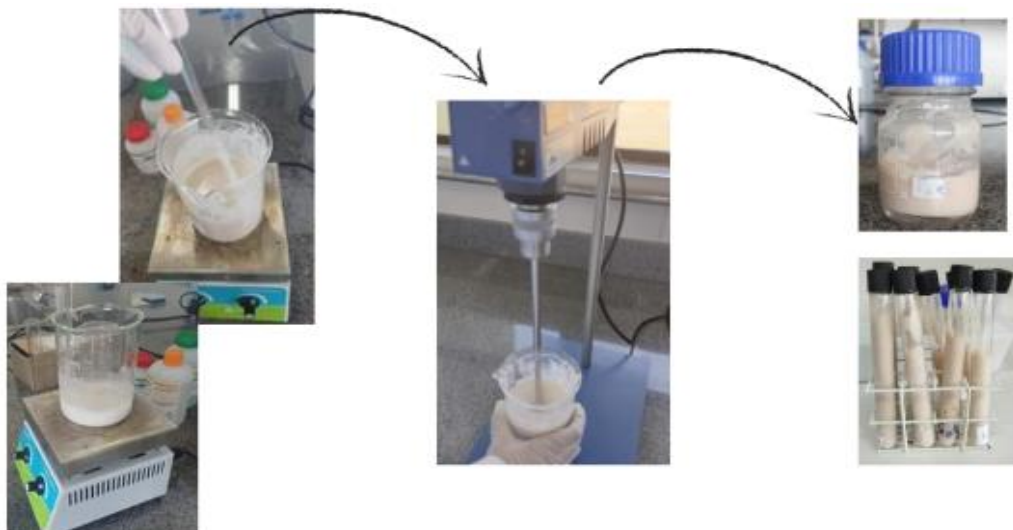
Figura 12 – Primeira etapa de elaboração do creme



Fonte: Autora (2025)

Na segunda etapa do processo de produção das formulações demonstrado na Figura 13, foi preparado previamente uma solução de amido de batata a 20%, submetida à gelatinização a 60°C ((Feroldi *et al.*, 2024). Em seguida, foram adicionados 20 g dessa solução às formulações, que foram aquecidas em chapa térmica por 8 minutos, mantendo-se o controle da temperatura para não ultrapassar 45 °C. Após atingir a viscosidade desejada, as amostras foram submetidas à homogeneização em misturador por 10 minutos, etapa que garantiu a uniformidade da dispersão e a finalização do processo de produção das formulações.

Figura 13 – Segunda etapa de elaboração do creme - ajuste de viscosidade



Fonte: Autora (2025)

O amido de batata apresenta características que o tornam adequado para uso em formulações cosméticas, especialmente em cremes e emulsões. Trata-se de um polímero natural, biodegradável e não tóxico, capaz de atuar como espessante, estabilizante e agente de textura, conferindo cremosidade e toque suave às preparações (IFSP, 2019; Mata, 2017). Além disso, sua elevada capacidade de absorção de água e lipídios favorece aplicações em produtos destinados ao controle da oleosidade cutânea, como pós faciais e talcos. A possibilidade de utilização tanto na forma nativa quanto modificada amplia sua versatilidade, permitindo adequação às diferentes necessidades tecnológicas das formulações. Por ser um recurso renovável e de baixo custo, o amido de batata também se destaca como alternativa sustentável, alinhando-se às atuais demandas da indústria cosmética por insumos mais seguros e ambientalmente responsáveis (Feroldi *et al.*, 2024; IFSP, 2019; Mata, 2017).

A escolha pelo uso do amido de batata nas formulações cosméticas foi fundamentada em suas propriedades estruturais e térmicas favoráveis à formação de géis estáveis. Segundo Mata, (2017), o amido de batata apresenta cerca de 21% de amilose e 79% de amilopectina, com faixa de gelatinização entre 58 °C e 66 °C. Essa composição permite a formação de géis consistentes com concentrações superiores a 8%, sendo ideal para aplicações que exigem viscosidade controlada e textura suave. Conforme Feroldi *et al.*, (2024), quanto maior o teor de amilose, menor a concentração necessária para formar gel; no entanto, amidos com menor teor de amilose, como o da batata, requerem concentrações mais elevadas para atingir a mesma consistência. Por essa razão, foi utilizada uma solução a 20% de amido de batata, previamente gelatinizada, garantindo desempenho tecnológico adequado e estabilidade na formulação final.

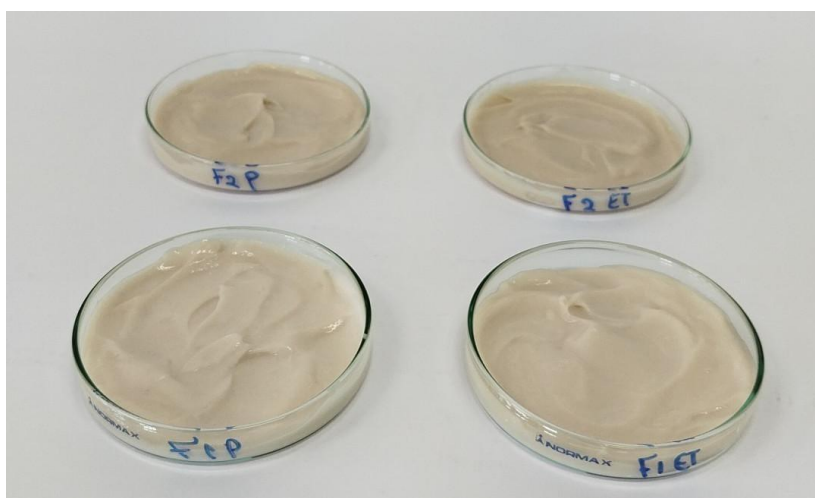
Nos produtos cosméticos comerciais, o ajuste de viscosidade é geralmente realizado com polímeros sintéticos, como os carbômeros, ou com espessantes naturais, como a goma xantana e a goma guar modificada, que garantem estabilidade e reprodutibilidade industrial (Ningbo Inno Pharmchem, 2024; Só Hélices, 2024). Esses agentes são amplamente utilizados por sua capacidade de conferir textura e consistência adequada em cremes, loções e géis. No presente estudo, optou-se pelo uso de amido de batata como alternativa natural, devido às suas propriedades estruturais e térmicas favoráveis à formação de géis. Contudo, por se tratar de um polissacarídeo natural, o amido apresenta maior suscetibilidade à retrogradação e à instabilidade microbiológica, fatores que podem impactar a durabilidade do cosmético. Para mitigar esses efeitos, recomenda-se a associação com conservantes e a realização de testes de estabilidade acelerada, conforme orientações da ANVISA (2004) e ABRE (2021).

Adicionalmente, o extrato obtido a partir da fração rica em polpa do bagaço de oliva apresentou elevado teor de compostos fenólicos, reconhecidos por sua atividade antioxidante e antimicrobiana (Ferreira; Oliveira; Alves, 2025; Gorzyanik-Debicka et al., 2018). Essas propriedades conferem ao extrato potencial ação conservante, contribuindo para a estabilidade físico-química e microbiológica da formulação. Embora sejam necessários testes específicos para confirmar essa função, a literatura já aponta que polifenóis derivados da oliva podem atuar como agentes naturais de conservação (Dermeche et al., 2013).

Os cremes foram elaborados com os mesmos componentes e proporções, exceto pela variação na quantidade de extrato de polpa de oliva, que representa o único fator variável entre os tratamentos. Essa estratégia permite avaliar o efeito direto do extrato sobre as características físico-químicas e funcionais dos cremes, mantendo os demais ingredientes constantes as formulações cosméticas propostas neste estudo são compostas por 100 g de creme base vegano da Aroom Health®, acrescida de 0,6 g de glicerina bidestilada, 1 g de azeite de rosa mosqueta, e 400 mg de vitamina E (Gentile, Cecatto, 2023).

A variável entre as formulações foi o tipo de solvente usado para obtenção do extrato de polpa de oliva, e a quantidade para cada formulação: a formulação controle (F0) não receberá extrato; a F1et será preparada com 10 g de extrato etanólico; a F2et, com 20 g extrato etanólico; a F1p com 10 g de extrato propanoico; F2p com 20g extrato propanoico (Gentile e Cecatto, 2023). A figura 13 mostra as formulações com extrato.

Figura 14 – Formulações do creme com adição de extrato



Fonte: Autora: (2025)

4.8 Caracterização do creme

A caracterização das formulações foi realizada com base no Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos (ANVISA, 2004), com o objetivo de avaliar a estabilidade física, sensorial e funcional dos cremes desenvolvidos com extrato da polpa de oliva.

4.8.1 Teste de estabilidade preliminar

Antes de serem realizados os testes de estabilidade de curto prazo e os testes de estabilidade acelerada, foi necessário efetuar o teste de estabilidade preliminar. Dessa forma, a amostra foi submetida à centrifugação a 3.000 rpm durante 30 minutos (ANVISA, 2004). Com o resultado positivo para estabilidade preliminar segue-se para os demais testes seguintes, caso contrário reformular.

4.8.2 Teste de estabilidade de curto prazo

O estudo da estabilidade de curto prazo emprega condições de temperaturas extremas com a finalidade de acelerar prováveis reações entre os componentes e o aparecimento de sinais que são observados e analisados de acordo com os atributos específicos de cada produto. Para a realização do teste de estabilidade preliminar, foi necessário acondicionar as amostras em frascos de vidro neutro, transparente e com tampa, para garantir boa vedação e evitar perdas de vapor ou gases. O experimento tem duração de quinze dias, durante os quais as amostras serão submetidas a ciclos de 24 h de aquecimento e 24 h de resfriamento (ANVISA, 2004). Assim, as amostras passarão por resfriamento em refrigeradores (temperatura de 4°C) e aquecimento em estufas (temperatura de 45°C) (ANVISA, 2004). Alguns parâmetros devem ser monitorados durante a execução deste teste, como as características organolépticas (aspecto, odor e cor) e as características físico-químicas (viscosidade e pH). Foram eleitos o pH e a cor como parâmetros mais importantes a serem avaliados ao longo da submissão desse teste em três ciclos de aquecimento na estufa a 45°C e resfriamento a 4°C. A medição do pH foi efetuada em triplicata para minimizar potenciais erros.

4.8.3 Teste de Estabilidade Acelerada

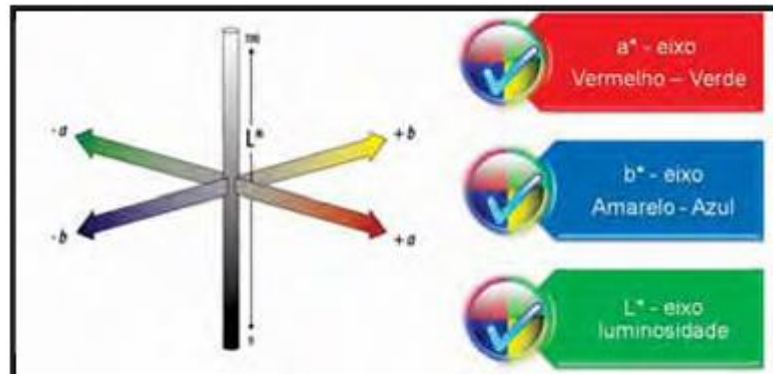
Designado também como Estabilidade Exploratória ou Normal, tem como finalidade o fornecimento de dados para previsão da estabilidade do produto, prediz o tempo de vida útil e a compatibilidade da formulação com o material que foi acondicionado. Vale ressaltar que o teste é realizado no período de desenvolvimento do produto. As condições de aplicação do teste são menos extremas que o teste de estabilidade de curto prazo. Além disso, o teste de estabilidade acelerada auxilia na determinação da estabilidade da formulação. Dessa forma, é um estudo preditor, o qual pode ser utilizado para estimativa do prazo de validade do produto. As amostras podem ser submetidas além do aquecimento em estufas e resfriamento em resfriadores à exposição luminosa. Algumas características devem ser avaliadas pelo formulador são os parâmetros organolépticos e físico-químicos já mencionados e além deles as características microbiológicas. Dessa forma, as amostras foram submetidas a essas variações de condições, por um período de 30 dias e ao final do teste foram avaliados o pH, aparência e a cor.

4.8.4 Avaliação Organoléptica da cor

A análise da cor procedeu-se por meio da utilização do aplicativo “Color Grab”, logo efetuou-se a coleta visual de dez pontos aleatórios para cada formulação de creme (F0, F1_{et}, F2_{et}, F1_p, F2_p), dessa forma, o aplicativo forneceu os parâmetros. A cor foi expressa pela escala CIELAB, definido pela CIE (*Commission Internationale de L'Éclairage*). Foi determinada a diferença total de cor entre F0 e as formulações F1_{et}, F2_{et}, F1_p, F2_p, utilizando a Equação 11, em que pode ocorrer variação de L^* de preto (0) a branco (100), a^* poderá variar de verde (-) a vermelho (+). Assim como b^* poderá variar de azul (-) a amarelo (+). O (ΔE) é utilizado para descrever a distância entre duas cores, a diferença só é perceptível quando a diferença total de cor é maior que 1. Quando (ΔE) é menor que 1 a diferença de cor é imperceptível. Isso devido à natureza de percepção humana das cores nos olhos (ALEPHGRAPHICS, 2022). A Figura 15 apresenta as faixas de medição para identificação da cor.

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L^*_S)^2 + (a^* - a^*_S)^2 + (b^* - b^*_S)^2} \quad (10)$$

Figura 15 – Faixas de medição para identificação visual da cor



Fonte: Takatsui, 2011

4.8.5 Determinação do pH

O pH foi determinado por potenciometria direta, utilizando pHmetro (Metrohm, 827 pH lab) de bancada previamente calibrado com soluções tampão. O eletrodo foi imerso na amostra até a estabilização da leitura. Os valores obtidos foram comparados à faixa ideal para a pele (4,7 a 5,75) (Gerolim, 2022).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Caracterização Preliminar do Bagaço de Oliva

A umidade da matéria vegetal é um fator que pode influenciar, tanto na eficiência de algumas análises químicas, quanto em algumas propriedades químicas propriamente ditas. A Figura 16 demonstra visualmente o bagaço antes (A) e após (B) a secagem em estufa.

Figura 16 – Bagaço da azeitona antes da secagem (A) e após secagem (B)



Fonte: Autora (2025)

A Figura 16 evidencia que a amostra úmida apresentou consistência pastosa, atribuída ao elevado teor de água retida, enquanto a amostra seca exibiu aspecto ressecado, confirmando a remoção de água pelo processo de secagem. O teor de umidade do bagaço de azeitona foi de $74,42 \pm 1,99$ % (b.u.) antes da secagem e foi reduzido para $5,29 \pm 0,003$ % (b.u.) após o procedimento. O valor de umidade do bagaço úmido obtido neste estudo situa-se entre os relatados na literatura, por exemplo, $78,6 \pm 0,3$ % (Soares, 2021), $71,9 \pm 1,0$ % (Silveira, 2024). Essa variação é explicada pelo caráter multifatorial da umidade do bagaço de azeitona, que depende diretamente de fatores intrínsecos e extrínsecos, tais como o método de extração do azeite, o grau de maturação dos frutos e as condições de armazenamento (Brito, 2016).

Com relação ao teor de lipídios obtido neste estudo para o bagaço seco de oliva da cultivar Koroneiki, ele foi $6,42\% \pm 0,69\%$ em base úmida, equivalente a $25,10 \pm 2,62\%$ em base seca., valor

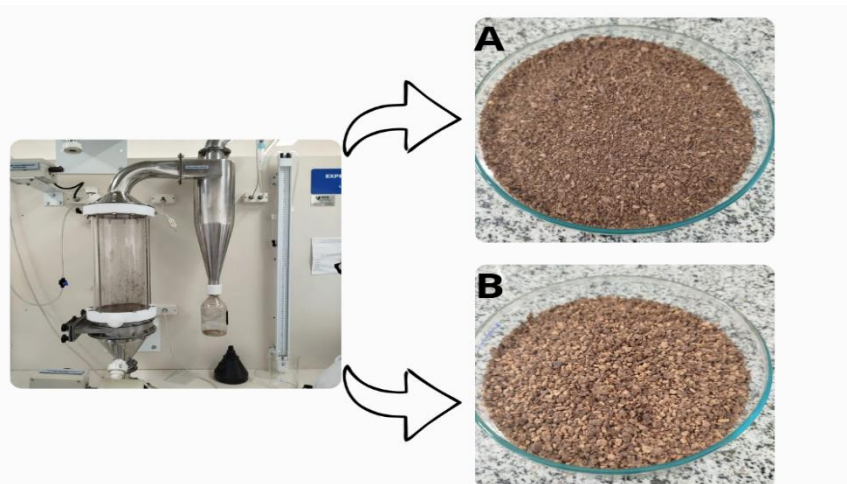
consideravelmente superior aos reportados na literatura para o mesmo tipo de resíduo. Mira (2023), encontrou aproximadamente 10,02% de lipídios, utilizando extração Soxhlet com solvente orgânico. De forma semelhante, Soares *et al.* (2021) analisaram o bagaço seco da Campanha Gaúcha, predominantemente da variedade Koroneiki, e reportaram valores entre 8% e 11%, por meio de análise centesimal gravimétrica. Já Mendonça (2024), em estudo conduzido na Universidade Federal de Pelotas, verificou teores próximos de 9 a 12% em farinha de bagaço seco. A diferença entre os resultados pode ser justificada por fatores como o grau de maturação das azeitonas, a eficiência da extração do azeite durante o processamento, condições climáticas da safra e as condições de secagem e armazenamento do resíduo.

Entre tanto, Valores reduzidos de lipídios podem ser considerados vantajosos para a extração de compostos fenólicos, uma vez que a menor presença de frações apolares reduz a competição pela solubilização no solvente e minimiza a formação de emulsões, favorecendo a recuperação dos compostos de interesse (Cavalheiro, 2013; Rostagno; Prado, 2013; Katsinas Et Al., 2021).

Segundo Silveira (2024) e Soares (2021), a polpa apresenta densidade aparente inferior à do caroço, o que favorece sua separação por arraste em fluxo de ar. A velocidade de escoamento na seção cilíndrica do leito de jorro foi de 0,66 m/s determinada pela relação entre vazão de separação da polpa (0,02 m³/s) e área transversal da seção de escoamento. O número de *Reynolds* de escoamento obtido no arraste da FP foi de 8.320, mostrando que o arraste ocorreu em regime turbulento.

Na Figura 17 são apresentadas as frações ricas em polpa (FP) e rica em endocarpo (FE) após a separação pneumática no leito de jorro fração.

Figura 17 – Frações pós-separação pneumática (A: FP; B: FE)



Fonte: Autora (2025)

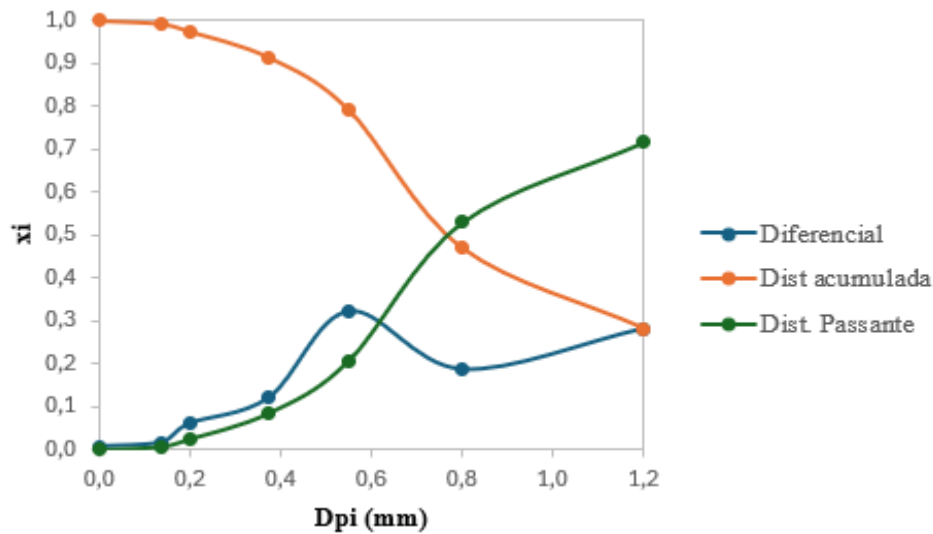
A densidade real da FP foi $1.359 \pm 1 \text{ kg/m}^3$. A densidade aparente das partículas da FP foi de $414 \pm 6 \text{ kg/m}^3$. A massa específica real é maior do que a aparente, pois nesta última o volume dos poros inter e intra partículas são considerados como sendo o volume de partículas e não o volume real ou verdadeiro de uma partícula.

Os valores obtidos para a fração polpa (FP) neste trabalho estão em consonância com os resultados reportados na literatura. Silveira (2024), ao caracterizar a polpa do bagaço de azeitona, encontrou densidade real de 1.250 kg/m^3 e densidade aparente de $352,7 \text{ kg/m}^3$, valores próximos aos aqui determinados. Já Soares (2021), ao avaliar diferentes frações do bagaço, verificou que a fração sem caroço (FSC) apresentou densidade real de 1.380 kg/m^3 e densidade aparente de $410,2 \text{ kg/m}^3$, enquanto a fração com caroços (FCC) apresentou valores de 1.450 kg/m^3 e $480,5 \text{ kg/m}^3$, respectivamente.

A porosidade do leito determinada neste trabalho para a fração polpa (FP) foi de 0,695, a qual encontra-se em consonância com o resultado reportado na literatura. Soares (2021) observou que a fração sem caroços (FSC) apresentou porosidade de 0,685. O valor da porosidade do leito estático encontrado no presente trabalho é interessante para aplicações industriais de extração de compostos fenólicos no modo dinâmico, como por exemplo, na extração em coluna, no qual a porosidade do leito é um parâmetro que influencia na percolação do solvente através do leito estático, bem como é importante para o dimensionamento de uma coluna de extração.

Foram realizadas duas análises de distribuição granulométrica: uma antes e outra após o processo de moagem da FP, com o objetivo de comparar o perfil de distribuição das partículas. Essa abordagem permitiu avaliar a eficiência da moagem na redução do tamanho das partículas e na modificação da curva granulométrica, fornecendo subsídios para a caracterização física do material e para a definição de parâmetros adequados aos processos subsequentes. A Figura 17 apresenta a distribuição granulométrica das partículas FP antes da moagem e a Figura 18 apresenta a distribuição granulométrica após a moagem.

Figura 18 – Gráfico de distribuição granulométrica do bagaço seco

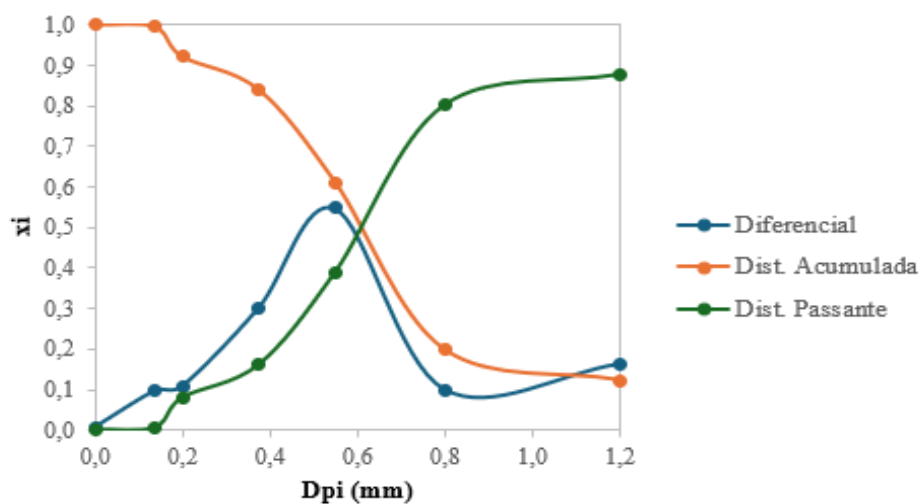


Fonte: Autora 2025

A distribuição granulométrica da amostra antes da moagem apresentou perfil mais amplo e heterogêneo, com predominância de partículas entre 0,2 mm e 1,2 mm. As curvas de distribuição acumulada revelam que cerca de 50% das partículas possuem diâmetro inferior a 0,8 mm, evidenciando a presença de frações mais grossas e menos uniformes. Esse comportamento é típico de materiais *in natura*, ainda não submetidos a processos de refinamento. O diâmetro médio de *Sauter* (d_{ps}) calculado 0,552 mm.

O perfil das curvas obtidas após a moagem evidencia uma distribuição granulométrica significativamente mais refinada e homogênea, como observado na Figura 19.

Figura 19 – Gráfico de distribuição granulométrica após a moagem



Fonte: Autora (2025)

Na Figura 19 nota-se que a curva diferencial apresenta um pico bem definido na faixa de 0,4 mm, indicando concentração predominante de partículas finas. A curva acumulada revela que aproximadamente 50% das partículas possuem diâmetro inferior a 0,6 mm. O diâmetro médio de Sauter (d_{ps}) foi 0,253 mm, sendo 54% menor do que do bagaço seco, demonstrando que o processo de moagem das partículas foi eficaz em reduzir o tamanho das partículas e promover uma distribuição com picos maiores em menores diâmetros.

Esse resultado evidencia a eficiência da etapa de moagem em promover a diminuição do tamanho das partículas e garantir maior uniformidade granulométrica, fator essencial para aplicações que exigem dispersão homogênea. Em comparação, Rodrigues *et al.* (2024) caracterizaram o bagaço de azeitona oriundo da indústria olivícola do Pampa Gaúcho e reportaram valores superiores, de 0,753 mm para o bagaço bruto (BAz) e 1,376 mm para a fração rica em caroço (CAz), ambos sem processamento adicional. A diferença entre os valores pode ser atribuída às diferenças de frações estudadas, uma vez que o presente trabalho utilizou apenas a fração da polpa, enquanto Rodrigues *et al.* (2024) analisaram o diâmetro do bagaço sem separação e o diâmetro da fração rica em caroços. Os valores obtidos se encontram próximos aos valores encontrados por Soares (2021), que obteve diâmetros médios de 0,41 mm da fração moída sem caroços.

A granulometria das frações interfere diretamente na eficiência da extração de compostos fenólicos, pois partículas com diâmetro reduzido facilitam a penetração do solvente e promovem maior liberação dos bioativos. Esse efeito ocorre devido ao aumento da área de transferência de massa por unidade de massa do sólido e à menor resistência interna à difusão através da matriz vegetal (Suttille et al., 2007). Estudos recentes confirmam essa tendência: na extração de folhas de pitanga, partículas de 250 μm resultaram em concentrações de fenólicos quase quatro vezes superiores às obtidas com partículas de 600 μm , além de maior atividade antioxidante (Gutkoski et al., 2020). Resultados semelhantes foram observados no presente estudo com folhas de *Schinus longifolia*, no qual diferentes granulometrias apresentaram rendimentos distintos para cada classe de compostos bioativos. A fração B (500–600 μm) forneceu os maiores teores de compostos fenólicos totais (256,36 mg EAG $\cdot\text{g}^{-1}$), enquanto a fração A (≥ 600 μm) apresentou os maiores valores de flavonoides totais (323,82 mg QUE $\cdot\text{g}^{-1}$) e taninos condensados (49,57 mg CAT $\cdot\text{g}^{-1}$) (Santos et al., 2025). Esses resultados reforçam que a escolha do diâmetro de partícula depende do composto alvo, evidenciando que a redução do tamanho de partícula é uma estratégia eficaz para maximizar o rendimento de fenólicos, mas que partículas maiores podem favorecer a extração de outras classes de bioativos, como flavonoides e taninos.

5.2 Resultado do planejamento experimental para as condições extração

Os dados obtidos pelo planejamento experimental 2^3 , apresentados na Tabela 4, possibilitam uma análise comparativa entre os ensaios e contribuem para a identificação das condições mais favoráveis ao rendimento e à funcionalidade dos extratos.

Tabela 4 – Resultados *CFT* e *AA* do planejamento experimental 2^3 de extração

Exp.	%EtOH	t (h)	m_{am}/V_{slv} (g/mL)	<i>CFT</i> (mgEAG/g b.s)	<i>C</i> (mg/L)	<i>AA</i> (%)
1	30	1	1:100	27,45	59,91	44,57
2	70	1	1:100	19,60	39,41	35,34
3	30	2	1:100	25,34	51,25	43,77
4	70	2	1:100	20,07	39,86	46,61
5	30	1	9:100	12,62	108,66	78,94
6	70	1	9:100	11,20	96,13	98,92
7	30	2	9:100	11,48	98,41	80,36
8	70	2	9:100	11,30	96,58	99,10
9	50	1,5	5:100	15,11	71,75	91,73
10	50	1,5	5:100	15,95	75,63	88,18
11	50	1,5	5:100	15,43	73,12	91,91

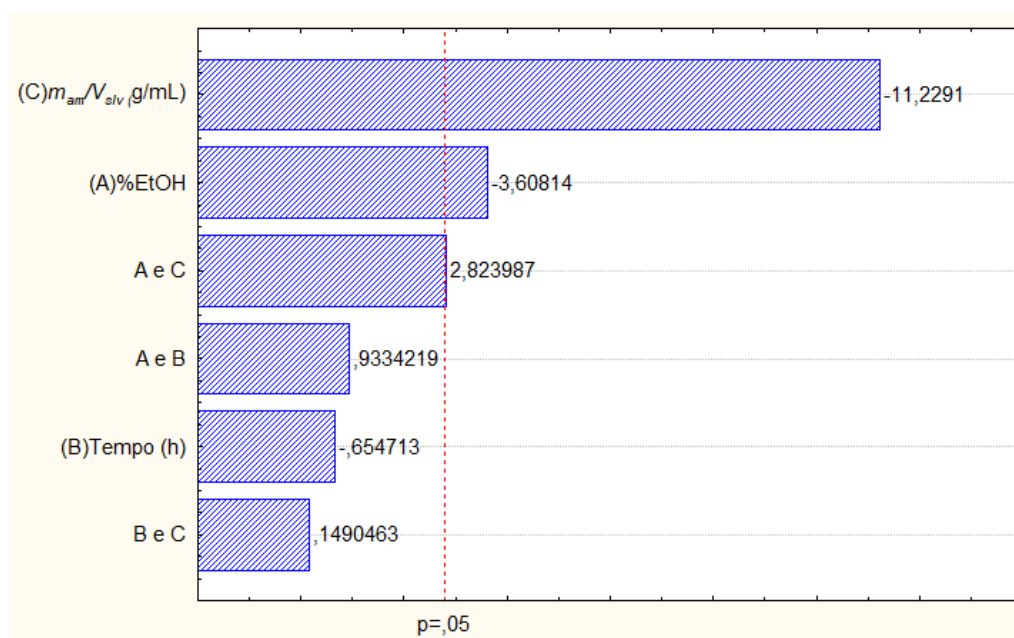
Fonte: Autora, (2025)

No presente estudo, foi obtida uma concentração de compostos fenólicos totais que variou entre 11,20 a 25,34 mg EAG/g, valor significativamente superior aos reportados na literatura. Os resultados obtidos neste estudo podem ser comparados com diferentes trabalhos que investigaram a extração de compostos fenólicos utilizando solventes, métodos e condições variadas. Borges (2023), empregando 45% de EtOH e agitação em vórtex por 5 minutos, obteve $8,90 \pm 0,10$ mg GAE/g. De modo semelhante, Queirós (2020), utilizando 55% EtOH e ultrassom, alcançou $8,05 \pm 0,59$ mg GAE/g. Estudos com solvente etanólico puro também demonstram variação considerável: Borges (2023), reportou $6,22 \pm 0,39$ mg GAE/g, enquanto Silveira (2024), trabalhando a 25 °C, encontrou $3,95 \pm 0,37$ mg GAE/g, com atividade antioxidante de $72,90 \pm 0,37\%$. Em condições diferentes, Rodrigues *et al.* (2020) verificou $0,32 \pm 0,03$ mg GAE/g ao utilizar metanol por 3 horas a 25 °C, com

AA de 77,46%. Já Soares (2021), empregando maceração com 80% MeOH, registrou 1,21 mg GAE/g e atividade antioxidante de $53,43 \pm 0,32\%$. Esses dados evidenciam ampla heterogeneidade nos rendimentos de extração, atribuída às diferenças de solvente, método, tempo e temperatura, reforçando a importância da seleção adequada das condições experimentais para maximização do teor de compostos bioativos.

A Figura 20 apresenta o gráfico de Pareto dos efeitos padronizados para o teor de compostos CFT (mg EAG/g b.s.), ordenando em barras a magnitude absoluta dos efeitos (fatores principais e interações) e indicando, por uma linha vertical, o limiar de significância estatística adotado ($p = 0,05$).

Figura 20 – Gráfico de Pareto para resposta CFT (mg EAG/g b.s.)

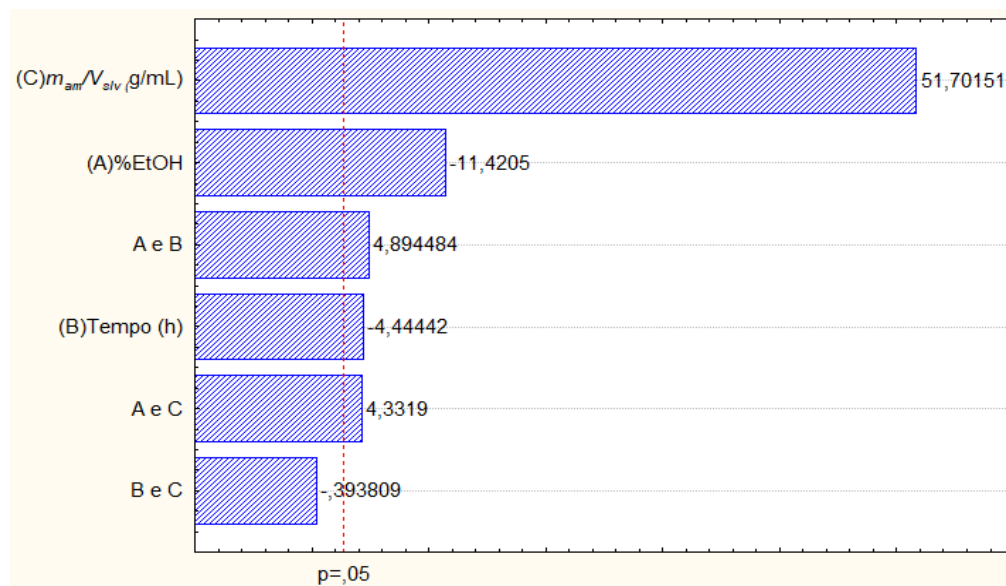


Fonte: Autora (2025)

No gráfico de Pareto da Figura 20 pode-se observar que o fator mais influente sobre o conteúdo de CFT (mg EAG/g b.s.) é a quantidade de amostra, tendo um efeito negativo, ou seja, dentro da faixa de trabalho utilizada, à medida que a massa de amostra é aumentada para um dado volume de solvente, a quantidade de compostos fenólicos totais por massa de amostra diminuiu. Este resultado está coerente, uma vez que maiores quantidades de amostra tendem a fornecer um menor CFT. Além disso, pode-se inferir uma maior massa da FP pode ter saturado o solvente extrator, o que tende a reduzir o CFT. A concentração de etanol no solvente também teve um efeito negativo, em que concentrações maiores de etanol, extraíram menos compostos fenólicos da FP do bagaço.

Na Figura 21 é apresentado o gráfico de Pareto para a concentração de CFT expressa em termos de miligramas de compostos fenólicos por volume de solvente (mg/L).

Figura 21 – Gráfico de Pareto para resposta de concentração *CFT* (mg/L)

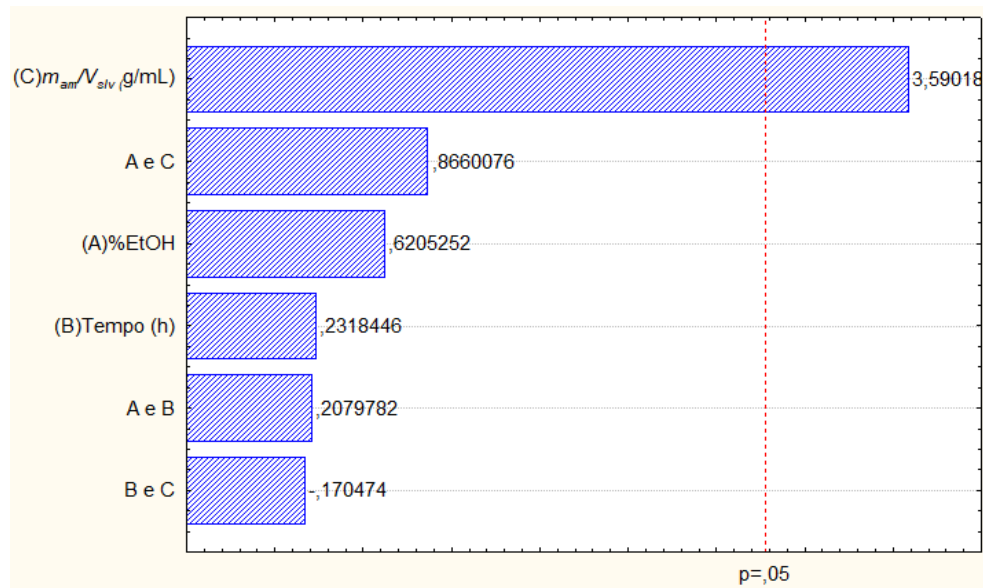


Fonte: Autora (2025)

Da mesma forma que o CFT, pode-se observar que a quantidade de bagaço seco produziu extratos mais concentrados, o que está de acordo com a física do fenômeno de extração. No entanto, o efeito é positivo, pois a base de cálculo para a concentração é o volume de solvente, que foi fixo em todos os experimentos. A concentração de etanol apresentou um efeito semelhante ao do CFT em mg GAE/g, o que também está coerente. O tempo de extração teve um efeito negativo, sugerindo que tempos maiores de extração, dentro da faixa de trabalho avaliada, podem auxiliar na degradação de compostos fenólicos.

Na Figura 22 é apresentada o Gráfico de Pareto dos efeitos padronizados para a atividade antioxidante (AA). A quantidade de amostra utilizada na extração apresentou um efeito positivo sobre a atividade antioxidante dos extratos, podendo-se inferir que extratos mais concentrados possuem maior poder antioxidante do que extratos menos concentrados, o que é coerente, uma vez que o potencial antioxidante está relacionado com as classes de compostos fenólicos extraídos, bem como com a sua quantidade.

Figura 22 – Gráfico de Pareto para resposta de AA (%)



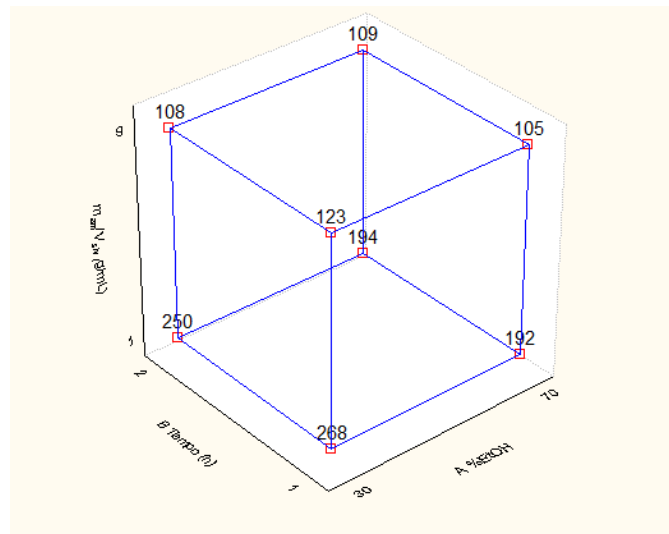
Fonte: Autora (2025)

A leitura dos gráficos dos cubos deve ser feita observando como os valores médios das variáveis resposta se distribuem nos vértices de cada cubo, que representam as combinações dos níveis dos fatores experimentais. Cada face do cubo mostra o efeito de dois fatores simultaneamente, permitindo identificar tendências, interações e variações na resposta conforme os níveis aplicados. Quanto maior o valor num vértice, maior a resposta associada àquela combinação de fatores. Assim, os gráficos ajudam a visualizar quais condições favorecem ou desfavorecem o desempenho das variáveis analisadas.

Nas Figuras 23, 24 e 25 são apresentados os cubos de resposta para as variáveis CFT (mg EAG/ g b.s), C (mg EAG/L) e AA (%), respectivamente.

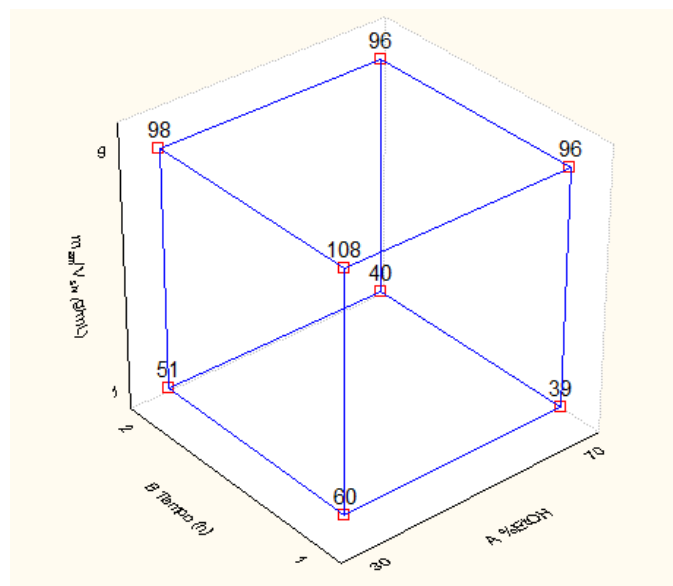
Com base na análise gráfica das médias previstas, identificou-se que a condição experimental composta por 30%EtOH, proporção m_{ami}/V_{slv} 1:100 e tempo de extração de 1 h, resultou na maior resposta observada para a variável analisada, com valor médio de 268. Essa combinação representa a melhor condição dentro do delineamento fatorial adotado se o intuito for maximizar a quantidade de compostos extraídos por grama de amostra.

Figura 23 – Cubo de resposta para *CFT* (mg EAG/ g b.s)



Fonte: Autora (2025)

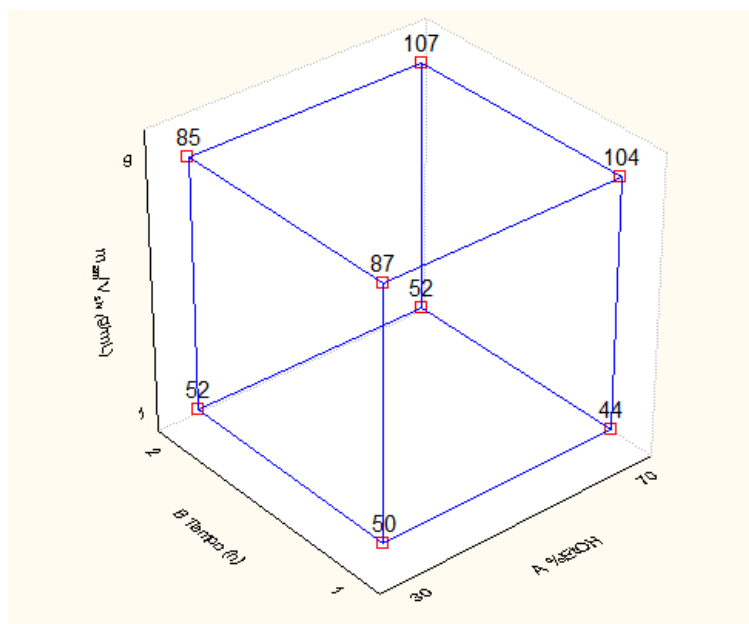
Figura 24 – Cubo de resposta para *C* (mg/L)



Fonte: Autora (2025)

No entanto, na elaboração de um creme facial, é desejado obter um extrato mais concentrado, ou seja, que possua uma concentração “*C*” em mgGAE/L maior. Assim, observando a Figura 24, a condição de trabalho que fornece um extrato mais concentrado é no vértice com média 108, cujas condições são: 30%EtOH, proporção m_{am}/V_{slv} 9:100 e tempo de extração de 1 h.

Figura 25 - Cubo de resposta para AA (%)



Fonte: Autora (2025)

Na Figura 25, pode-se perceber que o extrato que fornece uma maior AA (%) é aquele obtido na maior quantidade de amostra.

Os resultados obtidos neste trabalho, por meio do planejamento fatorial, evidenciaram que a razão m_{am}/V_{slv} foi o fator mais significativo para maximizar tanto o teor de compostos fenólicos totais (CFT) quanto a atividade antioxidante (AA%). A concentração de etanol atuou como variável moduladora, favorecendo a solubilização dos fenólicos em misturas hidroalcoólicas, enquanto o tempo de extração apresentou efeito marginal, indicando que a transferência dos compostos para o solvente extrator ocorre de forma relativamente rápida. Estas observações estão em consonância com estudos prévios: Batista (2023) verificou que a proporção m_{am}/V_{slv} foi determinante para o rendimento de fenólicos em bagaço de oliva, enquanto o tempo teve pouca influência; Riéffel, Marczak e Guerreiro (2023) também destacaram que a quantidade de biomassa em relação ao solvente foi decisiva para maximizar fenólicos em extrações verdes; e Cabrera *et al.* (2024) confirmaram que a razão m_{am}/V_{slv} exerce forte impacto sobre o teor de fenólicos e a atividade antioxidante, ao passo que o tempo não foi significativo. De forma semelhante, estudos com metodologia de superfície de resposta (RSM) reforçam que a razão m_{am}/V_{slv} e a composição do solvente são os principais fatores de otimização, enquanto o tempo exerce papel secundário (Chanioti; Tzia, 2018).

Assim, a melhor condição de trabalho para produzir um extrato mais concentrado e que possua uma maior atividade antioxidante para ser adicionado no creme facial foi nas condições de 1 h de extração, solvente hidroalcoólico com 30% etanol e proporção amostra/solvente de 9:100).

5.2.1 Extração com 1,3 propanediol (Zemea)

Após definir a condição ótima de extração (1h, 30% etanol, proporção 9:100 amostra/solvente), essa mesma condição foi aplicada ao solvente 1,3 propanediol (PDO, Zemea®) para comparar o desempenho na recuperação de compostos fenólicos totais (CFT). Os resultados estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Comparação da obtenção de CFT com diferentes solventes

Solvente	CFT (mg GAE/g amostra b.s)	CFT (mg/L)
30%EtOH	11,95 ± 0,002	108,66 ± 0,002
30%PDO	10,78 ± 0,004	97,27 ± 0,004

Fonte: Autora (2025)

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que o uso de 30% de EtOH e 30% de propanodiol (PDO) resultou em valores de CFT de 11,95 ± 0,002 mg GAE/g e 10,78 ± 0,004 mg GAE/g (base seca), respectivamente. Quando comparados à literatura, especialmente ao estudo de Riéffel, Marczak, Guerreiro, (2023), realizado com bagaço de oliva, que avaliou concentrações de 50% e 100% de 1,3-propanodiol sob temperatura ambiente (≈ 25 °C), observa-se que os valores relatados pelos autores foram substancialmente superiores, atingindo 29,0 ± 1,3 e 33,0 ± 5,7 mg GAE/g. Essa diferença pode ser atribuída, principalmente, à maior concentração de solvente utilizada por uma vez que solventes mais concentrados tendem a apresentar maior capacidade extrativa de compostos fenólicos. Além disso, possíveis variações na matriz vegetal, tempo de contato e condições experimentais também podem influenciar a eficiência de extração. Dessa forma, os resultados aqui encontrados reforçam que, embora solventes verdes em concentrações moderadas sejam eficientes e sustentáveis, seu desempenho extrativo pode ser inferior quando comparado a sistemas altamente concentrados.

Os extratos de 30%PDO e 30%EtOH com maiores concentrações de CFT (mg/L) foi escolhido para formulações do creme.

5.3 Resultados das análises das formulações do creme

5.3.1 Resultado teste de estabilidade preliminar

O teste de estabilidade preliminar realizado por centrifugação a 3.000 rpm durante 30 minutos apresentou resultado positivo, não sendo observada separação de fases na amostra. Esse comportamento indica que a formulação possui adequada homogeneidade e resistência inicial às condições de estresse mecânico. A Figura 26, mostra o aspecto de uma das formulações ao deixar a centrífuga.

Figura 26 – Aspecto do creme após o teste de estabilidade preliminar



Fonte: Autora (2025)

Na Figura 26 observa-se a formação de espuma, mas a formulação ficou estável, ou seja, não houve separação de fases. Dessa forma, a amostra foi considerada estável nesta etapa e apta para prosseguir para os testes de estabilidade de curto prazo e acelerada, conforme preconizado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2004).

5.3.2 Resultado teste de estabilidade de curto prazo

A Tabela 6 apresenta os resultados de variação de pH e coloração para as amostras durante a realização dos testes de estabilidade de curto prazo.

Tabela 6 – Variação de *pH* e cor durante os testes de estabilidade de curto prazo

ciclo	parâmetro	F1 _{et}	F2 _{et}	F1 _{PDO}	F2 _{PDO}
1	pH	4,59 ± 0,09	4,73 ± 0,04	4,70 ± 0,03	4,67 ± 0,04
	cor (ΔE)	82,13 ± 0,12	88,57 ± 6,82	87,81 ± 6,22	81,14 ± 3,38
2	pH	4,59 ± 0,02	4,81 ± 0,06	4,58 ± 0,01	4,66 ± 0,07
	cor (ΔE)	84,99 ± 10,17	83,14 ± 7,86	83,51 ± 3,19	96,60 ± 3,75
3	pH	4,91 ± 0,28	5,12 ± 0,35	5,03 ± 0,30	4,81 ± 0,14
	cor (ΔE)	79,25 ± 2,54	79,42 ± 4,12	83,51 ± 3,19	81,55 ± 2,35
4	pH	4,94 ± 0,06	4,82 ± 0,06	4,43 ± 0,21	5,03 ± 0,25
	cor (ΔE)	84,59 ± 3,27	78,29 ± 7,24	80,54 ± 3,39	80,58 ± 1,20
5	pH	4,81 ± 0,04	4,79 ± 0,01	4,72 ± 0,07	4,92 ± 0,08
	cor (ΔE)	83,52 ± 1,68	83,99 ± 1,01	79,27 ± 1,68	71,55 ± 2,94
6	pH	4,09 ± 0,02	4,81 ± 0,09	4,89 ± 0,10	4,82 ± 0,08
	cor (ΔE)	82,82 ± 2,67	74,31 ± 2,30	74,23 ± 6,34	67,22 ± 1,07
7	pH	4,79 ± 0,11	4,87 ± 0,02	4,91 ± 0,07	4,83 ± 0,07
	cor (ΔE)	77,28 ± 6,27	78,54 ± 0,18	78,47 ± 0,31	70,49 ± 2,98

Fonte: Autora (2025)

Os resultados obtidos no teste de estabilidade de curto prazo para o creme vegano contendo extrato de oliva indicaram variações moderadas de *pH*, entre 4,43 e 5,12, e valores de ΔE entre 67,22 e 96,6 ao longo dos ciclos avaliados. Esses parâmetros demonstram que as formulações mantiveram estabilidade considerada aceitável nas condições do ensaio. Em comparação, Menezes (2023), ao incorporar extrato de butiá em creme hidratante, registrou valores de *pH* entre 3,48 e 4,41 e ΔE variando de 1,77 a 11,83, enquanto Gentile e Cicatto (2023), ao desenvolverem um creme formulado com extrato de calêndula, observaram faixa de *pH* entre 3,88 e 4,35. Tais estudos evidenciam que formulações cosméticas enriquecidas com extratos vegetais tendem a manter estabilidade quando submetidas a diferentes condições térmicas, ainda que apresentem comportamentos distintos de coloração e *pH* conforme a natureza do extrato incorporado. Dessa forma, os resultados obtidos neste trabalho reforçam a viabilidade do uso do extrato de oliva em cosméticos, desde que sejam realizados

ajustes específicos na formulação para assegurar estabilidade físico-química e microbiológica adequada ao longo do armazenamento.

5.3.3 Resultado do teste de estabilidade acelerada

A Tabela 7 apresenta os resultados de variação de pH e coloração para as amostras durante a realização dos testes de estabilidade acelerada.

Tabela 7 – Variação de *pH* e cor durante os testes de estabilidade acelerada

ciclo	parâmetro	F1 _{et}	F2 _{et}	F1 _{PDO}	F2 _{PDO}
1	pH	6,52 ± 0,05	6,23 ± 0,04	6,26 ± 0,03	6,2 ± 0,04
	cor (ΔE)	79,13 ± 9,25	90,79 ± 9,03	98,39 ± 9,81	72,55 ± 13,27
2	pH	6,56 ± 0,05	6,12 ± 0,02	6,3 ± 0,09	6,1 ± 0,28
	cor (ΔE)	84,93 ± 2,52	82,93 ± 7,08	82,51 ± 6,22	84,59 ± 4,51
3	pH	6,75 ± 0,15	6,47 ± 0,15	6,67 ± 0,27	6,49 ± 0,03
	cor (ΔE)	81,58 ± 6,82	83,03 ± 3,90	81,10 ± 4,18	77,57 ± 5,44
4	pH	6,98 ± 0,02	6,58 ± 0,06	6,68 ± 0,06	6,47 ± 0,035
	cor (ΔE)	77,28 ± 6,27	78,54 ± 0,18	78,47 ± 0,31	70,49 ± 2,98

Fonte: Autora (2025)

No teste de estabilidade acelerada, o creme vegano formulado com extrato de oliva apresentou valores de pH entre 6,10 e 6,98 e variação de cor (ΔE) entre 70,49 e 98,39, sem qualquer alteração perceptível no aspecto físico da formulação. Esse comportamento demonstra que o produto manteve estabilidade satisfatória mesmo sob condições mais rigorosas de estresse térmico. De forma semelhante, Menezes (2023) e Gentile e Cicatto (2023) também não relataram mudanças visuais nas formulações de cremes desenvolvidas a partir de extratos vegetais durante seus testes de estabilidade acelerada, embora esses autores não tenham monitorado parâmetros como pH e ΔE. Assim, os resultados obtidos neste trabalho reforçam que cremes enriquecidos com extratos vegetais tendem a apresentar boa estabilidade físico-química.

5.4 Considerações Finais

O presente trabalho demonstrou que o bagaço de oliva, tradicionalmente considerado um resíduo agroindustrial, pode ser transformado em um ativo funcional de alto valor agregado para aplicação cosmética. A extração por maceração utilizando solventes verdes revelou-se eficaz e sustentável, resultando em um extrato com elevada concentração de compostos fenólicos (26 mg EAG/g) e atividade antioxidante de 78,94%, desempenho superior aos valores reportados na literatura. Esses resultados evidenciam o potencial da polpa do bagaço de oliva como fonte promissora de bioativos naturais, alinhando-se às tendências de inovação, sustentabilidade e valorização da biodiversidade regional. A incorporação do extrato em uma formulação cosmética vegana, enriquecida com azeite de rosa mosqueta e vitamina E, reforça o compromisso com práticas limpas e seguras, atendendo às exigências do mercado de cosméticos verdes. Assim, este estudo contribui para o avanço da cosmetologia funcional, promove o reaproveitamento de resíduos da olivicultura e fortalece a cadeia produtiva local, oferecendo uma alternativa viável, ética e tecnicamente consistente para o desenvolvimento de dermocosméticos sustentáveis.

5.5 Sugestões para trabalhos futuros

Escalonamento Industrial

- Consolidar os parâmetros otimizados já obtidos (tipo de solvente, tempo, temperatura, granulometria).
- Garantir reprodutibilidade dos resultados em diferentes lotes de bagaço de oliva.
- Avaliar equipamentos disponíveis para maceração em maior escala (tanques, agitadores, sistemas de filtração).
- Testar diferentes proporções de solvente e biomassa em volumes intermediários (litros em vez de mililitros).
- Implantar o processo em uma planta piloto, com capacidade de produção em quilos de biomassa.
- Monitorar variáveis críticas: rendimento de compostos fenólicos, consumo energético, tempo de extração e perdas.
- Realizar análises de estabilidade e qualidade dos extratos obtidos.
- Calcular custos de produção (solventes, energia, mão de obra, equipamentos).

- Comparar com o valor agregado do extrato como ativo cosmético.
- Realizar análise de impacto ambiental (uso de água, geração de resíduos, reaproveitamento de solventes).
- Verificar requisitos da ANVISA e normas internacionais para uso de extratos vegetais em cosméticos.
- Validar a aplicação do extrato em diferentes formulações (cremes, sérums, loções).
- Implementar sistemas contínuos de extração e recuperação de solventes.
- Integrar o processo à cadeia produtiva da olivicultura, transformando o bagaço em insumo de alto valor agregado.

6 REFERÊNCIAS

ABRE. **Guia de estabilidade de produtos cosméticos**. São Paulo: Associação Brasileira de Embalagem, 2021. Disponível em: <https://www.abre.org.br/documento/guia-de-estabilidade-de-produtos-cosmeticos-anvisa/>. Acesso em: 16 dez. 2025.

ALARA, O. R., ABDURAHMAN, N. H., UKAEGBU, C. I. Extraction of phenolic compounds: A review **Food Science**, v. 4, p. 200-214, 2021a. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33899007/> Acesso em: 08 jun 2025

ALARA, O. R.; ABDURAHMAN, N. H.; UKAEGBU, D. C. Extraction of bioactive compounds using green solvents: a review. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 8, n. 1, p. 1–29, 2021b. Disponível em: <https://chembioagro.springeropen.com/articles/10.1186/s40538-021-00239-z>. Acesso em: 09 jul 2025

ALEPHGRAPHICS. **Equações CIE ΔE^* (Diferença de cor)**. 2022. Disponível em: <https://www.alephgraphics.com.br/equacoes-cie-%CE%B4e-diferenca-de-cor/>. Acesso em: 27 out 2025

ALÚDATT, M. H. *et al.* Optimisation, characterization and quantification of phenolic compounds in olive cake. **Food Chemistry**, v.123, p.117-122, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/222119258_Optimisation_characterisation_and_quantification_of_phenolic_compounds_in_olive_cake Acesso em: 08 jun 2025

ANDRADE, R. S.; ZEIDLER, V. G. A. Z. química verde e sustentável: dos princípios à inserção na educação química. **Revista de Educación en Ciencias**, v. 24, n. 1, 2019. Disponível em: https://reec.educacioneditora.net/volumenes/volumen24/REEC_24_01_11_ex2073_904.pdf. Acesso em: 24 nov 2025

ANNAB, H. *et al.* A proposal for the sustainable treatment and valorisation of olive mill wastes. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v.7, n. 1, p. 102803, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213343718307097> Acesso em: 08 jun 2025

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos**. Brasília: 2004. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/cosmeticos/manuais-e-guias/guia-de-estabilidade-de-cosmeticos.pdf>. Acesso em: 07 jul 2025

AROOM HEALTH. **Creme neutro base vegano multifuncional – 250 g**. São Paulo: Aroom Health, 2025. Disponível em: <https://aroom.com.br/produtos/creme-neutro-base-vegano/>. Acesso em: 07 jul 2025

BASTEN, F. E. **Max Factor: o homem que mudou as faces do mundo**. São Paulo: Matrix Editora, 2012. Disponível em: <https://livrariapublica.com.br/livros/max-factor-o-homem-que-mudou-as-faces-do-mundo-fred-basten>. Acesso em: 14 jul 2025

BATISTA, V. S. F. **Otimização da extração de compostos bioativos do bagaço de oliva por diferentes métodos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química)

Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/30345>. Acesso em: 24 nov 2025

BIOVITAL. **Oliva ativo cosmético**. 2025. Disponível em: <https://www.biovital.ind.br/ativos/cosmeticos/oliva>. Acesso em: 09 jul 2025

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT. Food Science and Technology*, Amsterdã, 1995, 28, n. 1, p. 25–30. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643895800085>. Acesso em: 06 mai 2021

BRITO, A. M. G. I. *et al.* Aromaterapia: da gênese à atualidade. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 4, supl. 1, 2013. Disponível em: <https://faculdadecristadecuritiba.com.br/wp-content/uploads/2018/11/Numero-8-Dezembro-2017-Art7.pdf>. Acesso em: 14 jul 2025

BRITO, R. F. **Valorização Integrada de Resíduos e Subprodutos da Extração do Azeite: Extração e Caracterização de Compostos Bioativos do Bagaço de Azeitona**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Instituto Superior de Engenharia, Universidade do Algarve, Faro, 2016. Disponível em: <https://sapientia.ualg.pt/entities/publication/9bcea547-58e0-4c3b-b3ea-586b7a4df9fd>. Acesso em: 07 jul 2025

BORGES, G. F. **Caracterização do bagaço da produção do azeite de oliva gaúcho**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Química, Porto Alegre, 2023. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/296603/001187693.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 24 nov 2025

BUSINESS RESEARCH INSIGHTS. **Natural and organic cosmetics market: analysis and forecast 2025–2033**. 2025. Disponível em: <https://www.businessresearchinsights.com/pt/market-reports/natural-and-organic-cosmetics-market-107884>. Acesso em: 09 jul 2025

CÁDIZ- GURREA, M. L.; *et al.* Olive Fruit and Leaf Wastes as Bioactive Ingredients for Cosmetics: a Preliminary Study. **Antioxidants**, v. 10, n. 2, p. 245, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3921/10/2/245>. Acesso em: 05 jun 2025

CAPANOGLU, E.; NEMLI, E.; TOMAS-BARBERAN, F. Novel approaches in the valorization of agricultural wastes and their applications. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 70, n. 21, p. 6787–6804, 2022. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jafc.1c07104>. Acesso em: 04 mai 2025

CAVALHEIRO, C. V. **Extração de compostos fenólicos assistida por ultrassom e determinação de ácidos graxos e minerais em folhas de *Olea europaea* L.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7177>. Acesso em: 05 nov 2025.

- ČEPO D. V., *et al.* Valorization of Olive Pomace-Based Nutraceuticals as Antioxidants in Chemical, Food, and Biological Models **Molecules**, v. 23, p 1-22, 2018. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/23/8/2070>. Acesso em: 08 jun 2025
- CHANIOTI, S.; TZIA, C. Extraction of phenolic compounds from olive pomace by using natural deep eutectic solvents and innovative extraction techniques. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 48, n. July, p. 228–239, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856418303333> Acesso em 01 jul 2025
- CHEMAT, F.; VIAN, M. A.; CRAVOTTO, G. Green extraction of natural products: concept and principles. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 13, n. 7, p. 8615–8627, 2012. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1422-0067/13/7/8615>. Acesso em: 09 jul 2025
- COSMÉTICA EM FOCO. **História dos cosméticos da Antiguidade ao século XXI**. 2018. Disponível em: <https://cosmeticaemfoco.com.br/artigos/historia-dos-cosmeticos-da-antiguidade-ao-seculo-xxi/>. Acesso em: 8 jul 2025
- CREMASCO, M. A. **Operações unitárias em sistemas particulados e fluidomecânicos**. 3. ed. São Paulo. Blucher, 2018. Disponível em: https://pergamum.unipampa.edu.br/pesquisa_geral?for=LIVRE&q=Cremasco%252C%2520Marco%2520Aurelio&page=1&perPage=20&direction=C. Acesso em: 22 nov 2025
- DAI, Y. *et al.* Natural deep eutectic solvents as new potential media for green technology. **Analytica Chimica Acta**, v. 766, p. 61–68, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aca.2012.12.019>. Acesso em: 09 jul 2025
- DEFENDI, E. A. **Desenvolvimento e estudo de estabilidade de formulações cosméticas contendo ativos naturais da semente do pinheiro paraná (*Araucaria angustifolia*)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química), Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2019
- DERMECHE S. *et al.* Olive mill wastes: Biochemical characterizations and valorization strategies. **Process Biochem**, v. 48, n. 10, p. 1532-1552, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/259007530_Olive_mill_wastes_Biochemical_characterizations_and_valorization_strategies Acesso em: 06 de jun 2025
- DIAS, C. S.; R. *et al.* Composição fitoquímica do azeite e do bagaço de azeitona de uma agroindústria da Região da Campanha. **Revista da Jornada da Pós-Graduação e Pesquisa – CONGREGA**, Bagé, 2017. Disponível em: <http://ediurcamp.urcamp.edu.br/index.php/rcjgpp/article/view/744>. Acesso em: 24 nov 2025.
- DI GIOVACCHINO, L.; SESTILI, S.; DI VINCENZO, D. Influence of Olive Processing on Virgin Olive Oil Quality. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 104, p. 9-10, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/259007530_Olive_mill_wastes_Biochemical_characterizations_and_valorization_strategies Acesso em: 02 jun 2025

DONNER, M. *et al.* **Implementation of circular business models for olive oil waste and by-product valorization.** *Resources*, v. 11, n. 7, p. 1-18, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-9276/11/7/68> Acesso em: 08 jun 2025

DURHAM, R. F.; MILLER, R.; DESALVO, J. W. Zemea: natural glycol replacement. *Personal Care Magazine*, p. 73–76, 2010. Disponível em: <https://www.essentialingredients.com/pdf/ZemeaNaturalGlycolReplacement.pdf>. Acesso em: 08 jun 2025

ECOCERT. **Mercado de cosméticos orgânicos: crescimento e expansão.** 2025a. Disponível em: <https://www.ecocert.com.br/blog/mercado-de-cosmeticos-organicos>. Acesso em: 09 jul 2025

ECOCERT. **Certificações e Rótulos para Cosméticos (Orgânicos e Naturais).** 2025b. Disponível em: <https://www.ecocert.com/pt-BR/setores-de-neg%C3%B3cios/cosm%C3%A9ticos>. Acesso em: 27 out 2025

ESTÂNCIA DECOR - **Olifeira 2024 Reúne os Maiores Produtores de Azeite do Brasil e Destaca o Potencial da Olivicultura Nacional**, 2024. Disponível em: <https://estanciadecorrs.com.br/olifeira-2024-reune-os-maiores-produtores-de-azeite-do-brasil-e-destaca-o-potencial-da-olivicultura-nacional/> Acesso em: 11 jul 2025

FEROLDI, A. C. *et al.* **Bioplástico proveniente do amido.** Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Química) – ETEC Prefeito Alberto Feres, Araras, 2024. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/27741/1/MTECPI~1.PDF>. Acesso em: 05 nov 2025.

FERREIRA, D. M.; OLIVEIRA, M. B. P. P.; ALVES, R. C. A comprehensive review of the antitumor activity of olive compounds: The case of olive oil, pomace, and leaf extracts. *Antioxidants*, v. 14, n. 2, p. 237, 2025. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3921/14/2/237>. Acesso em: 16 dez. 2025.

FITOUSSI, M. **A mulher que inventou a beleza: a vida de Helena Rubinstein.** Objetiva. Rio de Janeiro 2012. Disponível em: <https://50emails.com.br/helena-rubenstein-a-mulher-que-inventou-a-beleza>. Acesso em: 14 jul 2025

GALANAKIS, C. M.; TSATALAS, P.; GALANAKIS, I. M. Implementation of phenols recovered from olive mill wastewater as UV booster in cosmetics. *Industrial Crops and Products*, v. 111, p. 30–37, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.09.058>. Acesso em: 06 jun 2025

GAYA C. **Max Factor: curiosidades sobre esse pioneiro do mundo da make.** 2018. Disponível em: <https://chloegaya.com.br/max-factor-curiosidades-sobre-esse-pioneiro-do-mundo-do-make>. Acesso em: 14 jul 2025

GENTILE, L. L.; CECATTO, A. P. Creme hidratante com extrato de calêndula: os benefícios da calêndula para a pele. *Brazilian Journal of Health Review*, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 32022–32042, nov./dez. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.34119/bjhrv6n6-421>. Acesso em: 09 jul 2025

GEROLIM, B. N. **Comparação da atividade antioxidante e estudo de estabilidade entre cremes hidratantes, contendo extrato de Moringa oleifera e BHT.** Trabalho de Conclusão de Curso

(Graduação em Farmácia). Faculdade de Farmácia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2022. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/30688>. Acesso em: 07 jul 2025

GORZYNIK-DEBICKA *et al.* Potential Health Benefits of Olive Oil and Plant Polyphenols **International Journal of Molecular Sciences**. v. 28; n. 19, p (3):686, 2018. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5877547/> Acesso em: 06 de jun 2025

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Produção de azeite de oliva no Rio Grande do Sul aumenta 29%**, 2023. Disponível em: <https://seapi.rs.gov.br/producao-de-azeite-de-oliva-no-rio-grande-do-sul-aumenta-29>. Acesso em: 06 jun 2025

GRAND VIEW RESEARCH **Our Values** Agosto 2023. Disponível em: <https://www.grandviewresearch.com/info/about-us> Acessado: 30 set 2025

GULLÓN, P.; *et al.* Valorization of by-products from olive oil industry and added-value applications for innovative functional foods. **Food Research International**, v. 137, p. 109683, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996920307080> Acesso em: 07 jun 25

G1. **Brasil conquista 5º lugar inédito em ranking de países com mais azeites premiados do mundo**. 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2025/01/13/brasil-conquista-5o-lugar-em-ranking-de-paises-com-mais-azeites-premiados-do-mundo-segundo-a-evoo.ghtml>. Acesso em: 27 out 2025

G1 RS. **RS lidera produção do azeite de oliva e transforma cultivo em potência econômica**. 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2025/10/18/azeite-de-oliva-entenda-por-que-rs-lidera-producao-nacional-e-transforma-cultivo-em-potencia-economica.ghtml>. Acesso em: 27 out 2025

INSTITUTO FEDERAL DE SÃO PAULO (IFSP). Polímero produzido a partir de amido de batata. **CONGRESSO DE INOVAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO IFSP**, 10., 2019, Sorocaba. Sorocaba: IFSP, 2019. Disponível em: <https://ocs.ifsp.edu.br/conict/xconict/paper/download/6384/1144>. Acesso em: 05 nov. 2025.

JURMANOVIĆ, S. *et al.* Utilization of olive pomace as a source of polyphenols: Optimization of microwave-assisted extraction and characterization of spray-dried extract. **Journal of Food and Nutrition Research**, v. 58, n. 1, p. 51–62, 2019. Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20193273776> Acesso em: 11 mai 2025

KAPELLAKIS, I. E.; TSAGARAKIS, K. P.; CROWTHER, J. C. Olive Oil History, Production and by-product Management: **Reviews in Environmental Science Biotechnology**. V. 7, p: 1-26, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/226797258_Olive_oil_history_production_and_by-product_management Acesso em: 06 de jun 2025

- KATSINAS, L. *et al.* Sustainable solid-liquid extraction of bioactive compounds from olive by-products. **Molecules**, v. 26, n. 13, p. 3893, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/26/13/3893>. Acesso em: 09 jul 2025
- KHODDAMI, A.; WILKES, M. A.; ROBERTS, T. H. Techniques for analysis of plant phenolic compounds. **Molecules**, v. 18, n. 2, p. 2328-2375, 2013. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/18/2/2328> Acesso: 08 jun 2025
- KIST, B. B; CARVALHO, C; BELING, R. R. **Anuário Brasileiro das Oliveiras**, 2019. Disponível em: <https://editoragazeta.com.br/anuario-brasileiro-das-oliveiras-2019/> Acesso em: 06 de jun 2025
- LAFKA, T. I. *et al.* Phenolic and antioxidant potential of olive oil mill wastes. **Food Chemistry**, v. 125, n. 1, p. 92 – 98, 2011. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jfpp.15194?msocid=1880d117ce4f635b132bc732cffe62a4cienceDirect> Acesso em: 08 jun 2025
- LUNAGREEN. **Matéria-prima natural com qualidade e sustentabilidade para cosméticos**, 2025. Disponível em: <https://lunagreen.com.br/>. Acesso em: 09 jul 2025
- MACHADO, M. S. **Revisão Sistemática: Potencial Terapêutico da N-Acetilcisteína no Controle da Xylella Fastidiosa em Oliveiras** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia), Universidade de Sorocaba, Sorocaba – SP, 2024. Disponível em: <https://repositorio.uniso.br/server/api/core/bitstreams/c5875911-6de9-4554-8415-608424d4b59a/content> Acesso em: 11 jul 2025
- MARAULO, G. E.; FERREIRA, C. D. S.; MAZZOBRE, M. F. β -cyclodextrin enhanced ultrasound-assisted extraction as a green method to recover olive pomace bioactive compounds. **Journal of Food Processing and Preservation**, v, 45, p. 1-13, 2021. Disponível: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/182144> Acesso em: 08 jun 2025
- MATA, Guilherme Leonardo de Araujo. **Aplicação da fécula de batata-doce (Ipomoea batatas L.) na indústria cosmética**, 2017. Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia em Cosméticos) - Faculdade de Tecnologia de Diadema "Luigi Papaiz", Diadema, 2020. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/21887> Acessado em: 05 nov 2025
- MEDEIROS, R. M. L. *et al.* Destinação e reaproveitamento de subprodutos da extração olivícola. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 2, p. 100-108, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/304672258_Destinacao_e_Reaproveitamento_de_Subprodutos_da_Extracao_Olivicola Acesso em: 08 jun 2025
- MENDONÇA, C. R. B. **Caracterização e aplicação de bagaço de azeitona em matrizes alimentícias**. Projeto de pesquisa – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2024. Disponível em: <https://ufpel.edu.br/projetos/bagaco-azeitona-mendonca>. Acesso em: 22 nov 2025
- MIRA, A. M. B. **Caracterização físico-química do bagaço de azeitona proveniente de processo centrífugo**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Agroalimentar) – Instituto Politécnico de Beja, Beja, Portugal, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ipbeja.pt/handle/20.500.12207/1234>. Acesso em: 22 nov 2025

NINGBO INNO PHARMCHEM CO.LTD. **Comparativo de espessantes: carbômero vs. goma xantana em formulações cosméticas.** 2024. Disponível em: <https://www.nbinno.com/pt/article/espessantes/comparativo-espessantes-carbomero-goma-xantana-cosmeticos>. Acesso em: 16 dez. 2025.

NUNES, M. A. *et al.* Valorization of olive pomace by a green integrated approach applying sustainable extraction and membrane-assisted concentration. **Science of the Total Environment.** v. 20, p. 40-47, 2019. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969718340956> Acesso em: 08 jun 2025

OEC – The Observatory of Economic Complexity. **Olive Oil**, 2025. Disponível em: <https://oec.world/en/profile/hs/olive-oil> Acesso em: 11 jun 2025

OEC – Observatory of Economic Complexity. **Olive Oil Trade Data 2023.** Disponível em: <https://oec.world/en/profile/hs92/olive-oil>. Acesso em: 27 out 2025

OLIV CARE. **Dermocosméticos sustentáveis a partir da oliveira gaúcha.** Caçapava do Sul: Oliv Care, 2025. Disponível em: <https://olivcarecosmeticos.com.br/>. Acesso em: 09 jul 2025

OLIVEIRA, J. M. A. **Extração assistida por ultrassom e micro-ondas dos compostos bioativos do bagaço e cascas de manga (*Mangifera indica*): caracterização química e avaliação antioxidante.** Dissertação de mestrado (Mestrado em Química). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2023. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/18830/2/JULIO_MANOEL_ANDRADE_Oliveira.pdf. Acesso em: 07 jul 2025

OLIVEIRA, R. *et al.* Otimização da extração de Compostos Antioxidantes de Bagaço de Azeite. In: **XXVI Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pelotas**, 2017, Pelotas. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2017/CA_03387.pdf Acesso em: 08 jun 2025

ONU – Organizações das Nações Unidas. **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável.** 2025. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/12> Acesso em: 08 jun 2025

OTERO, P. *et al.* Applications of by-products from the olive oil processing: revalorization strategies based on target molecules and green extraction technologies. **Trends in Food Science & Technology**, v. 116, p. 1084–1104, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.09.007>. Acesso em: 08 jun 2025

PACK FOR YOU. **As principais tendências de cosméticos para 2025.** 2025. Disponível em: <https://www.packforyou.com.br/blog/tendencias-de-cosmeticos-2025/>. Acesso em: 09 jul 2025.

PORTAL INSIGHTS. **Qual o país que mais consome azeite de oliva?** 2025. Disponível em: <https://www.portalinsights.com.br/perguntas-frequentes/qual-o-pais-que-mais-consome-azeite-de-oliva>. Acesso em: 27 out 2025

PORTAL DO AZEITE. **A produção de azeite no Rio Grande do Sul.** 2025. Disponível em: <https://portaldoazeite.com.br/a-producao-de-azeite-no-rio-grande-do-sul/>. Acesso em: 27 out 2025

PREFEITURA DE BAGÉ. **Seminário Binacional de Olivicultura do Bioma Pampa Consolida Esforços pelo Desenvolvimento Regional da Cadeia Produtiva de Oliva**. 2025 Disponível em: <https://www.bage.rs.gov.br/noticias/seminario-binacional-de-olivicultura-do-bioma-pampa-consolida-esforcos-pelo-desenvolvimento-regional-da-cadeia-produtiva-de-oliva> Acesso em: 08 jun 2025

RAPACKI C. **Métodos de extração de compostos fenólicos do bagaço da oliva: uma revisão da literatura** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química), Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/256289/001155565.pdf?sequence=1> Acesso em: 08 jun 2025

REIS, V. C. *et al.* Aplicações de solventes verdes na extração de compostos bioativos de espécies do Cerrado. In: **Congresso Brasileiro de Química**, 2024. Disponível em: <https://www.abq.org.br/cbq/trabalhos/7/A7T25806-1726159364.pdf>. Acesso em: 09 jul 2025

RICE, M. **Egypt's Making: The Origins of Ancient Egypt 5000–2000 BC**. 2 Ed. London: Routledge, 2003. Disponível em: [https://storage.googleapis.com/wzukusers/user-34249773/documents/5be156f9c83ccBikaqWg/Egypt's%20Making%20-%20The%20origins%20of%20Ancient%20Egypt%205000-2000%20BC%20\(2nd%20Edition\).pdf](https://storage.googleapis.com/wzukusers/user-34249773/documents/5be156f9c83ccBikaqWg/Egypt's%20Making%20-%20The%20origins%20of%20Ancient%20Egypt%205000-2000%20BC%20(2nd%20Edition).pdf). Acesso em: 09 jul 2025

RIÉFFEL, R. C. **Desenvolvimento e Avaliação de Insumos Obtidos por meio do Reaproveitamento do Bagaço da Oliva para Aplicação Cosmética**. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas), Faculdade de Farmácia, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2024. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/275863> Acesso em: 08 jun 2025

RIÉFFEL, R. C.; MARCZAK, L. D. F.; GUERREIRO, I. C. K. Extração e caracterização de compostos bioativos do bagaço de oliva. In: **SIMPÓSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR**, 9., 2023, Bento Gonçalves. Bento Gonçalves, 2023. Disponível em: https://www.schenautomacao.com.br/ssa9/envio/files/trabalho4_110.pdf4_110.pdf Acesso em 05 mai 2025

ROCHA, T. **Desenvolvimento de um creme hidratante e esfoliante contendo aditivos naturais extraídos da romã**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química), Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2023

RODRIGUES, F. *et al.* Olive by-products: challenge application in cosmetic industry. **Industrial Crops and Products**, v. 70, p. 116–124, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.03.027>. Acesso em: 08 jun 2025

RODRIGUES, R. M. *et al.* Caracterização química da farinha obtida a partir de bagaço oriundo da extração do azeite. In: **SIMPÓSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR**, 7ed., 2020. Disponível em https://schenautomacao.com.br/ssa7/envio/files/trabalho3_307.pdf Acesso em: 24 nov 2025

RODRIGUES, T. L. **Acetilação de compostos lignocelulósicos oriundos do reaproveitamento de resíduo da olivicultura**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química), Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2021. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/handle/rii/2942>. Acesso em: 09 jul 2025

RODRIGUES, Y. P. *et al.* Avaliação das Propriedades Mecânicas de um Filme Biopolimérico obtido do extrato da Casca da Jabuticaba *Plinia cauliflora* com Potencial Uso como Embalagem para alimentos **III Encontro Multidisciplinar em Ciência e Engenharia de Materiais**, p. 1-6, 2024. Disponível em: <https://eventos.unipampa.edu.br/multimat2024/files/2025/03/e-book-final.pdf>. Acesso em: 08 jun 2025

ROMANI, A. *et al.* Health effects of phenolic compounds found in extra-virgin olive oil, by-products, and leaf of *Olea europaea* L. **Nutrients**, v. 11, n. 8, p. 1–33, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu11081776>. Acesso em: 08 jun 2025

ROMERO, V; *et al.* Diferenças entre cosméticos orgânicos e naturais: literatura esclarecedora para prescritores. **Surgical & Cosmetic Dermatology**, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 188–193, 2018. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/2655/265557800010/html>. Acesso em: 27 out 2025

ROSTAGNO, M. A.; PRADO, J. M. **Natural product extraction: principles and applications**, São Paulo: RSC Publishing, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Abdelkader-Bouaziz/post/Protocol-for-extraction-of-antibiotic-from-plants/attachment/5f3d7f67ed60840001c7d545/AS%3A926330585612288%401597865830250/download/Natural+product+extraction++principles+and+applications.pdf>. Acesso em: 07 jul 2025

SANT'ANNA, V. *et al.* Influência das diferentes temperaturas de secagem de bagaço de uva sobre os compostos fenólicos. **Anais do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Soberania e Segurança Alimentar**. Galoá Proceedings, 2019. Disponível em: <https://proceedings.science/enpssan-2019/trabalhos/influencia-das-diferentes-temperaturas-de-secagem-de-bagaco-de-uva-sobre-os-comp?lang=pt-br>. Acesso em: 15 jul 2025

SAXENA, R. K. *et al.* Microbial production of 1,3-1,3 propanediol: recent developments and emerging opportunities. **Biotechnology Advances**, v. 27, n. 6, p. 895–913, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2009.07.003>. Acesso em: 08 mai 2025

SEAPDR - SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA, PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E IRRIGAÇÃO. **Evolução da produção de azeites no RS: 2010–2024**. 2024. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/pro-oliva>. Acesso em: 27 out 2025

SEBRAE. **Conheça os selos de certificação para cosméticos**. Brasília: Sebrae, 2021. Disponível em: https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Arquivos/ebook_sebrae_conheca-selos-de-certificacao-para-cosmeticos.pdf. Acesso em: 27 out 2025

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Cresça com os cosméticos orgânicos**, 2023. Disponível em <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/cresca-com-os-cosmeticos-organicos,48425cc1c52a6810VgnVCM1000001b00320aRCRD>. Acesso em: 06 jun 2025

SERVILLI, M., *et al.* Biological Activities of Phenolic Compounds of Extra Virgin Olive Oil, **Antioxidants**. v.3, p.1-23, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2009.07.003>. Acesso em: 08 mai 2025

SILVA, A. N. O. **Abstração e emanção em Avicena**. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Faculdade de Filosofia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/items/0558079b-aefc-440c-8563-d8d28b25d4c1>. Acesso em: 14 jul 2025

SILVA, F. W. M. **Desenvolvimento e validação de um sistema de extração e hidrólise sequencial com purificação e análise em tempo real para produção de compostos de maior valor agregado** Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2023. Disponível em: <https://www.repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/1385595> Acesso em: 03 jun 2025

SILVA, G. P. da *et al.* 1, 3-propanodiol: produção, aplicações e potencial biotecnológico. **Química Nova**, v. 37, p. 527-534, 2014. Disponível em: www.scielo.br/j/qn/a/d38VfMyRRWwZdVzDgsRX4jN/ Acesso em: 08 jun 2025

SILVA, L. H. **Secagem do bagaço de azeitona (*Olea europaea* L.) para obtenção e caracterização de farinha**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2021. Disponível em: <https://repositorio.unipampa.edu.br/server/api/core/bitstreams/c80dc6b1-58cf-436f-81d1-2647da2e3a90/content>. Acesso em 24 nov 2025

SILVEIRA, A. S. **Avaliação das propriedades mecânicas e fotoprotetoras de filmes biopoliméricos contendo extrato produzido a partir de bagaço de azeitona**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química), Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2024

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144–158, 1965. Disponível em: <https://www.ajevonline.org/content/16/3/144>. Acesso em: 09 jul 2025

SÓ HÉLICES. **4 agentes espessantes mais utilizados na indústria de cosméticos**. 2024. Disponível em: <https://sohelices.com.br/4-agentes-espessantes-mais-utilizados-na-industria-de-cosmeticos/>. Acesso em: 16 dez. 2025.

SOARES, G. M. L. **Reaproveitamento e integração do bagaço da azeitona na produção de sabonete com potencial para esfoliação do tipo física**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química), Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2021

SOARES, J. O.; *et al.* Análise centesimal e bioativa de bagaço de azeitona proveniente da Campanha Gaúcha. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA**, 60., 2021, Florianópolis. Anais. Florianópolis: ABQ, 2021. Disponível em: <https://cbq.org.br/anais2021/artigos/soares-bagaco-oliveira.pdf>. Acesso em: 22 nov 2025

SOARES, V P. **Cosméticos naturais e orgânicos: uma opção de inovação sustentável**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/22961/1/TCC%20VAL%c3%89RIA%20PEREIRA%20Soares.pdf> Acessado em: 04 jun 2025

SOUZA, I. **História dos cosméticos da Antiguidade ao século XXI**, 2018. Disponível em: <https://cosmeticaemfoco.com.br/artigos/historia-dos-cosmeticos-da-antiguidade-ao-seculo-xxi/> Acesso em: 04 jun 2025

SOUZA, N. M. **A História da Beleza Através dos Tempos**. Monografia de Mestrado (Especialista em Docência de Nível Superior), Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/529820687/A-Historia-da-Beleza-Atraves-do-Tempo> Acesso em: 03 jun 2025

STROUHAL, E. **Life of the Ancient Egyptians. Tradução de Deryck Viney. Fotografias de Werner Forman**. Norman: University of Oklahoma Press, 2007. Disponível em: <https://archive.org/details/lifeofancientegy0000stro>. Acesso em: 09 jul 2025

TAKATSUI, F. **Sistema CIE LAB: análise computacional de fotografias**. Dissertação (Mestrado em Ciências Odontológicas) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia de Araraquara, Araraquara, 2011 Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/30c6d75f-d8f3-4889-858e-506878b507ec/content>. Acesso em 27 out 2025

TEIXEIRA, M. R. M. **Elaboração de um Creme Hidratante Com Extrato de Butiá (*Butia Yatai*)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química), Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2023

TULÍPIA COSMÉTICOS. **Azeite de oliva: princípios ativos cosméticos**. 2024. Disponível em: <https://tulipia.com.br/principios-ativos-cosmeticos/oleo-de-oliva>. Acesso em: 09 jul 2025

VIVEIRO FREISLEBEN. **Mudas de Oliveira Koroneiki**, 2025 Disponível em: <https://viveirofreisleben.com.br/6582925-Muda-de-Oliveira-Koroneiki-Clonada?srsltid=AfmBOoquy-WUq4aoqdAwpQdPyMKCcRHjL9Q8d2zh6eZGaMcEAhHO9qbn> Acesso em: 09 jul 2025

XIE, P. *et al.* Enhanced extraction of hydroxytyrosol, maslinic acid and oleanolic acid from olive pomace: process parameters, kinetics and thermodynamics, and greenness assessment. **Food Chemistry**, v. 276, p. 662–674, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30409646/>. Acesso em: 08 jun 2025

ZHANG, Q. *et al.* Natural deep eutectic solvents as new extraction media for bioactive compounds from plants. **Food Chemistry**, v. 240, p. 118–126, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1466856418303333>. Acesso em: 09 jul 2025