

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CAMPUS AVANÇADO DE GOVERNADOR VALADARES
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA
DEPARTAMENTO DE FARMÁCIA**

Thalisson Ronner Stockler Soares Silva

**A ADIÇÃO DE ESPECIARIAS E FRUTAS DURANTE O PROCESSO
DE FERMENTAÇÃO DE CERVEJAS ARTESANAIS E SUA
PROPRIEDADE ANTIOXIDANTE: UMA REVISÃO**

Governador Valadares

2023

Thalisson Ronner Stockler Soares Silva

**A ADIÇÃO DE ESPECIARIAS E FRUTAS DURANTE O PROCESSO
DE FERMENTAÇÃO DE CERVEJAS ARTESANAIS E SUA
PROPRIEDADE ANTIOXIDANTE: UMA REVISÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado, no formato de artigo, ao Curso de Graduação em Farmácia da Universidade Federal de Juiz de Fora/MG, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Farmácia.

Orientador: Profa. Dra. Priscila Lima Sequetto

Governador Valadares

2023

Thalisson Ronner Stockler Soares Silva

**A ADIÇÃO DE ESPECIARIAS E FRUTAS DURANTE O PROCESSO
DE FERMENTAÇÃO DE CERVEJAS ARTESANAIS E SUA
PROPRIEDADE ANTIOXIDANTE: UMA REVISÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado, no formato de artigo, ao Curso de Graduação em Farmácia da Universidade Federal de Juiz de Fora/MG, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Farmácia.

Aprovada em 15 de fevereiro de 2023.

**BANCA
EXAMINADORA**

Profa. Dra. Priscila Lima Sequetto (Orientador)
Universidade Federal de Juiz de Fora Campus Governador Valadares

Dra. Monique Ellen Torres da Silva
Universidade Federal de Juiz de Fora Campus Governador Valadares

Prof. Me. Matheus Almeida Souza
Universidade Vale do Rio Doce (Univale)

A ADIÇÃO DE ESPECIARIAS E FRUTAS DURANTE O PROCESSO DE FERMENTAÇÃO DE CERVEJAS ARTESANAIS E SUA PROPRIEDADE ANTIOXIDANTE: UMA REVISÃO

RESUMO

O hábito de beber cerveja é muito prevalente na cultura ocidental, tornando-se uma das bebidas alcoólicas mais populares em todo o mundo. Os compostos polifenóis são uma classe de compostos produzidos em plantas, que possuem propriedades antioxidantes. Muitas cervejas artesanais, adicionadas de especiarias e frutas, apresentam estes compostos na sua constituição e desta forma, o seu consumo de forma moderada, demonstra ser menos prejudicial à saúde que a cerveja convencional. O objetivo da pesquisa foi avaliar os estudos sobre a atividade antioxidante de cervejas artesanais com adição de frutas e especiarias. Realizou-se como metodologia o levantamento bibliográfico utilizando as bases de dados Google Acadêmico, Plataforma da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Scientific Electronic Library (SciELO), delimitando os artigos de 2006 até 2023 em 2 idiomas: português e inglês. Ao fim, foi constatado que a adição de frutas e especiais às cervejas artesanais levou ao aumento da concentração de compostos fenólicos nesses produtos, o que pode contribuir para a propriedade antioxidante da cerveja.

Palavra-chave: Cerveja artesanal, Fatores antioxidantes, Polifenóis, Fermentação.

ABSTRACT

The habit of drinking beer is very prevalent in Western culture, making it one of the most popular alcoholic beverages across the world. Polyphenol compounds are a class of plant-produced compounds that have antioxidant properties. Many craft beers, added with spices and fruits, have these compounds in their constitution and, therefore, their moderate consumption proves to be less harmful to health than conventional beer. The objective of the research was to evaluate the studies on the antioxidant activity of craft beers with the addition of fruits and spices. As a methodology, a bibliographical survey was carried out using the databases Google Scholar, Platform for the Coordination of Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), Scientific Electronic Library (SciELO), delimiting the articles from 2006 to 2023 in 2 languages:

Portuguese and English. In the end, it was found that the addition of fruits and specials to craft beers led to an increase in the concentration of phenolic compounds in these products, which may contribute to the antioxidant property of beer.

Keywords: Craft beer, Antioxidant factors, Polyphenols, Fermentation.

INTRODUÇÃO

A cerveja é a bebida alcoólica mais consumida no mundo, sua produção em alguns países como a Itália é de 13,5 milhões de hectolitros por ano, representando um membro importante no mercado cervejeiro europeu. Ultimamente, juntamente com empresas multinacionais, as cervejarias artesanais independentes vêm florescendo, mesmo em países onde não há uma forte tradição cervejeira, como na Itália. Os consumidores italianos de cerveja estão aumentando cada vez mais e os amantes da cerveja são na verdade comparáveis aos amantes do vinho (HYNDY, 2017).

O estresse oxidativo está envolvido na patologia de várias doenças humanas, como aterosclerose, diabetes, doenças neurodegenerativas, envelhecimento e câncer. Os antioxidantes dietéticos podem neutralizar os efeitos negativos do estresse oxidativo. Os polifenóis são os antioxidantes dietéticos mais abundantes, devido à sua presença em todas as frutas e vegetais. A ingestão de polifenóis pode ser de várias centenas de miligramas por dia, até 1 g/dia, dependendo dos hábitos alimentares e, em particular, do consumo de vinho, café, cerveja, chocolate e chá; e amplamente excede a de outros antioxidantes, como vitamina E, vitamina C e β -caroteno. Entre os polifenóis, os sucos fenólicos encontrados em frutas cítricas, como limão, laranja e tangerina, além de outras frutas à exemplo da cereja, uva, ameixa, pêra, maçã e mamão, estão em maiores quantidades na polpa que no suco da fruta, representando cerca de um terço da ingestão total, enquanto os flavonoides representam os dois terços restantes. Estudos epidemiológicos sugerem associações entre o consumo a longo prazo de alimentos ricos em polifenóis e a prevenção de doenças relacionadas ao estresse oxidativo, como câncer, doenças cardiovasculares, diabetes, inflamação e doenças degenerativas (FREITAS, 2006).

A cerveja é uma das bebidas alcoólicas mais populares consumidas em grandes países em todo o mundo, sendo fonte de carboidratos, aminoácidos, minerais, vitaminas e polifenóis. Cerca de 30% dos polifenóis da cerveja são originários do lúpulo, enquanto os 70% restantes vêm do malte. Além disso, o lúpulo fornece compostos que se tornam preparados amargos (humulonas) durante o processo de fermentação da cerveja. A atividade antioxidante e o teor de polifenóis da cerveja associados ao seu teor alcoólico são fatores relevantes na avaliação da qualidade da cerveja (PINTO, 2019).

Além dos produtos mais familiares, as cervejas especiais produzidas com adição de frutas e especiarias naturais durante o processo de fermentação vêm se tornando muito populares em todo o mundo, atendendo a pedidos de novos estímulos gustativos, olfativos e visuais dos consumidores. Durante a produção de cervejas especiais, sabores e compostos bioativos, como carotenóides e polifenóis, são extraídos de frutas, especiarias e alimentos naturais adicionados à cerveja.

Recentemente, foi relatado que a adição de frutas durante o processo de fermentação aumenta significativamente o teor de compostos bioativos e a atividade antioxidante da cerveja. Apesar de muitos estudos descrevendo as matérias-primas e os efeitos dos processos tecnológicos, pouco se sabe sobre os compostos saudáveis e a qualidade nutricional das cervejas disponíveis comercialmente (PINTO, 2019).

Existem estudos que apontam que o consumo moderado de vinho pode trazer benefícios à saúde, melhorando as condições de pacientes cardiovasculares, apesar disso, a cerveja é a bebida mais popular do Brasil e em outros países da Europa, mas o consumo excessivo da cerveja industrializada pode trazer problemas cardiovasculares e de alteração de pressão (FREITAS, 2006). Assim, essa pesquisa busca compreender quais são os fatores antioxidantes presentes nas cervejas artesanais e se estes podem conferir benefícios à saúde em relação às cervejas industriais. Para isso, foi elaborada uma pesquisa quantitativa e qualitativa nas principais revistas indexadas do Google acadêmico e Scielo, entre os anos de 2006 a 2023, sobre a atividade antioxidante das cervejas artesanais.

A FABRICAÇÃO DE CERVEJA

Antes de 6.000 AC, a cerveja era feita de cevada na Suméria e na Babilônia. Relevos em túmulos egípcios que datam de 2400 AC mostram que a cevada ou cevada parcialmente geminada foi esmagada, misturada com água e seca em bolos. Quando quebradas e misturadas com água, as tortas davam um extrato que era fermentado por microrganismos acumulados nas superfícies dos recipientes de fermentação (MIZRAHI, 2020).

As técnicas básicas de fabricação de cerveja vieram do Oriente Médio para a Europa. Os historiadores romanos Plínio e Tácito (ambos no século I d.C.) relataram que saxões, celtas e tribos nórdicas e germânicas bebiam cerveja. Na verdade, muitos dos termos ingleses usados na fabricação de cerveja (malt, mash, wort, ale) são de origem anglo-saxônica. Durante a Idade Média, as ordens monásticas preservaram a fabricação de cerveja como um ofício. O lúpulo estava em uso na Alemanha no século 11 e no século 15 foi introduzido na Grã-Bretanha vindo da Holanda (MIZRAHI, 2020).

Em 1420, a cerveja era feita na Alemanha por um fundo-processo de fermentação, assim chamado porque o fermento tende a afundar no fundo do recipiente de infusão; antes disso, o tipo de fermento usado tendia a subir para o topo do produto fermentado e era deixado transbordar ou era desnatado manualmente. A fabricação de cerveja era uma ocupação de inverno e o gelo era usado para manter a cerveja fresca durante os meses de verão. Essa cerveja passou a ser chamada lager (do alemão lagern, “armazenar”). O termo lager ainda é usado para denotar cerveja produzida a partir de fermento de baixa fermentação, e o termo ale agora é usado

para tipos de cerveja britânica de alta fermentação (HYNDY, 2017).

A Revolução Industrial trouxe a mecanização da fabricação de cerveja. Um melhor controle sobre o processo, com o uso do termômetro e do sacarômetro, foi desenvolvido na Grã-Bretanha e transferido para o continente, onde o desenvolvimento de equipamentos de fabricação de gelo e refrigeração no final do século XIX permitiu que cervejas lager fossem produzidas no verão. Na década de 1860, o químico francês Louis Pasteur, por meio de suas investigações sobre a fermentação, estabeleceu muitas das práticas microbiológicas ainda usadas na fabricação de cerveja. O botânico dinamarquês Emile Hansen desenvolveu métodos para cultivar leveduras em culturas livres de outras leveduras e bactérias. Esta tecnologia de cultura pura foi adotada rapidamente pelos cervejeiros da Continental, mas não até o século 20 pelos cervejeiros da Grã-Bretanha. Enquanto isso, as lagers de estilo alemão, fermentadas por fermentos puros, tornaram-se dominantes nas Américas (HYNDY, 2017).

A fabricação de cerveja no século 21 é uma indústria de grande escala, as cervejarias modernas usam equipamentos de aço inoxidável e operações automatizadas controladas por computador e embalam cerveja em barris de metal, garrafas de vidro, latas de alumínio e recipientes de plástico. As cervejas agora são exportadas para todo o mundo e são produzidas sob licença em países estrangeiros. De acordo com o Beer Year book, em 2020, o Brasil tinha 1.383 cervejarias registradas no Ministério da Agricultura, Florestas e Fornecimento de Alimentos, um aumento de 14,4% em relação ao ano anterior (PEREIRA, 2022).

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, ocorrida durante os meses de outubro a dezembro de 2022, em que foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre a atividade antioxidante das cervejas artesanais com adição de frutas e especiarias durante o processo de fermentação. O levantamento bibliográfico foi realizado nas bases de dados Google Acadêmico, Plataforma da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Scientific Electronic Library (SciELO). Foram delimitados os artigos de 2006 até 2023 em 2 idiomas: português e inglês. Foram utilizados os seguintes descritores em português: “processo de fermentação da cerveja artesanal”, “propriedades antioxidantes da cerveja”, “adição de frutas durante o processo de fabricação das cervejas”, e em inglês: “craft beer fermentation process”, “beer antioxidant properties”, “addition of fruits during the beer manufacturing process” em que foram selecionados artigos somente os quais se relacionassem com o tema e objetivo da pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 34 resultados de artigos sobre ação antioxidante em cervejas artesanais com adição de frutas e especiarias, dos quais apenas 10 foram selecionados, levando em consideração o ano de publicação, e a confiança nas informações (Figura 1).

FIGURA 1: Diagrama de revisão sistemática



Fonte: Autoria própria 2022

No total, foram encontrados 34 artigos (Google Acadêmico = 10; ABCS Health Sciences = 8 e SciELO = 16), por meio das buscas eletrônicas. Assim sendo, estas publicações compõem o presente estudo, resultantes de pesquisas primárias quantitativas, qualitativas e estudos teóricos.

O ordenamento jurídico brasileiro não define "cervejas artesanais", embora sejam produzidas de forma diferente das cervejas comerciais mais consumidas. É sabido que da sua produção resulta uma maior variedade de tipos de cerveja, muitos dos quais se distinguem por serem um produto com aroma e sabor mais fortes que os demais (KLEBAN; NICKERSON, 2017).

A demanda por cerveja artesanal está aumentando na indústria de bebidas e sua popularidade tem impacto nas preferências e tendências de consumo do consumidor. É óbvia a

importância de pesquisar a indústria de bebidas na área das cervejas artesanais, pois este é um campo em forte expansão à escala mundial. O produto artesanal apresenta uma variedade de qualidades, destacando ainda mais suas qualidades únicas, como sabor e aroma, em comparação com as cervejas industrializadas. Normalmente, quem gosta de degustar e vender produtos artesanais quer algo com fragrâncias e sabores frescos (TOZETTO, 2017).

Além disso, tem havido um notável aumento na produção de cervejas com a adição de ingredientes únicos como frutas, melão, chá, entre outros. Como exemplo, pode-se citar o trabalho de Trindade (2016), que incluiu amora na produção de quatro diferentes tipos de cerveja artesanal, variando o teor de fruta em 0, 10, 20 e 30%. O autor examinou os compostos fenólicos e a atividade antioxidante e, como resultado, observou um aumento progressivo dos compostos fenólicos de acordo com as mudanças nos níveis da atividade antioxidante.

Cervejas convencionais e especiais foram examinadas nos estudos de Trindade (2016). As cervejas especiais foram produzidas pela adição dos seguintes alimentos: noz (*Juglans Regia* L., WAN), castanha (*Castanea Sativa* L., CHÁS), chá verde (*Camellia Sinensis* L., GTEA), café (*Coffea Arabica* e *Coffea Robusta* L., COFFEE), cacau (*Theobroma Cacao* L., COCO), mel (*Wildflower honey*, HONE) e alcaçuz (*Glycyrrhiza Glabra* L., LIQU). A quantidade de alimentos adicionados varia nas diferentes cervejas especiais de 2 a 62,5 g/L de cerveja. (DUARTE, 2015).

Em sua investigação, Duarte (2015) testou cervejas especiais produzidas na Itália do estilo ale (cerveja de alta fermentação), exceto uma (cerveja CHES) que era do estilo lager (cerveja de baixa fermentação). Todas as cervejas convencionais testadas foram produzidas na Itália, exceto uma (ALE 1) que foi produzida na Bélgica. Três cervejas convencionais eram cervejas de estilo ale e duas cervejas convencionais eram cervejas de estilo lager. O teor alcoólico apresentou na faixa de 4,5% a 9,0% e 4,6% a 6,6% para cervejas especiais e convencionais, respectivamente. O pH ficou na faixa de 4,04 a 4,64 e 4,29 a 4,87 para cervejas especiais e convencionais, respectivamente. Os valores da International Bitterness Unit (IBU) estavam na faixa de 7 a 30 para cervejas especiais, com o valor mais alto relatado para cerveja de noqueira (WAN), e na faixa de 15 a 35 para cervejas convencionais, com o valor mais alto relatado para cerveja ALE 3. Os valores da European Brewery Convention (EBC), referentes à intensidade da cor da cerveja, situam-se na faixa de 5 a 110 para cervejas especiais, com o valor mais alto relatado para cervejas de café (COFFEE) e cacau (COCO), e na faixa de 4 a 20 para cervejas convencionais, com o maior valor relatado para cerveja ALE 3.

Os compostos fenólicos são uma mistura complexa de compostos derivados do metabolismo secundário da planta, mas diferem na estrutura química e na reatividade. Quimicamente, são constituídos de compostos aromáticos com um ou mais grupos hidroxila, substitutos, incluindo suas derivações funcionais, não são aceitáveis. O tipo e a variedade de

polifenóis variam dependendo do estágio de desenvolvimento da planta, nível de maturação, condições ambientais e manejo, processamento e armazenamento de matérias-primas (FREITAS, 2006).

Os ácidos graxos incluídos nos alimentos ajudam a preservar suas qualidades sensoriais, como aparência, sabor e cor, além de proteger seu conteúdo nutricional. Os compostos fenólicos podem proteger os alimentos da deterioração oxidativa em baixas concentrações. Porém, em altas concentrações, causam perda de cor nos alimentos, adstringência e sabor desagradável, além de interagir com proteínas, carboidratos e minerais, reduzindo o valor nutricional (GONÇALVES, 2011).

A maioria das cervejas especiais (seis em sete) no estudo de Santos (2016) apresentou teor de polifenóis totais consideravelmente e significativamente ($p < 0,05$) maior (intervalo 464–1026 mg/L de cerveja) em comparação com as cervejas convencionais (intervalo 274–446 mg/L de cerveja). O maior nível de polifenóis foi medido na cerveja de cacau (COCO), seguido pelas cervejas de noqueira (WAN), castanha (CHÁS), alcaçuz (LIQU), café (COFFEE), mel (HONEY) e chá verde (GTEA).

Após a descoberta dos compostos fenólicos, observou-se que estes podem inibir as enzimas lipoxigenase e ciclooxigenase, responsáveis pelo desenvolvimento da rancidez oxidativa. Este conhecimento pode revelar seu potencial benefício à saúde, bem como contribuir para sua utilização como fonte de conservantes naturais e antioxidantes (EMBOSCADO, 2015).

Os processos de oxidação que ocorrem nos alimentos têm um papel significativo na vida de prateleira de muitos produtos da indústria alimentícia. Devido a esse fato, os compostos fenólicos da cerveja têm um impacto significativo na forma como ela é preservada, tendo grande importância econômica para as indústrias, pois sua oxidação pode alterar o sabor, a cor e o aroma da cerveja. Uma delas é a oxidação dos taninos, que pode resultar no surgimento da bebida (MACIEL, 2013).

A atividade antioxidante e o teor de fenólicos da cerveja dependem da quantidade e qualidade da matéria-prima, bem como do processo industrial de fabricação da cerveja. De acordo com Duarte (2015) a cerveja com alto teor de fenólicos e alta atividade antioxidante apresenta melhor qualidade, sabor e aroma mais estáveis, estabilidade de espuma em comparação com a cerveja com níveis mais baixos de fenólicos e propriedades antioxidantes mais fracas.

Os efeitos antioxidantes e biológicos dos compostos fenólicos, como anti-inflamatório, cardioprotetor, neuroprotetor, antimicrobiano, antiviral, anticancerígeno têm sido amplamente divulgados e relatados na literatura, principalmente para os ácidos cafeico, ferúlico, p-cumárico e vanílico. Os extratos fenólicos da cerveja foram rapidamente absorvidos e extensivamente metabolizados em humanos na forma de derivados de glicuronídeos e sulfatos, que retêm a

atividade antioxidante (MACIEL, 2013).

Os flavonóides, os antioxidantes fenólicos mais abundantes nas dietas humanas, são absorvidos em humanos, circulam no plasma e são excretados na urina. Foi relatado que os flavonóides exibem atividade antioxidante, capacidade de eliminação de radicais livres, atividade de quelação de metais, prevenção de doenças cardíacas coronárias, atividades hepatoprotetoras, anti-inflamatórias e anticancerígenas. Em relação ao estilbeno resveratrol, estudos de biodisponibilidade em humanos impõem sua absorção com rápida metabolização a conjugados de glicuronídeos e sulfatos, os principais metabólitos plasmáticos e urinários. Foi relatado que o resveratrol tem vários efeitos de promoção da saúde em animais e humanos, como propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antidiabéticas e antiproliferativas (KLEBAN; NICKERSON, 2017).

Recentemente, foi relatado que a adição de frutas frescas durante o processo de fermentação aumenta a atividade antioxidante, o conteúdo total de polifenóis e flavonoides e melhora qualitativa e quantitativamente o perfil fenólico em relação às cervejas industrializadas. No estudo de Hyndy (2017), as cervejas especiais produzidas com adição de especiarias durante a etapa de fermentação demonstraram um teor de polifenóis totais e atividade antioxidante ainda maiores do que as relatadas para cervejas de frutas. Notavelmente, foi relatado que os alimentos específicos envolvidos no presente estudo contêm altos níveis de polifenóis e possuem forte atividade antioxidante.

Na tabela abaixo será apresentado o estudo da atividade antioxidante de cervejas artesanais, com autoria, objetivo do estudo, metodologia e resultado, respectivamente.

TABELA 1 - ESTUDOS DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE CERVEJAS ARTESANAIS

Autoria, ano de publicação e local do estudo, amostra	Objetivo do estudo	Metodologia do estudo	Resultado do estudo
PEREIRA, Caroline Cristina Badini (2022)	Produzir e caracterizar físico-quimicamente as cervejas que incluíssem amaranto.	Foram produzidos quatro lotes de 30 litros de cerveja artesanal American IPA, uma batelada de controle sem inserção do adjunto para efeitos comparativos e outras três bateladas de 30 litros com inserção de amaranto.	Foi observada uma diferença estatística entre as amostras com amaranto e o lote produzido sem adição, mostrando que a atividade antioxidante foi 85% a 87% maior no amaranto contendo cervejas, confirmando sua atividade antioxidante e potencial funcionalidade.
SORBO, Manda Cristina Alfredo Contrucci (2019)	Identificar os efeitos funcionais da cerveja Pilsen e as potenciais propriedades antioxidantes da substância.	Foram produzidas cervejas e suplementadas com pólen de maracujá, polpa de maracujá e polpa de maracujá diluída. Todos os tratamentos foram repetidos três vezes em brassagens separadas.	Os resultados das diferentes concentrações da polpa de maracujá mostraram um potencial favorável para compostos fenólicos.
RINALDI, Bruno José Dani et al (2022)	Criar uma cerveja artesanal aprimorada com physalis liofilizada para adicionar compostos minerais e fenólicos para conferir à bebida finalizada atividade antioxidante.	Foram produzidas e caracterizadas três diferentes formulações de cerveja (20, 40 e 60 g/L) adicionadas de physalis liofilizado.	Os resultados mostraram aumento da atividade antioxidante, teor total de certos minerais e compostos fenólicos na cerveja com physalis liofilizado.

VOGAI, Cristine (2017)	Desenvolver uma cerveja artesanal com a adição de frutos como morango e mirtilo, com o objetivo de produzir um produto acabado com maior concentração de compostos fenólicos e atividade antioxidante.	Foram avaliados os parâmetros de pH, densidade, cor, redutor de açúcar, extrato real, extrato aparente, extrato primitivo, teor alcoólico, polifenóis e atividade antioxidante das cervejas produzidas com a adição de frutos.	Foi observado que o aumento na concentração de mirtilo e morango levou ao aumento da concentração de compostos fenólicos e consequentemente da atividade antioxidante.
MATSUBARA, Amanda Kaori (2017)	Avaliar o uso de gengibre (<i>Zingiber officinale</i> Roscoe) na fabricação de cerveja artesanal de trigo.	Foram produzidas três formulações de cerveja de trigo e e caracterizadas através de análises físico-químicas e da atividade antioxidante.	As cervejas produzidas com adição de gengibre apresentaram propriedades antioxidantes e foram bem aceitas sensorialmente.
WEILLER, Julia et al. (2022)	Desenvolver uma variedade de cervejas artesanais que replicassem uma tradicional cerveja alemã do estilo Weissbier com adição de cravo (<i>Caryophyllus aromaticus</i> L.), canela (<i>Cinnamomum zeylanicum</i> Blume), e hortelã (<i>Mentha</i> L.).	Foi realizada a quantificação dos fenólicos totais dos extratos de especiarias, insumos cervejeiros e das cervejas elaboradas e avaliado o percentual da atividade antioxidante pela captura do radical DPPH.	As diversas especialidades incluídas e testadas apresentaram resultados significativos para compostos antioxidantes, demonstrando a viabilidade de utilizá-las como alternativa de sabor, fragrância e capacidade antioxidante.
FREIRE, Bruno Ribeiro et al. (2020)	Criar cervejas artesanais com a adição das frutas tropicais atemoia e sapoti em sua composição.	Foram realizadas análises físico-químicas das três cervejas produzidas (cerveja de atemoia, cerveja com polpa de atemoia e cerveja com polpa de sapoti) após engarrafamento e carbonatação.	Observou-se aumento no teor de fenólicos totais das cervejas produzidas com atemoia e sapoti quando comparadas com a a cerveja sem frutas.

FONSECA, Keyla Torres (2020)	Formular cerveja artesanal do tipo ale adicionada de hibisco (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.).	A presença de compostos fenólicos e atividade antioxidante nas cervejas foram avaliadas pelos métodos de Contagem Total de Polifenóis e DPPH, ABTS e Poder Redutor. A cerveja foi caracterizada quanto aos parâmetros de teor alcoólico, cor, sabor, matéria estranha e pH.	Verificou-se que a aplicação de mais tempo, temperatura e concentração às fórmulas levou a níveis proporcionalmente mais altos de atividade antioxidante e concentração de polifenol. Além disso, a inclusão de hibisco nas fórmulas de cerveja levou a um aumento na atividade antioxidante e compostos fenólicos contidos nas cervejas.
HOLLAS, Fernanda (2020)	Produzir cerveja artesanal Catharina Sour com infusão de mirtilo.	Foram realizadas análises físico-química e da atividade antioxidantes das cervejas produzidas.	Os testes físico-químicos demonstraram que a cerveja obtida estava de acordo com os padrões exigidos pela Anvisa. Houve maior concentração polifenol na cerveja com sabor de frutas em comparação com a cerveja regular.

Vieira e associados (2021) compararam a atividade antioxidante de várias cervejas comerciais e uma bebida artesanal. Três amostras de cerveja foram usadas para avaliar esta atividade usando os experimentos TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) e FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power). A atividade antioxidante para TEAC e FRAP foi avaliada por meio de curvas de calibração preparadas com Trolox e sulfato ferroso, respectivamente.

Chia-Hung Yen e colaboradores (2019) realizaram um estudo para determinar a presença de compostos benéficos à saúde em bebidas. Eles usaram vários tipos de cervejas de vários lotes e processos de fabricação. As cervejas utilizadas foram India pale ale (IPA) e wheat (Weiss) cervejas de alta fermentação, e cerveja Lager de baixa fermentação. O método utilizado foi o procedimento de extração em fase sólida para aumentar a sensibilidade, seguido de um procedimento de identificação por cromatografia líquida de alta eficiência com um detector de arranjo de diodos acoplado a um espectrômetro de massa por uma fonte de eletrospray (HPLC-DAD-ESI-MS/MS). Foi possível descrever 15 compostos nitrogenados e 57 compostos fenólicos, sendo que 12 dos compostos fenólicos foram descobertos pela primeira vez, embora a quantidade de compostos fenólicos na cerveja seja alta, apenas os ácidos cafeoil e coumaroylquinic, ácido cumárico, kaempferol-3-rutinosídeo e proantocianidina B meridianos III e V são capazes de distinguir entre cervejas artesanais nas classes IPA, Lager e Weiss estilos (CHIA-HUNG YEN,2019).

Sorbo e Broetto (2019) descreveram a caracterização de antioxidantes em cervejas estilo Pilsen com suplementação de polpa de maracujá. Uma amostra controle, representada pela cerveja Pilsen produzida localmente (tratamento 1 - T1), foi utilizada no experimento. Nos demais tratamentos, as cervejas foram suplementadas com polpa de maracujá em três concentrações durante o processo de refermentação (priming), sendo o tratamento 2 (T2) utilizando 120mL inteiros de polpa de maracujá para representar 100%; os tratamentos 3 e 4 utilizaram 50 e 25% da polpa de maracujá diluída, respectivamente. Foi utilizado o método DPPH, que baseia sua avaliação na capacidade antioxidante dos compostos fenólicos em sequestrar o radical DPPH.

Machado (2017) criou uma cerveja artesanal com adição de cacau que incluía cinco tipos diferentes de tratamento: adição de cacau no processo de brasagem (2%), adição de cacau no processo de lupulagem (2% em substituição a 100% do lúpulo de amargor), adição de cacau na fermentação (2%), adição de cacau na maturação (2%) e controle do teor alcoólico da cerveja (0%, 4% e 70% de álcool). Foram realizadas a avaliação da composição de compostos fenólicos e atividade antioxidante. Foi demonstrado que os extratos com maior teor alcoólico continham mais compostos fenólicos, mas não diferiram significativamente dos demais tratamentos quanto à capacidade antioxidante. Já as cervejas produzidas com adição de 2% de cacau apresentaram altas concentrações de compostos fenólicos. No entanto, o tratamento que substitui a lupulina

(adição de 2% em substituição a 100% da lupulina) apresentou os maiores teores de compostos fenólicos, tornando-o o tratamento preferido e aceito em todos os atributos analíticos sensoriais e tornando a adição de cacau mais viável.

Santos (2016) desenvolveu uma cerveja com adição de erva-mate variando as etapas de produção para avaliar seu potencial fenólico. A análise foi realizada com extratos preparados em várias temperaturas (45, 65, 73 e 100 °C) e concentrações (5, 10, 15 e 20g), além de seis tipos de erva mate para chimarrão disponíveis comercialmente. As amostras foram examinadas em relação às teorias de composição fenólica total e sua capacidade antioxidante usando os métodos FRAP, ABTS e DPPH. Foram criadas três fórmulas de cerveja com adição de erva-mate tipo chimarrão, feitas inteiramente com folhas. Adicionalmente, as cervejas criadas foram avaliadas nos dias 1, 90 e 180 após o armazenamento.

Santos (2016), observou que as atividades antioxidantes e o teor de polifenóis da cerveja associados ao seu baixo teor alcoólico são fatores relevantes na origem da qualidade nutricional da cerveja. De fato, estima-se que a quantidade total de polifenóis na cerveja seja de 300–500 mg/L a para os estilos de cerveja mais comuns. Valores mais altos (622 ± 77 e 875 ± 168 mg/L, respectivamente) foram relatados apenas para os estilos de cerveja abadia e bock. Recentemente, um teor total de polifenóis de até 770 mg/L de cerveja foi relatado para cervejas de frutas, produzidas através da adição de frutas frescas durante o processo de fermentação.

Em um artigo de 2017, Matsubara e colaboradores criaram uma cerveja artesanal com trigo e gengibre, preparando inicialmente dois tipos diferentes de extratos de gengibre antes de completar as três fórmulas da bebida. A primeira amostra controle não teve adição de genisteína, as demais tiveram acréscimos de 0,75 e 1%, além disso, dois extratos já preparados também foram examinados quanto à atividade antioxidante. Os métodos DPPH e ABTS foram utilizados para analisar a atividade antioxidante. Observou-se que a atividade antioxidante nos resultados referentes ao método DPPH variou de 1.157,08 a 1.432,08 M TEAC/L, e que os valores para o método ABTS variaram de 860,33 a 1930,33 M TEAC/L (MATSUBARA, 2017).

CONCLUSÃO

De acordo com as questões levantadas na análise do trabalho, sabe-se que a cerveja artesanal difere mais da cerveja tradicional em sabor e fragrância devido à sua composição variável. Além de ser um mercado com significativa expansão global, é também um produto de alto valor agregado e, como dito anteriormente, um diferencial de venda em relação à sua classificação. Tendo em vista os significativos avanços na produção e comercialização de cerveja artesanal no Brasil, pesquisas sobre o potencial antioxidante desse produto são pertinentes, visto os inúmeros estudos em andamento que têm mostrado resultados satisfatórios sobre a atividade antioxidante. A adição de frutas e especiarias às cervejas artesanais levou ao aumento da concentração de compostos fenólicos nesses produtos.

BIBLIOGRAFIA

DUARTE, L. G. R. Avaliação do emprego do café torrado como aromatizante na produção de cervejas. Dissertação (Mestrado em Ciências na área de Microbiologia Aplicada). 2015.

FREIRE, B. R., Lemes, D. S., Moraes, A. S. da S., Gris, E. F., Chaker, J. A., & Orsi, D. C. (2020). Caracterização físico-química de cervejas artesanais de atemoia (*Annona cherimoia* Mill. x *Annona squamosa* L) e de sapoti (*Manilkara sapota* L.). *Agrarian*, 13(48), 280–287. <https://doi.org/10.30612/agrarian.v13i48.9232>

FREITAS, G.L. Potencial Antioxidante e Compostos Fenólicos na Cerveja, Chopp, Cevada (*Hordeum vulgare* L.) e no Bagaço de Brassagem. 87f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

GONÇALVES, F.G. Avaliação do farelo integral de pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius* raddi) como promotores de produção na dieta de frangos de corte. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Porto Alegre, 2011.

MACHADO, E.R. Desenvolvimento e caracterização de cerveja artesanal com adição de cacau. 46 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

MACIEL, Denis Cardoso; ELÓI, Ligia Mara Henrique; DE OLIVEIRA JORDÃO, Christiane. Compostos fenólicos em diferentes marcas de cerveja: comparação qualitativa de diferentes marcas e sua relação com a saúde humana. *Revista Brasileira Multidisciplinar-ReBraM*, v. 16, n. 1, p. 41-52, 2013.

MATSUBARA, Amanda Kaori; PLATH, Ariane Rodrigues. Desenvolvimento de cerveja artesanal de trigo adicionada de gengibre (*Zingiber officinale* roscoe). 2017. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2017.

MIZRAHI, Matheus Melo. Mapeamento das tendências na produção de cerveja artesanal brasileira. 2020.

PEREIRA, Caroline Cristina Badini. Desenvolvimento, caracterização e atividade antioxidante de cerveja artesanal contendo amaranto. 2022.

PINTO, Luan Ícaro Freitas. Inovação tecnológica na fabricação de cerveja funcional: Incorporação da rutina de fava d'anta (*Dimorphandra gardneriana* Tulasne). 2019. Disponível em :https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/42920/3/2019_tese_lifpinto.pdf
- Programa de Pós-Graduação da Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2015.

RINALDI, Bruno José Dani Et all. Fabricação de cerveja artesanal enriquecida com physalis liofilizada: uma fonte promissora de antioxidantes. *SciELO 25 anos*. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.01922>.

SANTOS, C. O. Elaboração de cerveja com adição de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.): Qualidade físico-química e sensorial. 129p. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria - Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, 2016.

SORBO, A., & Broetto, F. (2019). Caracterização dos antioxidantes em cervejas tipo pilsen suplementadas com polpa de maracujá. *Energia na agricultura*,34(3), 441–446. <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2019v34n3p441-446>.

TRINDADE, Simone Cezar. incorporação de amora na elaboração de cerveja artesanal. 59f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Maria. 2016.

VIEIRA, A. C. G; LACERDA, E. C. Q; SANT'ANA, G. C. F; LEÃO, M. H. M. R; AMARAL, P. F. F. Antioxidant activity in commercial wheat beer. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.7, n.2, p. 15217-15222, fev. 2021.

WEILLER Julia et al. (2022). Elaboração e análise da atividade antioxidante de cervejas artesanais incorporadas de especiarias. *Igapó*, 11(1). Recuperado de <https://igapo.ifam.edu.br/index.php/igapo/article/view/143>.

YEN, CHIA-HUNG et all; HPLC-DAD-ESI-MS Analysis for Simultaneous Quantitation of Phenolics in Taiwan Elderberry and Its Anti-Glycation Activity 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6864441/#:~:text=A%20HPLC-DAD-ESI-,comparisons%20of%20different%20HPLC%20conditions>.