

Desenvolvimento de uma *fruit beer* artesanal: da fabricação às análises finais

Development of an artisan fruit beer: from brewing to final analyses

VANÊSSA GONÇALVES DE FREITAS

Discente de Farmácia (UNIPAM)
vanessagf@unipam.edu.br

DOUGLAS CARDOSO BRANDÃO

Professor orientador (UNIPAM)
douglascb@unipam.edu.br

Resumo: Considerada uma das bebidas mais consumidas no mundo, a cerveja começou a ser fabricada por volta de 6000 a. C. pelos povos do Oriente Médio e do Antigo Egito. No Brasil, o mercado cervejeiro desempenha um papel relevante na economia. Este estudo teve como objetivo desenvolver uma *Fruit Beer* enriquecida com frutas vermelhas, reconhecidas por seu teor de compostos antioxidantes benéficos à saúde. Foram realizadas análises fitoquímicas da polpa de frutas, avaliando a presença de compostos como taninos, flavonoides, carboidratos, desoxiaçúcares, esteroides/triterpenos, terpenos e cumarinas, além de análises de densidade, pH e características organolépticas da cerveja. Os resultados confirmaram a presença de compostos fenólicos e apresentaram dados informativos sobre as propriedades físico-químicas. Estudos futuros deverão aprofundar a análise quantitativa de compostos bioativos, calcular o teor alcoólico, realizar testes microbiológicos e estabelecer o prazo de validade da bebida.

Palavras-chave: antioxidante; cerveja frutada; levedura; propriedades organolépticas.

Abstract: Considered one of the most consumed beverages in the world, beer began to be produced around 6000 B.C. by peoples of the Middle East and Ancient Egypt. In Brazil, the brewing industry plays a significant role in the national economy. This study aimed to develop a Fruit Beer enriched with red fruits, known for their content of antioxidant compounds beneficial to health. Phytochemical analyses of the fruit pulp were performed to assess the presence of compounds such as tannins, flavonoids, carbohydrates, deoxysugars, steroids/triterpenes, terpenes, and coumarins. Additionally, analyses of density, pH, and organoleptic characteristics of the beer were conducted. The results confirmed the presence of phenolic compounds and provided informative data on the physicochemical properties. Future studies should deepen the quantitative analysis of bioactive compounds, determine alcohol content, conduct microbiological tests, and establish the beverage's shelf life.

Keywords: antioxidant; fruit beer; yeast; organoleptic properties.

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A cerveja, uma das bebidas mais consumidas no mundo, surgiu por volta de 6000 a. C., no Crescente Fértil, Oriente Médio e Antigo Egito. Acredita-se que sua

produção tenha sido descoberta acidentalmente, já que compartilha ingredientes com o pão. Ao longo da história, foi usada como remédio, moeda de troca e oferenda aos deuses (Silva; Leite; Paula, 2016).

Conforme o art. 36 do Decreto nº 6.871/2009, a cerveja é definida como a bebida obtida pela fermentação de mosto de cevada malteada com levedura cervejeira, após cocção com lúpulo. Adicionais vegetais, animais, coadjuvantes tecnológicos e aditivos permitidos podem ser incluídos, desde que sigam os regulamentos técnicos.

A produção de cerveja utiliza matérias-primas essenciais: água, que forma o mosto e nutre as leveduras; cevada, que após germinação se transforma em malte, responsável pelo sabor, cor e aroma; lúpulo, que confere amargor e aroma; leveduras e fungos que convertem os açúcares do mosto em álcool e gás carbônico. O processo produtivo inclui moagem, mosturação, fervura, fermentação, maturação, clarificação e envase (Batista, 2021).

Segundo Moraes (2020), o mercado de cervejarias artesanais tem crescido devido à demanda por produtos diferenciados que oferecem inovações ao aroma e ao sabor. Esse movimento tem impulsionado o setor de cervejas especiais, incluindo as chamadas *Fruit Beers*. Esse termo refere-se a cervejas que contêm frutas em sua composição, na forma de polpa ou suco, geralmente produzidas pelo método convencional.

Nesse contexto, frutas vermelhas como morango, amora, framboesa e mirtilo têm se destacado por suas características sensoriais. Além disso, são ricas em compostos antioxidantes, como antocianinas e vitamina C, agregando valor funcional à cerveja. A inclusão dessas frutas não apenas enriquece o perfil sensorial da bebida, mas também está alinhada à tendência de inovação no mercado (Vogel, 2017).

Posto isso, a pesquisa teve como objetivo geral a produção artesanal de uma cerveja *American Wheat Beer* com a incorporação de frutas vermelhas. Para atingir o objetivo geral, foram elencados os seguintes objetivos específicos: selecionar, a partir do estudo, a etapa do processo de fabricação que preserve as características sensoriais das frutas adicionadas ao chopp; realizar as análises fitoquímicas e físico-químicas da polpa para bebida.

2 METODOLOGIA

2.1 TIPO E LOCAL DE ESTUDO

Conforme Gil (2008), uma pesquisa experimental é caracterizada por determinar um objeto de estudo, selecionar os parâmetros capazes de influenciar e definir as formas de controle e de observação dos resultados que as variáveis produzem no objeto. Portanto, propõe-se realizar um estudo experimental nos Laboratórios de Técnica Dietética e Controle de Qualidade do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).

2.2 PRODUÇÃO DA CERVEJA ARTESANAL

2.2.1 Preparação do mosto

Para a produção da *Fruit Beer*, inicialmente foi necessária a obtenção de matérias-primas (Quadro 1). Selecionou-se a base *American Wheat Beer* com um rendimento previsto de 6 litros. Os maltes, a aveia, os lúpulos e a levedura foram obtidos de lojas especializadas *online*. A escolha dos maltes se baseou na ampla utilização em cervejas claras. Os lúpulos foram selecionados para adicionar notas florais, cítricas, amargor e aroma específico para à bebida. A bebida foi produzida seguindo a metodologia de Moraes (2018), tanto o processo base, quanto a etapa de adição da polpa da fruta.

Quadro 1: Ingredientes necessários para a fabricação da *Fruit Beer*

Ingredientes	Quantidade
Malte de Trigo Claro	600 g
Malte Pilsen	480 g
Aveia em flocos	120 g
Lúpulo Saaz	5 g
Lúpulo Cascade	10 g
Levedura US-05	5 g
Açúcar cristal	50 g
Água mineral	10 L
Frutas vermelhas congeladas	700 g

Fonte: elaboração dos autores, 2024.

A fabricação iniciou com a moagem dos grãos de malte em um moedor elétrico, ajustado para evitar uma moagem fina, a fim de expor o endosperma, essencial na conversão de amido em açúcares. Em seguida, foram aquecidos 4 litros de água a 70°C, misturando malte de trigo, malte Pilsen e aveia em flocos, mantendo a temperatura entre 65° C e 68° C por 60 minutos. Após realizar o teste de iodo, que confirmou a conversão completa dos amidos, foram lavados os grãos com 4,5 litros de água quente (75° C) para extrair açúcares, separando o líquido com peneira fina.

O mosto foi fervido por 60 minutos, com adição de 5 g de lúpulo Saaz para amargor e, nos últimos 15 minutos, 10 g de lúpulo Cascade para aroma. Após a fervura, o mosto foi rapidamente resfriado a 20° C em banho de gelo, seguido de decantação para separar resíduos. Por fim, o mosto resfriado foi transferido para um fermentador limpo e sanitizado.

2.2.2 Inoculação da levedura e fermentação

A levedura US-05 foi reidratada com 50 ml de água filtrada a 23° C \pm 3° C. Foi espalhada em um béquer de 100 ml, repousando por 15 a 30 minutos. Após isso, a

mistura foi levemente agitada por 30 segundos para homogeneizar-se e, em seguida, inoculada no fermentador com o mosto. O fermentador foi fechado com um *Airlock*, e a fermentação ocorreu por duas semanas, com temperatura mantida entre 18° C e 22° C.

2.2.3 Adição da polpa de fruta e maturação

As frutas vermelhas congeladas foram trituradas no liquidificador e processadas. O líquido resultante foi separado por uma peneira de malha fina. A polpa foi fervida por 15 minutos a 100° C e, após resfriar-se à temperatura ambiente, adicionada ao fermentador. Misturou-se bem para garantir homogeneidade. Durante a maturação, o fermentador foi armazenado em geladeira doméstica a 5-8° C por 8 dias, permitindo a integração dos sabores das frutas.

2.2.4 Carbonatação e envase

Após a maturação, a *Fruit Beer* foi filtrada utilizando-se uma peneira de malha fina para a remoção de resíduos sólidos das frutas adicionadas. Em seguida, a bebida foi engarrafada em garrafas de vidro âmbar de 600 mL, previamente sanitizadas com água potável e álcool 70° GL. Para a carbonatação da bebida, foram adicionados 5 g de açúcar cristal em cada garrafa. As garrafas foram fechadas com o auxílio de um arrolhador e tampas de metal. A receita final resultou em um total de 4 garrafas de 600 mL. As garrafas foram armazenadas em temperatura ambiente por mais 2 semanas para carbonatar.

2.3 ANÁLISE FITOQUÍMICA PRELIMINAR

A polpa das frutas vermelhas foi seca em estufa de ar circulante durante 24 horas em temperatura de 40° C. Em seguida foram trituradas em liquidificador, simulando o moinho de facas até a obtenção de um pó. Para as análises citadas a seguir, foram pesados 5 g de cada fruto seco e acrescentados 95 mL de água. Cerca de 30 g da polpa das frutas vermelhas foi seca em estufa de ar circulante durante 24 horas a uma temperatura de 40 °C. Em seguida, foram trituradas em liquidificador, simulando o moinho de facas até a obtenção de um pó. Foram pesados 5 g da polpa das frutas e acrescentados 95 mL de água purificada, formando um extrato aquoso que foi utilizado na triagem fitoquímica. A análise consistiu em testes qualitativos que revelaram a presença de compostos fenólicos como taninos, flavonoides totais, esteroides, saponinas, carboidratos, desoxiaçúcares, oxalatos, quinonas, esteroides/triterpenos, terpenos e cumarinas

Quadro 2: Triagem fitoquímica preliminar para a polpa de frutas vermelhas

Metabólitos secundários	Reações	Procedimento	Evidência experimental
Compostos fenólicos	Cloreto férrico (5%)	5 mL do extrato + 10 gotas de cloreto férrico (FeCl ₃) a 5%.	Formação de coloração azul-escura ou preta.

Taninos	Gelatina	2 mL do extrato + 2 gotas de ácido clorídrico (HCl) diluído + 10 gotas de solução de gelatina 2,5% (gota a gota).	Formação de precipitado.
	Sais de ferro	2 mL do extrato + 10 mL de água destilada + 5 gotas de solução de FeCl ₃ a 1% em metanol.	Formação de coloração azul: taninos hidrolisáveis. Coloração verde: taninos condensados.
	Acetato de chumbo	2 mL do extrato + 10 mL de ácido acético (CH ₃ COOH) 10% + 5 mL de acetato de chumbo (Pb(C ₂ H ₃ O ₂) ₂) a 10%.	Formação de precipitado esbranquiçado.
Flavonoides totais	Cloreto férrico	1 mL do extrato + 5 gotas de FeCl ₃ 2%.	Formação de coloração verde ou amarela ou ainda violácea.
	Cloreto de alumínio	Papel de filtro umedecido com extrato + uma gota de cloreto de alumínio (AlCl ₃) 5% em etanol. Observar em luz ultravioleta.	Intensificação da fluorescência ou fluorescência verde-amarelada.
	Taubouk	3 mL do extrato em cápsula de porcelana em banho-maria até secura. Resíduo + acetona. Resíduo umedecido + cristais de ácido bórico (H ₃ BO ₃) + cristais de ácido oxálico (C ₂ H ₂ O ₄). Evaporar em banho-maria até secura. Resíduo seco + 3 mL de éter etílico (C ₄ H ₁₀ O). Observar em luz ultravioleta.	Formação de fluorescência amarelo-esverdeada.
	Pew	3 mL do extrato em cápsula de porcelana em banho-maria até secura. Resíduo seco + 3 mL de metanol (CH ₃ OH). Transferir o conteúdo para um tubo de ensaio. Conteúdo do tubo de ensaio + zinco metálico (Zn) + 3 gotas de HCl concentrado.	Formação de coloração vermelha.
	Shinoda	1 mL do extrato final em tubo de ensaio + fragmento de Mg ²⁺ + gotas de HCl concentrado.	Desprendimento de hidrogênio, aparecimento de coloração rósea ou vermelha.
Saponinas	Agitação	1 mL do extrato + 10 mL de água destilada em tubo de ensaio → agitar energeticamente por 15 segundos.	Formação de forte espuma persistente por mais de 30 minutos.

Carboidratos	α -naftol	5 mL do extrato aquoso + 1 mL de α -naftol ($C_{10}H_8O$). Adicionar lentamente pela parede do tubo de ensaio 0,5 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4).	Formação de um anel violeta entre as duas fases líquidas.
Desoxiaçúcares	Ácido acético e cloreto férrico	5 mL do extrato + 2 mL de CH_3COOH + 5 gotas de $FeCl_3$. Adicionar lentamente pela parede do tubo de ensaio 1 mL de H_2SO_4 .	Formação de um anel marrom entre as duas fases líquidas.
Oxalatos	Ácido acético	5 mL do extrato + 1 mL de CH_3COOH .	Formação de uma coloração verde-escura a preta.
Quinonas	Ácido clorídrico	5 mL do extrato + 1 mL de HCl .	Formação de precipitado amarelo.
Terpenos e Esteroides/triterpenos	Salkowski	5 mL do extrato + 1 mL de $CHCl_3$ + 0,5 mL de H_2SO_4 .	Formação de precipitado castanho.
	Lieberman-Burchard	5 mL do extrato + 10 gotas $CHCl_3$ + 10 gotas de anidrido acético ($(CH_3CO)_2O$) + 10 gotas de H_2SO_4 .	Formação de coloração azul-esverdeada: presença de esteroides; formação de coloração vermelha ou rosa na fase orgânica: presença de triterpenos.
Cumarinas	Hidróxido de sódio	2 mL do extrato + 2 mL de hidróxido de sódio ($NaOH$) 10%.	Formação de coloração amarela.

Fonte: adaptado de Costa, 1994; Guimarães Sobrinho, 2016; Aly *et al.*, 2018.

2.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As aferições do pH foram realizadas em triplicata através do pHmetro digital da marca Gehaka, PG1800, previamente calibrado. O eletrodo e o termômetro foram inseridos em 20 mL da amostra realizando a leitura do pH com duas casas decimais.

Para o teste de densidade com a amostra a 20° C, utilizou-se um picnômetro de 25 mL de vidro. Em triplicata, pesou-se o picnômetro vazio, o mesmo com a amostra da polpa de fruta e com a água purificada.

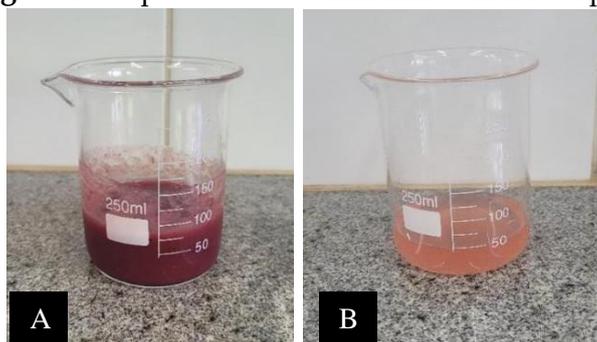
A determinação da umidade foi realizada por meio do método de secagem direta em estufa. As cápsulas de porcelana foram limpas e secas a 105° C por uma hora. Após esse processo, elas foram colocadas em um dessecador por 30 minutos e pesadas em balança semianalítica. Foi pipetado exatamente 1 mL do extrato e transferido para uma cápsula de porcelana previamente tarada. A cápsula foi colocada em banho-maria até à secura e, em seguida, levada à estufa a 110° C, até o peso constante. Após o resfriamento em dessecador, a cápsula foi pesada, sendo a umidade e o de resíduo seco calculados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a obtenção das frutas vermelhas, procedeu-se à extração da polpa. Após o processamento, a polpa (Figura 1-A) apresentou características organolépticas como cor roxo-avermelhada, aspecto turvo, odor característico e sabor cítrico parcialmente doce.

Posteriormente, realizou-se a produção do extrato aquoso da polpa retirada (Figura 1- B) para a realização dos testes fitoquímicos. O extrato apresentou cor rósea, aspecto turvo e odor característico das frutas.

Figura 1: Polpa de frutas vermelhas e extrato aquoso



Fonte: arquivo dos autores, 2024.

3.1 TRIAGEM FITOQUÍMICA PRELIMINAR

3.1.1 Compostos fenólicos

A pesquisa de compostos fenólicos foi confirmada pela mudança de cor do extrato aquoso, de róseo para preto, após a adição de cloreto férrico. São metabólitos secundários e se destacam por atividades antimicrobiana, anti-inflamatória, vasodilatadora e antioxidante, sendo eficazes na neutralização de radicais livres. O estresse oxidativo, associado ao envelhecimento celular, também está relacionado à etiologia de doenças como câncer, aterosclerose, diabetes e artrite (Degáspar; Waszczyński, 2004).

Segundo a pesquisa de Farias *et al.* (2020), foram encontrados compostos fenólicos na parte tanto comestível da *Eugenia pyriformis* (uvaia) quanto nas sementes, sendo os flavonoides os compostos majoritários. Da mesma forma, Lages *et al.* (2022) confirmaram a presença de compostos fenólicos, como os taninos, no extrato alcoólico das folhas de *Anacardium occidentale* (caju).

A literatura aborda algumas classes de metabólitos presentes em frutas de diferentes espécies; no entanto, a informação disponível, muitas vezes, é escassa e fragmentada, dificultando uma comparação mais específica e uma compreensão aprofundada do perfil metabólico das frutas vermelhas.

3.1.2 Taninos

Foi identificada a presença de taninos na polpa de frutas vermelhas. A reação com gelatina resultou em precipitado, confirmando sua presença. A reação com sais de ferro gerou coloração verde, indicando taninos condensados, enquanto a reação com acetato de chumbo formou um precipitado esbranquiçado, indicando taninos hidrolisáveis.

Essa classe de metabólitos secundários é amplamente conhecida por sua ação antimicrobiana. Em relação às suas atividades farmacológicas, os taninos são utilizados principalmente por três mecanismos: complexação com íons metálicos, atividade antioxidante e capacidade de se complexar com macromoléculas.

3.1.3 Flavonoides totais

Foram realizados cinco testes para identificar flavonoides. Na reação com cloreto férrico, o extrato apresentou coloração verde-castanha, indicando a presença de flavonóis. Na reação com cloreto de alumínio, sob luz ultravioleta intensa, observou-se fluorescência verde-amarelada, o mesmo resultado observado na reação de Taubouk. A pesquisa de flavonoides pela reação de Pew foi positiva, com o aparecimento de coloração avermelhada. Por fim, a reação de Shinoda, uma das técnicas mais sensíveis, resultou em desprendimento de hidrogênio e coloração rósea.

Esses metabólitos secundários são conhecidos por possuírem ações anti-inflamatórias, antioxidantes, antivirais, assim como antitumorais (Zuanazzi; Montanha, 1999). Esses achados estão de acordo com Aly *et al.* (2018), que quantificaram flavonoides em frutas vermelhas produzidas nas áreas subtropicais do Brasil, destacando a amora-preta por apresentar maior capacidade antioxidante.

3.1.4 Saponinas

Para a pesquisa de saponinas, utilizou-se o teste de agitação do extrato aquoso de frutas vermelhas. Essa pesquisa mostrou-se negativa para esse composto bioativo, em contraste com os resultados de Aly *et al.* (2018), que relataram não ter encontrado saponinas em amostras de groselha, amora-preta e amora-longa.

A diversidade estrutural das saponinas pode contribuir para suas propriedades biológicas, como as ações inseticida e anti-helmíntica, que são exploradas em pesquisas para aplicação na indústria farmacêutica. Em contrapartida, as saponinas, quando em grandes concentrações, podem configurar uma ação hemolítica, ou seja, a destruição dos eritrócitos, permitindo a liberação de hemoglobina das hemácias.

3.1.5 Carboidratos

A presença de carboidratos foi confirmada pela formação de um anel violeta no teste de Molisch com α -naftol (Figura 1). Esses compostos são importantes para a saúde humana, pois representam a principal fonte de energia para o organismo. Tobaruela (2016) enfatiza que os carboidratos não disponíveis, ou seja, as fibras alimentares, são

responsáveis por garantir benefícios locais e sistêmicos, como o aumento da saciedade, a redução do nível de colesterol sanguíneo e a diminuição do risco de aparecimento de doenças crônicas não transmissíveis.

No estudo conduzido por Sharif *et al.* (2022), a mesma metodologia foi utilizada para pesquisar carboidratos na fruta-do-conde; também foi observada a formação de um anel violeta. Essa confirmação da presença de carboidratos sugere que, embora as frutas sejam diferentes, ambas reagiram positivamente na triagem fitoquímica para esse metabólito secundário.

3.1.6 Desoxiaçúcares

Na pesquisa de desoxiaçúcares, também conhecidos como heterosídeos cardioativos, foi utilizada a reação de Keller-Killiani. Essa reação é caracterizada pela formação de um anel marrom entre as fases líquidas, o que a torna um reagente significativo. De acordo com Rates e Bridi (1999), esse grupo fitoquímico apresenta uma distribuição restrita e esporádica, ou seja, ocorre de maneira desigual em várias famílias botânicas.

Em relação ao seu emprego terapêutico, os glicídeos cardiotônicos são recomendados para o tratamento da insuficiência cardíaca congestiva, pois possuem a capacidade de aumentar o débito cardíaco, melhorando o retorno venoso. Além disso, Oliveira *et al.* (2023) confirmaram a presença de desoxiaçúcares na triagem fitoquímica da fruta-do-conde, utilizando a mesma reação.

3.1.7 Oxalatos

O teste para oxalatos apresentou resultado negativo em reação com ácido acético. Souza Neto (2017) descreve o oxalato como um íon presente em vegetais e alimentos processados, com uma baixa capacidade de se ligar ao cálcio, sendo pouco solúvel na urina e contribuindo para a formação de cálculos renais. A carambola é uma das frutas mais conhecidas pela presença de ácido oxálico. Quando ingerida em grandes quantidades, há uma maior absorção de oxalato livre, que, ao ser filtrado pelos rins, precipita-se em cristais de oxalato de cálcio, levando à obstrução tubular (LINS *et al.*, 2023).

Roberti *et al.* (2013), em um relato de caso, confirmaram a ocorrência de lesão nefrotóxica após ingestão elevada de carambola e, conseqüentemente, de oxalato. Dessa forma, o resultado negativo do teste para oxalatos no extrato de frutas vermelhas é relevante, pois indica que elas não contêm esse composto bioativo, tornando-as mais adequadas para consumo em comparação com frutas que possuem fatores antinutricionais.

3.1.8 Quinonas

A reação para quinonas apresentou-se negativa, uma vez que não houve a formação de precipitado amarelo na presença de ácido clorídrico. As quinonas são compostos orgânicos geralmente coloridos, resultantes da oxidação enzimática de

fenóis. São encontradas em bactérias, fungos, líquens, gimnospermas e angiospermas. Além disso, são amplamente utilizadas como pigmentos naturais na indústria alimentícia (Falkenberg, 1999). Esses compostos também são responsáveis pela coloração marrom em frutas e hortaliças, que ocorre após danos físicos ou fisiológicos, resultando na produção de polímeros insolúveis, como a melanina. Esse processo pode reduzir nutrientes essenciais nos alimentos (Oliveira, 2018).

3.1.9 Terpenos e esteroides/triterpenos

O teste fitoquímico para terpenos apresentou resultado positivo, com a formação imediata de um precipitado castanho (Reação de Salkowski). A atividade reagente também foi observada para esteroides/triterpenos, confirmada pelo desenvolvimento de coloração rosa na fase orgânica a partir da Reação de Lieberman-Burchard. Esses compostos apresentam uma grande variedade estrutural, especificamente das unidades isoprênicas, e, conforme o número dessas unidades, podem ser denominados como monoterpenos, sesquiterpenos, diterpenos, sesterterpenos, triterpenos e tetraterpenos (Felipe; Bicas, 2017).

O estudo de Jagessar (2017) avaliou os compostos bioativos no *Passiflora edulis* (maracujá) e constatou a presença marcante de terpenos, assim como o estudo de Aly *et al.* (2018), que observaram a presença de esteroides/triterpenos na polpa de frutas vermelhas.

3.1.10 Cumarinas

A presença de cumarinas foi confirmada pela reação com o hidróxido de sódio, que, após ser adicionado, transformou a coloração rósea do extrato em coloração amarela (Figura 3). As cumarinas são compostos heterocíclicos orgânicos encontrados em diversas partes de plantas, tanto em raízes como em flores e frutos. São derivadas do ácido chiquímico, podendo também ser biossintetizadas por algumas espécies de fungos e bactérias (Franco *et al.*, 2020).

Os derivados cumarínicos são conhecidos por atuarem como agentes anticoagulantes, antineurodegenerativos, anticâncer, antioxidantes, antidiabéticos, antibacterianos, antifúngicos, antivirais e anti-inflamatórios (Kuster; Rocha, 1999). A presença de compostos cumarínicos foi observada no estudo de Lima e Lima (2013) a partir dos frutos de *Morinda citrifolia* L. (noni), assim como nos estudos de Aguayo-Rojas *et al.* (2024), em que identificaram a presença de cumarinas na farinha de frutos maduros de *Cydonia oblonga* (marmelo) com potencial atividade antioxidante.

3.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas abrangeram a determinação do potencial hidrogeniônico (pH), densidade e a porcentagem de resíduo seco total da amostra de polpa de frutas vermelhas, todos realizados em triplicata. Esses testes foram essenciais para avaliar suas propriedades e qualidade.

O pH é uma medida que indica uma escala entre acidez e alcalinidade de uma solução; ele é expresso como o logaritmo negativo da concentração de íons hidrogênio (H^+). Esse parâmetro físico-químico possui uma escala que varia de 0 a 14, cujos valores abaixo de 7 indicam soluções ácidas, 7 é neutro e acima de 7 caracterizam as soluções como básicas ou alcalinas (Moura, 2016).

A acidez dos alimentos afeta a composição da microbiota, composta por microrganismos responsáveis pela deterioração dos produtos. Alimentos ácidos tendem a inibir o crescimento microbiano, ajudando na conservação (Castro *et al.*, 2015). O pH médio da polpa de frutas vermelhas foi de 3,47, classificando-a como um produto ácido, o que reduz a probabilidade de crescimento de microrganismos indesejáveis e contribui para sua conservação.

De acordo com a Farmacopeia Brasileira (2019), a densidade relativa é a razão entre a massa de uma substância e a massa de igual volume de água, ambas a 20° C. A densidade da polpa de frutas vermelhas foi de 1,03 g/mL, sendo esse resultado apenas informativo. Mattos e Mederos (2008) reforçam a importância de medir a densidade de polpas de frutas, já que isso influencia diretamente características como textura, viscosidade e a formulação de produtos que utilizam a polpa como ingrediente.

A umidade é um dos principais fatores que determinam a estabilidade e a qualidade de um alimento, com alimentos de alta umidade podendo deteriorar rapidamente sem embalagem adequada (Cecchi, 2003). A matéria seca ou resíduos secos totais, compostos por proteínas, lipídeos, sais minerais, vitaminas e outros compostos bioativos, são quantificados pela remoção da água por aquecimento. A umidade da polpa de frutas vermelhas foi de 93,43%, resultando em 6,67% de resíduo seco total. Esse valor é informativo, e a água liberada durante o descongelamento pode ter contribuído para a diluição dos sólidos totais, aumentando o teor de umidade na polpa final.

Diante desses resultados, é importante considerar que a polpa foi preparada a partir de frutas congeladas, o que pode ter influenciado os resultados físico-químicos. Como não existem diretrizes específicas para polpas preparadas com frutas congeladas, os valores obtidos não podem ser diretamente comparados com os parâmetros de frutas frescas. Dessa forma, a variação observada nos resultados é esperada e pode ser atribuída ao descongelamento, sem que isso comprometa a qualidade final do produto.

3.3 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DA *FRUIT BEER*

Após o processo de envase (Figura 2-A) e a etapa de carbonatação (Figura 2-B), a *Fruit Beer* apresentou como características sensoriais: coloração roxo-avermelhada, resultado da adição de polpa de frutas vermelhas. O aspecto da bebida era turvo, devido à presença de partículas suspensas e compostos naturais provenientes das frutas. Em relação ao aroma, a cerveja apresentou um perfil olfativo característico, com predominância do odor adoçado de frutas vermelhas, bem como odor fermentativo, que remete à sua base maltada e ao processo de fermentação alcoólica.

Figura 2: *Fruit Beer* sendo envasada e carbonada



Fonte: arquivo dos autores, 2024.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de uma *Fruit Beer* artesanal enriquecida com frutas vermelhas demonstrou ser uma abordagem inovadora que alia o processo de fabricação cervejeira à incorporação de compostos bioativos, como taninos, flavonoides e cumarinas, conferindo propriedades antioxidantes e valor agregado à bebida. A análise fitoquímica confirmou a presença de importantes metabólitos secundários na polpa utilizada, reforçando o potencial funcional das frutas vermelhas na formulação da cerveja.

Além disso, as análises físico-químicas e organolépticas apresentaram resultados que destacam a viabilidade de produzir uma bebida equilibrada e sensorialmente agradável, respeitando as etapas de preservação das características das frutas. No entanto, o uso de polpa congelada pode ter influenciado os resultados relacionados ao teor de umidade e ao resíduo seco, o que pode ter comprometido a qualidade final da bebida.

Espera-se que este estudo contribua para a ampliação do conhecimento sobre a aplicação de frutas vermelhas na produção de cervejas artesanais, alinhando-se às tendências do mercado cervejeiro por produtos diferenciados e funcionais. Trabalhos futuros poderão aprofundar as análises quantitativas de compostos bioativos, determinar o teor alcoólico da bebida, realizar testes microbiológicos e estabelecer o prazo de validade. Além disso, seria pertinente conduzir uma análise sensorial da *Fruit Beer*, estudar sua produção em larga escala e identificar possíveis aprimoramentos no processo produtivo.

REFERÊNCIAS

- AGUAYO-ROJAS, Jesus *et al.* Compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y actividad antihipertensiva de membrillo (*Cydonia oblonga* Miller) cultivado en Zacatecas, México. **Polibotánica**, México, n. 57, p. 199-212, 15 jan. 2024. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18387/polibotanica.57.12>.
- ALY, Amina A. *et al.* Phytochemical screening, anthocyanins and antimicrobial activities in some berries fruits. **Journal Of Food Measurement And Characterization**, Egito, v. 13, n. 2, p. 911-920, 13 dez. 2018. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11694-018-0005-0>.
- BATISTA, Eva Larissa de Andrade. **Cerveja artesanal**: uma revisão sobre o seu processo de produção e seu potencial antioxidante. TCC (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/32568/1/CervejaArtesanalRevis%C3%A3o.pdf>
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Farmacopeia Brasileira**. 6. ed. Brasília, DF: ANVISA, 2019. v. 1.
- BRASIL. **Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009**. Brasília, Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6871.htm.
- BRASIL. **Formulário Nacional da Farmacopeia Brasileira**. 5. ed. 2010.
- BRASIL. **Formulário Nacional da Farmacopeia Brasileira**. 5. ed. 2010.
- CASTRO, Tânia Maria Neves *et al.* Parâmetros de qualidade de polpas de frutas congeladas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, Cuiabá, v. 4, p. 426-436, 2015. Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/ses-sp/2015/ses-33952/ses-33952-6269.pdf>.
- CECCHI, Heloisa Máscia. **Umidade e sólidos totais**: fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. 2. ed. Campinas: Editora Unicamp, 2003.
- COSTA, A. F. **Farmacognosia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1994.
- DEGÁSPARI, Cláudia Helena; WASZCZYNSKYJ, Nina. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, Paraná, v. 5, n. 1, p. 33-40, jun. 2004. Disponível em: <https://tinyurl.com/4xwzycen>.

FALKENBERG, Miriam de Barcellos. Quinonas. *In*: SIMÕES, Claudia Maria Oliveira. **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. 6. ed. Porto Alegre: Editora da Ufrgs, 1999. p. 657-684.

FARIAS, David de Paulo *et al.* Distribution of nutrients and functional potential in fractions of *Eugenia pyriformis*: an underutilized native brazilian fruit. **Food Research International**, Campinas, v. 137, p. 109522, nov. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109522>.

FELIPE, Lorena O.; BICAS, Juliano L. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 120-130, 2017. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_2/04-QS-09-16.pdf.

FRANCO, Daiana *et al.* A importância das cumarinas para a química medicinal e o desenvolvimento de compostos bioativos nos últimos anos. **Química Nova**, Seropédica, p. 180-197, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/NdnnhHYx8b8tJFSFYXms6nM/>.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed., São Paulo: Atlas, 2008.

GUIMARÃES SOBRINHO, Alessandra Carla. **Estudo dos compostos bioativos de folhas de *Byrsonima crassifolia* e *inga edulis*, visando à purificação e identificação**. 2016. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2016. Disponível em: <https://ppgcta.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2016/ALESSANDRA%20SOBRINHO.pdf>.

JAGESSAR, Raymond. Phytochemical screening and chromatographic profile of the ethanolic and aqueous extract of *Passiflora edulis* and *Vicia faba* L. (Fabaceae). **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, Guiana, v. 6, p. 1714-1721, 2017. Disponível em: <https://www.phytojournal.com/archives/2017/vol6issue6/PartX/6-6-91-929.pdf>.

KUSTER, Ricardo Machado; ROCHA, Leandro Machado. Cumarinas, cromonas e xantonas. *In*: SIMÕES, Claudia Maria Oliveira *et al.* **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. 6. ed. Porto Alegre: Editora da Ufrgs, 1999. p. 537-556.

LAGES, Luana Pinheiro *et al.* Prospecção fitoquímica do extrato hidroetanólico da folha de *Anacardium occidentale* Linn (Cajueiro). **Research, Society And Development**, Piauí, v. 11, n. 11, p. 215-300, 22 ago. 2022. Disponível em: <https://encr.pw/RUZkS>.

LIMA, Cristiane Rodrigues de; LIMA, Renato Abreu. Identificação de metabólitos secundários presentes no extrato etanólico dos frutos verdes e maduros de *Morinda citrifolia* L. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 6, n. 3, p. 439-446, 2013. Disponível em: <https://encr.pw/k1uDj>.

LINS, Stephanie Ballatore Holland *et al.* Efeitos do consumo de carambola (Averrhoa carambola) na Lesão Renal Aguda. **Research, Society and Development**, Rio Verde, v. 12, n. 7, p. 300-345, 3 ago. 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i7.42807>.

MATTOS, Juliana S.; MEDEROS, Bárbara J. T. Densidade de polpas de frutas tropicais: banco de dados e determinação experimental. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Campinas, v. 2, n. 2, p. 109-118, 12 nov. 2008. Disponível em: <https://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/60/61>.

MORAES, Fernando da S. *et al.* Desenvolvimento de Protocolo Técnico para Produção de Cerveja Artesanal com adição de polpa de graviola (*Annona muricata* L.) e sua aceitabilidade sensorial. In: 70ª REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 70., 2018, Maceió. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Maceió: Departamento de Biotecnologia, 2018. p. 1-4. Disponível em: http://www.sbpnet.org.br/livro/70ra/trabalhos/resumos/2447_156e2da712921fa7b65d4600c7aee008f.pdf.

MORAES, Fernando da Silva. **Cervejas especiais: revisão literária com ênfase nas fruit beers**. TCC (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/22885>.

MOURA, Emily Lorrhah Batista. **Avaliação físico-química de polpas de frutas comercializadas no município de Cuité - Paraíba**. TCC (Graduação em Farmácia) - Curso de Farmácia, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2016. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/17542>.

OLIVEIRA, Camila Tiago Araújo. **Métodos tradicionais e emergentes para evitar o escurecimento enzimático de vegetais**. TCC (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Uberlândia - Campus Patos de Minas, Patos de Minas, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/26738>.

OLIVEIRA, João Ricardhis Saturnino de *et al.* Yield and phytochemical screening of the peel aqueous extract of *Annona squamosa* Linn. **Uningá Review**, Recife, v. 37, n. 1, p. 300-305, 4 nov. 2023. Disponível em: <https://encr.pw/DNxXj>.

RATES, Stela Maris Kuze; BRIDI, Raquel. Heterosídeos cardioativos. In: SIMÕES, Claudia Maria Oliveira. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: Editora da Ufsc, 1999. p. 685-710.

ROBERTI, Alexandre *et al.* Lesão renal aguda por consumo de carambola: relato de caso e revisão da literatura. **Revista Sociedade Brasileira de Clínica Médica**, Goiânia, p. 1-6, nov. 2013. Disponível em: <https://acesse.dev/mNCzu>.

SHARIF, Mussarat *et al.* Explore the antiproliferative phytochemicals from ethanolic extracts of *Citrus paradisi* against liver cancer cell line by chemical analysis using TLC and FT-IR spectroscopy. **Brazilian Journal Of Biology**, Paquistão, v. 82, p. 1-10, out. 2022. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.256856>.

SILVA, Hiury Araújo; LEITE, Maria Alvim; PAULA, Arlete Rodrigues Vieira de. Cerveja e sociedade. **Contextos da Alimentação**, São Paulo, v. 4, p. 85-91, mar. 2016. Disponível em: http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistacontextos/wp-content/uploads/2016/03/73_CA_artigo_revisado.pdf.

SOUZA NETO, Francisco Ernesto de. (2017). **Caracterização e avaliação do potencial da quitosana extraída de *Cunninghamella elegans* na formação de cristais de oxalato de cálcio e atividade antioxidante**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2017.

TOBARUELA, Eric de Castro. **Avaliação do conteúdo de carboidratos de frutas cultivadas em diferentes regiões do Brasil**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://acesse.dev/JThIf>.

VOGEL, Cristine. **Avaliação da adição de pequenas frutas (berries) na produção de cerveja artesanal: análise físico-química, sensorial, compostos fenólicos e atividade antioxidante**. TCC (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2017. Disponível em: <https://rd.uffrs.edu.br/handle/prefix/566>.

ZUANAZZI, José Angelo Silveira; MONTANHA, Jarbas Alves. Flavonoides. *In*: SIMÕES, Claudia Maria Oliveira. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: Editora da Ufrgs, 1999. p. 577-614