



Recebido: 21/12/2023 | Revisado: 15/05/2024 | Aceito: 02/06/2024 | Publicado: 16/09/2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 Unported License.

DOI: 10.31416/rsdv.v12i3.861

Alcoólico composto por vinho e lúpulo (*Humulus lupulus L.*) gaseificado naturalmente

Alcoholic composed of wine and hops (Humulus lupulus L.) naturally carbonated

PACHECO, Bárbara de Souza Lima Antonucci. Graduanda/Viticultura e Enologia
IFSertãoPE -Campus Petrolina Zona Rural, Petrolina-Pernambuco -Brasil. CEP: 56.313-000 / Telefone: (87) 2101-8081/ E-mail: barbara.pacheco@aluno.ifsertao-pe.edu.br

SILVA, Islaine Santos. Mestra/Viticultura e Enologia
IFSertãoPE -Campus Petrolina Zona Rural, Petrolina-Pernambuco -Brasil. CEP: 56.313-000 / Telefone: (87) 2101-8081/ E-mail: islaine.santos@ifsertao-pe.edu.br

SANTOS, Renata Gomes deBarros. Mestra/Viticultura e Enologia
IFSertãoPE -Campus Petrolina Zona Rural, Petrolina-Pernambuco -Brasil. CEP: 56.313-000 / Telefone: (87) 2101-8081/ E-mail: renata.gomes@ifsertao-pe.edu.br

NOGUEIRA, Elis Tatiane da Silva. Mestra/Viticultura e Enologia
IFSertãoPE -Campus Petrolina Zona Rural, Petrolina-Pernambuco -Brasil. CEP: 56.313-000 / Telefone: (87) 2101-8081/ E-mail: elis.nogueira@ifsertao-pe.edu.br

BARROS, Ana Paula André. Doutora/Viticultura e Enologia
IFSertãoPE -Campus Petrolina Zona Rural, Petrolina-Pernambuco -Brasil. CEP: 56.313-000 / Telefone: (87) 2101-8081/ E-mail: ana.paula@ifsertao-pe.edu.br

RESUMO

O Brasil vem crescendo nos últimos anos no consumo e produção de bebidas alcoólicas derivadas da uva e do vinho. A bebida “alcoólico composto” está inserida nesse cenário e se caracteriza por ser elaborada a partir da adição ao vinho de substâncias de origem vegetal e dióxido de carbono. O lúpulo (*Humulus lupulus L.*) é uma planta com uso consolidado na indústria cervejeira por apresentar compostos que promovem aromas, sabor e cor à bebida, além de suas propriedades bioativas e antimicrobianas. Este estudo elaborou um alcoólico composto por vinho branco e lúpulo gaseificado naturalmente, utilizando duas técnicas de extração: maceração do lúpulo diretamente com a bebida e *dry-hopping*). As bebidas obtidas foram caracterizadas quanto sua composição físico-química, fenólica, cor (espectrofotometria e colorimetria). A adição do lúpulo ao vinho branco promoveu maior conteúdo fenólico, acidez total e cor amarela mais intensa aos alcoólicos compostos elaborados. A partir destes resultados, espera-se que a tecnologia desenvolvida neste trabalho possa contribuir para a promoção de novos produtos derivados da uva e do vinho com valor nutracêutico e econômico.

Palavras-chave: Cerveja; Bebida composta; Vinho espumante.

ABSTRACT

In recent years, Brazil has grown in consuming and producing alcoholic beverages derived from grapes and wine. The “compound alcoholic” beverage is part of this scenario and is characterized by adding substances of vegetable origin and carbon dioxide to wine. Hops (*Humulus lupulus L.*) is a plant with consolidated use in the brewing industry as it contains compounds that promote aromas, flavor, and color to the beverages and its bioactive and antimicrobial properties. This study prepared an alcoholic beverage composed of white wine and naturally carbonated hops, using two extraction techniques: hop maceration directly with the beverage and *dry-hopping*. The beverages obtained were characterized by their physical-chemical and phenolic composition and color (spectrophotometry and



colorimetry). Adding hops to white wine promoted higher phenolic content, total acidity, and a more intense yellow color for alcoholic compounds. Based on these results, the technology developed in this work is expected to contribute to promoting new products derived from grapes and wine with nutraceutical and economic value.

Keywords: Beer; Compound beverage; Sparkling wine.



Introdução

Na última década, o consumo de vinho no Brasil aumentou em 10,9%, passando de 3,2 milhões para 3,6 milhões de hectolitros (OIV, 2023). Neste cenário, vinhos com presença de gás, como os vinhos espumantes representam 80% da preferência nacional (Mello, 2018). Esta realidade, junto aos avanços tecnológicos, vem estimulando a busca pelo desenvolvimento de novos produtos (Barros *et al.*, 2022).

No Brasil, além dos vinhos, que hoje dominam o mercado de bebidas alcoólicas derivadas da uva, também são produzidas outras bebidas como “vinho composto”, “coquetel de vinho” e o “alcoólico composto”. Este último se caracteriza por possuir graduação alcoólica de 7,0 % a 14,0% v/v e ser elaborado a partir da adição ao vinho de substâncias de origem vegetal e dióxido de carbono (Brasil, 2023).

O cultivo do lúpulo (*Humulus lupulus L.*) no mundo é quase que exclusivo para a indústria cervejeira, sendo os principais produtores a Alemanha e os Estados Unidos. Contudo, suas inflorescências também são utilizadas na indústria alimentícia e cosmética, assim como para uso medicinal (Creuz; Kretzer, 2022). Trata-se de uma planta com alto valor nutracêutico apresentando óleos essenciais e compostos fenólicos que podem proporcionar aroma, cor e sabor aos produtos, além de promover benefícios à saúde humana (Almeida *et al.*, 2020; Lyu *et al.*, 2022). Isso ocorre devido às suas diferentes propriedades funcionais como ação antioxidante, anti-inflamatória, antimicrobiana, antimutagênica (Lyu *et al.*, 2022; González-Salitre; González-Olivares; Basilio-Cortes, 2023).

A cultivar utilizada, a técnica de extração, temperatura, concentração e o tempo são variáveis que podem influenciar em uma maior ou menor difusão dos compostos presentes no lúpulo para a bebida (Wolfe, 2012; Mitter; Cocuzza, 2013; Almeida *et al.*, 2020). Neste contexto, ao longo dos anos o *dry-hopping* (estático ou dinâmico) tem sido uma técnica popular utilizada na indústria cervejeira para transmitir o aroma e o sabor do lúpulo à bebida (Lafontaine; Shellhammer, 2018). Contudo, estudo conduzido por Hauser, Lafontaine e Shellhammer (2019) mostrou que esta técnica subutiliza o potencial do lúpulo já que, após sua utilização por *dry-hopping* foi verificado que fica retido uma alta (77 a 52%) concentração de alfa ácido (77 a 52%) e óleos essenciais (51 a 33%). Além disso, Mitter e Cocuzza (2013) verificaram que a utilização do lúpulo por esta técnica mostrou ser menos eficiente do que deixar os lúpulos soltos, em maceração direta com a bebida, no recipiente de elaboração.

O uso de lúpulo como potencial na elaboração de bebidas derivadas da uva e do vinho ainda é pouco explorado. No Brasil, apenas Cervinski (2021) investigou o efeito de diferentes lúpulos, concentrações e temperaturas na composição físico-química, fenólicos totais e sensorial de vinhos brancos, utilizando *dry-hopping*. Contudo, nada foi encontrado utilizando a técnica de maceração direta com a bebida.

Diante disso, o objetivo dessa pesquisa foi elaborar um alcoólico composto por vinho branco e lúpulo gaseificado naturalmente, utilizando duas técnicas de extração (maceração do lúpulo diretamente com a bebida e *dry-hopping*) e avaliar sua composição físico-química, fenólica e coloração.



Material e Métodos

Local de execução do experimento

A elaboração do vinho e dos alcoólicos compostos por vinho e lúpulo gaseificado naturalmente e as análises de cor, físico-químicas e capacidade antioxidante foram realizadas na Escola do Vinho do Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSertão-PE), Campus Petrolina Zona Rural, em Petrolina-PE.

Uvas

Foram utilizadas 320 Kg de uvas brancas de mesa da cultivar Arra 15[®], adquiridas no mercado local da região do VSSF. Para maior controle do processo, as uvas e seu respectivo mosto foram caracterizados quanto ao teor de açúcar (162,28 g/L), teor de sólidos solúveis (18° Brix), acidez total (6,75 g/L) e pH (3,65) (OIV, 2021).

Lúpulo

O lúpulo utilizado foi da variedade Cascade, de origem americana, da marca Barth-Haas[®] (Nuremberg, Alemanha) em forma peletizada que apresenta alfa ácido de 6,7%, beta ácido 6,80% e óleos totais de 1,2 mL/100g, dados fornecidos pelo fabricante.

Elaboração do Alcoólico Composto

Inicialmente, para elaboração do vinho branco as uvas foram desengaçadas, esmagadas e prensadas seguindo para a clarificação a 5°C por 24 horas. Para todos os tratamentos, durante o desengace foram adicionadas 120 mg/kg de metabissulfito de potássio (Amazon Group Ltda., Brasil) e 15 ml/hL de enzima pectolítica Everzym Blanc[®] (Ever Brasil, Brasil). Para melhores resultados na clarificação, foram adicionados 2 g/L de bentonite Maxibent Plus[®] (Amazon Group Ltda., Brasil). Após o procedimento de clarificação, os mostos de cada tratamento foram transferidos para três garrações de vidro de 10 L fechados com válvulas cilíndricas de vidro com câmara de ar (tipo airlock). Antes da fermentação alcoólica, o mosto foi acidificado com 1,5 g/L de ácido tartárico (Amazon Group Ltda. Brasil).

A fermentação alcoólica foi conduzida a temperatura de 16 ± 2 °C, utilizando a levedura comercial Maurivim PDM[®] (Mauri Yeast Pty Ltda, Austrália) *Saccharomyces cerevisiae* (0,20 g/L) e o nutriente Gesferm[®] (Amazon Group Ltda., Brasil) (0,20 g/L). Concluída esta etapa, para cessar atividade microbiológica, os vinhos foram resfriados (5 ± 2 °C) e corrigido valor de dióxido de enxofre para 15 mg/L. Logo após, os vinhos foram trasfegados para realizar a separação das borras da parte límpida. Em seguida, a estabilização proteica foi realizada utilizando 2,3 g/L bentonite Maxibent Plus[®] (Amazon Group Ltda., Brasil) e estabilização tartárica (-4 °C).

Com o vinho pronto, foram adicionadas as concentrações de lúpulo Cascade Barth-Haas[®]



(Nuremberg, Alemanha) com temperatura controlada em 8 ± 2 °C, por 15 dias conforme Quadro 1. Após a retirada do lúpulo, para realizar a gaseificação natural das bebidas, foi conduzida uma segunda fermentação alcoólica onde adicionou-se aos tratamentos o licor de tiragem contendo sacarose (15 g/L), levedura comercial Maurivim PDM® (Mauri Yeast Pty Ltda, Austrália) (0,30 g/L), nutriente Gesferm® (Amazon Group Ltda., Brasil) (0,30 g/L) e bentonite Maxibent Plus® (Amazon Group Ltda., Brasil) (0,1 g/L). Em seguida, os vinhos correspondentes a cada tratamento foram envasados em garrafas de 750 mL com bidule e tampa tipo corona, e mantidos a 15 ± 2 °C, totalizando cerca de 20 garrafas por tratamento.

Esta etapa foi monitorada através da aferição da pressão, com auxílio do afrômetro, e análise de açúcar residual ($<1,0$ g/L) pelo método de Lane-Eynon (OIV, 2021). Concluída esta etapa as bebidas passaram pelo processo de *remuage*, congelamento, retirada das borras e inoculação do licor de tiragem. Ao final, foi adicionado o licor de expedição com 80 mg/L de metabissulfito de potássio.

Quadro 1 - Caracterização dos tratamentos aplicados para elaboração do alcoólico composto por vinho e lúpulo gaseificado naturalmente.

Tratamento	Caracterização
Controle	Vinho sem adição de lúpulo.
AC1	Vinho com adição de 5 g/L de lúpulo por maceração, em contato direto com a bebida.
AC2	Vinho com adição de 5 g/L de lúpulo por <i>dry-hopping</i> em contato indireto com a bebida.

Análises Físico-químicas e Fenólicas

Os parâmetros físico-químicos foram determinados seguindo procedimentos da OIV (2021). O pH foi determinado utilizando medidor de pH Edge (Hanna Instruments, Brasil). Após a destilação simples das amostras em destilador enológico Super Dee (Gibertini, Itália), o teor alcoólico foi determinado em balança hidrostática eletrônica Super Alcomat (Gibertini, Itália) a 20 °C. A acidez volátil foi determinada após destilação por arraste a vapor no destilador enológico, seguida de titulação com NaOH 0,1 N. A acidez total foi quantificada por titulação das amostras com NaOH 0,1 N até pH 8,2.

O índice de polifenóis totais (IPT) foi determinado pelo procedimento descrito por Habertson e Spayd (2006), diluindo 1 mL da amostra em 99 mL de água destilada, seguido pela leitura da absorbância a 280 nm em espectrofotômetro ThermoFisher Scientific (Multiskan Go, EUA).

Os fenólicos totais foram determinados a partir do método espectrofotométrico proposto por Singleton e Rossi (1965), que se baseia na oxidação desses compostos na presença de solução de carbonato de sódio e reagente Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich, USA). Para quantificação, obteve uma curva de calibração a partir do ácido gálico (Vetec, Brasil). As leituras das absorbâncias foram realizadas a 760 nm em espectrofotômetro ThermoFisher Scientific (Multiskan Go, EUA) e os resultados expressos em mg/L de ácido gálico (GAE).



Parâmetros de Cor

As medidas colorimétricas foram realizadas utilizando um colorímetro portátil (Delta Color, Brasil) no modo de transmitância e iluminante D65, de acordo com as padronizações do sistema CIELab e CIEL C* h* (CIE, 1986), obtendo valores de luminosidade (L*), componente de cor vermelho/verde (a*), componente de cor azul/amarelo (b*), saturação (C*) e ângulo da tonalidade (h). A cor 420 nm foi determinada a partir da leitura das absorvâncias em espectrofotômetro ThermoFisher Scientific (Multiskan Go, EUA) segundo método de Ough e Amerine (1988).

Análise Sensorial

Após aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - CEP (CAAE - 73674323.0.0000.8052), observando os critérios éticos estabelecidos pela Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

A análise sensorial foi realizada em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial do IFSertãoPE, Campus Petrolina Zona Rural, por 108 provadores, de ambos os sexos, não treinados. Para avaliação sensorial, foi servido 30 mL de cada amostra, apresentadas em taças de cristal tipo ISO, devidamente identificadas com códigos aleatórios de três dígitos, acompanhados de um copo de água e biscoito água e sal, para limpar o palato, entre as amostras.

O teste de aceitação realizado utilizou escala hedônica estruturada em nove pontos, variando entre: (1) - desgostei extremamente a (9) - gostei extremamente. Foram avaliados os seguintes atributos: aparência, aroma, sabor e impressão global. A intenção de compra foi avaliada utilizando uma escala estruturada de 5 pontos, no qual 5 representou a nota máxima “certamente compraria” e 1 a nota mínima “certamente não compraria” (Ial, 2018).

Análise Estatística

As bebidas foram analisadas em triplicata por repetição de elaboração/garrafão (n = 3) de cada tratamento (n = 3). Após a bebida pronta, foram selecionadas aleatoriamente três garrafas de cada replicata (n = 3) por tratamento (n = 3), que também foram analisadas em triplicata. Os resultados foram submetidos inicialmente ao teste de normalidade Shapiro-Wilk ($p \leq 0,05$). Logo após, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey's ($p \leq 0,05$) utilizando o R Core Team (2021).



Resultados e discussão

Análises Físico-químicas, Fenólicas e Cor

A Tabela 1 mostra os parâmetros físico-químicos, fenólicos totais e cor dos alcoólicos compostos de vinho e lúpulo elaborados. Todos os valores encontrados estão de acordo com os padrões de identidade e qualidade estabelecidos pela legislação brasileira (Brasil, 2023). A análise dos resultados demonstra que, com exceção do pH e da componente de cor *L, para todos os outros parâmetros analisados apresentaram diferença significativa entre as bebidas elaboradas.

Tabela 1 - Valores médios dos parâmetros físico-químicos, fenólicos totais e cor dos alcoólicos compostos de vinho e lúpulo elaborados.

Parâmetros	Controle	Maceração	Dry-hopping
Densidade	0,995 ± 0,00 b	0,996 ± 0,00 a	0,996 ± 0,00 a
Teor alcoólico (°GL)	10,21 ± 0,14 b	10,63 ± 0,12 a	10,15 ± 0,08 b
Extrato seco reduzido (g/L)	22,90 ± 0,46 c	26,73 ± 0,38 a	24,72 ± 1,27 b
Acidez volátil (g/L em ácido acético)	0,52 ± 0,01 c	0,57 ± 0,01 a	0,55 ± 0,02 b
pH	3,74 ± 0,01 a	3,73 ± 0,01 a	3,74 ± 0,01 a
Acidez Total (g/L em ácido tartárico)	7,18 ± 0,13 b	7,57 ± 0,22 a	7,25 ± 0,14 b
Fenólicos Totais (mg GAE/L)	194,61 ± 8,21 b	229,50 ± 17,38 a	228,77 ± 13,61 a
IPT	3,63 ± 0,30 b	6,17 ± 0,69 a	7,07 ± 0,52 a
A420 nm	0,05 ± 0,00 c	0,08 ± 0,00 a	0,07 ± 0,00 b
L*	49,70 ± 0,36 a	49,45 ± 0,27 a	49,22 ± 0,24 a
a*	-1,77 ± 0,03 a	-1,78 ± 0,03 a	-1,70 ± 0,02 b
b*	9,86 ± 0,13 b	11,35 ± 0,16 a	11,50 ± 0,18 a
C*	10,02 ± 0,12 b	11,49 ± 0,18 a	11,62 ± 0,18 a
h°	100,22 ± 0,22 a	98,96 ± 0,26 b	98,44 ± 0,24 c

Resultados expressos como média ± desvio padrão; médias seguidas das mesmas letras, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; Coordenadas CIELab e CIEL C* h*: L* = luminosidade; a* = vermelho ou -a* = verde; b* = amarelo ou -b* = azul; C* = saturação; h° = ângulo da tonalidade.

O alcoólico composto elaborado com adição de lúpulo através de maceração (AC1) apresentou maior teor alcoólico (10,63°GL) e extrato seco reduzido (26,73 g/L). Inferindo-se que a técnica de maceração possibilitou esse incremento do teor alcoólico, pois o contato direto do lúpulo com a bebida permitiu uma maior transferência de compostos orgânicos e, desse modo, aumentando o teor



de substratos fermentescíveis para as leveduras durante segunda fermentação alcoólica realizada em garrafas. O tratamento controle e AC2 não diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre si para o parâmetro de teor alcóolico, inferindo-se que a técnica de *Dry-hopping* permite uma menor transferência de compostos orgânicos para a bebida, quando comparada à maceração.

Da mesma forma, a maior concentração de acidez volátil (0,57 g/L) no alcoólico composto elaborado com uso da maceração do lúpulo pode ter relação com essa maior atividade microbiológica durante a fermentação alcoólica deste produto. Contudo, mesmo com este destaque da acidez volátil para este alcoólico composto, o valor encontrado está dentro da faixa de qualidade recomendada dentro da indústria vitivinícola (até 0,8 g/L).

Os tratamentos aplicados na elaboração do alcoólico composto não interferiram no pH das bebidas elaboradas. Contudo, quando avaliamos a acidez total, o alcoólico composto elaborado com uso de Maceração se distinguiu dos demais tratamentos aplicados apresentando o maior valor de acidez total (7,57 g/L), seguido do com uso do *Dry-hopping* (7,25 g/L). Os valores encontrados para esta variável atendem ao estabelecido para o alcoólico composto que é de 3,0 e 9,75 g/L (Brasil, 2023). Sabendo que a acidez total confere a sensação de frescor e interfere na estabilidade química e microbiológica da bebida (Rizzon; Miele, 2002; Delanoe; Maillard; Maisondieu, 2003). A adição do lúpulo ao vinho poderá contribuir para maior aceitação sensorial do produto e estabilidade microbiológica, favorecendo para uma maior vida de prateleira.

O lúpulo é responsável por cerca de 20 a 30% do conteúdo fenólico da cerveja (Knorr, 1978), isso se deve ao fato da 4% da massa seca das suas flores ser composta por fenólicos (Durello; Silva; Bogusz Junior, 2019). Em nosso estudo, o acréscimo do lúpulo, independentemente do método adotado para extração, incrementou os valores de fenólicos totais e índice de polifenóis totais (IPT) dos alcoólicos compostos elaborados.

Para fenólicos totais, o alcoólico composto Controle apresentou 194,61 mg GAE/L, enquanto os elaborados com a Maceração e *Dry-hopping* valores chegaram a 229,50 e 228,77 mg GAE/L, respectivamente. Os valores encontrados estão dentro da faixa relatada em cervejas comerciais, 131,2 a 328,0 mg GAE/L (Gribkova *et al.* 2022). Contudo, são superiores aos relatados em vinhos brancos, que variaram entre 108,4 a 187,5 mg GAE/L (Silva *et al.*, 2015), e vinhos espumantes brancos elaborados pelo método tradicional, que apresentaram, em média, 123,32 mg GAE/L (Nascimento *et al.*, 2018). Com isso podemos concluir que, o uso do lúpulo trouxe maior valor nutracêutico à bebida já que, as pesquisas vêm mostrando que quanto maior o teor de fenólicos totais maior a capacidade antioxidante (Barros *et al.*, 2022; Lyu *et al.*, 2022; Šćepanović *et al.*, 2019).

Da mesma forma, podemos observar que o IPT também aumentou com adição do lúpulo ao vinho. O Controle obteve valor de 3,36, índice próximo ao relatado em vinhos brancos, entre 3,24 e 4,02 (Silva *et al.*, 2015). Contudo, os alcoólicos compostos elaborados com adição de lúpulo chegaram a valores de 6,17 (Maceração) e 7,07 (*Dry-Hopping*).

A tonalidade dos alcoólicos compostos está representada pelo parâmetro de cor 420 nm. Todos os tratamentos empregados apresentaram diferença entre si, o Controle apresentando o menor valor (0,05 nm) e os alcoólicos compostos por vinho e lúpulo elaborados com uso de *Dry-hopping* (0,07 nm) e Maceração (0,08 nm) com os maiores valores. Os valores encontrados estão de acordo com o relatado



na literatura para vinhos brancos, variando de 0,09 a 0,14 nm em vinho brancos Sauvignon Blanc (Marcon Filho *et al.* 2022) e valores médios de 0,04 nm em vinhos espumantes Chenin Blanc (Nascimento *et al.* 2018). Com isso, entendendo que a absorção das substâncias no comprimento de onda de 420 nm é referente à cor amarela (Rizzon, 2010), o uso de lúpulo no alcoólico composto trouxe maior coloração amarela para o produto, se destacando, ainda, quando a adição desse insumo ocorreu através da maceração.

A análise de colorimetria realizada conseguiu esclarecer de forma mais pontual como a adição do lúpulo e a forma de extração escolhida (Maceração e *Dry-hopping*) influenciaram na cor dos alcoólicos compostos elaborados. Apenas a luminosidade (L^*) das bebidas elaboradas não foi alterada pela escolha do tratamento aplicado. A componente de cor a^* , quando apresenta valor negativo, representa a coloração verde na amostra (Fairchild, 2018). Nos resultados do nosso trabalho, quando o alcoólico composto teve adição do lúpulo por Maceração (-1,78) foi observada uma preservação da cor verde quando comparada ao Controle (-1,77), contudo, com adição de lúpulo por *Dry-hopping* a bebida trouxe uma diminuição desta coloração, chegando a -1,70. A coloração verde é um parâmetro característico de vinhos brancos jovens e cervejas, sendo relatado valores médios de -0,90 (Lukic *et al.*, 2020) e de -1,0 a -3,0 (Koren *et al.*, 2020), respectivamente.

Valores positivos da componente de cor b^* indicam a coloração amarela das bebidas (Fairchild, 2018) e, conforme já observamos na avaliação da tonalidade (A420nm) das bebidas elaboradas, a cor amarela sofreu incrementos quando adicionado o lúpulo independentemente do método de extração adotado. Os valores para a componente de cor b^* variaram de 9,86 para o Controle, que se trata do vinho sem a adição de lúpulo, aumentando para 11,35 (Maceração) e 11,50 (*Dry-hopping*), estes dois últimos não mostraram diferença significativa entre eles. Estudos com vinho branco da uva Alvarinho apresentaram valor médio de b^* igual a 6,78 (Arenas *et al.*, 2021) e de cervejas do estilo lager variaram entre 18 a 55 (Koren *et al.*, 2020), mostrando coerência nos resultados alcançados para os alcoólicos compostos visto que tratam-se da mistura de vinho branco com lúpulo, ingrediente característico das cervejas.

O parâmetro C^* , indica a saturação de cor da bebida e, em nosso estudo, verificamos que todos os tratamentos aplicados influenciaram esta variável. Neste aspecto, as bebidas com adição do lúpulo apresentaram maior saturação de cor (C^*), destacando-se o alcoólico composto elaborado com uso de *Dry-hopping* chegando a 11,62 enquanto o Controle apresentou 10,02. Este comportamento era esperado visto o destaque dos alcoólicos compostos elaborados com adição do lúpulo que, quando analisados os dados, apresentaram maiores valores para as componentes de cor verde (a^*) e amarelo (b^*).

Por outro lado, a análise da angulação da cor (h°) das bebidas elaboradas foi definitiva para caracterizar de forma mais efetiva a cor predominante dos produtos. Os valores variaram de 98,44 para o alcoólico composto elaborado com uso do *Dry-hopping* a 100,22 no Controle. Sabendo que a angulação da cor mais próxima a 90° representa a tonalidade mais amarela e, as mais próximas de 180° representam a tonalidade verde (Pathare *et al.*, 2013), mesmo os valores de h° diferindo entre todas as amostras, podemos observar que todas as bebidas elaboradas apresentam, predominantemente, a tonalidade de cor amarela.



Análise sensorial

Os participantes neste estudo incluíram 108 indivíduos consumidores regulares de vinho espumante (95,5%), 52,38% do gênero feminino e 46,67% do gênero masculino, sendo, em sua maioria com idade entre 18 e 35 anos (90,48%).

Teste de aceitação

A Tabela 2 apresenta os resultados do teste de aceitação dos alcoólicos compostos elaborados. Verificou-se que, com exceção da aparência, os demais atributos avaliados não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos aplicados.

Tabela 2. Valores médios do teste de aceitação dos alcoólicos compostos elaborados.

Atributos	Controle	Maceração	Dry-hopping
Aparência	6,88 ± 2,00 b	7,30 ± 1,46 a	7,59 ± 1,36 a
Impressão Global	6,68 ± 1,78 a	6,84 ± 1,78 a	7,16 ± 1,66 a
Aroma	6,89 ± 1,86 a	6,98 ± 2,01 a	7,47 ± 1,45 a
Sabor	6,48 ± 2,11 a	6,60 ± 2,02 a	6,85 ± 1,71 a

Resultados expressos como média ± desvio padrão; médias seguidas das mesmas letras, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; Escala hedônica de 9 pontos variando de gostei extremamente (9) e desgostei extremamente (1).

Em uma análise geral, os resultados mostram uma boa aceitação das bebidas por parte dos consumidores, visto que as notas variaram entre gostei ligeiramente (6,0) a gostei muito (8,0) para os atributos analisados.

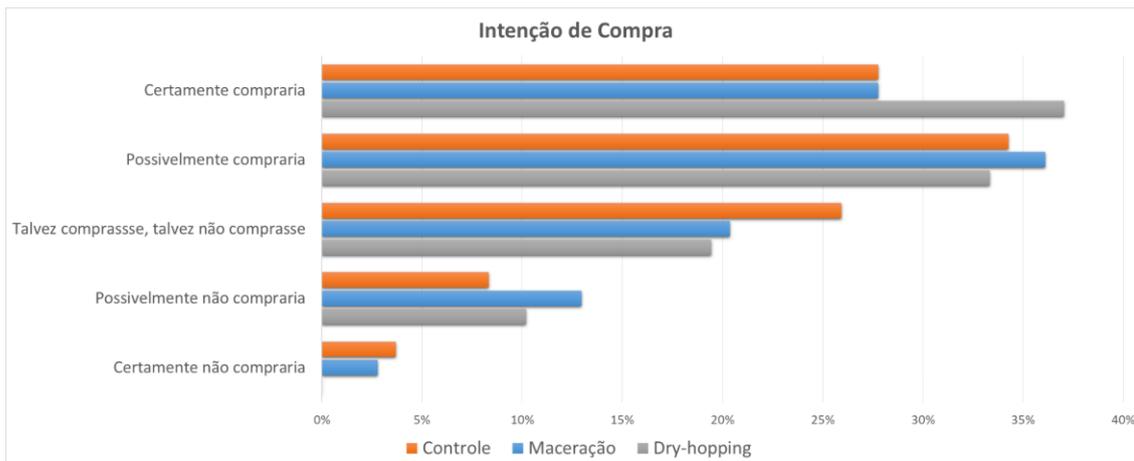
Quanto à aparência, os alcoólicos compostos elaborados, Maceração e Dry-hopping, apresentaram maiores notas 7,30 e 7,59, respectivamente, diferindo do Controle. Desta forma, para esse atributo, a adição do lúpulo ao vinho contribuiu para uma maior aceitação dos consumidores, independente da técnica de adição.

Intenção de compra

A avaliação de intenção de compra dos consumidores está representada no gráfico abaixo (Figura 1).

Na análise da intenção de compra, foi possível perceber que o alcoólico composto elaborado com uso de *dry-hopping* obteve melhor avaliação, com uma maior resposta dos consumidores para “certamente compraria” e nenhuma resposta para “certamente não compraria”, seguido do alcoólico composto elaborado com uso de maceração que recebeu maior intenção de compra para “possivelmente compraria”. Corroborando com os resultados do teste de aceitação apresentados na Tabela 2, onde mesmo não apresentando diferença significativa entre os tratamentos para a maioria dos atributos, os alcoólicos compostos (Maceração e *Dry-hopping*) apresentaram as maiores notas dos consumidores.

Figura 1. Intenção de compra dos consumidores em relação aos alcoólicos compostos elaborados.



Conclusão

A adição do lúpulo ao vinho contribuiu para a estabilidade do pH e, ainda, quando utilizada a técnica de maceração, promoveu aumento da acidez total. Isto pode contribuir para maior estabilidade microbiológica e vida de prateleira do alcoólico composto de vinho e lúpulo gaseificado naturalmente. Além disso, o uso do lúpulo trouxe uma coloração mais amarela e intensa, e aumentou o teor de fenólicos totais. A avaliação sensorial mostrou que a adição de lúpulo ao vinho, independente da técnica empregada, aumentou a aceitação no atributo aparência e intenção de compra do consumidor.

Com isso, nossos resultados demonstram que a elaboração do alcoólico composto por vinho e lúpulo gaseificado naturalmente pode ser uma alternativa para incrementar a composição bioativa de vinhos e, ainda, trazer um novo produto com valor nutracêutico e tendências inovadoras. Essa bebida visa atender à demanda de consumidores que buscam produtos diferenciados no mercado, ao mesmo tempo, introduzindo um elemento inovador que eleva a experiência sensorial a patamares inexplorados.



Referências

ALMEIDA, A. da R.; MACIEL, M. V. de O. B.; MACHADO, M. H.; BAZZO, G. C.; ARMAS, R. D. de; VITORINO, V. B.; VITALI, L.; BLOCK, J. M.; BARRETO, P. L. M. **Bioactive compounds and antioxidant activities of Brazilian hop (*Humulus lupulus L.*) extracts.** *International Journal Of Food Science And Technology*. Londres, p. 340-347. 2020.

ARENAS, I.; RIBEIRO, M.; FILIPE-RIBEIRO, L.; VILAMARIM, R.; COSTA, E.; SIOPA, J.; COSME, F.; NUNES, F. M. **Effect of Pre-Fermentative Maceration and Fining Agents on Protein Stability, Macromolecular, and Phenolic Composition of Albariño White Wines: comparative efficiency of chitosan, k-carrageenan and bentonite as heat stabilisers.** *Foods*, [S.L.], v. 10, n. 3, p. 608, 12 mar. 2021. MDPI AG. DOI 10.3390/foods10030608.

BARROS, A. P. A.; SILVA, I. S.; CORREA, L. C.; BIASOTO, A. C. T. **Effect of the cold pre-fermentative maceration and aging on lees times on the phenolic compound profile, antioxidant capacity and color of red sparkling wines.** *Journal Of Food Science And Technology*, [S.L.], v. 59, n. 8, p. 3245-3255, 24 jun. 2022. Springer Science and Business Media LLC. DOI 10.1007/s13197-022-05531-z.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Anexo à Norma Interna DIPOV N° 01/2019: Consolidação das Normas de Bebidas, Fermentado Acético, Vinho e Derivados da Uva e do Vinho. Cartilhão/Coordenação Geral de Vinhos e Bebidas.** 1 ed. Brasília, 2023. 1579 p.

CERVINSKI, Alex Sander Pacheco. **Elaboração de Bebidas Alcoólicas Compostas de Vinhos Brancos Secos e Lúpulo por Dry-Hopping.** 2021. 71 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Caxias do Sul, 2021.

CIE, Commission Internationale de l'Eclairage. (1986). **Colorimetry** (2nd ed.), Publication CIE, 15 (2) Viena (Áustria).

CREUZ, A.; KRETZER, S. G. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Lúpulo no Brasil: perspectivas e realidades.** MAPA/SAF, Brasília, 2022.

DELANOË, D., MAILLARD, C.; MAISONDIEU, D. **O vinho da análise à elaboração.** Coleção Euroagro. Publicações Europa - América. 2003.

DURELLO, R.; SILVA, L.; BOGUSZ JUNIOR, S. **Química do Lúpulo.** *Química Nova*, [S.L.], v. 42, n. 8, p. 900-919, 11 set. 2019. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). DOI 10.21577/0100-4042.20170412.

FAIRCHILD, Mark. **The colors of wine.** *International Journal of Wine Research*, [S.L.], v. 10, p. 13-31, mar. 2018. Informa UK Limited. DOI 10.2147/ijwr.s161891.

GONZÁLEZ-SALITRE, L.; GONZÁLEZ-OLIVARES, L. G.; BASILIO-CORTES, U. A. ***Humulus lupulus L.* a potential precursor to human health: high hops craft beer.** *Food Chemistry*, v. 405, p. 134959, 2023. DOI 10.1016/j.foodchem.2022.134959.

GRIBKOVA, I. N.; KHARLAMOVA, L. N.; LAZAREVA, I. V.; ZAKHAROV, M. A.; ZAKHAROVA, V. A.; KOZLOV, V. I. **The Influence of Hop Phenolic Compounds on Dry Hopping Beer Quality.** *Molecules*, v. 27, n. 3, p. 740, 24 jan. 2022. MDPI AG. DOI 10.3390/molecules27030740.

HARBERTSON, J.; SPAYD, S.E. **Measuring phenolics in the winery.** *American Journal of Enology and Viticulture*, v. 57(3), p. 280-288, 2006.

HAUSER, Dean G.; LAFONTAINE, Scott R.; SHELLHAMMER, Thomas H. **Extraction Efficiency of Dry-Hopping.** *Journal Of The American Society Of Brewing Chemists*, v. 77, n. 3, p. 188-198, 18 jun. 2019. DOI 10.1080/03610470.2019.1617622.

KNORR F. **Über Polyphenole im Brauprozess.** *Z Lebens Unters-Forsch*, p.166, 228-233, 1978.



KOREN, D.; VECSEI, B. H.; KUN-FARKAS, G.; URBIN, A.; NYITRAI, A.; SIPOS, L. **How to objectively determine the color of beer?** *Journal of Food Science and Technology*, v. 57, n. 3, p. 1183-1189, 9 jan. 2020. DOI 10.1007/s13197-020-04237-4.

LAFONTAINE, S. R.; SHELLHAMMER, T. H. **Impact of static dry-hopping rate on the sensory and analytical profiles of beer.** *Journal of the Institute of Brewing*, v. 124, n. 4, p. 434-442, 12 ago. 2018. The Institute of Brewing & Distilling. DOI 10.1002/jib.517.

LUKIC, K., BRNCIC, M., CURKO, N., TOMASEVIC, M., TUSEK, AJ, & KOVACEVIC GANIC, K. **Quality characteristics of white wine: The short- and long-term impact of high power ultrasound processing,** *Ultrasonics Sonochemistry*, v. 68, 2020.

LYU, J. IL; RYU, J.; SEO, K.-S.; KANG, K.-Y.; PARK, S. H.; HA, T. H.; AHN, J.-W.; KANG, S.-Y. **Comparative Study on Phenolic Compounds and Antioxidant Activities of Hop (*Humulus lupulus* L.) Strobile Extracts.** *Plants*, v. 11, n. 1, p. 135, 4 jan. 2022. MDPI AG. DOI 10.3390/plants11010135.

MARCON FILHO, J. L.; WÜRZ, D. A.; BRIGHENTI, A. F.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A. **Chemical And Phenolic Profile Of 'sauvignon Blanc' Wines Made In Altitude Region Of Santa Catarina State - Brazil.** *Scientia Agraria Paranaensis*, p. 21-29, 30 mar. 2022. *Revista Scientia Agraria Paranaensis (SAP)*. DOI 10.18188/sap.v21i1.29237.

MELLO, L. M. R. de. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2017.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2018. 11p.

MITTER, W.; COCUZZA, S. **Dry Hopping - Dry Hopping - A Study of Various Parameters: consequences of the applied dosing method.** *Brewing And Beverage Industry International*, v. 4, p. 70-74, mar. 2013.

NASCIMENTO, A. M. S.; SOUZA, J. F.; LIMA, M. S. L.; PEREIRA, G. E. **Volatile Profiles of Sparkling Wines Produced by the Traditional Method from a Semi-Arid Region.** *Beverages*, v. 4, 103, 2018.

OIV, International Organization of Vine and Wine. (2021). **Compendium of internacional methods of wine and must analysis.** Retrieved from <https://www.oiv.int/en/technical-standards-and-documents/methods-of-analysis/compendium-of-international-methods-of-analysis-of-wines-and-musts-2-vol>. Acesso em 17 de setembro de 2023.

OIV, International Organization of Vine and Wine. **Statistical Report on World Vitiviniculture, 2022.** Disponível em <https://www.oiv.int/what-we-do/country-report?oiv>. Acesso em 26 de novembro de 2023.

OUGH, C.S.; AMERINE, M. A. **Methods Analysis of Musts and Wines (2nd ed.),** 1988.

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. (2013). **Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review.** *Food Bioprocess Technol.* v. 6, p. 36-60.

R CORE TEAM (2021). **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RIZZON, L.A. (Ed.). **Metodologia para análise de vinho.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 120p.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. **Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto.** *Ciência e tecnologia de alimentos*, v. 22, n. 2, p. 192 -198, 2002.

SCEPANOVIC, R. P.; WENDELIN, S.; RAICEVIC, D.; EDER, R. **Characterization of the phenolic profile of commercial Montenegrin red and white wines.** *European Food Research And Technology*, [S.L.], v. 245, n. 10, p. 2233-2245, 19 jul. 2019. Springer Science and Business Media LLC. DOI 10.1007/s00217-019-03330-z.



PACHECO, B. S. L. A.; SILVA, I. S.; SANTOS, R. G. B.; NOGUEIRA, E. T. S.; BARROS, A. P. A.. Alcoólico Composto por Vinho e Lúpulo (*Humulus Lupulus L.*) Gaseificado Naturalmente. *Revista Semiárido De Visu*, V. 12, n. 3, p. 1196-1209, set. 2024. ISSN 2237-1966.

SILVA, M. J. R. da; TECCHIO, M. A.; MOURA, M. F.; BRUNELLI, L. T.; IMAIZUMI, V. M.; VENTURINI FILHO, W. G. **Composição físico-química do mosto e do vinho branco de cultivares de videiras em resposta a porta-enxertos.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 50, n. 11, p. 1105-1113, nov. 2015. DOI 10.1590/s0100-204x2015001100014.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. (1965) **Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagent.** *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.

WOLFE, P. H. **A Study of Factors Affecting the Extraction of Flavor When Dry Hopping Beer.** Oregon State University, Oregon, p. 1-79, 07 ago. 2012.