



## Determinação da Ação Antioxidante e Compostos Fenólicos das Cervejas do Tipo Weiss e Lager

### *Determination of the antioxidant action and phenolic compounds of Weiss and Lager beers*

**Amanda de Lima Proença**

*Discente de Farmácia do Centro Universitário Guairacá - UNIGUAIACÁ.*

**Daniel Brustolin Ludwig**

*Docente do Departamento de Farmácia do Centro Universitário Guairacá – UNIGUAIACÁ. Docente do Departamento de Farmácia da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-4948-3133>*

**Resumo:** A cerveja é uma bebida muito consumida e de larga produção, tanto industrial como artesanal, possui baixo teor alcoólico e é composta por nutrientes, carboidratos, vitaminas, aminoácidos e compostos fenólicos, componentes estes que favorecem alguns efeitos benéficos à saúde, como a ação anti-inflamatória, ação sobre as concentrações de lipoproteínas e propriedades antioxidantes, que atuam combatendo prováveis doenças cardiovasculares e câncer. O objetivo do presente estudo é determinar a atividade antioxidante e a presença de compostos fenólicos das cervejas Weiss e Lager, com os métodos de DPPH e RCR – reações cromogênicas para fenóis e taninos. Nas análises antioxidantes foram utilizadas amostras das cervejas e dos padrões resveratrol e ácido ferúlico em concentrações de 25 a 200 µg/mL e após a adição do DPPH as concentrações ficaram entre 1,25 e 10 µg/mL, já para as análises de compostos fenólicos foi utilizada 3 mL de cada tipo de cerveja em solução alcoólica de FeCl<sub>3</sub> a 0,1 M. Os resultados da ação antioxidante foram obtidos pelos cálculos de porcentagem inibitória e média e desvio padrão com teste de análise de variância, onde a cerveja Weiss apresentou em torno de 62% de inibição, enquanto a Lager 52% de inibição. Compostos fenólicos foram observados com a formação de precipitado e turvação em ambas as amostras. Concluiu-se que a cerveja Weiss apresenta maior atividade antioxidante e maior turvação nos testes de fenóis e taninos do que a cerveja Lager, porém, os dois tipos de cerveja devem ser consumidos de forma moderada para que haja benefícios à saúde.

**Palavras-chave:** cerveja; compostos fenólicos; ação antioxidante.

**Abstract:** Beer is a widely consumed beverage produced on a large scale—both industrially and artisanally—with low alcohol content. It contains nutrients, carbohydrates, vitamins, amino acids, and phenolic compounds; these components contribute to health benefits such as anti-inflammatory effects, modulation of lipoprotein concentrations, and antioxidant properties that help combat potential cardiovascular diseases and cancer. This study aimed to determine the antioxidant activity and the presence of phenolic compounds in Weiss and Lager beers using the DPPH method and chromogenic reactions (CR) for phenols and tannins. For the antioxidant analyses, beer samples and standards (resveratrol and ferulic acid) were used at concentrations ranging from 25 to 200 µg/mL; following the addition of DPPH, the final concentrations ranged from 1.25 to 10 µg/mL. For the phenolic compound analyses, 3 mL of each beer type was used in a 0.1 M alcoholic FeCl<sub>3</sub> solution. Antioxidant activity results were derived from calculations of inhibition percentage, mean, and standard deviation, alongside analysis of variance (ANOVA); Weiss beer showed approximately 62% inhibition, while Lager beer showed 52%. The presence of phenolic compounds was indicated by precipitate

formation and turbidity in both samples. It was concluded that Weiss beer exhibits higher antioxidant activity and greater turbidity in phenol and tannin tests compared to Lager beer; however, both types of beer should be consumed in moderation to yield health benefits.

**Keywords:** beer; phenolic compounds; antioxidant action.

## INTRODUÇÃO

A cerveja é uma das bebidas mais consumidas no Brasil e, segundo o Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja (2016), são consumidos 13 bilhões de litros/ano, sendo o terceiro maior fabricante mundial, com 13,3 bilhões de litros produzidos, atrás somente da China (46 bilhões) e dos Estados Unidos (22,1 bilhões).

Segundo a legislação brasileira definida através do Decreto nº 2.314, de 4 de setembro de 1997.

(...)Art 64. Cerveja é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo. Parte do malte de cevada poderá ser substituída por cereais maltados ou não, e por carboidratos de origem vegetal transformados ou não, ficando estabelecido que os cereais referidos neste artigo são a cevada, o arroz, o trigo, o centeio, o milho, a aveia e o sorgo, todos integrais, em flocos ou na sua parte amilácea. Art 67. De acordo com o seu tipo, a cerveja poderá ser denominada: "Pilsen", "Export", "Lager", "Dortmunder", "München", "Bock", "Malzbier", "Ale", "Stout", "Porter", "Weissbier", "Alt" e outras denominações internacionalmente reconhecidas que vierem a ser criadas, observadas as características do produto original (Brasil, 1997).

Cervejas do tipo Weiss são produzidas com um percentual de malte de trigo, dando à bebida uma espuma cremosa e coloração clara com turbidez. São leves e refrescantes, com um aroma que lembra pão, cravo e banana (oriundo da levedura), bem característico desse estilo. Já a cerveja Lager é produzida com malte de cevada, com baixa fermentação, em que o fermento tende a descer para o fundo do tanque durante o processo de fermentação, que é feito em baixas temperaturas e por um tempo maior (Ambev, 2019).

A cerveja é uma das bebidas de baixo teor alcoólico, em torno de 4 a 8%, rica em nutrientes e outros componentes, como carboidratos, aminoácidos, minerais, vitaminas e compostos fenólicos (Brasil, 1994). Alguns dos efeitos benéficos são a redução do risco de doenças cardiovasculares e câncer, relacionados ao teor de etanol e de compostos polifenólicos, propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, esses compostos tem ação sobre as concentrações de lipoproteínas e expressão de moléculas de adesão, melhorando a sensibilidade à insulina e a função endotelial, pois cerca de 70% dos compostos fenólicos são derivados do malte e 30% do lúpulo, e é através desses compostos que se desenvolve as características sensoriais da cerveja (cor, aroma e sabor) (Freitas *et al.*, 2006).

Esses compostos fenólicos podem atuar como antioxidantes, que por sua vez estimulam o aumento da ação antioxidante no plasma, pois agem como sequestradores de radicais livres atuando tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo (Rampazzo, 2014).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estipula como consumo moderado de álcool a ingestão diária de uma dose (10 a 15 g de etanol) para as mulheres, ou seja, 180 mL, e duas doses para os homens (de 20 a 30 g de etanol), equivalentes a 360 mL de cerveja. O consumo de doses diárias acima disso é considerado prejudicial e pode causar algum risco para a saúde dos indivíduos (Almeida-Pititto *et al.*, 2013).

Esse trabalho teve como objetivo definir qual dos tipos de cerveja (Weiss ou Lager) tem maior ação antioxidante e qual apresenta a maior quantidade de compostos fenólicos, a fim de determinar qual terá maior benefício à saúde.

## OBJETIVOS

### Objetivos Gerais

Determinar a atividade antioxidante e a presença de compostos fenólicos de cervejas Weiss e Lager, com os métodos de DPPH e RCR – reações cromogênicas.

### Objetivos Específicos

- Avaliação da atividade antioxidante sobre o radical artificial: 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH);
- Determinar a presença de compostos fenólicos em fenóis e taninos.

## MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de cervejas do tipo Weiss foram fornecidas pela cervejaria experimental da Cooperativa Agrária Agroindustrial, e as do tipo Lager foram obtidas no mercado local. Sendo as garrafas de cervejas Lager do mesmo lote.

### Obtenção dos Resíduos Secos Das Cervejas Weiss e Lager

Em placas de Petri sem tampa, devidamente higienizadas e desinfetadas com álcool 70%, foram adicionados 10 mL de cada amostra de cerveja Weiss e Lager e deixadas em estufa a 37 °C para completa secagem, depois de secas, retiradas cuidadosamente da estufa com o auxílio de uma pinça, para não agregar peso às placas, sendo elas resfriadas e obtidas as taras individuais em balança analítica.

Após resfriadas e pesadas, as amostras foram diluídas em 4 concentrações (200 µg/mL, 100 µg/mL, 50 µg/mL e 25 µg/mL) para serem realizadas as análises que seguem.

## Determinação da Atividade Antioxidante

### Método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo)

Desenvolvido por Brand-Williams *et al.* (1995), com modificações de Kim *et al.* (2002), o método DPPH apresenta uma diminuição da absorbância no comprimento de onda de 515 nm, que reage com um elétron doado por um composto antioxidante (Brasil, 1994). A solução de DPPH 100 µM foi dissolvida em etanol 99%. Em uma microplaca de quartzo, foram adicionados 10 µL de amostras de cerveja Weiss e Lager e das amostras padrão de resveratrol e ácido ferúlico, nas concentrações iniciais de 200 µg/mL, 100 µg/mL, 50 µg/mL e 25 µg/mL, e, após a adição de 190 µL de DPPH, totalizando 200 µL em cada poço da microplaca, nas concentrações finais de 10 µg/mL, 5 µg/mL, 2,5 µg/mL e 1,25 µg/mL. Após ser preparada, ficou reservada por 60 minutos em local escuro, à temperatura ambiente, sendo então realizada a primeira leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda de 517 nm, e foi feita uma segunda leitura 90 minutos após a preparação da microplaca.

## Determinação dos Compostos Fenólicos por RCR – Reações Cromogênicas

### Testes para fenóis e taninos

De acordo com Maciel *et al.* (2013), foram pipetados 3 mL de amostras de cerveja Weiss e Lager em tubos de ensaio e foram adicionadas três gotas de solução alcoólica de FeCl<sub>3</sub> a 0,1 M em cada tubo.

### Análises Estatísticas

Os resultados das análises antioxidantes estão apresentados como média  $\pm$  desvio padrão (DP). Comparações estatísticas foram feitas pela ANOVA de 1 fator para garantir a qualidade das análises. Diferenças foram consideradas estatisticamente significativas com  $p < 0,05$  pela comparação entre as médias pelo pós-teste de Tukey. Todas as análises foram feitas em triplicata.

### Cálculo da porcentagem de inibição

Os resultados das análises do DPPH, expressos em % de inibição, tiveram seus resultados determinados pela fórmula abaixo esquematizada.

$$\% \text{ de inibição} = (Ac - At) / Ac \times 100$$

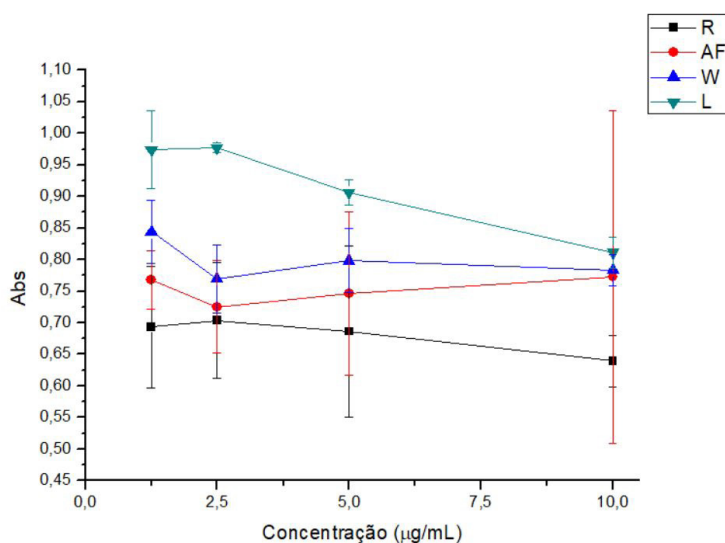
Sendo que: Ac = absorbância do controle e At = absorbância do teste

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Atividade Antioxidante pelo Método de DPPH

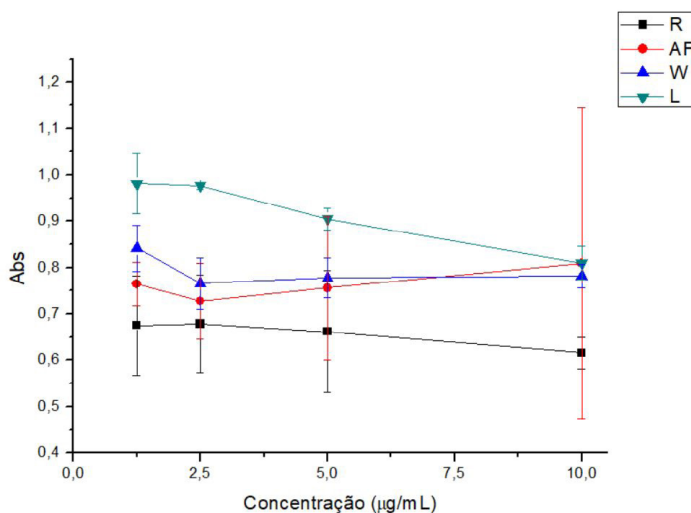
A atividade antioxidante das cervejas Weiss e Lager sobre o DPPH (Figuras 1 e 2) nos tempos de 60 e 90 minutos é mais manifestada na cerveja Weiss, que teve uma queda de absorbância maior em relação à cerveja Lager.

**Figura 1 - O efeito das amostras sobre a ação do DPPH (100  $\mu$ M) foi incubado por 60 minutos ao abrigo da luz e à temperatura ambiente, com diferentes concentrações da cerveja. A absorbância do DPPH foi observada por espectrofotometria a 517 nm. R – Resveratrol; AF – Ácido ferúlico; W – Cerveja Tipo Weiss; L – Cerveja Tipo Lager.**



Fonte: Autoria própria, 2021.

**Figura 2 - O efeito das amostras sobre a ação do DPPH (100 µM) foi incubado por 90 minutos ao abrigo da luz e à temperatura ambiente, com diferentes concentrações da cerveja. A absorbância do DPPH foi observada por espectrofotometria a 517 nm. R – Resveratrol; AF – Ácido ferúlico; W – Cerveja Tipo Weiss; L – Cerveja Tipo Lager.**



**Fonte: Autoria própria (2021).**

Os resultados obtidos através da porcentagem de inibição e do desvio padrão (Tabelas 1 e 2) indicam que a cerveja Weiss tem uma ação antioxidante maior, comparada à cerveja Lager, que teve diferença estatística nas concentrações de 25 µg/mL e 50 µg/mL nos tempos de 60 e 90 minutos, e, conforme as amostras foram diluídas, a porcentagem de inibição também foi diminuindo.

**Tabela 1 - Porcentagem de inibição (%) e desvio padrão (DP), respectivamente, do DPPH obtido pela exposição do mesmo a diferentes concentrações das amostras de cerveja e das amostras padrão no tempo de 60 minutos. \* indica diferença estatística significativa entre as amostras (ANOVA de 1 fator,  $p < 0,05$ ) ( $n = 3$ ).**

| Concentração | Resveratrol | Ácido ferúlico | Cerveja Weiss | Cerveja Lager |
|--------------|-------------|----------------|---------------|---------------|
| 1,25 µg/mL   | 66,5 ± 4,7  | 62,9 ± 2,2     | 59,2 ± 2,4    | 52,9 ± 3,0*   |
| 2,5 µg/mL    | 66,0 ± 4,5  | 65,0 ± 3,5     | 62,8 ± 2,6    | 52,7 ± 0,3*   |
| 5 µg/mL      | 66,8 ± 6,5  | 64,0 ± 6,3     | 61,4 ± 2,5    | 56,2 ± 1,0    |
| 10 µg/mL     | 69,1 ± 2,0  | 62,6 ± 12,7    | 62,1 ± 1,2    | 60,8 ± 1,2    |

**Fonte: Autoria própria (2021).**

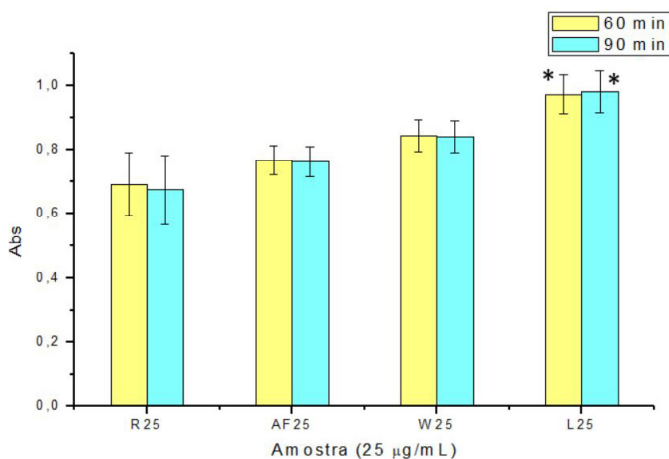
**Tabela 2 - Porcentagem de inibição (%) e desvio padrão (DP), respectivamente, do DPPH obtido pela exposição do mesmo a diferentes concentrações das amostras de cerveja e das amostras padrão no tempo de 90 minutos. \* indica diferença estatística significativa entre as amostras (ANOVA de 1 fator,  $p < 0,05$ ) ( $n = 3$ ).**

| Concentração | Resveratrol | Ácido ferúlico | Cerveja Weiss | Cerveja Lager |
|--------------|-------------|----------------|---------------|---------------|
| 1,25 µg/mL   | 67,4 ± 5,2  | 63,0 ± 2,2     | 59,3 ± 2,4    | 52,5 ± 3,2*   |
| 2,5 µg/mL    | 67,2 ± 5,1  | 64,9 ± 4,0     | 63,0 ± 2,7    | 52,8 ± 0,4*   |
| 5 µg/mL      | 68,0 ± 6,3  | 63,5 ± 7,5     | 62,4 ± 2,1    | 56,3 ± 1,1    |
| 10 µg/mL     | 70,2 ± 1,6  | 61,0 ± 16,2    | 62,2 ± 1,2    | 60,9 ± 1,7    |

**Fonte: Autoria própria (2021).**

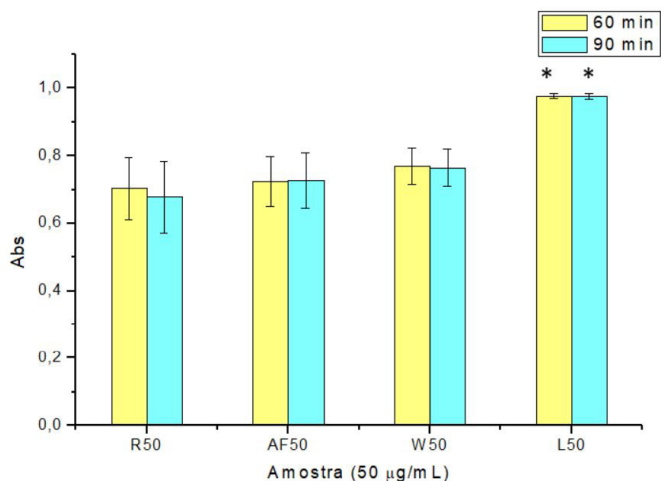
Nas Figuras 3 e 4, os resultados obtidos nas menores concentrações da cerveja Lager indicam que houve diferença estatística nas concentrações de 25 µg/mL e 50 µg/mL nos tempos de 60 e 90 minutos. A queda da absorbância na cerveja do tipo Weiss é maior que a do tipo Lager; isso determina uma maior ação antioxidante, como demonstrado também nas Figuras 5 e 6.

**Figura 3 - Resultados das amostras na concentração de 25 µg/mL nos tempos de 60 e 90 minutos. \* indica diferença estatística significativa entre as amostras (ANOVA de 1 fator,  $p < 0,05$ ) ( $n = 3$ ).**



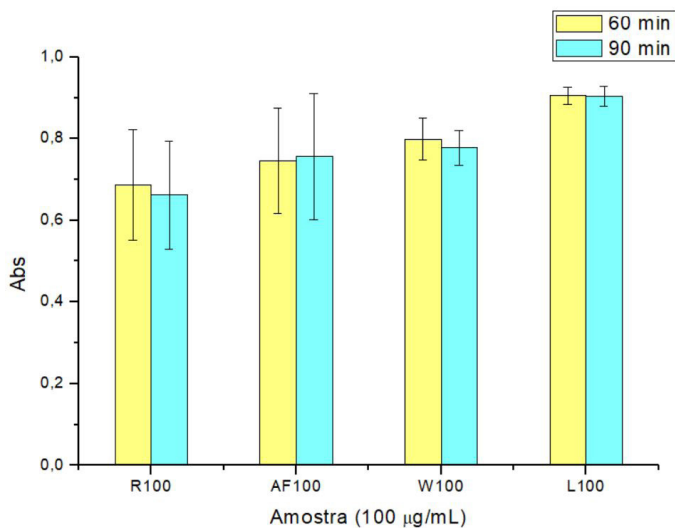
**Fonte: Autoria própria (2021).**

**Figura 4 - Resultados das amostras na concentração de 50 µg/mL nos tempos de 60 e 90 minutos. \* indica diferença estatística significativa entre as amostras (ANOVA de 1 fator,  $p < 0,05$ ) ( $n = 3$ ).**



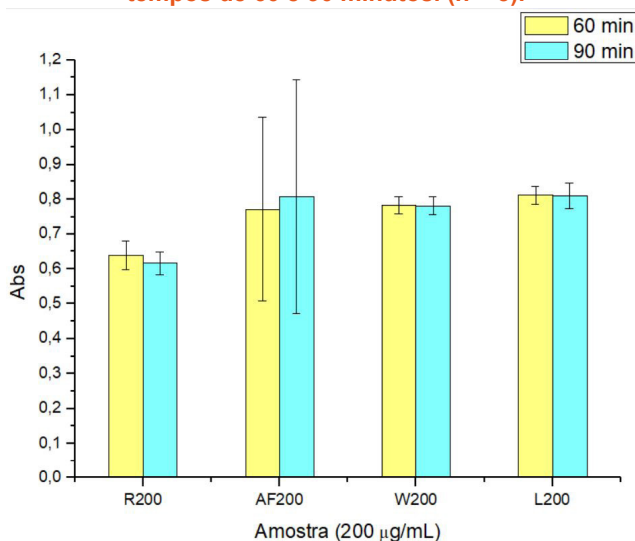
Fonte: Autoria própria (2021).

**Figura 5 - Resultados das amostras na concentração de 100 µg/mL nos tempos de 60 e 90 minutos. ( $n = 3$ ).**



Fonte: Autoria própria (2021).

**Figura 6 - Resultados das amostras na concentração de 200 µg/mL nos tempos de 60 e 90 minutos. (n = 3).**



**Fonte: Autoria própria (2021).**

Os métodos químicos de avaliação da atividade antioxidante geralmente são baseados na captura de radicais livres ou na determinação da sua capacidade redutora. Possibilita obter boas correlações entre a atividade antioxidante e a meia-vida dos produtos, e geralmente são os primeiros ensaios; portanto, permite apenas aproximações aos seus efeitos protetores à saúde. Além do mais, a atividade antioxidante é dependente de vários fatores, envolvendo as propriedades coloidais dos substratos, das condições e etapas de oxidação, da produção e estabilidade dos radicais, assim como da possível localização dos antioxidantes e da estabilidade em distintas fases do processamento nos alimentos (Freitas, 2006).

Ainda sobre os estudos de Freitas (2006), os resultados obtidos demonstraram que o consumo moderado e frequente de cerveja pode ser fonte de compostos fenólicos ao ser humano. A cerveja escura de trigo mostrou maiores valores de polifenóis totais, seguida da cerveja escura de cevada, cerveja clara de trigo e cerveja clara de cevada. Consideráveis valores foram encontrados na determinação da atividade antioxidante pelo método de DPPH.

Segundo Weiller e Bezerra (2017), que utilizaram cerveja artesanal do estilo Weissbier incorporada com especiarias, na atividade antioxidante determinada pelo método de captura do radical DPPH, o extrato de hortelã a 10% foi o mais eficaz, seguido dos extratos de cravo e canela a 10%. Já os insumos cervejeiros demonstraram os menores percentuais de atividade antioxidante pelo método utilizado.

As atividades antioxidantes das diferentes cervejas artesanais analisadas por Vieira *et al.* (2021) apresentaram maiores valores de antioxidantes, com diferença

estatisticamente significativa utilizando o método de TEAC. O fator é que não se repetiu na análise de FRAP, em que uma amostra comercial apresentou uma concentração de antioxidante um pouco superior, mas estatisticamente diferente das demais amostras.

Segundo Silva *et al.* (2021), em seus estudos, é possível observar que as cervejas do tipo Lager apresentaram maior abundância de ácido gálico, ácido ferúlico, ácido 5-cafeoilquímico e ácido vanílico, que foi encontrado em maior quantidade.

No presente trabalho, a cerveja do tipo Weiss foi a que apresentou maior determinação da ação antioxidante em relação à cerveja do tipo Lager, assim como nos outros trabalhos citados anteriormente.

## Determinação de Presença De Compostos Fenólicos

### Fenóis e taninos

Tanto na cerveja Weiss quanto na Lager houve turvação na amostra com formação de precipitado escuro, o que indica que os resultados foram positivos para esses compostos fenólicos. Contudo, na cerveja Weiss observou-se que teve uma turvação maior com precipitado mais escuro, indicativo da possibilidade de uma maior quantidade de compostos fenólicos, correlacionando com os resultados da determinação da ação antioxidante que foram maiores para a cerveja tipo Weiss.

**Figura 7 - Muestras de cerveza Weiss. No tubo 1, o teste branco e o 2 tiveram a presença de precipitado com turvação da amostra.**



**Fonte: Autoria própria (2021).**

**Figura 8 - Muestra de cerveza lager. No tubo 1 houve a presença de precipitado com turvação da amostra, e o tubo 2 é o teste branco.**



**Fonte: Autoria própria (2021).**

Segundo Souza (2015), taninos são compostos fenólicos hidrossolúveis, com peso molecular entre 500 e 3000 Dalton e capacidade para precipitar proteína. Contêm grupos hidroxila fenólica para permitir a realização de ligações cruzadas estáveis com proteínas. Quando combinados com as proteínas solúveis da cerveja, os taninos formam complexos que aumentam a turbidez, impedindo o processo de filtração.

Os processos de oxidação que acontecem nos alimentos são agentes influenciáveis na vida de prateleira de muitos produtos alimentícios. Diante disso, os compostos fenólicos presentes na cerveja apresentam grande influência no seu processo de conservação, sendo de suma importância econômica para as indústrias, já que a oxidação desses pode modificar as características sensoriais da cerveja, como o sabor, a cor e o aroma. Um exemplo é a oxidação dos taninos que pode acarretar o escurecimento da bebida (Maciel *et al.*, 2013).

Weiller e Bezerra (2017) estudaram os compostos fenólicos presentes em cervejas do tipo Weissbier com adição de especiarias, em que todas as especiarias apresentam fenólicos totais quantificados superiores aos insumos cervejeiros. No entanto, o extrato com 10% de cravo foi o que mostrou uma maior quantificação, seguido do extrato de canela a 10%

As cervejas do tipo Lager, como as dos estilos Pilsner e American Lager, apresentaram teores de compostos fenólicos menores. Estes estilos são caracterizados por cervejas de coloração clara, produzidas com maltes menos torrados (Silva *et al.*, 2021).

As análises para determinação da presença de compostos fenólicos realizadas nesse trabalho foram feitas através da análise de reações cromogênicas, em que se observou que houve turvação e formação de precipitado nos dois tipos de cerveja analisados; contudo, na cerveja Weiss houve maior precipitação, com formação de precipitado mais escuro, que pode indicar maior presença de fenóis e taninos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente estudo indicam que a cerveja Weiss apresenta uma atividade antioxidante maior, e os resultados da determinação de compostos fenólicos nos testes de fenóis e taninos podem indicar uma maior presença na cerveja Weiss, em relação à do tipo Lager; porém, as duas, se consumidas de forma moderada, podem trazer benefícios à saúde, pois sugerem uma grande influência desses compostos na ação contra os radicais livres.

Sabe-se que mais estudos são necessários para a determinação mais precisa desta atividade e demais atividades que possam ser benéficas para a saúde, inclusive com a determinação da influência do álcool na saúde humana.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA-PITITTO, B. de; MORAES, A. C. F. de; FERREIRA, S. R. G. O lado saudável do consumo de bebida alcoólica. **Revista USP**, n. 96, p. 55-68, 2013.
- AMBEV. **Conheça os diferentes tipos de cervejas**. Ambev Blog [Internet], 2019. Disponível em: <https://www.ambev.com.br/blog/categoria/cerveja/conheca-os-diferentes-tipos-de-cerveja/>. Acesso em: 10 dez. 2021.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, V. 28, Issue 1, p. 25-30, 1995.
- BRASIL. Lei nº 8.918, de 14 de junho de 1994. **Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, autoriza a criação da Comissão Intersectorial de Bebidas e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 jun. 1994. Seção 1.
- FREITAS, G. L. de. **Potencial antioxidante e compostos fenólicos na cerveja, no chope, na cevada (*Hordeum vulgare* L.) e no bagaço de brassagem**. 2006. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Florianópolis, 2006.
- FREITAS, G. L. de; KUSKOSKI, E. M.; GONZAGA, L.; FETT, R. **Diferentes cervejas aplicando os métodos ABTS e DPPH\***. Alimentos e Nutrição, v. 17, n. 3, p. 303-307, 2006.

KIM, D. O.; LEE, K. W.; LEE, H. J.; LEE, C. Y. **Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals.** J Agric Food Chem. Jun 19;50(13):3713-7, 2002. doi: 10.1021/jf020071c. PMID: 12059148.

MACIEL, D. C.; ELÓI, L. M. H.; JORDÃO, C. D. O. Compostos fenólicos em diferentes marcas de cerveja: comparação qualitativa de diferentes marcas e sua relação com a saúde humana. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 16, n. 1, p. 41-48, 2013.

RAMPAZZO, V. **Caracterização da composição fenólica e capacidade antioxidante de cervejas comerciais de diferentes processos de fermentação.** 2014. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.

SILVA, R. N. P. da; DIAS, J. F.; KOBLITZ, M. G. B. Cervejas: relação entre estilos, compostos fenólicos e capacidade antioxidante. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. e42210313471, 2021.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CERVEJA. **Produção da cerveja por país entre 1990 e 2016.** Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja [Internet], 2016. Disponível em: <https://www.sindicerv.com.br/o-setor-em-numeros/>. Acesso em: 04 abr. 2021.

SOUZA, P. **Estudo do potencial biotecnológico do rizoma de Zingiber zerumbet L. Smith como adjunto na produção de cerveja artesanal.** 2015. 87 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Manaus, 2015.

VIEIRA, A. C. G.; LACERDA, E. C. Q.; SANT'ANA, G. C. F.; LEÃO, M. H. M. da R.; AMARAL, P. F. Atividade antioxidante em cerveja comercial de trigo / Antioxidant activity in commercial wheat beer. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 15217-15222, 2021.

WEILLER, J.; BEZERRA, A. S. Elaboração e análise da atividade antioxidante de cervejas artesanais incorporadas com especiarias. **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFAM**, v. 31, n. 4, p. 15-30, 2017.