

## Estudo comparativo da composição fenólica e atividades antioxidante e antibacteriana de chás industrializados e artesanais

Comparative study of the phenolic composition and antioxidant and antibacterial activities of industrialized and artisan teas

Estudio comparativo de la composición fenólica y actividades antioxidantes e antibacterianas de tés industrializados y artesanales

Recebido: 19/05/2021 | Revisado: 28/05/2021 | Aceito: 01/06/2021 | Publicado: 14/06/2021

**Wellington Alves Piza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8381-3669>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Brasil

E-mail: [wellingtonpiza@gmail.com](mailto:wellingtonpiza@gmail.com)

**Camila Maria de Souza Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1169-1586>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Brasil

E-mail: [camylamarya86@gmail.com](mailto:camylamarya86@gmail.com)

**Rafaela Franco Dias Bruzadelli**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6415-6707>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Brasil

E-mail: [rafaelabruzadelli@gmail.com](mailto:rafaelabruzadelli@gmail.com)

**Amanda Tristão Santini**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9604-6243>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: [amandatsantini@gmail.com](mailto:amandatsantini@gmail.com)

**Ingridy Simone Ribeiro**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4286-0952>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Brasil

E-mail: [ingridy.ribeiro@ifsuldeminas.edu.br](mailto:ingridy.ribeiro@ifsuldeminas.edu.br)

### Resumo

A demanda por alimentos naturais com atividades biológicas vem crescendo cada vez mais no mundo. Nesse contexto, os chás são considerados as bebidas mais consumidas no mundo todo por conta de suas composições fitoquímicas e atividades biológicas. O presente trabalho visou avaliar e comparar a composição fenólica e atividades antioxidante e antibacteriana de chás industrializados e artesanais de *Camellia sinensis*, *Peumus boldus* e *Ilex paraguariensis*. As infusões foram preparadas adicionando-se 100 mL de água destilada a 100 °C em 1 g da erva em temperatura ambiente por 10 minutos. A análise de compostos fenólicos totais foi realizada utilizando-se o método do Folin-Ciocalteu. Para a análise de atividade antioxidante, o método do sequestro de radical livre DPPH foi utilizado, sendo os resultados expressos como porcentagem de sequestro. Para a análise de atividade antibacteriana utilizou-se o método de difusão em ágar contra as bactérias *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. A amostra que apresentou o maior teor fenólico foi a versão industrializada do chá verde, seguida da versão industrializada do chá de boldo e da artesanal do chá verde, que não diferiram estatisticamente. O chá verde artesanal apresentou a maior atividade antioxidante, seguido da sua versão industrializada. Quanto à atividade antibacteriana, não houve a formação de halo de inibição. Por possuir maior teor fenólico, os chás industrializados apresentam-se como uma promissora opção para os consumidores, porém, mais pesquisas são necessárias para evidenciar os compostos destes produtos, além de analisar outras atividades biológicas.

**Palavras-chave:** Composição química; Atividades biológicas; Infusões; DPPH; Folin-Ciocalteu.

### Abstract

The demand for natural foods with biological activities has been growing more and more in the world. In this context, teas are considered the most consumed beverages worldwide because of their phytochemical compositions and biological activities. The present work aimed to evaluate and compare the phenolic composition and antioxidant and antibacterial activities of industrialized and artisanal teas of *Camellia sinensis*, *Peumus boldus* and *Ilex paraguariensis*. The infusions were prepared by adding 100 mL of distilled water at 100 °C over 1 g of the herb at room temperature for 10 minutes. The analysis of total phenolic compounds was performed using the Folin-Ciocalteu method. For the analysis of antioxidant activity, the DPPH free radical scavenging method was used, and the results were expressed as a percentage of scavenging. For the analysis of antibacterial activity, the agar diffusion

method against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* was used. The sample with the highest phenolic content was the industrialized version of green tea, followed by the industrialized version of boldo tea and artisanal green tea, which did not differ statistically. Artisanal green tea presented the greatest antioxidant activity, followed by its industrialized version. As for antibacterial activity, there was no inhibition halo. Due to its higher phenolic content, industrialized teas are a promising option for consumers, however, more research is needed to highlight the compounds of these products, in addition to analyzing other biological activities.

**Keywords:** Chemical composition; Biological activities; Infusions; DPPH; Folin-Ciocalteu.

### Resumen

La demanda de alimentos naturales con actividades orgánicas ha ido creciendo cada vez más en el mundo. En este contexto, los tés se consideran las bebidas más consumidas a nivel mundial por sus composiciones fitoquímicas y actividades biológicas. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar y comparar una composición fenólica y actividades antioxidantes y antibacterianas de tés industrializados y artesanales de *Camellia sinensis*, *Peumus boldus* e *Ilex paraguariensis*. Las infusiones se prepararon agregando 100 mL de agua destilada a 100°C en 1 g de la hierba a temperatura ambiente durante 10 minutos. El análisis de los compuestos fenólicos totales se realizó mediante el método de Folin-Ciocalteu. Para un análisis de la actividad antioxidante, se utilizó el método de captación de radicales libres DPPH, expresándose los resultados como porcentaje de captación. Para el análisis de la actividad antibacteriana se utiliza el método de difusión en agar contra las bacterias *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. La muestra con mayor contenido fenólico fue la versión industrializada del té verde, seguida de la versión industrializada del té boldo y el té verde artesanal, que no difirió estadísticamente. El té verde artesanal presentó la mayor actividad antioxidante, seguido de su versión industrializada. En cuanto a la actividad antibacteriana, no hubo halo de inhibición. Debido a su mayor contenido fenólico, los tés industrializados son una opción prometedora para los consumidores, sin embargo, se necesita más investigación para resaltar los compuestos de estos productos, además de analizar otras actividades biológicas.

**Palabras clave:** Compuestos química; Actividad biológicas; Infusiones; DPPH; Folin-Ciocalteu.

## 1. Introdução

Os produtos naturais derivados de plantas são considerados os medicamentos mais antigos do mundo. Na medicina popular, as plantas são usadas para tratar diferentes doenças e infecções, ou mesmo para a prevenção das mesmas (Talib *et al.*, 2020). Por conta disso, cerca de 40% dos medicamentos comercializados em farmácias são de origem vegetal, aumentando o interesse de estudos nessa área (Azevedo *et al.*, 2011). Ainda, evidências clínicas indicam a necessidade em se priorizar uma alimentação baseada em plantas como frutas, vegetais, grãos, castanhas e óleos, com a diminuição do consumo de carne vermelha e alimentos processados, em uma dieta saudável (Schulze *et al.*, 2018). Sendo assim, a Organização Mundial da Saúde, visando melhorar a saúde da população mundial, incluiu o uso de chás e medicamentos fitoterápicos em sua estratégia 2014-2020 como uma alternativa eficaz e acessível, que é coerente com práticas culturais das sociedades (WHO, 2013).

O uso de chás foi primeiro introduzido na China e hoje é uma das bebidas mais consumidas no mundo todo (Malongane, McGaw & Mudau, 2017). Nesse cenário, o conceito utilizado neste trabalho para chás está relacionado à infusão e/ou decocção de ervas em água quente ou fria por um período inespecífico de tempo para a extração dos constituintes fitoquímicos dos materiais vegetais (Poswal *et al.*, 2019). Assim, diferentes partes das plantas (frutos frescos ou secos, folhas, flores, raízes, sementes e caules) são utilizados para a preparação das infusões ou extratos aquosos. O processamento ou a mistura de diferentes partes da planta, ou mesmo de plantas diferentes, pode aumentar a vida útil do produto, variedade e consumo de chás (Malongane, McGaw & Mudau, 2017; Zhao, Deng, Chen & Li, 2013).

Por conta de suas atividades biológicas, o consumo dessas bebidas vem crescendo de forma constante no Brasil, tornando-se um item quase obrigatório presente na dieta do consumidor brasileiro (Godoy *et al.*, 2013). No ano de 2020, devido às preocupações sobre os riscos representados pela pandemia da COVID-19, o aumento das vendas de chás no mercado foi significativamente maior e mais rápido do que em qualquer outro ano, incluindo chás de frutas e ervas (EUROMONITOR, 2021). Nesse contexto, ervas como *Camellia sinensis*, *Peumus boldus* Mol. e *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil são comumente consumidas pelos brasileiros.

A composição química das ervas, em geral, apresenta polifenóis e terpenos com propriedades antioxidantes, bem como traços de proteínas, carboidratos, aminoácidos, lipídeos, vitaminas e minerais (Malongane, McGaw & Mudau, 2017; Poswal *et al.*, 2019). Além de apresentar atividade antioxidante, os polifenóis encontrados nessas bebidas contribuem para o aroma e suas atividades biológicas (Khan & Mukhtar, 2019). De modo geral, os compostos fenólicos encontrados em chás são conhecidos por interferirem positivamente nos processos fisiológicos, auxiliando na absorção e ação de vitaminas, atuando no processo de cicatrização e apresentando atividades antioxidantes, anti-inflamatória e antimicrobiana (Rajaram, Jones & Lee, 2019).

A planta *C. sinensis*, um arbusto perene conhecido popularmente como chá verde, é nativa da Ásia e cultivada em outras regiões tropicais e subtropicais. É considerada a erva mais utilizada na medicina tradicional ao redor do mundo (Becker *et al.*, 2019). Os compostos bioativos mais comuns do chá verde incluem as catequinas, proantocianidinas (taninos) e flavonoides, sendo relacionados com as suas propriedades biológicas, incluindo as atividades anticarcinogênica, anti-inflamatória, imunomodulatória, antimutagênica, antimicrobiana, antiviral, antiparasitária, hipocolesterolêmica e hipolipidêmica (Chacko *et al.*, 2010; Khan & Mukhtar, 2019; Muhammad *et al.*, 2017). Além disso, como relatado por Chowdhury e Barooah (2020), os polifenóis, micronutrientes e vitaminas encontrados neste chá são moduladores da resposta imune inata, mediando a severidade de infecções virais como aquelas causadas pelos vírus responsáveis pela síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV, SARS-CoV-2 e MERS-CoV).

O boldo (*P. boldus*) é uma planta endêmica pertencente à família Monimiaceae que mede cerca de 3-8 m de altura. A infusão de suas folhas é amplamente utilizada na medicina alternativa para o tratamento de doenças hepáticas e gastrointestinais (Klimaczewks *et al.*, 2014). O extrato aquoso desta planta apresenta uma variedade de constituintes químicos, incluindo alcaloides, óleos essenciais e flavonoides que estão envolvidos em suas atividades farmacológicas. Dentre estes compostos, destacam-se as catequinas e o alcaloide boldina, presentes em maior quantidade no boldo, que apresentam atividades antioxidante e quimiopreventiva (Bianchini *et al.*, 2016; Simirgiotis & Schmeda-Hirschmann, 2010).

A erva mate (*I. paraguariensis*), planta da família Aquifoliaceae originária do continente americano, é considerada a erva mais consumida nos países da América do Sul (Oranuba *et al.*, 2019). O chá da planta é fonte de cafeína e teobromina, bem como de polifenóis (ácido clorogênico), flavonoides (quercetina, rutina e kaempferol), alcaloides (ácido cafeico), aminoácidos, minerais e vitaminas (C, B1 e B2). Sua composição química é responsável pelos efeitos hipocolesterômico, hepatoprotetivo, antioxidante, anti-inflamatório, citotóxico e estimulantes do sistema nervoso central (Gan *et al.*, 2018; Oñatibia-Astibia, Franco & Martínez-Pinilla, 2018).

Neste contexto, o presente trabalho visou avaliar e comparar a composição fenólica e atividades antioxidante e antibacteriana de chás provenientes das infusões de *C. sinensis*, *P. boldus* e *I. paraguariensis* com diferentes processamentos comercializados no município de Muzambinho-MG.

## 2. Metodologia

### 2.1 Aquisição das amostras e preparo das infusões

As ervas industrializadas foram adquiridas em redes de supermercados e as artesanais em loja específica de produtos naturais, ambos no município de Muzambinho-MG. Para o experimento foram utilizadas três espécies diferentes: *C. sinensis* (chá verde), *P. boldus* (boldo) e *I. paraguariensis* (chá mate).

As ervas industriais de boldo e chá verde estavam em suas respectivas caixas de papelão, armazenadas em sachês com pesos variados. A industrializada de chá mate estava em embalagem única, composta por duas camadas de papel. Já as ervas artesanais foram adquiridas em sacos de polietileno transparente, contendo em sua identificação o nome científico e popular da erva, além de indicações de uso pela medicina popular. As ervas de ambos os processamentos se encontravam desidratadas no

momento da aquisição. Nenhuma das ervas adquiridas passou por outro tipo de processamento pré-infusão após a aquisição das mesmas, ou seja, o termo processamento utilizado no presente trabalho refere-se apenas ao processamento realizado antes da aquisição da mesma no comércio (artesanal ou industrial). Estas foram conservadas em local seco, ao abrigo da luz e em temperatura ambiente em suas embalagens originais até o momento do preparo da infusão.

Para o preparo das infusões foram adicionados 100 mL de água destilada a 100 °C sobre 1 g de erva previamente pesado em balança analítica (Marte Científica AY220) em temperatura ambiente por 10 minutos, conforme descrito por Morais-De-Souza (2011). Após a extração, os chás foram filtrados em papel filtro de 1,5 mm de espessura, armazenados em frascos de vidro âmbar de 100 mL, com tampa de rosca e mantidos sob refrigeração (cerca de 5 °C) até o momento das análises. Foram realizadas três extrações para cada amostra.

## 2.2 Determinação do teor de compostos fenólicos totais

Para a determinação do teor de compostos fenólicos totais, 0,5 mL da solução do chá previamente diluído foi misturada com 2,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu, diluído na proporção de 1:10. Em seguida, foram adicionados 2,0 mL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, em solução a 4 % (m/v). A mistura de reação foi incubada por duas horas ao abrigo da luz e à temperatura ambiente. Em seguida foi medida a absorbância em espectrofotômetro a 740 nm. Para o cálculo dos resultados, utilizou-se curva padrão de ácido gálico (Singleton, Othofer & Lamuela-Raventós, 1999). Todas as leituras foram realizadas em triplicata.

## 2.3 Análise da atividade antioxidante pelo sequestro de radicais livres (DPPH)

Para a análise da atividade antioxidante, adicionou-se 2,0 mL de uma solução do chá a 0,5 mL de uma solução de DPPH a 0,5 mMol. A mistura de reação foi incubada por 45 minutos, ao abrigo da luz e em temperatura ambiente. Em seguida, foi realizada a medida do decréscimo da absorbância, em relação ao controle, em 517 nm (Brand-Williams, Cuvelier & Berset, 1995). Todas as leituras foram realizadas em triplicata.

Os resultados foram expressos em porcentagem de sequestro de DPPH, calculado de acordo com a equação abaixo descrita por Abreu (2013):

$$\text{Capacidade de sequestro de radical DPPH (\%)} = \left[ \frac{(\text{Ab da Amostra} - \text{Ab do Branco})}{\text{Ab do Controle}} \right] \times 100$$

Onde: ab = absorbância; amostra = solução da amostra com DPPH; branco = solução da amostra sem o DPPH; controle = solução de DPPH referência (em etanol).

## 2.4 Atividade antibacteriana

Para análise da atividade antibacteriana dos chás foi feita uma adaptação da metodologia de teste de difusão em ágar descrita por Carvalho et al. (2002). Foram utilizadas culturas de *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 e *Escherichia coli* ATCC 8739, inicialmente reativadas a partir de culturas estoque, em caldo *Brain Heart Infusion* (BHI) por 24 horas em estufa a 37 °C. Após a reativação, os micro-organismos foram inoculados em placas de Petri contendo meio de cultura Ágar Nutriente, sendo espalhados superficialmente com o auxílio de um *swab* estéril. Após a inoculação, adicionaram-se às placas de Petri discos de papel filtro estéril de 1,5 mm de espessura, cada um contendo 10 µL do chá a ser testado. Como controle positivo foi adicionado ao centro um disco contendo 10 µL do antibiótico Cloranfenicol na concentração de 25 mg mL<sup>-1</sup>.

As placas foram incubadas em estufa a 37 °C por 48 horas para posterior análise de formação ou não de halos de inibição ao redor dos discos. Quando houve formação de halo, o diâmetro dele foi medido utilizando-se paquímetro.

Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Água, do Instituto Federal do Sul de Minas Gerais, campus Muzambinho, Muzambinho, MG.

## 2.5 Análise estatística

O delineamento experimental foi feito por delineamento inteiramente casualizado composto por três repetições. A avaliação estatística dos resultados foi realizada por meio do software SISVAR 5.6 pela análise de variância (ANAVA) e aplicado o teste de Scott-Knott para observar as diferenças significativas entre os valores médios ( $p < 0,05$ ) de acordo com a metodologia descrita por (Ferreira, 2014).

## 3. Resultados e Discussão

Ao analisar visualmente as ervas adquiridas por ambos processamentos, foi possível observar que as industrializadas estavam trituradas, enquanto as ervas artesanais estavam inteiras (Figura 1). Todas passaram por processos de secagem.

**Figura 1.** Aspecto das ervas pré-infusão. IFSULDEMINAS – Campus Muzambinho. Muzambinho/MG, 2018.



A – *C. sinensis* artesanal; B – *C. sinensis* industrializada; C – *I. paraguariensis* artesanal; D – *I. paraguariensis* industrializada; E – *P. boldus* artesanal; F – *P. boldus* industrializada. Fonte: Autores.

De acordo com a Figura 1, pode-se observar que as ervas industrializadas passaram por um processamento de secagem e trituração, enquanto as ervas artesanais passaram apenas pelo processo de secagem.

Segundo Morais-de-Souza et al. (2011) e Gorjanovic et al. (2012), além das condições de cultivo, colheita e parte usada da planta para fazer o chá, o tamanho da partícula usada na infusão também pode interferir na constituição química do mesmo. Isto ocorre porque quanto maior a divisão, maior a superfície de contato, e conseqüentemente, mais expostos estarão os princípios ativos presentes nas ervas ao líquido extrator.

O processamento das ervas (industrial ou artesanal) também interferiu na cor dos chás que variaram de amarelo claro (para os chás artesanais) a amarelo escuro (para os chás industrializados). Para Abreu (2013), os compostos fenólicos além de conferirem atividades biológicas aos chás, são também os principais responsáveis pela cor e aroma dos mesmos.

### 3.1 Teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante

Em relação à análise quantitativa de compostos fenólicos presentes nos chás, as ervas submetidas ao processo de industrialização apresentaram maior teor destes compostos (Tabela 1).

Dentre todos os chás, o que apresentou o maior teor de compostos fenólicos foi a versão industrializada *C. sinensis*, com 67,75 mg Eg AG g<sup>-1</sup>, seguida da versão industrializada do *P. boldus* e da artesanal do *C. sinensis*, que não se diferiram estatisticamente.

**Tabela 1.** Teor de compostos fenólicos (mg Eq AG g<sup>-1</sup> amostra) e atividade sequestrante de radicais livres DPPH (% de sequestro) dos chás produzidos com ervas artesanais e industriais. IFSULDEMINAS – Campus Muzambinho. Muzambinho / MG, 2019.

Amostra	Teor de compostos fenólicos totais		Atividade antioxidante	
	Artesanal	Industrializado	Artesanal	Industrializado
<i>I. paraguariensis</i>	7,26 ± 0,53 <sup>Bd</sup>	33,38 ± 0,62 <sup>Ac</sup>	48,26 ± 5,11 <sup>Ac</sup>	49,27 ± 1,72 <sup>Ac</sup>
<i>C. sinensis</i>	51,75 ± 1,96 <sup>Bb</sup>	67,75 ± 0,88 <sup>Aa</sup>	62,85 ± 0,22 <sup>Aa</sup>	55,74 ± 2,30 <sup>Bb</sup>
<i>P. boldus</i>	7,65 ± 0,44 <sup>Bd</sup>	53,50 ± 5,55 <sup>Ab</sup>	46,60 ± 051 <sup>Ac</sup>	48,76 ± 2,92 <sup>Ac</sup>

\*Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si no teste de Scott-Knott (p<0,05).

\*\*Letras maiúsculas representam a análise estatística entre erva artesanal e industrializada, na mesma linha, dentro da mesma análise; e letras minúsculas representam a análise estatística entre todas as amostras dentro da mesma análise.

Fonte: Autores.

Ao analisar *C. sinensis* de diferentes marcas industrializadas, Morais-De-Souza et al. (2011) encontraram valores que variaram de 59,18 mg Eq AG g<sup>-1</sup> a 103,98 mg Eq AG g<sup>-1</sup>. Já Abreu (2013) obteve valores de cerca de 42,62 mg Eq AG g<sup>-1</sup> para o mesmo chá. Como observado, os valores de compostos fenólicos totais encontrados na literatura para o chá verde corroboram com os valores obtidos no presente trabalho.

Em relação à *I. paraguariensis*, Abreu (2013) encontrou um total de compostos fenólicos de 37,8 mg Eq AG g<sup>-1</sup>. Para o mesmo tipo de erva, Morais-De-Souza et al. (2011) encontraram resultados de 68,74 mg Eq AG g<sup>-1</sup>. Serafim (2013) encontrou um teor fenólico de 39,08 mg Eq AG g<sup>-1</sup> para erva mate cultivada em sombra. Tais resultados aproximam-se dos resultados encontrados no presente trabalho para a erva industrializada.

Azevedo et al. (2011) obtiveram valores de 0,43 mg Eq AG g<sup>-1</sup> ao analisarem a extração por maceração com etanol da erva de *P. boldus*, sendo estes valores inferiores aos obtidos neste trabalho, que foram de 7,65 e 53,50 mg Eq AG g<sup>-1</sup> para chás artesanais e industriais respectivamente. Tal diferença nos resultados pode ser ocasionada pela diferença na metodologia usada nos dois trabalhos, uma vez que alguns flavonoides estão comumente ligados a carboidratos em ervas aromáticas, apresentando uma maior solubilidade em água (Pastoriza et al., 2017).

Ainda na Tabela 1 estão expostos os resultados obtidos no teste de atividade antioxidante pelo sequestro do radical livre DPPH. O processamento (industrial ou artesanal) das ervas não interferiu significativamente em sua ação antioxidante, exceto a infusão de *C. sinensis* que apresentou uma atividade antioxidante maior em sua versão artesanal em comparação com a versão industrializada (62,85 % e 55,74 %, respectivamente). *C. sinensis* artesanal apresentou, ainda, a maior atividade antioxidante dentre os chás analisados. Os resultados obtidos para *C. sinensis* corroboram com os resultados analisados por Zielinski (2015) que encontrou uma atividade antioxidante de 68,60 %. Em contrapartida, Nishiyama (2015) e Morais-De-Souza et al. (2011) encontraram valores superiores de sequestro de radicais DPPH em chás verdes, sendo de 75 % e 92 % respectivamente. Essas diferenças de valores entre os trabalhos citados e o presente trabalho pode ser explicada pelas diferenças entre os métodos de extração utilizado, uma vez que Zielinski (2015) e Nishiyama (2015) utilizaram uma maior quantidade de erva para suas infusões (2 g e 1,75 g, respectivamente).

A atividade antioxidante das infusões de *I. paraguariensis* (48,26 % e 49,27 %) e *P. boldus* (46,60 % e 48,76 %), tanto em suas versões artesanais quanto em suas versões industrializadas, não diferiram significativamente entre si no teste de Scott-Knott. Zielinski (2015) obteve valores de porcentagem de sequestro do radical DPPH de cerca de 49,66 %, similar ao presente trabalho para as infusões de *I. paraguariensis*, enquanto Morais-De-Souza et al. (2011) observaram valores de até

88% para a mesma erva industrializada. Essa diferença observada pode ser relacionada aos lotes de ervas obtidos, uma vez que a sazonalidade pode afetar a composição fitoquímica das ervas utilizadas.

Em relação às infusões com *P. boldus*, Zielinski (2015) observou um valor de atividade antioxidante de 46,91 % enquanto Azevedo et al. (2011) analisou um valor de 50,20 % em extrato etanólico da mesma erva. Ambos os valores corroboram com aqueles encontrados no presente trabalho.

O coeficiente de correlação de Pearson entre o teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante foi positivo, de moderado a forte ( $r^2=0,64$ ), demonstrando que os compostos fenólicos possuem importante função na atividade antioxidante das infusões analisadas, porém outros compostos como vitaminas e sais minerais também podem estar envolvidos (Silveira et al., 2009).

As atividades biológicas dos chás estão associadas em parte a atividade antioxidante dos compostos químicos presentes, especialmente flavonoides e ácidos fenólicos. Assim, a avaliação da quantificação total e individual dos compostos fenólicos é essencial para correlacionar a estes efeitos biológicos (Zielinski, 2015).

### 3.2 Atividade antibacteriana

Após o crescimento bacteriano no teste de difusão em ágar, foi possível observar que nenhum dos chás apresentou atividade antibacteriana contra as cepas de *S. aureus* ATCC 6538 e de *E. coli*. Não foi possível observar, nas condições do método, a formação de halo ao redor dos discos contendo as amostras analisadas. O controle positivo apresentou formação de halo de 2,5 cm para as cepas de *E. coli* e 4,7 cm para as de *S. aureus* ATCC 8739, confirmando que as cepas utilizadas não tinham um perfil de resistência ao antibiótico padrão testado. Para Bona et al. (2012), a ausência de uma zona de inibição não significa que as infusões sejam inativas frente ao micro-organismo testado, mas sim que não houve a difusão completa dos compostos presentes nas amostras, especialmente para compostos menos polares que se difundem mais lentamente no meio de cultivo.

Ferrante et al. (2020) analisaram extratos aquosos de *P. boldus* e obtiveram valores de concentração inibitória mínima contra *S. aureus* de 198,42  $\mu\text{g mL}^{-1}$  e contra *E. coli* de 198,42  $\mu\text{g mL}^{-1}$ . Por mais que os autores tenham utilizado extratos aquosos da erva, o método de detecção da atividade antibacteriana difere do presente trabalho, o que pode explicar a atividade positiva obtida pelos autores citados. Já no trabalho de Azevedo et al. (2011) com *P. boldus*, foram observados valores de CIM de 25000 e 50000  $\mu\text{g mL}^{-1}$  contra *E. coli* e 100000  $\mu\text{g mL}^{-1}$  contra *S. aureus*.

Irineu e Borges (2014), utilizando a metodologia de difusão em ágar, avaliaram o potencial de *C. sinensis* contra diferentes espécies de bactérias Gram-positivas e obtiveram diâmetros de 6,86 mm a 7,70 mm contra *S. aureus*. Porém, diferente do presente trabalho, os autores utilizaram o etanol como solvente extrator dos compostos bioativos da erva.

Costa, Racanicci e Santana (2017), utilizando extrato liofilizado puro de *I. paraguariensis* contra *E. coli* isolada de carnes de frango, observaram a formação do halo de inibição de 14,99 mm. A diferença nos resultados pode ser explicada pelo fato do presente trabalho ter utilizado infusões da erva, diferente dos autores citados que utilizaram o extrato puro liofilizado em seu trabalho, o que tende a ter uma maior concentração dos compostos bioativos presentes na planta.

## 4. Conclusão

A partir dos resultados observados neste trabalho, é possível concluir que o processo de industrialização sofrido pelas ervas analisadas resultou em maior teor fenólico nos chás obtidos por infusão das mesmas. Dentre as infusões analisadas, *C. sinensis* destacou-se com maior teor fenólico.

Em contrapartida, observou-se que o processo de industrialização não alterou significativamente a atividade antioxidante das infusões das plantas estudadas, indicando não são apenas os compostos fenólicos os responsáveis pela atividade antioxidante dessas ervas analisadas.

Em relação à atividade antibacteriana, não houve formação de halo de inibição contra *S. aureus* e *E. coli*, indicando que as infusões não possuíam potencial antibacteriano nas condições utilizadas no trabalho.

Dessa forma, por possuírem maior teor fenólico, os chás industrializados podem ser considerados uma opção promissora para os consumidores, porém, outras pesquisas são necessárias a fim de evidenciar o perfil fitoquímico e outras atividades biológicas vinculadas às infusões.

Por fim, estudos futuros são necessários com o objetivo de elucidar todos os constituintes químicos presentes nas infusões, bem como avaliar outras aplicabilidades de cada infusão, como modo de se conhecer os princípios ativos específicos para cada ação biológica.

## Referências

- Abreu, L. *Estudo do Poder Antioxidante em Infusões de Ervas Utilizadas como Chás*. 2013. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.
- Azevedo, R. R. S., Almeida, V. G. A., Silva, E. M. F., Silva, A. L., Gomes, N. R. S., Matias, T. M. S., Souza, L. I. O., & Santos, A. F. (2011). Potencial antioxidante e antibacteriano do extrato etanólico de plantas usadas como chás. *Revista Semente*, São Paulo, 6, (6), 240-249.
- Becker, L. C., Bergfeld, W. F., Belsito, D. V., Hill, R. A., Klaassen, C. D., Liebler, D. C., Marks, J. G., Shank, R. C., ... & Heldreth, B. (2019). Safety Assessment of *Camellia sinensis*-Derived Ingredients As Used in Cosmetics. *International Journal of Toxicology*, 38(3\_suppl), 48S-70S. <https://doi.org/10.1177/1091581819889914>
- Bianchini, M. C., Gularte, C. O. A., Escoto, D. F. Pereira, G., Gayer, M. C., Roehrs, R., Soares, F. A. A., & Puntel, R. L. (2016). *Peumus boldus* (Boldo) Aqueous Extract Present Better Protective Effect than Boldine Against Manganese-Induced Toxicity in *D. melanogaster*. *Neurochemical Research*, 41, 2699–2707. <https://doi.org/10.1007/s11064-016-1984-z>
- Bona, E. A. M., Pinto, F. G. S., Fruet, T. K., Jorge, T. C. M. & Moura, A. C. (2012). Comparison of methods for evaluation of antimicrobial activity and determination of minimum inhibitory concentration (mic) of aqueous and ethanol plant extracts. *Arquivos do Instituto Biológico*, 8, (3), 218-225. 10.1590/1808-1657001192012
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lwt - Food Science and Technology*, 28 (1), 25-30. 10.1016/S0023-6438(95)80008-5.
- Carvalho, A. A. T., Sampaio, M. C. C., Sampaio, F. C., Melo, A. F. M., Sena, K. X. F. R., Chiappeta, A. A., & Higino, J. S. (2002). Atividade antimicrobiana *in vitro* de extratos hidroalcoólicos de *Psidium guajava* L. sobre bactérias Gram-negativas. *Acta Farmacêutica Bonaerense*, Buenos Aires, 21, (4), 255-8.
- Chacko, S. M., Thambi, P. T., Kuttan, R., & Nishigaki, I. (2010). Beneficial effects of green tea: a literature review, *Chinese Medicine*, 5, (13). 10.1186/1749-8546-5-13.
- Chowdhury, P., & Barooah, A. K. (2020). Tea bioactive modulate innate immunity: in perception to COVID-19 pandemic. *Frontiers in Immunology*, 11: 590716. 10.3389/fimmu.2020.590716.
- Costa, D. E. M., Racanicci, A. M. C., & Santana, A. P. Atividade antimicrobiana da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) contra microrganismos isolados da carne de frango. (2017). *Ciência Animal Brasileira*, 18.
- Euromonitor International. (2021). *Tea in Brazil report*. Disponível em: <https://www.euromonitor.com/tea-in-brazil/report>. Acesso em 25 de jan. de 2021.
- Ferrante, C., Chiavaroli, A., Angelini, P., Venanzoni, R., Flores, G. A., Brunetti, L., Petrucci, M., ... & Orlando, G. (2020). Phenolic content and antimicrobial and anti-inflammatory effects of *Solidago virga-aurea*, *Phyllanthus niruri*, *Epilobium angustifolium*, *Peumus boldus*, and *Ononis spinose* extract. *Antibiotics*, 9, (11), 789. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9110783>
- Ferreira, D. F. (2014). Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiples comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, 38, (2). 10.1590/S1413-70542014000200001
- Gan, R. Y., Zhang, D., Wang, M., & Corke, H. (2018). Health benefits of bioactive compounds from the genus *Ilex*, a source of traditional caffeinated beverages. *Nutrients*, 10 (1682). 10.3390/nu10111682
- Godoy, R. C. B., Deliza, R., Gheno, L. B., Licodiedoff, S., Frizon, C. N. T., Ribani, R. H., & Santos, G. G. (2013). Consumer perceptions, attitudes and acceptance of new and traditional mate tea products. *Food Research International*, 53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2013.02.054>.
- Gorjanovic, S., Komes, D., Pastor, F. T., Belscak-Cvitanovic, A., Pezo, L., Hecimovic, I., & Suznjevic, D. (2012). Antioxidant capacity of teas and herbal infusions: polarographic assessment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60, (38), 9573-9580. <https://doi.org/10.1021/jf302375t>.

- Irineu, L. E. S. da S., & Borges, K. C. A. de S. (2014). Efeito antibacteriano de *Camellia sinensis* sobre patógenos humanos. *Cadernos Unifoa*, Volta Redonda, 24, 65-69.
- Khan, N., & Mukhtar, H. (2019) Tea polyphenols in promotion of human health. *Nutrients*, 11, (39). 10.3390/nu11010039.
- Klimaczewski C. V., Saraiva R. A., Roos D. H., Boligon A. A., Athayde M. L., Kamdem J. P., Barbosa N. V., & Rocha J. B. T. (2014). Antioxidant activity of *Peumus boldus* extract and alkaloid boldine against damage induced by Fe(II)-citrate in rat liver mitochondria *in vitro*. *Industrial Crops and Products*, 54, 240–247. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.11.051>
- Malongane, F., McGaw, L. J., & Mudau, F. N. (2017). The synergistic potential of various teas, herbs and therapeutic drugs in health improvement: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97, (14). 10.1002/jfsa.8472.
- Morais-De-Souza, R. A., Oldoni, T. L. C., Cabral, I. S. R., & Alencar, S. M. (2011). Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante de chás comercializados no Brasil. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, Curitiba, 29, (2), Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v29i2.25488>
- Muhammad S., Muhammad N., Muhammad A., Mohib U. K., Robina M., Mohamed E. A. E. H., Mahmoud A., ... & Chao S. (2017). Green tea (*Camellia sinensis*) and l-theanine: Medicinal values and beneficial applications in humans—A comprehensive review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 95, 1260-1275. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.09.024>.
- Nishiyama, M. F., Costa, M. A. F., Costa, A. M., Souza, C. G. M., Bôer, C. G., Bracht, C. K., & Peralta, R. M. (2010). Chá verde brasileiro (*Camellia sinensis* var *assamica*): efeitos do tempo de infusão, acondicionamento da erva e forma de preparo sobre a eficiência de extração dos bioativos e sobre a estabilidade da bebida. *Ciência Tecnologia Alimentos*, Campinas, 30, (1), 191-196. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000500029>
- Oñatibia-Astibia, A., Franco, R., & Martínez-Pinilla, E. (2019). Health benefits of methylxanthines in neurodegenerative disease. *Molecular Nutrition & Food Research*, 61 (6). 10.1002/mnfr.201600670
- Oranuba, E., Deng, H., Peng, J., Dawsey, S. M., & Kamangar, F. (2019). Polycyclic aromatic hydrocarbons as a potential source of carcinogenicity of mate. *Environmental Carcinogenesis & Ecotoxicology Reviews*. 37 (1), 26-41. 10.1080/10590501.2019.1555323
- Pastoriza, S., Mesías, M., Cabrera, C., & Rufián-Henares, J. A. (2017). Healthy properties of green and white teas: an update. *Food & Function*, 00. 10.1039/x0xx00000x
- Poswal, F. S., Russel, G., Mackonochie, M., MacLennan, E., Adukwu, E. C., & Rolfe, V. (2019) Herbal Teas and their health benefits: a scoping review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 3, (74). 10.1007/s11130-019-00750-w
- Rajaram, S., Jones, J., & Lee, G. J. (2019). Plant-based dietary patterns, plant foods, and age-related cognitive decline. *Advances in Nutrition*, 10. <https://doi.org/10.1093/advances/nmz081>
- Schelze, M. B., Martínez-González, M. A., Fung, T. T., Lichtenstein, A. H., & Frouhi, N. G. (2018). Food based dietary patterns and chronic disease prevention. *BMJ*, 361. <https://doi.org/10.1136/bmj.k2396>
- Serafim, R. A. *Quantificação de compostos fenólicos e avaliação da ação antioxidante de extratos aquosos de Erva-Mate (Ilex paraguariensis)*. 2013. 33 f. TCC - Curso de Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013.
- Simirgiotis, M. J., & Schmeda-Hirschmann, G. (2010). Direct identification of phenolic constituents in Boldo folium (*Peumus boldus* Mol.) infusions by high-performance liquid chromatography with diode array detection and electrospray ionization tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1217, (4), 443–449. 10.1016/j.chroma.2009.11.014.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Oxidants and Antioxidants part A*, 299, 152-178. 10.1016/S0076-6879(99)99017-1.
- Talib, W. H., Al-Ataby, I. A., Mahmood, A. I., Jawarneh, S., Kury, L. T., & Al-Yasari, I. H. (2020). The impact of herbal infusion consumption on oxidative stress and cancer: the good, the bad, the misunderstood. *Molecules*, 25. <https://doi.org/10.3390/molecules25184207>.
- WHO – World Health Organization. WHO traditional medicine strategy 2014-2023, *World Health Organization*. Disponível em: WHO | WHO traditional medicine strategy: 2014-2023. Acesso em janeiro de 2021.
- Zhao J., Deng J. W., Chen Y. W., & Li S. P. Advanced phytochemical analysis of herbal tea in China. (2013). *Journal of Chromatography A*, 13, (13), 2–23.
- Zielinski, A. A. F. *Avaliação dos compostos fenólicos e atividade antioxidante in vitro de chás: classificação, modelagem e otimização por técnicas quimiométricas*. 2015. 128 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.