

GABRIELA COSTA CURTA

**APROVEITAMENTO DO *TRUB* QUENTE NA COSMÉTICA: COMPOSTOS
FENÓLICOS, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ESTABILIDADE DA FORMULAÇÃO**

CASCADEL

2025

GABRIELA COSTA CURTA

**APROVEITAMENTO DO *TRUB* QUENTE NA COSMÉTICA: COMPOSTOS
FENÓLICOS, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ESTABILIDADE DA FORMULAÇÃO**

Trabalho apresentado como requisito
parcial para conclusão da disciplina de
Trabalho de Conclusão de Curso, do curso
de Farmácia, do Centro Universitário
Fundação Assis Gurgacz

Professor(a) orientador(a): Suzana Bender

CASCADEL

2025

CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ
GABRIELA COSTA CURTA

**APROVEITAMENTO DO *TRUB* QUENTE NA COSMÉTICA: COMPOSTOS
FENÓLICOS, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ESTABILIDADE DA FORMULAÇÃO**

Trabalho apresentado ao Curso de Farmácia, do Centro Universitário FAG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Farmácia, sob a orientação da Professora Suzana Bender tendo sido _____, com nota _____, na data de _____

BANCA EXAMINADORA

SUZANA BENDER

Centro Universitário FAG
Professora Doutora

MEMBRO 1

Centro Universitário FAG
Titulação do Docente

MEMBRO 2

Centro Universitário FAG
Titulação do Docente

Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz

Cascavel/PR, Novembro, 2025

SUMÁRIO

1. REVISÃO LITERÁRIA	5
1.2 RESÍDUOS DO PROCESSO CERVEJEIRO	5
1.3 TRUB QUENTE	5
1.4 COMPOSTOS FENÓLICOS	6
1.5 ANTIOXIDANTES	7
1.6 COSMÉTICOS	8
1.6.1 Formulações cosméticas	9
1.6.2 Ativos Cosméticos	10
1.6 ESTABILIDADE FÍSICO QUÍMICA EM COSMÉTICOS	10
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12
3. ARTIGO CIENTÍFICO	15
4. NORMAS DA REVISTA	38
5. RELATÓRIO DOCXWEB	41

1. REVISÃO LITERÁRIA

1.2 RESÍDUOS DO PROCESSO CERVEJEIRO

O mercado cervejeiro tem apresentado crescimento constante ao longo dos anos. A cerveja, considerada uma das bebidas mais populares do mundo, é amplamente apreciada e consumida em todos os cinco continentes (MATHIAS; MELLO; SÉRVULO, 2014). Segundo Costa (2017), os principais resíduos sólidos gerados no processo de fabricação de cerveja são o bagaço de malte, o *trub* e as leveduras. Esses resíduos têm um impacto significativo, pois são gerados em quantidades que variam de 16 a 24 kg para cada 100 litros de cerveja produzida.

Nesse contexto, a bioconversão de resíduos nas cadeias agroindustriais torna-se cada vez mais necessária, uma vez que esses resíduos frequentemente apresentam alta carga orgânica e nutricional, além de baixo custo de aquisição. A reutilização de resíduos em processos biotecnológicos é uma alternativa atraente, pois não apenas possibilita a utilização de subprodutos economicamente viáveis para a geração de produtos de maior valor agregado, mas também contribui para a solução de problemas ambientais. (COSTA, 2017)

1.3 TRUB QUENTE

O mercado cervejeiro tem apresentado crescimento constante ao longo dos anos. A cerveja, considerada uma das bebidas mais populares do mundo, é amplamente apreciada e consumida em todos os cinco continentes (MATHIAS; MELLO; SÉRVULO, 2014). Segundo Costa (2017), os principais resíduos sólidos gerados no processo de fabricação de cerveja são o bagaço de malte, o *trub* e as leveduras.

O *trub*, em particular, é um resíduo gerado durante o processo de filtração ou clarificação da cerveja, podendo ser dividido em duas categorias: o *trub* quente (ou grosso) e o *trub* frio (ou fino) (PRADO, 2021). Segundo Marsarioli (2019), o *trub* quente é aquele extraído na primeira filtração após o cozimento.

De acordo com Asevedo, Fontoura e dos Santos (2019), o *trub* quente é formado principalmente pela coagulação de proteínas de alta massa molar, que se desnaturam devido ao calor, perdendo água de solvatação. Além das proteínas, outros componentes como cátions (principalmente Ca^{2+}), compostos do lúpulo, polifenóis e carboidratos não totalmente hidrolisados também contribuem para sua formação. Em média, são gerados entre 0,2 e 0,4 kg de *trub* úmido

(com 80 a 90% de umidade) para cada hectolitro de cerveja produzido (MATHIAS; MELLO; SÉRVULO, 2014).

Já o *trub* fino, também chamado de resíduo de levedura, é obtido na segunda filtração, realizada com o uso de filtro de terra diatomácea ou equipamento equivalente. Esse resíduo é formado por compostos como gordura vegetal, terra diatomácea (quando aplicável) e levedura (MARSARIOLI, 2019).

Embora sua composição possa variar, é possível generalizar que o *trub* quente é composto por aproximadamente: 50 a 70% de proteínas, 10 a 20% de substâncias não solubilizadas do lúpulo, 5 a 10% de polifenóis, 4 a 8% de carboidratos, 3 a 5% de minerais e 3 a 5% de ácidos graxos (PRADO, 2021). Os teores e tipos de compostos presentes no *trub* quente são influenciados pelo tipo de malte, tipo de moagem, tipo e concentração de lúpulo, processos utilizados na produção da bebida, entre outros (SILVA, 2022).

O *trub* quente tem sido pouco explorado para aplicações biotecnológicas (SILVA, 2022). Atualmente, além de ser utilizado como ração animal, destaca-se o estudo de sua aplicação como fertilizante, devido ao seu alto conteúdo de compostos nitrogenados (MATHIAS; MELLO; SÉRVULO, 2014).

1.4 COMPOSTOS FENÓLICOS

Os compostos fenólicos são substâncias amplamente distribuídas no reino vegetal, representando cerca de 8.000 estruturas diferentes. Atualmente, são a classe de compostos mais estudada, devido aos diversos benefícios relatados para a saúde e o bem-estar humano (COSTA, 2017).

Atualmente, diversos estudos indicam que os compostos fenólicos e flavonoides possuem atividade antioxidante, sugerindo seu uso em formulações para a prevenção e tratamento dos danos causados pelos radicais livres na pele. Além disso, há uma correlação entre os compostos fenólicos e suas ações anti-inflamatória, antimicrobiana, hipolipidêmica e anticancerígena, o que destaca seu potencial terapêutico em diversas áreas da saúde (PRADO, 2021).

Vários métodos espectrofotométricos são utilizados atualmente para quantificar compostos fenólicos, tanto de forma total quanto individual, ou por classe específica (OLIVEIRA et al., 2009). O método de Folin-Ciocalteu, em particular, é amplamente utilizado para a determinação dos compostos fenólicos totais, e tem o objetivo de detectar todas as classes de compostos poli-hidroxifenólicos (PRADO, 2021).

Esse método baseia-se na redução do ácido fosfomolibdico-fosfotúngstico pelas hidroxilas fenólicas, que, na forma de fenolato, geram um complexo azul com absorção entre 620 e 760 nm, com pico em 760 a 765 nm (MARTINS et al, 2021). A intensidade da coloração azul reflete o número de grupos hidroxila ou de grupos oxidáveis. A reação ocorre quando o ácido gálico, em meio básico, se desprotona, formando ânions fenolato, que reagem com o molibdênio do reagente de Folin, reduzindo-o e alterando a coloração do meio de amarelo para azul (OLIVEIRA et al., 2009).

1.5 ANTIOXIDANTES

O termo antioxidante designa um grupo heterogêneo de moléculas que, quando presentes em menor quantidade em relação ao substrato oxidável, são capazes de absorver a energia de excitação dos radicais livres, neutralizando-os ou prevenindo significativamente a oxidação do substrato (HALLIWELL et al., 1995; VANNUCCHI et al., 1998).

A oxidação é um processo metabólico essencial para a produção de energia necessária às atividades vitais das células. No entanto, o metabolismo do oxigênio nas células vivas também resulta na formação de radicais livres. Esses compostos oxidantes são gerados naturalmente pelo organismo, mas, quando não controlados, podem causar danos significativos às estruturas celulares (ROESLER et al., 2007).

O equilíbrio entre a produção de radicais livres e a ação das defesas antioxidantes é fundamental para a manutenção da homeostase celular. Quando ocorre um desequilíbrio, com o aumento da geração de espécies reativas de oxigênio e a redução dos mecanismos de defesa, instala-se o chamado estresse oxidativo, processo relacionado a diversas alterações fisiológicas, incluindo o envelhecimento cutâneo (KEDE e SABATOVICH, 2004).

A teoria do envelhecimento mediado por radicais livres baseia-se justamente na falha dos mecanismos antioxidantes naturais. Na pele, esse processo manifesta-se por meio da degradação de componentes estruturais e da perda de elasticidade e firmeza. Os antioxidantes, nesse contexto, exercem papel essencial ao contribuírem para o equilíbrio redox do estrato córneo e ao reduzirem a peroxidação dos lipídios intercelulares, protegendo as células contra danos oxidativos (PRIMAVERA e BERARDESCA, 2005).

Em razão desses efeitos protetores, formulações cosméticas antioxidantes têm sido amplamente utilizadas no combate ao envelhecimento cutâneo. A maioria dos produtos

dermocosméticos modernos contém pelo menos uma substância com essa finalidade, visando neutralizar espécies reativas e preservar a integridade celular (GIACOMONI, 2007).

Entre os principais compostos com atividade antioxidante destacam-se os fenóis, ácidos fenólicos e seus derivados, flavonóides, tocoferóis, fosfolipídios, aminoácidos, ácido fítico, ácido ascórbico, pigmentos e esteróis. Os antioxidantes fenólicos, em especial, são considerados antioxidantes primários, pois atuam interrompendo a cadeia de reações promovidas pelos radicais livres, prevenindo a oxidação excessiva e, conseqüentemente, os danos celulares (ROESLER et al., 2007).

Para avaliar a eficiência antioxidante dessas substâncias, utiliza-se frequentemente o método do DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), que se baseia na capacidade dos antioxidantes de doar elétrons ou átomos de hidrogênio para neutralizar o radical livre DPPH, de coloração violeta intensa. Quando ocorre a reação com o antioxidante, o DPPH é reduzido a DPPH-H, resultando no desaparecimento da cor violeta. Assim, quanto maior a redução da coloração, maior é a atividade antioxidante da amostra (GULCIN; ALWASEL, 2023). A porcentagem de atividade antioxidante (%AA) representa a fração de radicais DPPH neutralizados, refletindo diretamente a eficácia da substância testada na eliminação de radicais livres. (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSET, 1995)

1.6 COSMÉTICOS

A definição de cosmético, segundo a Resolução - RDC nº 7, de 10 de fevereiro de 2007, da ANVISA, é: “Cosméticos são substâncias ou preparações de uso externo, aplicadas no corpo humano, com o objetivo de limpar, perfumar, alterar a aparência, corrigir odores corporais ou proteger ou manter em bom estado a pele, cabelo, unhas e dentes” (BRASIL, 2007).

A maioria dos cosméticos é comercializada para aplicação na pele, que desempenha um papel fundamental como barreira protetora entre o ambiente interno e externo do corpo. Sendo o maior órgão do corpo humano, a pele representa cerca de 7 a 16% do peso total. Também conhecida como membrana cutânea, ela é responsável por funções essenciais para a vida, como a regulação da temperatura corporal, a síntese de vitamina D, além da excreção e absorção de substâncias (PRADO, 2021).

1.6.1 Formulações cosméticas

Diversas formas farmacêuticas semissólidas são utilizadas na formulação de cosméticos com o objetivo de promover uma ação localizada na pele ou em mucosas. Essas formulações podem se apresentar em diversas formas, como emulsões, pomadas, pastas ou géis (FERREIRA, 2010). Elas contêm, no mínimo, uma substância ativa dissolvida ou uniformemente distribuída em uma base adequada, além de excipientes compatíveis, como emulsificantes, espessantes, conservantes, antioxidantes e estabilizantes (OTTO et al., 2018).

Entre as várias formas de cosméticos, as emulsões são historicamente uma das mais antigas na administração de ativos cosméticos. Elas consistem em um sistema heterogêneo formado por dois líquidos imiscíveis: uma fase aquosa ou hidrofílica e uma fase oleosa ou lipofílica. Uma dessas fases é dispersa na outra em forma de pequenas gotículas (PRISTA et al., 2011).

Para melhorar a estabilidade dessas emulsões, diversos estudos buscam otimizar o uso de agentes emulsionantes. Esses emulsificantes têm como função principal reduzir a tensão interfacial entre as fases, evitando a coalescência das gotículas e, conseqüentemente, estabilizando a emulsão (CASTRO, 2015).

Os emulsificantes mais comumente usados são os aniônicos e catiônicos. Embora os aniônicos sejam amplamente utilizados devido ao seu baixo custo, eles podem apresentar toxicidade quando aplicados externamente. Por outro lado, os emulsificantes catiônicos se destacam por sua baixa toxicidade, menor irritabilidade e resistência a aditivos como eletrólitos (CASTRO, 2015).

Além disso, a maioria dos agentes emulsionantes de natureza hidrofílica favorece a formação de emulsões do tipo O/A (óleo em água), enquanto os de natureza lipofílica favorecem as emulsões A/O (água em óleo) (CASTRO, 2015). Do ponto de vista cosmético, as emulsões mais leves, com menor proporção de componentes lipofílicos, são preferidas pelos consumidores, pois proporcionam uma sensação mais agradável durante a aplicação (FERREIRA, 2010).

Os cremes, por sua vez, são formulações semissólidas homogêneas, caracterizadas por sistemas opacos de emulsão. A textura e as propriedades reológicas dessas formulações são determinadas pelo tipo de emulsão – A/O (água em óleo) ou O/A (óleo em água) – e pela composição dos sólidos presentes na fase interna (OTTO et al., 2018).

Usados para aplicação na pele ou mucosas, os cremes desempenham funções protetoras, terapêuticas ou profiláticas, sendo particularmente eficazes quando não se busca um efeito oclusivo. O termo “creme” é geralmente associado a formulações suaves, com boa aceitação cosmética (OTTO et al., 2018).

1.6.2 Ativos Cosméticos

Os ativos cosméticos são componentes essenciais nas formulações, responsáveis por promover as alterações desejadas na pele ou em outros órgãos aos quais o cosmético será aplicado. Esses ativos devem ser controlados quanto à sua quantidade, pois é fundamental que se respeitem os limites aceitáveis de aplicação, levando em consideração sua toxicidade, os potenciais efeitos colaterais e as possíveis reações alérgicas. Isso ocorre porque, além de sua eficácia, os ativos precisam garantir a segurança do usuário durante o uso. (GALEMBECK; CSORDAS, 2009)

Além disso, o formulador deve ter atenção durante o processo de extração do produto natural, utilizando solventes adequados e recomendados para o procedimento. É essencial conhecer e aplicar corretamente as técnicas de extração, bem como manusear o extrato com cuidado, evitando a contaminação da amostra e/ou do produto final (CARVALHO, 2021).

No contexto atual do mercado, há um crescente interesse pela origem dos ativos cosméticos, seja de fontes naturais, como os orgânicos, ou de fontes renováveis que sigam princípios de sustentabilidade social e ambiental. A escolha desses ativos não só reflete a demanda do consumidor por produtos mais ecológicos e responsáveis, como também impacta diretamente o custo de produção. As matérias-primas representam aproximadamente 65% do custo direto de produção de um cosmético, tornando sua seleção estratégica tanto para a viabilidade econômica quanto para a percepção do consumidor sobre o produto final. (GALEMBECK; CSORDAS, 2009)

1.7 ESTABILIDADE FÍSICO QUÍMICA EM COSMÉTICOS

Para assegurar a segurança, eficácia e estabilidade dos cosméticos, é imprescindível realizar testes rigorosos que validem esses requisitos. O estudo de estabilidade envolve submeter as amostras a condições extremas, acelerando a degradação química e as alterações físicas entre seus componentes. Após essa exposição, são avaliados sinais de instabilidade por meio de ensaios físico-químicos (como pH, viscosidade e densidade) e testes organolépticos, que analisam aspectos como cor, odor e aparência. (BRASIL, 2004)

Esses testes têm a finalidade de identificar potenciais problemas nas formulações e são realizados em diferentes etapas do desenvolvimento para garantir que o produto seja seguro, estável e eficaz. A implementação de um programa estruturado de triagem e estabilidade durante o desenvolvimento facilita a seleção do produto ideal, minimizando os riscos de instabilidade. (CASTRO, 2015)

Dentro do estudo de estabilidade, o teste de triagem, também conhecido como estabilidade preliminar ou de curto prazo, é aplicado na fase inicial de desenvolvimento do produto. Este teste é feito utilizando lotes em escala laboratorial, sem determinar o prazo de validade do produto (BRASIL, 2004). De acordo com o Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos da ANVISA (2024), o teste de triagem envolve a realização de procedimentos como centrifugação, estresse térmico e ciclos de gelo/degelo. (BRASIL, 2004)

O teste de centrifugação, por exemplo, simula o aumento da força gravitacional e a movimentação das partículas, causando estresse na amostra. Sinais de instabilidade podem ser observados por meio de precipitação, separação de fases, formação de aglomerados e coalescência. (BRASIL, 2007)

O teste de estresse térmico, por sua vez, submete o produto a condições extremas de temperatura durante períodos específicos. O objetivo é acelerar reações como hidrólise, descarboxilação, rancemização e outras reações de oxidação que podem comprometer a estabilidade do cosmético. (FERREIRA, 2010)

Já o ensaio de ciclo gelo/degelo consiste em alternar períodos de altas e baixas temperaturas. As formulações passam por 24 horas em estufa a temperaturas elevadas e 24 horas em freezer a temperaturas baixas, em ciclos repetidos. Os ciclos recomendados incluem: 24 horas a $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 24 horas a $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ por quatro semanas; ou 24 horas a $45\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 24 horas a $-5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 12 dias, totalizando seis ciclos; ou ainda, 24 horas a $50\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 24 horas a $-5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, também com seis ciclos (BRASIL, 2004). Ao final dos testes, são avaliadas as características organolépticas, como aspecto, cor e odor, e as físico-químicas, como pH e viscosidade. (BRASIL, 2007)

Os ensaios físico-químicos são procedimentos técnicos essenciais para o formulador identificar potenciais problemas que possam afetar a estabilidade e a qualidade do produto (BRASIL, 2004). Já os ensaios organolépticos têm o objetivo de avaliar o estado atual da amostra, utilizando análises comparativas realizadas pelos órgãos dos sentidos, como aspecto, cor, odor, sabor e tato. Embora muitas das alterações ou rearranjos moleculares causados pelos processos de degradação não sejam visíveis a olho nu, algumas reações podem resultar na formação de precipitados, separação de fases, turvação ou mudança na cor do produto. (BRASIL, 2004)

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MATHIAS, T. R. S.; MELLO, P. P. M.; SÉRVULO, E. F. C. **Solid wastes in brewing process: A review.** Journal of Brewing and Distilling, v. 5, n. 1, p. 1-9, 2014.

COSTA, F. S. F. **Estudo do resíduo gerado pela indústria de cerveja artesanal, trub quente, caracterização fitoquímica e avaliação de atividades antimicrobiana e antioxidante.** 2017. 128 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017. Disponível em: <http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/10511>. Acesso em: 28 mar. 2025.

PRADO, Milena Borochock do. **Avaliação do trub quente como potencial ingrediente para a produção de cosméticos.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2021. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/28057>. Acesso em: 27 mar. 2025.

MARSARIOLI, Maurício. **Identificação e avaliação de geração de resíduos em processo de produção de cerveja em microcervejaria e proposição de reutilização.** 2019. Dissertação (Mestrado) – Curso de Sistemas Ambientais Sustentáveis, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 19 jul. 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10737/2627>. Acesso em: 28 mar. 2025.

ASEVEDO, Sávio de Meneses Leite Asevedo; FONTOURA, Camilla Rocha de Oliveira; SANTOS, Lígia Marcondes Rodrigues dos Santos. **Avaliação dos efeitos da adição de trub na fermentação de uma cerveja do tipo Pilsen.** Cadernos UniFOA, Volta Redonda, n. 42, p. 23-32, abril, 2020.

SILVA, Gerbson V. de Andrade. **Extração e concentração de compostos bioativos a partir de trub quente de cervejaria.** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Florianópolis, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/247491>. Acesso em: 28 mar. 2025.

OLIVEIRA, A. C.; VALENTIM, I. B.; GOULART, M. O. F.; SILVA, C. A.; BECHARA, E. J. H.; TREVISAN, M. T. S. **Fontes vegetais naturais de antioxidantes**. Química Nova, v. 32, n. 3, p. 689-702, 2009.

MARTINS, Gabriel R.; MONTEIRO, Alvaro F.; AMARAL, Felipe Rafael L.; SILVA, Ayla S. A **validated Folin-Ciocalteu method for total phenolics quantification of condensed tannin-rich açai (*Euterpe oleracea* Mart.) seeds extract**. J Food Sci Technol. 2021 Jan 18;58(12):4693–4702. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s13197-020-04959-5>>. Acesso em: 18 de Jul. 2025

ROESLER, Roberta; MALTA, Luciana G.; CARRASCO, Luciana C.; HOLANDA, Roseane B.; SOUSA, Clélia A.S.; PASTORE, Glaucia M. **Atividade antioxidante de frutas do cerrado**. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 27(1): 53-60, jan.-mar. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000100010>. Acesso em: 27 de Out. 2025

HALLIWELL, B.; AESCHBACH, R.; LÖLINGER, J.; ARUOMA, O.I. The characterization on antioxidants. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v.33, n.7, p.601-617, 1995.

VANNUCCHI, H.; MOREIRA, E. A. M.; CUNHA, D. F.; JUNQUEIRA-FRANCO, M. V. M.; BERNARDES, M. M.; JORDÃO, A. J. Papel dos nutrientes na peroxidação lipídica e no sistema de defesa antioxidante. **Simpósio Nutrição Clínica Cap. III, Medicina Ribeirão Preto**, v. 31 Jan/Mar., p. 31-44, 1998.

KEDE, M. P. V.; SABATOVICH, O. **Dermatologia Estética**. São Paulo: Atheneu, 2004. 771p.
PRIMAVERA, G.; BERARDESCA, E. Clinical and instrumental evaluation of a food supplement in improving skin hydration. **International Journaul of Cosmetic Science**, [s.l.], v.27, n.4, p.199-204, aug.2005.

GIACOMONI, P. U. Understanding reactive oxygen species. **Cosmetics & Toiletries**, v. 122, n. 5, p. 36-40, 2007.

GULCIN, I.; ALWASEL, S.H. DPPH Radical Scavenging Assay. Processes 2023, 11, 2248. DOI: <<https://doi.org/10.3390/pr11082248>>

BRAND-WILLIAMS, W., CUVELIER, M. E., & BERSET, C. (1995). **Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity**. *LWT - Food Science and Technology*, 28, 25–30

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 7, de 10 de fevereiro de 2007. **Dispõe sobre a definição, requisitos e classificações de produtos cosméticos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2007.

FERREIRA, A. O. **Guia Prático da Farmácia Magistral**. 4ª ed. São Paulo: Pharmabooks, 2010. 736 p.

OTTO, Viviane; FRANÇA, Fernanda; HOEFLER, Rogério. **Formas farmacêuticas semissólidas para tratamento tópico**. *Farmacoterapêutica*, [S. l.], v. 22, n. 01, p. 3–9, 2018. Disponível em: <https://revistas.cff.org.br/farmacoterapeutica/article/view/2336>. Acesso em: 31 mar. 2025.

PRISTA, L. N.; ALVES, A. C.; MORGADO, R. **Tecnologia Farmacêutica**. 8ª Edição Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2011. 786 p.

CASTRO, Rafaella Morgana Lima de. **Emulsão: uma revisão bibliográfica**. 2015. [TCC de Farmácia] – Universidade Federal da Paraíba. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/947>. Acesso em: 30 mar. 2025.

GALEMBECK, F.; CSORDAS, Y. **Cosméticos: A química da beleza**. Sala de leitura, 2019.

CARVALHO, Juliana G. Da Silva. **Estudo Sobre Formulações Cosméticas Naturais e Princípios Ativos de Origem Natural Encontrados no Brasil**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/27785/1/formulacoescosmeticasnaturais.pdf>.

Acesso em: 26 Abr. 2025

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Gerência Geral de Cosméticos. **Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos**. Brasília, 2004.

3. ARTIGO CIENTÍFICO

15

Artigo original

Aproveitamento do *trub* quente na cosmética: Compostos fenólicos, atividade antioxidante e estabilidade da formulação

Resumo:

Objetivo: Investigar a viabilidade do *trub* quente como ingrediente cosmético, por meio da quantificação de compostos fenólicos, da avaliação da atividade antioxidante e da análise da estabilidade de uma formulação creme contendo o extrato. **Metodologia:** Desenvolver uma pesquisa experimental de natureza aplicada, realizada com a amostra de *trub* quente proveniente do processo cervejeiro artesanal. Obter o *trub* quente em uma cervejaria de Cascavel-PR, Determinar o teor de compostos fenólicos totais pelo método de Folin-Ciocalteu e a atividade antioxidante pelo ensaio DPPH. Incorporar o extrato obtido a 5% em base creme óleo/água e submeter a testes preliminares de estabilidade física, avaliando pH e características organolépticas. **Resultados:** O teor de compostos fenólicos totais foi de $1,143 \pm 0,024$ mg EAG/g, e a atividade antioxidante de $95,6 \pm 1,7\%$. Após a incorporação do extrato etanólico em base creme, a formulação apresentou coloração amarelada, odor característico da base e manteve-se estável nos testes de centrifugação, estresse térmico e ciclo gelo/degelo, sem alterações de pH ou separação de fases. **Conclusão:** O estudo confirmou que o *trub* quente contém compostos fenólicos e apresenta atividade antioxidante elevada, mantendo estabilidade quando incorporado em base creme. Esses achados indicam a viabilidade de seu uso como ingrediente cosmético e a possibilidade de aproveitamento de um subproduto da indústria cervejeira em formulações tópicas.

Palavras-chave: Cosméticos; cerveja; compostos fenólicos; antioxidantes; estabilidade de cosméticos

Introdução:

A cerveja, uma das bebidas mais populares do mundo, é apreciada em todos os cinco continentes¹. Durante sua fabricação, os principais resíduos sólidos gerados são o bagaço do malte, o *trub* e as leveduras². O *trub*, obtido na filtração ou clarificação da cerveja, pode ser classificado em duas categorias, como *trub* quente ou frio, sendo o *trub* quente extraído na primeira filtração após o cozimento³⁻⁴.

Conforme Mathias, Mello e Sérvulo (2014)¹, o *trub* quente é rico em compostos como proteínas, polifenóis, flavonoides, minerais e ácidos graxos, apresentando propriedades antioxidantes e hidratantes que podem beneficiar a pele. Em um estudo realizado por Prado (2021)³, o *trub* quente mostrou teores satisfatórios de compostos fenólicos e flavonóides, sendo considerado atóxico, o que evidencia seu potencial para formulações cosméticas. Além disso, Benera et al (2025)⁵ indicam que os resíduos de cerveja podem constituir uma fonte promissora de polifenóis naturais, com aplicação em produtos cosméticos e nutracêuticos, contribuindo para a valorização de subprodutos e a sustentabilidade.

A indústria brasileira de Cosméticos, Perfumaria e Higiene Pessoal tem buscado matérias-primas renováveis e inovadoras⁶. O *trub* quente, subproduto da cervejaria, contém compostos bioativos que podem ser incorporados em cosméticos, atendendo tanto às demandas de mercado quanto aos critérios ambientais. No entanto, para garantir que esses produtos sejam seguros, eficazes e estáveis, é fundamental a realização de testes rigorosos, que validem esses requisitos⁷.

Assim, estudar a viabilidade do *trub* como ativo cosmético é relevante, pois permite explorar seu potencial e estabilidade, valorizar um subproduto e desenvolver produtos inovadores e sustentáveis. Apesar disso, o *trub* quente ainda é pouco explorado para aplicações biotecnológicas e continua sendo tratado como resíduo descartável⁸⁻⁹. Nesse contexto, este trabalho teve como

objetivo investigar o potencial cosmético do *trub* quente por meio da quantificação de compostos fenólicos, da avaliação da atividade antioxidante, e da análise da estabilidade físico-química de uma formulação desenvolvida com sua incorporação, visando sua aplicação como ingrediente ativo em produtos cosméticos.

Método:

Tipo do Estudo

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa experimental, de natureza aplicada e abordagem quantitativa e qualitativa, desenvolvida com o objetivo de avaliar o potencial cosmético do *trub* quente obtido como subproduto do processo cervejeiro.

Local e período da pesquisa

O estudo foi realizado no Laboratório de Tecnologia Farmacêutica do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz (Cascavel, Paraná), durante o primeiro semestre de 2025.

Obtenção Das Amostras

O procedimento de obtenção das amostras foi adaptado segundo Prado (2021)³, onde o *trub* quente foi coletado de uma cervejaria artesanal localizada nas proximidades de Cascavel/PR, acondicionado em frascos de 500 mL e mantido sob congelamento até o laboratório. O material foi seco em estufa a

50°C graus Celsius e posteriormente triturado em moinho de lâminas até a obtenção de um pó fino.

A extração dos compostos bioativos foi realizada segundo a metodologia descrita por Simões (2010)¹⁰, com algumas modificações. Para a obtenção do extrato etanólico de *trub* quente, foi utilizado etanol 80% (v/v) como solvente, e foi adicionado 1 grama de material para 100 mL de etanol, submetendo à agitação em ultrassom por 15 minutos, e posteriormente deixado em maceração por 15 dias.

Determinação de Compostos Fenólicos Totais

O teor de compostos fenólicos totais (CFT) foi determinado pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu (1927)¹¹, adaptado de Prado (2021)³. O extrato etanólico de *trub* quente foi reagido com o reagente de Folin-Ciocalteu, diluído na proporção de 1:4 (v/v) e, após 20 minutos de reação, adicionou-se a solução de carbonato de sódio a 20% (m/v). As amostras foram mantidas em repouso por 60 minutos, ao abrigo da luz, e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro UV-Vis a 760 nm.

A curva de calibração foi construída com soluções padrão de ácido gálico nas concentrações de 10 a 50 µg/mL, apresentando coeficiente de determinação (R^2) $\geq 0,99$. Os resultados foram expressos em miligramas de equivalentes de ácido gálico por grama de amostra (mg EAG/g).

Atividade antioxidante

A atividade antioxidante foi determinada por meio da metodologia proposta por Brand-Williams et al (1995)¹², com algumas modificações. O radical 2,2-difenil-1-picridrazila (DPPH) foi utilizado para determinar a

porcentagem de atividade antioxidante do extrato etanólico de *trub* quente. Foram utilizados 0,5 mL do extrato, e 1,5 mL de solução de DPPH na concentração de 30 mg/L. Após 30 minutos de incubação no escuro à temperatura ambiente, as absorbâncias da amostra e do controle foram lidas espectrofotometricamente a 517 nm..

O controle incluiu a solução metanólica de DPPH (Abs._{controle}). O branco foi feito com a amostra adicionada de metanol (Abs._{branco}). As absorbâncias das amostras foram mensuradas em triplicata com uma repetição no comprimento de onda de máxima absorção e o percentual da atividade antioxidante (%AA) foi calculado conforme a equação:

$$\% AA = \left[1 - \left(\frac{\text{Abs. Amostra} - \text{Abs. Branco}}{\text{Abs. Controle}} \right) \right] \times 100$$

Preparo do Creme

A base do creme foi preparada conforme o Formulário Nacional da Farmacopeia Brasileira, 2ª edição (2012)¹³. As fases B (oleosa) e a Fase A (aquosa), foram aquecidas separadamente até a temperatura aproximada de 70 a 75 °C. Em seguida, sob agitação lenta e contínua, a fase aquosa foi adicionada à fase oleosa¹³. Foi preparado um creme não iônico do tipo óleo em água (O/A), com a composição descrita na Tabela 1. Foram adicionados 5% do extrato etanólico de *trub* quente na formulação base.

Tabela 1 - Composição Creme Não Iônico. Cascavel, Paraná, Brasil, 2025

Fase	Componente (INCI)	Concentração	Função
Fase B	Cetearyl Alcohol and Polysorbate 60	12%	Cera não iônica autoemulsionante
Fase B	Prunus Amygdalus Dulcis Oil	4%	Emoliente
Fase A	Propylene Glycol	2%	Umectante
Fase A	Methylparaben	0,1%	Conservante
Fase B	Propylparaben	0,08%	Conservante
Fase B	Butylated hydroxytoluene (BHT)	0,05%	Antioxidante
Fase A	Disodium dihydrogen ethylenediaminetetra acetate	0,2%	Quelante
Fase A	AQUA (Water)	q.s.p 100 mL	Veículo

FONTE: Adaptado do Formulário Nacional da Farmacopeia Brasileira, 2ª edição (BRASIL, 2012).

Teste de Estabilidade Preliminar

Para realizar o teste de estabilidade preliminar, também conhecido como teste de triagem, estabilidade acelerada ou de curto prazo, foi adotada a metodologia descrita no Guia de Estabilidade de Cosméticos da ANVISA⁷. O procedimento consiste em submeter as amostras à centrifugação, estresse térmico e ciclo gelo/degelo⁷. As primeiras avaliações foram realizadas no tempo

zero (T0), e a última avaliação ocorreu diariamente ao longo de um período de 10 dias (T10).

Para o teste de centrifugação, cerca de 2 g do creme contendo o extrato etanólico de *trub* quente foi submetido à centrifugação a 3.000 rpm durante 30 minutos, em dois ciclos de 15 minutos. No ensaio de estresse térmico, 2 g da amostra foram mantidas em banho-maria com temperatura controlada, variando de 10 a 50 °C em intervalos de 10 °C, com permanência de 30 minutos em cada faixa de temperatura. Durante o teste, as amostras foram avaliadas visualmente quanto à viscosidade no início e ao longo do processo. Durante o ensaio, as amostras foram avaliadas quanto à viscosidade, aparência e características organolépticas. O pH foi medido antes e após o aquecimento (50 °C), sendo as amostras posteriormente resfriadas à temperatura ambiente (25 ± 2 °C) para nova leitura¹⁴⁻¹⁵.

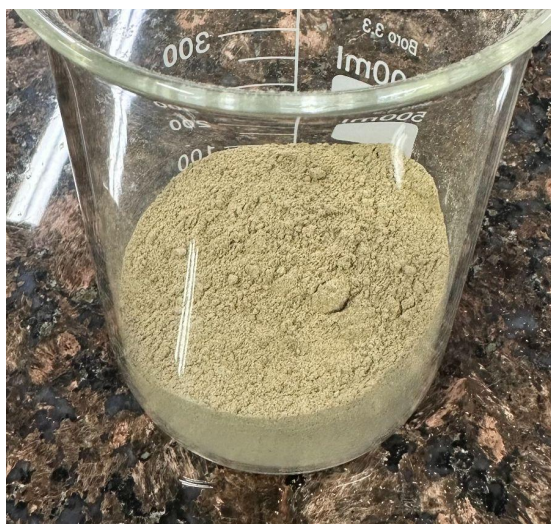
A amostra, contendo o extrato etanólico de *trub* quente foi acondicionado em potes plásticos de creme de boca larga deixando-se um espaço livre no topo (*head space*) para permitir trocas gasosas⁷.

Foram realizados ciclos de 24 horas a 45 ± 2 °C e 24 horas a 5 ± 2 °C durante 10 dias (5 ciclos). Durante esse período, as amostras foram avaliadas em relação às características organolépticas (aspecto, cor e odor) e às análises físico-químicas (como o valor de pH)⁷.

Resultados:

Após seco e moído, o material apresentou-se como um resíduo de textura fina e granulosa, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - *Trub* quente micronizado após o processo de moagem.



FONTE: A própria autora, 2025

Durante o preparo do extrato etanólico de *trub* quente, observou-se a formação de um sedimento com aspecto de areia fina no fundo do frasco, mesmo após duas filtrações.

Compostos Fenólicos Totais e Atividade Antioxidante

As concentrações de compostos fenólicos totais foram calculadas a partir da curva de calibração do Ácido Gálico. Os valores foram calculados pela equação:

$$\frac{[\text{compostos fenólicos totais}]}{0,020} = (A - 0,030)$$

Onde:

[compostos fenólicos totais] = representa o X da equação da reta

A = representa o Y da equação da reta que foi substituído pela média das absorbâncias das amostras.

Os resultados dos ensaios de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados dos ensaios de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante. Cascavel, Paraná, Brasil, 2025

Ensaio	Resultado
Compostos Fenólicos Totais	1,143 ± 0,024 mg EAG/g
Atividade Antioxidante	95,6 ± 1,7%

FONTE: A própria autora, 2025

Estabilidade Preliminar

Após a incorporação do extrato etanólico de *trub* quente na base, obteve-se um creme de coloração amarelada, com odor característico. Os resultados obtidos após a realização dos testes de centrifugação e estresse térmico estão expressos no Quadro 1.

Quadro 1 - Resultados dos testes de estabilidade preliminar.

Parâmetros		Creme com extrato
Características organolépticas	Inicial	Creme homogêneo, sem presença de precipitado, coloração levemente amarelada, com odor característico da base utilizada
	Após centrifugação	Compactação do creme, sem liquefação ou separação de fases após a centrifugação.
	Após estresse térmico	Sem alterações visíveis, não houve liquefação ou separação de fases durante ou após o aquecimento.
pH	Inicial	4
	Após centrifugação	4
	Após estresse térmico	4

Fonte: A própria autora, 2025

No ensaio de ciclo gelo/degelo, as amostras foram submetidas a cinco ciclos de 24 horas, alternando entre as temperaturas de $45 \pm 2^\circ\text{C}$ e $5 \pm 2^\circ\text{C}$, totalizando 10 dias (T10). Durante o período experimental, as formulações foram avaliadas quanto às características organolépticas (aspecto, cor e odor) e aos valores de pH. Os resultados estão apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 - Resultados ciclo de gelo/degelo

Tempo (dias)		T0	T2	T4	T6	T8	T10
Aspecto	Viscoso	N	N	N	N	N	N
Cor	Amarelada	N	N	N	N	N	N
Odor	Característico	N	N	N	N	N	N
pH	4	N	N	N	N	N	N

Legenda:

N - normal, sem modificação; LM - levemente modificado; M – modificado; IM - intensamente modificado.

FONTE: A própria autora, 2025

Discussão:

Compostos Fenólicos Totais

O método de Folin-Ciocalteu baseia-se na oxidação dos compostos presentes na amostra, de modo que, quanto maior a quantidade de polifenóis, maior será a concentração expressa em equivalentes de ácido gálico³. No entanto, o resultado encontrado no extrato etanólico de *trub* quente apresentou uma baixa concentração de compostos fenólicos totais presentes.

Do mesmo modo, Melo (2024)¹⁶ obteve valores semelhantes, com um teor médio de compostos fenólicos disponíveis no *trub* quente de 1,3365 mg EAG/g. Em comparação, Silva (2022)¹⁷ relatou um teor de compostos fenólicos de $0,39 \pm 0,01$ mg EAG/g encontrados no *trub* quente. Essas diferenças podem estar associadas às condições da processo cervejeiro¹⁷, uma vez que, ao final da fervura, durante o *whirlpool*, o *trub* se concentra no fundo do reator, facilitando a separação do mosto limpo, mas reduzindo a quantidade de compostos fenólicos disponíveis¹⁶. Esse processo pode ter contribuído para os baixos teores de compostos fenólicos observados no extrato etanólico de *trub*

quente. Nesse contexto, torna-se necessário desenvolver estratégias que otimizem a extração desses compostos de interesse.

Em um estudo de Silva (2021)¹⁸, foi demonstrado que tanto os ingredientes quanto os processos de fabricação influenciam significativamente a variedade e o teor de compostos fenólicos presentes nos diferentes tipos de cerveja. Os autores observaram que cervejas do tipo Ale e aquelas de coloração escura apresentam concentrações mais elevadas de compostos fenólicos em comparação às do tipo Lager¹⁸. No presente trabalho, utilizou-se o *trub* quente da cerveja do tipo Pilsen, pertencente à categoria Lager, o que pode ter influenciado na baixa quantidade de compostos fenólicos encontrados.

Outros autores também evidenciam essa variação de composição fenólica. Prado (2021)³ obteve uma concentração equivalente a 5,154 mg EAG/g de *trub* quente, enquanto Ribeiro et al (2020)¹⁹ encontraram 0,082 mg EAG/g, em uma cerveja artesanal. Essa diversidade de resultados reforça a influência dos ingredientes e processos da fabricação da cerveja na composição fenólica do *trub* quente.

A extração realizada com etanol 80% neste estudo apresentou valores próximos aos reportados na literatura, indicando que o teor obtido pode ser considerado satisfatório para a continuidade das análises. Ainda assim, a avaliação de diferentes solventes e condições de extração é recomendada, visando identificar a metodologia mais eficiente para explorar o potencial do *trub* quente em formulações cosméticas.

Atividade Antioxidante

O método DPPH avalia a atividade antioxidante pela capacidade das substâncias de doar elétrons ou hidrogênios para neutralizar o radical livre DPPH²⁰. A porcentagem de atividade antioxidante (%AA) representa a

quantidade de DPPH neutralizado, refletindo a eficácia da substância testada na eliminação de radicais livres¹². Neste estudo, o extrato etanólico de *trub* quente apresentou elevada %AA, demonstrando alto potencial antioxidante.

No entanto, o resultado obtido apresentou baixa correlação com os teores de compostos fenólicos totais, indicando alta atividade antioxidante mesmo com baixos níveis desses compostos. Estudos mostram que compostos não-fenólicos também podem, individualmente, exercer atividade antioxidante, o que apoia a hipótese de contribuição não-fenólica no *trub*²¹.

Nesse sentido, Costa (2017)² também observou baixa ou inexistente correlação entre o teor de compostos fenólicos totais e a capacidade antioxidante (ABTS/DPPH) em sua avaliação com *trub* quente, onde encontrou um teor de compostos fenólicos de $8,94 \pm 2,39$ mg EAG/g e elevados valores de atividade antioxidante de $CE_{50} = 1,29$ mg/mL, considerando que valores menores de CE_{50} indicam maior capacidade antioxidante. Sugere-se, desse modo, que outras substâncias presentes no resíduo são as principais responsáveis pela atividade antioxidante².

A composição do *trub* quente é caracterizada por proteínas (50–60 %), taninos (20–30 %), resinas (15–20 %) e cinzas (2–3 %), que contêm minerais. Esses constituintes, isoladamente ou em conjunto, podem contribuir para a atividade antioxidante observada, mesmo quando não há forte correlação com o teor de fenólicos⁹. A interação entre metabólitos primários, como proteínas, e secundários, como compostos fenólicos, pode potencializar essa atividade, já que complexos proteína-polifenol apresentam efeitos relevantes na neutralização de radicais livres, sendo aplicados como emulsificantes antioxidantes, filmes ativos e em outras formulações funcionais²².

De acordo com um estudo realizado por Alessandroni et al. (2025)²³, a atividade antioxidante do *trub* quente não se deve exclusivamente aos compostos fenólicos. Esse resíduo apresenta uma diversidade de substâncias bioativas, como ácido oleanólico, floretina, florizina, além de minerais como

cobre (Cu) e manganês (Mn), todos com reconhecido papel antioxidante. Foram identificados ainda o ácido trans-ferúlico, os compostos fenólicos totais (TPC) e os flavonoides totais (TFC), reforçando que o potencial antioxidante do *trub* resulta da ação conjunta de diferentes classes de compostos²³.

O ácido oleanólico atua como antioxidante direto e indutor de vias de defesa celular, como Nrf2, que estimula a resposta antioxidante endógena da pele, e também reduz a expressão de iNOS, exercendo um efeito anti-inflamatório²⁴⁻²⁵. Já a floretina e a florizina apresentam capacidade de neutralizar radicais livres e aumentar a atividade de enzimas antioxidantes²⁶⁻²⁷. O ácido trans-ferúlico, por sua vez, é reconhecido pela forte ação de varredura de radicais e pelo uso em aplicações dermocosméticas devido à sua atividade antioxidante²⁸.

Além dos metabólitos secundários, minerais como cobre (Cu) e manganês (Mn) reforçam a atividade antioxidante como cofatores das enzimas superóxido dismutase, que converte radicais superóxido em peróxido de hidrogênio menos reativo, reduzindo os danos oxidativos nas células cutâneas²⁹⁻³⁰. Por isso, ainda que indique a presença de fenólicos e flavonóides, estudos mostram que esses parâmetros nem sempre explicam totalmente a atividade antioxidante de um extrato, justamente pela contribuição de compostos não-fenólicos³¹.

A precipitação que se formou no fundo do frasco contendo o extrato etanólico de *trub* quente, pode estar relacionada à composição do *trub*, que contém uma grande proporção de compostos insolúveis do lúpulo, como proteínas desnaturadas complexadas com polifenóis, lipídios oxidados e taninos, formando agregados que se depositam no fundo da amostra^{9,32}. Esses compostos insolúveis podem apresentar atividade antioxidante significativa, mesmo que não sejam detectados pelo ensaio de compostos fenólicos totais (TPC). Assim, a elevada atividade antioxidante observada no ensaio DPPH pode ter sido influenciada pela pipetagem de porções desse sedimento,

enquanto o TPC permaneceu baixo, destacando a discrepância entre os resultados^{2,23}.

Estabilidade Preliminar

No teste de centrifugação, não foram observadas alterações visíveis no creme contendo o extrato etanólico de *trub* quente, como coloração ou separação de fases. Esse resultado é relevante, pois, segundo Casteli et al. (2008)³³, a ocorrência de separação compromete não apenas a aparência, mas também as demais propriedades da emulsão.

No teste de estresse térmico, a formulação manteve-se estável diante do aumento gradual da temperatura, apresentando alteração apenas a 50 °C, quando foi observada uma redução temporária da viscosidade. Após o retorno à temperatura ambiente, o creme recuperou sua aparência e consistência originais.

Esse comportamento está relacionado à sensibilidade térmica do Polawax®, que, segundo Santos e Bender (2022)³⁴, sofre redução da coesão molecular com o aumento da temperatura, facilitando a mobilidade das moléculas presentes na formulação e resultando na diminuição temporária da viscosidade. Ao final do ensaio, o pH manteve-se em 4, valor idêntico ao inicial, sugerindo que a variação térmica não comprometeu a estabilidade química do produto.

No ciclo de gelo/degelo, a formulação também se manteve estável, sem alterações visíveis em sua aparência, preservando suas características e valores de pH inicial. Tanto no início como ao final dos ensaios realizados, o creme contendo o extrato etanólico de *trub* quente apresentou pH $\approx$ 4. Esse valor encontra-se dentro da faixa considerada adequada para formulações

tópicas, já que revisões especializadas recomendam que produtos cosméticos destinados à pele apresentem pH entre 4 e 6, a fim de mimetizar e preservar a condição protetora natural da pele³⁵. Além disso, estudos indicam que o pH fisiológico da superfície cutânea varia geralmente entre 4,7 e 5,7, sendo a faixa ideal estimada para manutenção da homeostase da barreira cutânea³⁶.

Entretanto, valores muito ácidos podem comprometer essa barreira, aumentando a permeabilidade da pele e favorecendo a ocorrência de reações indesejadas, como vermelhidão, sensação de queimação, irritação e até lesões cutâneas em casos de uso contínuo³⁷. Por isso, apesar do pH obtido estar dentro do intervalo aceitável, recomenda-se em futuras investigações monitorar a formulação e, se necessário, ajustar o pH do creme contendo o extrato etanólico de *trub* quente para reduzir o risco de irritação e assegurar maior segurança e tolerabilidade do produto³⁷.

Esses resultados também se mostram consistentes com as características do *trub* quente, que, conforme relatado por Silva (2022)⁸, possui um pH de 5,36. O pH desse resíduo é influenciado pela ação do malte, pela precipitação de fosfato de cálcio durante a fervura e pela presença de compostos como ácidos graxos e frações ácidas do lúpulo, que contribuem para sua acidez total titulável⁸. Dessa forma, a incorporação do extrato etanólico de *trub* quente na base creme resultou em um pH compatível com as condições ideais para o cuidado da pele, mantendo a integridade da barreira cutânea³⁶.

Conclusão:

Os resultados deste estudo demonstram que o *trub* quente possui potencial promissor como ingrediente cosmético. O extrato etanólico apresentou presença de compostos fenólicos e elevada atividade antioxidante, sugerindo contribuição relevante para a proteção contra o estresse oxidativo

cutâneo. Além disso, no teste de estabilidade preliminar, o creme contendo o extrato etanólico de *trub* quente manteve-se estável em todos os ensaios, sem alterações perceptíveis de pH, cor, odor ou aspecto, indicando compatibilidade do ativo com a formulação. Quando seco e micronizado, o *trub* também pode apresentar potencial para uso como esfoliante biodegradável, capaz de promover renovação da camada superficial da pele de forma sustentável.

Dessa forma, o *trub* quente se destaca como um recurso sustentável e promissor agregando valor a um resíduo da indústria cervejeira, como uma alternativa para a criação de cosméticos inovadores, biodegradáveis e alinhados às atuais demandas de sustentabilidade. No entanto, sugere-se a avaliação da estabilidade do *trub* quente em outros tipos de formulações cosméticas, bem como a investigação de diferentes solventes e condições de extração, a fim de identificar a metodologia mais eficiente e ampliar o conhecimento sobre seu potencial de aplicação. Do mesmo modo, é indicado que futuras investigações considerem estilos de cerveja com maior potencial fenólico, a fim de maximizar o aproveitamento bioativo desse resíduo cervejeiro. Assim, este estudo evidencia não apenas a viabilidade do *trub* quente como ativo cosmético, mas também sua contribuição para o desenvolvimento de produtos mais conscientes, transformando um resíduo industrial em uma oportunidade de inovação na indústria cosmética.

Referências

1. Mathias TRS, Mello PPM, Sérvulo EFC. Solid wastes in brewing process: a review. J Brewing Distilling. 2014;5(1):1–9. doi: <https://doi.org/10.5897/JBD2014.0043> .
2. Costa FSF. Estudo do resíduo gerado pela indústria de cerveja artesanal, trub quente, caracterização fitoquímica e avaliação de

- atividades antimicrobiana e antioxidante [Dissertação]. Ouro Preto (MG): Universidade Federal de Ouro Preto; 2017. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/10511>> .
3. Prado MB do. Avaliação do trub quente como potencial ingrediente para a produção de cosméticos [Trabalho de Conclusão de Curso]. Ponta Grossa (PR): Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2021. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/28057>> .
 4. Marsarioli M. Identificação e avaliação de geração de resíduos em processo de produção de cerveja em microcervejaria e proposição de reutilização [Dissertação]. Lajeado (RS): Universidade do Vale do Taquari - Univates; 2019. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10737/2627>> .
 5. Benera C, Branco P, Charmier A, Lageiro M, Reis CP, Maurício EM. Sustainable antioxidants: exploring beer by-products for cosmetic applications. IECAN 2025 Conference. MDPI; 2025.
 6. Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC). Panorama do setor. São Paulo; 2015.
 7. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Gerência Geral de Cosméticos. Guia de estabilidade de produtos cosméticos. Brasília (DF): ANVISA; 2004.
 8. Silva GVA. Extração e concentração de compostos bioativos a partir de *trub* quente de cervejaria [Dissertação]. Florianópolis (SC): Universidade Federal de Santa Catarina; 2022. Disponível em:

<<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/247491>> .

9. Stachnik M, Sterczyńska M, Smarzewska E, Ptaszek A, Piepiórka-Stepúk J, Ageev O, et al. Rheological properties of industrial hot trub. Materials. 2021;14:7162. DOI: <<https://doi.org/10.3390/ma14237162>> .
10. Simões CMO, Schenkel EP, Gosmann G, Mello JCP, Mentz LA, Petrovick PR, organizadores. Farmacognosia: da planta ao medicamento. 6ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS; Florianópolis: Editora da UFSC; 2007.
11. Folin O, Ciocalteu V. On tyrosine and tryptophan determination in proteins. J Biol Chem. 1927;73(2):627–650.
12. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT Food Sci Technol. 1995;28:25–30.
13. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Formulário Nacional da Farmacopeia Brasileira. 2ª ed. Brasília (DF): ANVISA; 2012.
14. Idson B. Stability testing of emulsions, I. Drug Cosmet Ind. 1993;151(1):27–30.
15. Idson B. Stability testing of emulsions, II. Drug Cosmet Ind. 1993;151(2):38–40,42–43,72.
16. Melo LB de. Aplicação de resíduo cervejeiro na produção de vinho: influência nos perfis químico e sensorial [Dissertação]. Frutal (MG):

- Universidade do Estado de Minas Gerais; 2024. Disponível em:
<https://mestrados.uemg.br/images/ppgciamb/Disserta%C3%A7%C3%B5es/Turma_2022/22_-Disserta%C3%A7%C3%A3o-_Let%C3%ADcia_Melo.pdf> .
17. Silva GVA. Extração e concentração de compostos bioativos a partir de trub quente de cervejaria [Dissertação]. Florianópolis (SC): Universidade Federal de Santa Catarina; 2022. Disponível em:
<<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/247491>> .
18. Silva RNP, Dias JF, Koblitz MGB. Beers: relationship between styles; phenolic compounds and antioxidant capacity. Rev Soc Dev. 2021;10(3):e4221031347. DOI:<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13471>
19. Ribeiro SGO, Liberato MCTC, Aguiar GC, Paula FR, Barbosa KL. Elaboração de cerveja com mel de *Apis mellifera* L. florada aroeira e raiz de gengibre (*Zingiber officinale*) e análise do teor de fenóis totais e atividade antioxidante. Braz J Dev. 2020;6(9):73763–73774. DOI:
<https://doi.org/10.34117/bjdv6n9-726>
20. Gulcin I, Alwasel SH. DPPH radical scavenging assay. Processes. 2023;11:2248. DOI: <<https://doi.org/10.3390/pr11082248>> .
21. Baschieri A, Ajvazi MD, Tonfack JLF, Valgimigli L, Amorati R. Explaining the antioxidant activity of some common non-phenolic components of essential oils. Food Chem. 2017;232:656–663. DOI:
<<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.036>> .

22. Feng Y, Jin C, Lv S, Zhang H, Ren, F, Wang J. Molecular Mechanisms and Applications of Polyphenol-Protein Complexes with Antioxidant Properties: A Review. *Antioxidants* 2023, 12, 1577. DOI: <<https://doi.org/10.3390/antiox12081577>>
23. Alessandrini L, Marconi R, Zannotti M, Ferraro S, Dolezalova T, Piatti D, et al. Chemical characterization of hot trub and residual yeast: exploring beer by-products for future sustainable agricultural applications. *Foods*. 2025;14:2081. DOI: <<https://doi.org/10.3390/foods14122081>> .
24. Günther A, Bednarczyk-Cwynar B. Oleanolic acid: a promising antioxidant—sources, mechanisms of action, therapeutic potential, and enhancement of bioactivity. *Antioxidants*. 2025;14:598. DOI: <<https://doi.org/10.3390/antiox14050598>> .
25. Vasarri M, Bergonzi MC, Leri M, Castellacci R, Bucciantini M, De Marchi L, et al. Protective effects of oleanolic acid on human keratinocytes: a defense against exogenous damage. *Pharmaceuticals*. 2025;18:238. DOI: <<https://doi.org/10.3390/ph18020238>> .
26. Tuli HS, Rath P, Chauhan A, Ramniwas S, Vashishth K, Varol M, et al. Phloretin as a potent anticancer compound: from chemistry to cellular interactions. *Molecules*. 2022;27:8819. DOI: <<https://doi.org/10.3390/molecules27248819>> .
27. Ni T, Zhang S, Rao J, Zhao J, Huang H, Liu Y, et al. Phlorizin, an important glucoside: research progress on its biological activity and mechanism. *Molecules*. 2024;29:741. DOI:

- <<https://doi.org/10.3390/molecules29030741>> .
28. Purushothaman JR, Rizwanullah M. Ferulic acid: a comprehensive review. *Cureus*. 2024;16(8):e68063. DOI: <<https://doi.org/10.7759/cureus.68063>> .
29. Bellia F, Lanza V, Naletova I, Tomasello B, Ciaffaglione V, Greco V, et al. Copper(II) complexes with carnosine conjugates of hyaluronic acids at different dipeptide loading percentages behave as multiple SOD mimics and stimulate Nrf2 translocation and antioxidant response in in vitro inflammatory model. *Antioxidants*. 2023;12:1632. DOI: <<https://doi.org/10.3390/antiox12081632>> .
30. Wong M, Ahmed A, Luo W, et al. Combined manganese-iron exposure reduced oxidative stress is associated with the NRF2/NQO1 pathway in astrocytic C8-D1A cells. *Biol Trace Elem Res*. 2025. DOI: <<https://doi.org/10.1007/s12011-025-04708-9>> .
31. Ouamnina A, Alahyane A, Elateri I, Boutasknit A, Abderrazik M. Relationship between phenolic compounds and antioxidant activity of some Moroccan date palm fruit varieties (*Phoenix dactylifera* L.): a two-year study. *Plants*. 2024;13:1119. DOI: <<https://doi.org/10.3390/plants13081119>> .
32. Fernandes PCB, Silva J. Brewing by-products: source, nature, and handling in the dawn of a circular economy age. *Biomass*. 2025;5:49. DOI: <<https://doi.org/10.3390/biomass5030049>> .

33. Catalá Casteli V, Catharino Mendonça C, Leite de Campos MA, Ferrari M, Pengo Machado SR. Desenvolvimento e estudos de estabilidade preliminares de emulsões O/A contendo cetoconazol 2,0%. Acta Sci Health Sci. 2008;30(2):121–128. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=307226623005>> .
34. Santos ES, Bender S. Stability evaluation in a bleaching formulation. Res Soc Dev. 2022;11(15):e76111536979. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i15.36979>.
35. Lukić M, Pantelić I, Savić SD. Towards optimal pH of the skin and topical formulations: from the current state of the art to tailored products. Cosmetics. 2021;8:69. doi:<<https://doi.org/10.3390/cosmetics8030069>> .
36. Sehgal A, Singh A. The influence of pH on skin's surface. J Pharm Negative Results. 2022;13(Suppl 1). DOI: <<https://doi.org/10.47750/pnr.2022.13.S01.236>> .
37. Centurião PO, Dos Santos PE, Rosa AM, Kassab NM. Avaliação da qualidade de produtos cosméticos contendo ácido glicólico. Rev Colomb Cienc Quím Farm. 2021;50(1):158–173. DOI: <<https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v50n1.77988>> .

4. NORMAS DA REVISTA

Título: Título no idioma do manuscrito, até 15 palavras, Arial fonte 12, usando caixa alta apenas no início do título e substantivos próprios. De preferência, considerar a inclusão de um ou mais descritores na composição do título.

RESUMO (estruturado em um único parágrafo, em até 250 palavras, considerando Objetivo, Método, Resultados e Conclusão. Deve-se utilizar fonte Arial 12, com espaçamento de 1,5 cm entre as linhas)

Objetivo: iniciar texto com verbo no infinitivo. **Métodos:** deve conter o tipo de estudo, local e período de realização, a amostra, principais variáveis, instrumentos utilizados na pesquisa e o tipo de análise. **Resultados:** devem ser informativos e destacarem as principais contribuições do estudo. **Conclusão:** deve responder ao objetivo do estudo, trazendo recomendações objetivas para o avanço científico. Não trazer recomendações genéricas (Ex.: outros estudos sobre o tema devem ser realizados).

Descritores ou Palavras-chave: deve-se inserir até cinco descritores que reflitam sobre o tema do trabalho. As palavras/termos devem ser separadas por ponto e vírgula. (Ex.: Saúde da Família; Atenção à Saúde; Sistema Único de Saúde). Para estudos da área da saúde, considerar os termos do vocabulário dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS).

Introdução: apresentação inicial sobre o tema, de forma objetiva, destacando o problema estudado, justificando sua importância e as lacunas do conhecimento. Incluir referências atualizadas, de abrangência nacional e internacional. O objetivo deve ser inserido no último parágrafo da introdução, e deve ser idêntico ao do resumo. Não dividir o texto em seções indicadas por letras ou números, ex.: a), b-, 1., 2-, 3). Evitar subtítulos. Evitar ilustrações (tabelas e figuras). Citações de referências no texto: enumeradas consecutivamente, em algarismos arábicos, sobrescritos, sem menção do nome de autores (exceto os que constituem referencial teórico). Quando forem sequenciais, indicar o primeiro e o último número, separados por hífen. Ex.: 1-4; quando intercaladas, deverão ser separados por vírgula, ex.: 1-2,4.

Resultados: descrever os principais resultados encontrados, sem incluir interpretações e/ou generalizações. Nessa seção, ainda não há espaço para debate de ideias ou comparações com outros estudos. Não repetir informações descritas em tabelas ou figuras. Figuras, tabelas e/ou gráficos devem ser limitados a um total de cinco.

Elementos gráficos: Para Tabelas ou Quadros, informar a fonte quando não forem elaborados pelos autores. Inserir no corpo do manuscrito no máximo cinco, entre Tabelas, Quadros ou Figuras. Nos títulos das Tabelas devem constar a cidade, a sigla do estado, o país e o ano da coleta dos dados. Tabelas são para dados quantitativos e possuem formato aberto, sem bordas externas. Quadros são para dados qualitativos e possuem formato fechado, com bordas externas. Para Figuras, inserir o título abaixo da imagem. Gráficos, fluxogramas ou similares devem ser editáveis em formato vetorial. Fotos, imagens e similares devem ter resolução de 300 DPI, podem ser coloridos e devem estar legíveis. Atenção às abreviações. Em títulos de figuras e subtítulos as abreviações devem estar por extenso. Abreviações utilizadas nas tabelas e figuras devem ser informadas em nota.

Discussão: apresentação do debate de ideias, de acordo com os resultados obtidos. Destacar aspectos novos, contribuições e a importância do conhecimento adquirido. Sugerir novos delineamentos para o tema e pontuar as limitações do estudo.

Conclusão: responder ao(s) objetivo(s) do estudo, de forma clara e direta, restringindo-se aos dados e/ou achados a partir dos resultados. Não serão aceitas citações de referências nessa seção. Recomendações/sugestões breves devem ser feitas.

Agradecimentos: deverão ser listadas instituições ou pessoas que contribuíram substancialmente para o desenvolvimento do trabalho. Essa seção não deverá ser enviada no manuscrito original, e só será considerada caso o artigo seja aceito.

Referências: não há limites para referências. No entanto, os autores devem considerar os limites de páginas de cada tipo de estudo. Ademais, recomenda-se que sejam incluídas, no mínimo, 80% de artigos publicados nos últimos cinco anos, de preferência, de trabalhos publicados com DOI (Digital Object Identifier). Sempre que disponíveis, as referências devem ser feitas em inglês. Evitar citações de literatura cinzenta (documentos oficiais, teses, dissertações, livros, revistas não científicas), exceto quando imprescindíveis.

A RCI adota as referências em conformidade com o Estilo Vancouver (https://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html).

Artigos encontrados em periódicos (Listar os primeiros seis autores, seguidos de et al.). Estrutura: Último sobrenome do autor + Iniciais, Último sobrenome do autor + Iniciais. Título do artigo. Nome do periódico abreviado. Ano; volume(número): páginas. DOI: XXXXXXXX.

Exemplo:

Carvalho GCN, Lira-Neto JCG, Araújo MFM, Freitas RWJF de, Zanetti ML, Damasceno MMC. Efetividade do gengibre na redução de níveis metabólicos de pessoas com diabetes: ensaio clínico randomizado. Rev. Latino-am Enfermagem. 2020; 28(1): e3369. DOI: <https://doi.org/10.1590/1518-8345.3870.3369>

Organização como autor

Exemplo:

Grupo de Pesquisa do Programa de Prevenção do Diabetes. Hipertensão, insulina e pró-insulina em participantes com intolerância à glicose. Hipertensão. 2002;40(5):679-86.

Livros

Exemplo:

Murray PR, Rosenthal KS, Silva JC. Microbiologia médica. 4ª ed. Rio de Janeiro: Artmed; 2010.

Outras recomendações e dúvidas, acessar: https://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

As citações de referência no texto devem ser enumeradas consecutivamente, em algarismos arábicos, sobrescritos e logo após a informação citada. Entre a citação numérica e a palavra que a antecede, não deve existir espaço. Exemplo: os resultados foram elencados por estudos que trabalharam com crianças.¹⁻²

Caso as citações sejam em sequência, os autores deverão utilizar um hífen. Ex.: 1-5

Caso as citações sejam intercaladas, os autores deverão utilizar vírgula. Ex.: 1-5,9

Citações *ipsis literis* devem ser apresentadas entre aspas, na sequência do texto, e não devem ultrapassar três linhas.

5. RELATÓRIO DOCXWEB



[Relatório DOCxWEB](#) [DOCXWEB.COM](#) [Ajuda](#)

Título: **aproveitamento do trub quente na cosmetica**

Data: 11/11/2025 08:53

Usuário: Elaine Ribeiro

Email: elaineribeiro148@gmail.com

Revisão: 1

Observações:

- Caso tenha dúvida na interpretação do relatório, acione o botão 'Ajuda'.
- Caso tenha recebido este relatório de outra pessoa e exista a suspeita de violação das informações mais sensíveis apresentadas abaixo, use o texto da pesquisa e realize uma nova pesquisa no [docxweb.com](#).
- As demais informações estão disponíveis no restante das abas expansíveis do relatório.

Autenticidade em relação a INTERNET

Autenticidade Calculada: **96 %**

Ocorrência de Links:

- 1 % <https://www.embrapa.br/documents/1354346/22558699/Resumos Expandidos/3...>
- 1 % <https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20>

Autenticidade em relação a INTERNET

%	Ocorrência de Links
1	https://www.embrapa.br/documents/1354346/22558699/Resumos Expandidos/32d6dad9-29a9-af72-d5f4-a1fa7f74bc2f
1	https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20

Texto Pesquisado (Internet)

Artigo original

Aproveitamento do trub quente na cosmética: [Compostos fenólicos, atividade antioxidante](#) e estabilidade da formulação

Resumo:

Objetivo: Investigar a viabilidade do trub quente como ingrediente cosmético, por meio da quantificação de compostos fenólicos, da avaliação da atividade antioxidante e da análise da estabilidade de uma formulação creme contendo o extrato. Metodologia: Desenvolver uma pesquisa experimental de natureza aplicada, realizada com a amostra de trub quente proveniente do processo cervejeiro artesanal. Obter o trub quente em uma cervejaria de Cascavel-PR, Determinar o teor de compostos fenólicos totais pelo método de Folin-Ciocalteu e a atividade antioxidante pelo ensaio DPPH. Incorporar o extrato obtido a 5% em base creme óleo/água e submeter a testes preliminares de estabilidade física, avaliando pH e características organolépticas. Resultados: O teor de compostos fenólicos totais foi de $1,143 \pm 0,024$ mg EAG/g, e a atividade antioxidante de $95,6 \pm 1,7\%$. Após a incorporação do extrato etanólico em base creme, a formulação apresentou coloração amarelada, odor característico da base e manteve-se estável nos testes de centrifugação, estresse térmico e ciclo gelo/degelo, sem alterações de pH ou separação de fases. Conclusão: O estudo confirmou que o trub quente contém compostos fenólicos e apresenta atividade antioxidante elevada, mantendo estabilidade quando incorporado em base creme. Esses achados indicam a viabilidade de seu uso como ingrediente cosmético e a possibilidade de aproveitamento de um subproduto da indústria cervejeira em formulações tópicas.

Palavras-chave: Cosméticos; cerveja; compostos fenólicos; antioxidantes; estabilidade de cosméticos

Introdução:

A cerveja, uma das bebidas mais populares do mundo, é apreciada em todos os cinco continentes¹. Durante sua fabricação, os principais resíduos sólidos gerados são o bagaço do malte, o trub e as leveduras². O trub, obtido na filtração ou clarificação da cerveja, pode ser classificado em duas categorias, como trub quente ou frio, sendo o trub quente extraído na primeira filtração após o cozimento³⁻⁴.

Conforme Mathias, Mello e Sérvulo (2014)¹, o trub quente é rico em compostos como proteínas, polifenóis, flavonoides, minerais e ácidos graxos, apresentando propriedades antioxidantes e hidratantes que podem beneficiar a pele. Em um estudo realizado por Prado (2021)³, o trub quente mostrou teores satisfatórios de compostos fenólicos e flavonóides, sendo considerado atóxico, o que evidencia seu potencial para formulações cosméticas. Além disso, Benner et al (2025)⁵ indicam que os resíduos de cerveja podem constituir uma fonte promissora de polifenóis naturais, com aplicação em produtos cosméticos e nutracêuticos, contribuindo para a valorização de subprodutos e a sustentabilidade.

A indústria brasileira de Cosméticos, Perfumaria e Higiene Pessoal tem buscado matérias-primas renováveis e inovadoras⁶. O trub quente, subproduto da cervejaria, contém compostos bioativos que podem ser incorporados em cosméticos, atendendo tanto às demandas de mercado quanto aos critérios ambientais. No entanto, para garantir que esses produtos sejam seguros, eficazes e estáveis, é fundamental a realização de testes rigorosos, que validem esses requisitos⁷.

Assim, estudar a viabilidade do trub como ativo cosmético é relevante, pois permite explorar seu potencial e estabilidade, valorizar um subproduto e desenvolver produtos inovadores e sustentáveis. Apesar disso, o trub quente ainda é pouco explorado para aplicações biotecnológicas e continua sendo tratado como resíduo descartável⁸⁻⁹. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo investigar o potencial cosmético do trub quente por meio da

[quantificação de compostos fenólicos, da avaliação da atividade antioxidante](#), e da análise da estabilidade físico-química de uma formulação desenvolvida com sua incorporação, visando sua aplicação como ingrediente ativo em produtos cosméticos.

Método:

Tipo do Estudo

[Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa](#) experimental, de natureza aplicada e abordagem [quantitativa e qualitativa, desenvolvida com o objetivo de avaliar](#) o potencial cosmético do trub quente obtido como subproduto do processo cervejeiro.

Local e período da pesquisa

[O estudo foi realizado no Laboratório de](#) Tecnologia Farmacêutica [do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz \(Cascavel,](#) Paraná), durante o primeiro semestre de 2025.

Obtenção Das Amostras

O procedimento de obtenção das amostras foi adaptado segundo Prado (2021)³, onde o trub quente foi coletado de uma cervejaria artesanal localizada nas proximidades de Cascavel/PR, acondicionado em frascos de 500 mL e mantido sob congelamento até o laboratório. O material foi seco em estufa a 50°C graus Celsius e posteriormente triturado em moinho de lâminas até a obtenção de um pó fino.

A extração dos compostos bioativos [foi realizada segundo a metodologia](#) descrita por Simões (2010)¹⁰, com algumas modificações. Para a obtenção [do extrato etanólico](#) de trub quente, foi utilizado etanol 80% (v/v) como solvente, e foi adicionado 1 grama de material para 100 mL de etanol, submetendo à agitação em ultrassom por 15 minutos, e posteriormente deixado em maceração por 15 dias.

[Determinação de Compostos Fenólicos Totais](#)

[O teor de compostos fenólicos totais \(CFT\) foi determinado pelo método espectrofotométrico](#) de Folin-Ciocalteu (1927)¹¹, adaptado de Prado (2021)³. O extrato etanólico de trub quente foi reagido com o reagente de Folin-Ciocalteu, diluído na proporção de 1:4 (v/v) e, após 20 minutos de reação, adicionou-se [a solução de carbonato de sódio](#) a 20% (m/v). As amostras foram mantidas em repouso por 60 minutos, ao abrigo da luz, e [as leituras foram realizadas em](#) espectrofotômetro UV-Vis a 760 nm.

A curva [de calibração foi construída com soluções padrão de ácido gálico](#) nas concentrações de 10 a 50 µg/mL, apresentando coeficiente de determinação (R^2) $\geq 0,99$. [Os resultados foram expressos em miligramas de equivalentes de ácido gálico](#) por grama de amostra (mg EAG/g).

Atividade antioxidante

[A atividade antioxidante foi determinada por meio da metodologia proposta](#) por Brand-Williams

et al (1995)¹², com algumas modificações. O radical 2,2-difenil-1-picridrazila (DPPH) foi utilizado [para determinar a porcentagem de atividade antioxidante do extrato etanólico](#) de trub quente. Foram utilizados 0,5 mL do extrato, e 1,5 mL de solução de DPPH na concentração de 30 mg/L. Após 30 minutos de incubação [no escuro à temperatura ambiente](#), as absorbâncias da amostra e do controle foram lidas espectrofotometricamente a 517 nm..

O controle incluiu a solução metanólica de DPPH (Abs.controle). O branco foi feito com a amostra adicionada de metanol (Abs.branco). As absorbâncias das amostras foram mensuradas [em triplicata com uma repetição no comprimento de onda de máxima absorção](#) e o percentual da [atividade antioxidante](#) (%AA) foi calculado conforme a equação:

% AA =

Preparo do Creme

A base do creme foi preparada conforme [o Formulário Nacional da Farmacopeia Brasileira, 2ª edição](#) (2012)¹³. As fases B (oleosa) e a Fase A (aquosa), foram aquecidas separadamente até a temperatura aproximada de 70 a 75 °C. Em seguida, sob agitação lenta e contínua, a fase aquosa foi adicionada à fase oleosa¹³. Foi preparado um creme não iônico do tipo óleo em água (O/A), com a composição descrita na Tabela 1. Foram adicionados 5% [do extrato etanólico](#) de trub quente na formulação base.

Tabela 1 - Composição Creme Não Iônico. Cascavel, Paraná, Brasil, 2025

Fase
Componente (INCI)
Concentração
Função
Fase B
Cetearyl Alcohol and Polysorbate 60
12%
Cera não iônica autoemulsionante
Fase B
Prunus Amygdalus Dulcis Oil
4%
Emoliente
Fase A
Propylene Glycol
2%
Umectante
Fase A
Methylparaben
0,1%
Conservante
Fase B

Propylparaben
0,08%
Conservante
Fase B
Butylated hydroxytoluene (BHT)
0,05%
Antioxidante
Fase A
Disodium dihydrogen ethylenediaminetetraacetate
0,2%
Quelante
Fase A
AQUA (Water)
q.s.p 100 mL
Veículo

FONTE: Adaptado do [Formulário Nacional da Farmacopeia Brasileira, 2ª edição](#) (BRASIL, 2012).

Teste de Estabilidade Preliminar

Para [realizar o teste de estabilidade preliminar](#), também conhecido como teste de triagem, estabilidade acelerada ou de curto prazo, foi adotada a metodologia descrita no Guia de Estabilidade de Cosméticos da ANVISA⁷. O procedimento consiste em submeter as amostras à centrifugação, estresse térmico e ciclo gelo/degelo⁷. As primeiras avaliações foram realizadas no tempo zero (T0), e a última avaliação ocorreu diariamente ao longo de um período de 10 dias (T10).

Para o teste de centrifugação, cerca de 2 g do creme contendo o extrato etanólico de trub quente foi submetido à centrifugação a 3.000 rpm durante 30 minutos, em dois ciclos de 15 minutos.

No ensaio de estresse térmico, 2 g da amostra foram mantidas em banho-maria com temperatura controlada, variando de 10 a 50 °C em intervalos de 10 °C, com permanência de 30 minutos em cada faixa de temperatura. Durante o teste, as amostras foram avaliadas visualmente quanto à viscosidade no início e ao longo do processo. Durante o ensaio, [as amostras foram avaliadas quanto](#) à viscosidade, aparência e características organolépticas. O pH foi medido antes e após o aquecimento (50 °C), sendo as amostras posteriormente [resfriadas à temperatura ambiente](#) (25 ± 2 °C) para nova leitura¹⁴⁻¹⁵.

A amostra, contendo o extrato etanólico de trub quente foi acondicionado em potes plásticos de creme de boca larga deixando-se um espaço livre no topo (head space) para permitir trocas gasosas⁷.

Foram realizados ciclos de 24 horas a 45 ± 2 °C e 24 horas a 5 ± 2 °C durante 10 dias (5 ciclos). Durante esse período, as amostras foram avaliadas [em relação às características organolépticas](#) (aspecto, cor e odor) e às análises físico-químicas (como o valor de pH)⁷.

Resultados:

Após seco e moído, o material apresentou-se como um resíduo de textura fina e granulosa,

conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Trub quente micronizado após o processo de moagem.

FONTE: A própria autora, 2025

Durante o preparo [do extrato etanólico](#) de trub quente, observou-se a formação de um sedimento com aspecto de areia fina no fundo do frasco, mesmo após duas filtrações.

[Compostos Fenólicos Totais e Atividade Antioxidante](#)

As concentrações [de compostos fenólicos totais foram](#) calculadas [a partir da curva de calibração](#) do Ácido Gálico. Os valores foram calculados pela equação:

$$[\text{compostos fenólicos totais}] = (A - 0,030)0,020$$

Onde:

[compostos fenólicos totais] = representa o X da equação da reta

A = representa o Y da equação da reta que foi substituído pela média das absorbâncias das amostras.

Os resultados dos ensaios [de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante](#) estão expressos [na Tabela 2](#).

[Tabela 2 - Resultados](#) dos ensaios [de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante](#).
Cascavel, Paraná, Brasil, 2025
Ensaio

Resultado

Compostos Fenólicos Totais

1,143 ± 0,024 mg EAG/g

Atividade Antioxidante

95,6 ± 1,7%

FONTE: A própria autora, 2025

Estabilidade Preliminar

Após a incorporação [do extrato etanólico](#) de trub quente na base, obteve-se um creme de coloração amarelada, com odor característico. Os resultados obtidos após a realização dos testes de centrifugação e estresse térmico estão expressos no Quadro 1.

Quadro 1 - Resultados dos testes de estabilidade preliminar.

Parâmetros

Creme com extrato

Características organolépticas

Inicial

Creme homogêneo, sem presença de precipitado, coloração levemente amarelada, com odor característico da base utilizada

Após centrifugação

Compactação do creme, sem liquefação ou separação de fases após a centrifugação.

Após estresse térmico

Sem alterações visíveis, não houve liquefação ou separação de fases durante ou após o aquecimento.

pH

Inicial

4

Após centrifugação

4

Após estresse térmico

4

Fonte: A própria autora, 2025

No ensaio de ciclo gelo/degelo, as amostras foram submetidas a cinco ciclos de 24 horas, alternando entre as temperaturas de 45 ± 2 °C e 5 ± 2 °C, totalizando 10 dias (T10). Durante o período experimental, as formulações [foram avaliadas quanto às características](#) organolépticas (aspecto, cor e odor) e aos valores de pH. Os resultados estão apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 - Resultados ciclo de gelo/degelo

Tempo (dias)

T0

T2

T4

T6

T8

T10

Aspecto

Viscoso

N

N

N

N

N

N

Cor

Amarelada

N

N

N

N

N

N

Odor

Característico

N

N

N

N

N

N

pH

4

N

N

N

N

N

N

Legenda:

N - normal, sem modificação; LM - levemente modificado; M – modificado; IM - intensamente modificado.

FONTE: A própria autora, 2025

Discussão:

Compostos Fenólicos Totais

O método de Folin-Ciocalteu baseia-se na oxidação dos compostos presentes na amostra, de modo que, quanto maior a quantidade de polifenóis, maior será a concentração expressa em equivalentes de ácido gálico³. No entanto, o resultado encontrado no extrato etanólico de trub quente apresentou uma baixa [concentração de compostos fenólicos](#) totais presentes.

Do mesmo modo, Melo (2024)¹⁶ obteve valores semelhantes, com um teor médio de compostos fenólicos disponíveis no trub quente de 1,3365 mg EAG/g. Em comparação, Silva (2022)¹⁷ relatou um teor de compostos fenólicos de $0,39 \pm 0,01$ mg EAG/g encontrados no trub quente. Essas diferenças podem estar associadas às condições do processo cervejeiro¹⁷, uma vez que, ao final da fervura, durante o whirlpool, o trub se concentra no fundo do reator, facilitando a separação do mosto limpo, mas reduzindo [a quantidade de compostos fenólicos](#) disponíveis¹⁶. Esse processo pode ter contribuído para os baixos teores de compostos fenólicos observados no extrato etanólico de trub quente. [Nesse contexto, torna-se necessário desenvolver estratégias](#) que otimizem a extração desses compostos de interesse.

Em um estudo de Silva (2021)¹⁸, foi demonstrado que tanto os ingredientes quanto os processos de fabricação influenciam significativamente a variedade [e o teor de compostos fenólicos](#) presentes nos diferentes tipos de cerveja. Os autores observaram que cervejas do tipo Ale e aquelas de coloração escura apresentam concentrações mais elevadas de compostos fenólicos em comparação às do tipo Lager¹⁸. [No presente trabalho, utilizou-se](#) o trub quente da cerveja do tipo Pilsen, pertencente à categoria Lager, o que pode ter influenciado na baixa [quantidade de compostos fenólicos](#) encontrados.

Outros autores também evidenciam essa variação de composição fenólica. Prado (2021)³ obteve uma concentração equivalente a 5,154 mg EAG/g de trub quente, enquanto Ribeiro et al (2020)¹⁹ encontraram 0,082 mg EAG/g, em uma cerveja artesanal. Essa diversidade de resultados reforça a influência dos ingredientes e processos da fabricação da cerveja na composição fenólica do trub quente.

A extração realizada com etanol 80% neste estudo apresentou valores próximos aos reportados na literatura, indicando que o teor obtido pode ser considerado satisfatório para a continuidade das análises. Ainda assim, a avaliação de diferentes solventes e condições de extração é recomendada, visando identificar a metodologia mais eficiente para explorar o potencial do trub quente em formulações cosméticas.

[Atividade Antioxidante](#)

[O método](#) DPPH avalia a [atividade antioxidante](#) pela capacidade das substâncias de doar elétrons ou hidrogênios para neutralizar o radical livre DPPH²⁰. [A porcentagem de atividade antioxidante](#) (%AA) representa a quantidade de DPPH neutralizado, refletindo a eficácia da substância testada na eliminação de radicais livres¹². Neste estudo, o extrato etanólico de trub quente apresentou elevada %AA, demonstrando alto potencial antioxidante.

No entanto, o resultado obtido apresentou baixa correlação com os [teores de compostos fenólicos totais](#), indicando alta [atividade antioxidante](#) mesmo com baixos níveis desses

compostos. Estudos mostram que compostos não-fenólicos também podem, individualmente, exercer [atividade antioxidante](#), o que apoia a hipótese de contribuição não-fenólica no trub²¹. Nesse sentido, Costa (2017)² também observou baixa ou inexistente correlação entre [o teor de compostos fenólicos totais e](#) a capacidade antioxidante (ABTS/DPPH) em sua avaliação com trub quente, onde encontrou um teor de compostos fenólicos de $8,94 \pm 2,39$ mg EAG/g e elevados valores de [atividade antioxidante](#) de $CE_{50} = 1,29$ mg/mL, considerando que valores menores de CE_{50} indicam maior capacidade antioxidante. Sugere-se, desse modo, que outras substâncias presentes no resíduo são [as principais responsáveis pela atividade antioxidante](#)². A composição do trub quente é caracterizada por proteínas (50–60 %), taninos (20–30 %), resinas (15–20 %) e cinzas (2–3 %), que contêm minerais. Esses constituintes, isoladamente ou em conjunto, podem [contribuir para a atividade antioxidante](#) observada, mesmo quando não há forte correlação com o teor de fenólicos⁹. A interação entre metabólitos primários, como proteínas, e secundários, como compostos fenólicos, pode potencializar essa atividade, já que complexos proteína-polifenol apresentam efeitos relevantes na neutralização de radicais livres, sendo aplicados como emulsificantes antioxidantes, filmes ativos e em outras formulações funcionais²².

[De acordo com um estudo realizado](#) por Alessandrini et al. (2025)²³, a [atividade antioxidante](#) do trub quente não se deve exclusivamente aos compostos fenólicos. Esse resíduo apresenta uma diversidade de substâncias bioativas, como ácido oleanólico, floretina, florizina, além de minerais como cobre (Cu) e manganês (Mn), todos com reconhecido papel antioxidante. Foram identificados ainda o ácido trans-ferúlico, os compostos fenólicos totais (TPC) e os flavonoides totais (TFC), reforçando que o potencial antioxidante do trub resulta da ação conjunta de diferentes classes de compostos²³.

O ácido oleanólico atua como antioxidante direto e indutor de vias de defesa celular, como Nrf2, que estimula a resposta antioxidante endógena da pele, e também reduz a expressão de iNOS, exercendo um efeito anti-inflamatório^{24–25}. Já a floretina e a florizina apresentam [capacidade de neutralizar radicais](#) livres e aumentar a atividade de enzimas antioxidantes^{26–27}. O ácido trans-ferúlico, por sua vez, é reconhecido pela forte ação de varredura de radicais e pelo uso em aplicações dermocosméticas devido à sua [atividade antioxidante](#)²⁸.

Além dos metabólitos secundários, minerais como cobre (Cu) e manganês (Mn) reforçam a [atividade antioxidante](#) como cofatores [das enzimas superóxido dismutase](#), que converte radicais superóxido em peróxido de hidrogênio menos reativo, reduzindo os danos oxidativos nas células cutâneas^{29–30}. Por isso, ainda que indique a presença de fenólicos e flavonóides, estudos mostram que esses parâmetros nem sempre explicam totalmente [a atividade antioxidante de um extrato](#), justamente pela contribuição de compostos não-fenólicos³¹.

A precipitação que se formou no fundo do frasco contendo o extrato etanólico de trub quente, pode estar relacionada à composição do trub, que contém uma grande proporção de compostos insolúveis do lúpulo, como proteínas desnaturadas complexadas com polifenóis, lipídios oxidados e taninos, formando agregados que se depositam no fundo da amostra^{9,32}. Esses compostos insolúveis podem apresentar [atividade antioxidante significativa](#), mesmo que não sejam detectados pelo ensaio de compostos fenólicos totais (TPC). Assim, a elevada [atividade antioxidante observada](#) no ensaio DPPH pode ter sido influenciada pela pipetagem de porções desse sedimento, enquanto o TPC permaneceu baixo, destacando a discrepância entre os resultados^{2,23}.

Estabilidade Preliminar

No teste de centrifugação, [não foram observadas alterações](#) visíveis no creme contendo o

extrato etanólico de trub quente, como coloração ou separação de fases. Esse resultado é relevante, pois, segundo Casteli et al. (2008)³³, a ocorrência de separação compromete não apenas a aparência, mas também as demais propriedades da emulsão.

No teste de estresse térmico, a formulação manteve-se estável diante do aumento gradual da temperatura, apresentando alteração apenas a 50 °C, quando foi observada uma redução temporária da viscosidade. Após o retorno à temperatura ambiente, o creme recuperou sua aparência e consistência originais.

Esse comportamento está relacionado à sensibilidade térmica do Polawax®, que, segundo Santos e Bender (2022)³⁴, sofre redução da coesão molecular com o aumento da temperatura, facilitando a mobilidade das moléculas presentes na formulação e resultando na diminuição temporária da viscosidade. Ao final do ensaio, o pH manteve-se em 4, valor idêntico ao inicial, sugerindo que a variação térmica não comprometeu a estabilidade química do produto.

No ciclo de gelo/degelo, a formulação também se manteve estável, sem alterações visíveis em sua aparência, preservando suas características e valores de pH inicial. Tanto no início como ao final dos ensaios realizados, o creme contendo o extrato etanólico de trub quente apresentou pH $\approx$ 4. Esse valor encontra-se dentro da faixa considerada adequada para formulações tópicas, já que revisões especializadas recomendam que produtos cosméticos destinados à pele apresentem pH entre 4 e 6, a fim de mimetizar e preservar a condição protetora natural da pele³⁵. [Além disso, estudos indicam que o](#) pH fisiológico da superfície cutânea varia geralmente entre 4,7 e 5,7, sendo a faixa ideal estimada para manutenção da homeostase da barreira cutânea³⁶.

Entretanto, valores muito ácidos podem comprometer essa barreira, aumentando a permeabilidade da pele e favorecendo a ocorrência de reações indesejadas, como vermelhidão, sensação de queimação, irritação e até lesões cutâneas em casos de uso contínuo³⁷. Por isso, apesar do pH obtido estar dentro do intervalo aceitável, recomenda-se em futuras investigações monitorar a formulação e, se necessário, ajustar o pH do creme contendo o extrato etanólico de trub quente para reduzir o risco de irritação e assegurar maior segurança e tolerabilidade do produto³⁷.

Esses resultados também se mostram consistentes com as características do trub quente, que, conforme relatado por Silva (2022)⁸, possui um pH de 5,36. O pH desse resíduo é influenciado pela ação do malte, pela precipitação de fosfato de cálcio durante a fervura e pela presença de compostos como ácidos graxos e frações ácidas do lúpulo, que contribuem para sua acidez total titulável⁸. Dessa forma, a incorporação [do extrato etanólico](#) de trub quente na base creme resultou em um pH compatível com as condições ideais para o cuidado da pele, mantendo a integridade da barreira cutânea³⁶.

Conclusão:

[Os resultados deste estudo](#) demonstram que o trub quente possui potencial promissor como ingrediente cosmético. O extrato etanólico apresentou [presença de compostos fenólicos e elevada atividade antioxidante, sugerindo](#) contribuição relevante para a proteção contra o estresse oxidativo cutâneo. Além disso, [no teste de estabilidade preliminar](#), o creme contendo o extrato etanólico de trub quente manteve-se estável em todos os ensaios, sem alterações perceptíveis de pH, cor, odor ou aspecto, indicando compatibilidade do ativo com a formulação. Quando seco e micronizado, o trub também pode [apresentar potencial para uso como](#) esfoliante biodegradável, capaz de promover renovação da camada superficial da pele de

forma sustentável.

Dessa forma, o trub quente se destaca como um recurso sustentável e promissor agregando valor a um resíduo da indústria cervejeira, como uma alternativa para a criação de cosméticos inovadores, biodegradáveis e alinhados às atuais demandas de sustentabilidade. No entanto, sugere-se a avaliação da estabilidade do trub quente em outros tipos de formulações cosméticas, bem como a investigação de diferentes solventes e condições de extração, a fim de identificar a metodologia mais eficiente e ampliar o conhecimento sobre seu potencial de aplicação. Do mesmo modo, é indicado que futuras investigações considerem estilos de cerveja com maior potencial fenólico, a fim de maximizar o aproveitamento bioativo desse resíduo cervejeiro. Assim, este estudo evidencia não apenas a viabilidade do trub quente como ativo cosmético, mas também sua contribuição [para o desenvolvimento de produtos](#) mais conscientes, transformando um resíduo industrial em uma oportunidade de inovação na indústria cosmética.

Links por Ocorrência (Internet)

Fragmento: **Determinação de Compostos Fenólicos Totais O teor de compostos fenólicos totais (CFT) foi determinado pelo método espectrofotométrico**

<https://www.embrapa.br/documents/1354346/22558699/ResumosExpandidos/32d6dadcd-29a9-af72-d5f4-a1fa7f74bc2f>

Fragmento: **Os resultados foram expressos em miligramas de equivalentes de ácido gálico**

<https://www.embrapa.br/documents/1354346/22558699/ResumosExpandidos/32d6dadcd-29a9-af72-d5f4-a1fa7f74bc2f>

Fragmento: **de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante**

<https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20>
<https://www.scielo.br/j/rbf/a/VStczY5nMNbMxGQD5ScrtDJ/?lang=pt&format=pdf>
<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/download/6807/15276/>
<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/download/2829/3707>

Fragmento: **de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante**

<https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20>
<https://www.scielo.br/j/rbf/a/VStczY5nMNbMxGQD5ScrtDJ/?lang=pt&format=pdf>
<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/download/6807/15276/>
<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/download/2829/3707>

Fragmento: **Compostos Fenólicos Totais e Atividade Antioxidante**

<https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20>
<https://core.ac.uk/download/pdf/30372221.pdf>
<https://www.scielo.br/j/rbf/a/VStczY5nMNbMxGQD5ScrtDJ/?lang=pt&format=pdf>
<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/download/6807/15276/>
<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/download/2829/3707>

Fragmento: **A atividade antioxidante foi determinada por**

<https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20>

Fragmento: **este trabalho teve como objetivo investigar o**

<https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20>

Fragmento: **O estudo foi realizado no Laboratório de**

<https://www.embrapa.br/documents/1354346/22558699/Resumos>

<Expandidos/32d6dadcd-29a9-af72-d5f4-a1fa7f74bc2f>

<https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20>

https://paginas.uepa.br/pcambientais/simposio/anais_tcompleto_simposio_2019_volume_4.pdf

Fragmento: **Conclusão: Os resultados deste estudo**

<https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20>

http://www.abennacional.org.br/download/catalogo_2006.doc

Fragmento: **presença de compostos fenólicos e elevada**

<https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20>

Fragmento: **O teor de compostos fenólicos totais foi**

<https://www.embrapa.br/documents/1354346/22558699/Resumos>

<Expandidos/32d6dadcd-29a9-af72-d5f4-a1fa7f74bc2f>

<https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20>

<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/27576/4/CompostosFenolicosTotais.pdf>

<https://www.scielo.br/j/rbf/a/VStczY5nMNbMxGQD5ScrtDJ/?lang=pt&format=pdf>

Fragmento: **o teor de compostos fenólicos totais e**

<https://www.embrapa.br/documents/1354346/22558699/Resumos>

<Expandidos/32d6dadcd-29a9-af72-d5f4-a1fa7f74bc2f>

<https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20>

<http://www.scielo.br/j/rbf/a/RTcwy89hndbJmPySv3NV5jp/>

<https://www.scielo.br/j/rbf/a/VStczY5nMNbMxGQD5ScrtDJ/?lang=pt&format=pdf>

<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/27576/4/CompostosFenolicosTotais.pdf>

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5168591.pdf>

<https://www.scielo.br/j/cta/a/fqHcMC5PZxSRgzWdtbLGffJ/?format=pdf&lang=pt>

<https://www.scielo.br/j/cta/a/fqHcMC5PZxSRgzWdtbLGffJ/?format=pdf>

https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/15451/2/PB_COQUI_2013_2_06.pdf

[https://repositorio.ipv.pt/bitstream/10400.19/1770/1/SOUTINHO, Susana Margarida Abrantes](https://repositorio.ipv.pt/bitstream/10400.19/1770/1/SOUTINHO,_Susana_Margarida_Abrantes_Avaliação_dos_compostos_fenólicos_e_da_actividade_antioxidante....pdf)

[Avaliação dos compostos fenólicos e da actividade antioxidante....pdf](Avaliação_dos_compostos_fenólicos_e_da_actividade_antioxidante....pdf)

Fragmento: **de compostos fenólicos e flavonóides,**

<https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20>

https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/15451/2/PB_COQUI_2013_2_06.pdf

<https://rcfba.fcfar.unesp.br/index.php/ojs/article/download/260/258/>

<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/27576/4/CompostosFenolicosTotais.pdf>

http://www.conhecer.org.br/enciclop/2017a/agrar/fenolicos_totais.pdf

<http://www.scielo.br/j/rbpm/a/QvFTbwXjYw3Cm8rdQMK384c/>

Fragmento: **teores de compostos fenólicos totais,**

<https://www.embrapa.br/documents/1354346/22558699/Resumos>

<Expandidos/32d6dadcd-29a9-af72-d5f4-a1fa7f74bc2f>

<https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20>

<http://www.scielo.br/j/rbf/a/RTcwy89hndbJmPySv3NV5jp/>
<https://www.scielo.br/j/rbf/a/VStczY5nMNBmXGQD5ScrtDJ/?lang=pt&format=pdf>
<http://www.scielo.br/j/cta/a/Kp9JZy3xyrky5JTHN3yMPbM/>
<http://www.scielo.br/j/rbpm/a/QvFTbwXjYw3Cm8rdQMK384c/>
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5168591.pdf>
<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/27576/4/CompostosFenolicosTotais.pdf>
https://repositorio.ipv.pt/bitstream/10400.19/1770/1/SOUTINHO_SusanaMargaridaAbrantes_Avaliacao_dos_compostos_fenolicos_e_da_actividade_antioxidante....pdf
<https://core.ac.uk/download/pdf/30372221.pdf>
<https://portalrevistas.ucb.br/index.php/rmsbr/article/download/9308/5557>

Fragmento: **o teor de compostos fenólicos totais**

<https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20>
<https://www.embrapa.br/documents/1354346/22558699/ResumosExpandidos/32d6dadcd-29a9-af72-d5f4-a1fa7f74bc2f>
<https://www.scielo.br/j/rbf/a/VStczY5nMNBmXGQD5ScrtDJ/?lang=pt&format=pdf>
<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/27576/4/CompostosFenolicosTotais.pdf>
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5168591.pdf>
https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/15451/2/PB_COQUI_2013_2_06.pdf
<http://www.scielo.br/j/rbf/a/RTcwy89hndbJmPySv3NV5jp/>
https://repositorio.ipv.pt/bitstream/10400.19/1770/1/SOUTINHO_SusanaMargaridaAbrantes_Avaliacao_dos_compostos_fenolicos_e_da_actividade_antioxidante....pdf
<https://www.scielo.br/j/cta/a/fqHcMC5PZxSRgzWdtbLGfJ/?format=pdf&lang=pt>
<https://www.scielo.br/j/cta/a/fqHcMC5PZxSRgzWdtbLGfJ/?format=pdf>

Fragmento: **de compostos fenólicos totais foram**

<https://www.embrapa.br/documents/1354346/22558699/ResumosExpandidos/32d6dadcd-29a9-af72-d5f4-a1fa7f74bc2f>

Fragmento: **concentração de compostos fenólicos**

<https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20>
<https://www.embrapa.br/documents/1354346/22558699/ResumosExpandidos/32d6dadcd-29a9-af72-d5f4-a1fa7f74bc2f>
<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/13652/1/Arquivototal.pdf>
<http://www.scielo.br/j/rbpm/a/QvFTbwXjYw3Cm8rdQMK384c/>
https://repositorio.unilab.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2003/1/JOILNA_ALVES_DA_SILVA_Dissertacao.pdf

Fragmento: **a quantidade de compostos fenólicos**

<https://www.embrapa.br/documents/1354346/22558699/ResumosExpandidos/32d6dadcd-29a9-af72-d5f4-a1fa7f74bc2f>
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5168591.pdf>
https://repositorio.ipv.pt/bitstream/10400.19/1770/1/SOUTINHO_SusanaMargaridaAbrantes_Avaliacao_dos_compostos_fenolicos_e_da_actividade_antioxidante....pdf
<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/13652/1/Arquivototal.pdf>

Fragmento: **a quantidade de compostos fenólicos**

<https://www.embrapa.br/documents/1354346/22558699/ResumosExpandidos/32d6dadcd-29a9-af72-d5f4-a1fa7f74bc2f>

[Expandidos/32d6dadcd-29a9-af72-d5f4-a1fa7f74bc2f](#)
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5168591.pdf>
https://repositorio.ipv.pt/bitstream/10400.19/1770/1/SOUTINHO_Susana_Margarida_Abrantes_Avaliação_dos_compostos_fenólicos_e_da_actividade_antioxidante....pdf
<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/13652/1/Arquivototal.pdf>

Fragmento: **para o desenvolvimento de produtos**

https://www.embrapa.br/documents/1354346/22558699/Resumos_Expandidos/32d6dadcd-29a9-af72-d5f4-a1fa7f74bc2f
<http://www.bioestimulantes.ufsc.br/files/2017/11/Anais-I-Simpósio-Latino-Americano-sobre-Bioestimulantes-na-Agricultura-SLABA-2017.pdf>
<http://docplayer.com.br/84503267-pesquisa-para-que-para-quem.html>

Fragmento: **das enzimas superóxido dismutase,**

<https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20>
<http://www.bioestimulantes.ufsc.br/files/2017/11/Anais-I-Simpósio-Latino-Americano-sobre-Bioestimulantes-na-Agricultura-SLABA-2017.pdf>
https://sigaa.ufpb.br/sigaa/public/programa/defesas.jsf?lc=en_US&id=1869

Fragmento: **Além disso, estudos indicam que o**

<https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20>

Fragmento: **para determinar a porcentagem de**

<https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20>
<https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202003/12103441-anais-misosul-2019.pdf>

Fragmento: **as leituras foram realizadas em**

https://www.embrapa.br/documents/1354346/22558699/Resumos_Expandidos/32d6dadcd-29a9-af72-d5f4-a1fa7f74bc2f
<http://www.scielo.br/pdf/bjft/v14n3/04.pdf>
<http://www.scielo.br/j/rbpm/a/QvFTbwXjYw3Cm8rdQMK384c/>
<https://www.upf.br/uploads/Conteudo/simposio-sial-anais/2015/ciencia/c56.pdf>
<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/download/6807/15276/>
https://www.embrapa.br/documents/1355202/1529289/Jornada_Acadêmica_2013.pdf/023dad28-d0af-4bda-a69c-fc5e8d19e6a9



[Relatório DOCxWEB](#) [DOCXWEB.COM](#) [Ajuda](#)