

COMPOSTOS BIOATIVOS E CONTROLE DE QUALIDADE DE PLANTAS MEDICINAIS, COMERCIALIZADAS NA CIDADE DE SANTA MARIA-RS

BIOACTIVE COMPOUNDS AND QUALITY CONTROL OF MEDICINAL PLANTS, MARKETED IN THE CITY OF SANTA MARIA-RS

Maria Eduarda Paulo Portella¹, Luzia Conz Agostinetto²,
Ivonete Koglin Tschinkel³ e Silvana Maria Michelin Bertagnolli⁴

RESUMO

A flora brasileira é rica, e o uso de plantas medicinais em sua forma natural é uma prática comum. Este estudo avaliou a qualidade físico-química e microbiológica, bem como os compostos bioativos de chás comercializados em farmácias de Santa Maria, Rio Grande do Sul. Foram analisados a atividade de água, parâmetros microbiológicos, o teor de compostos fenólicos e flavonoides, além da atividade antioxidante pelos métodos 2,2'-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH) e 2,2'-azino-bis [3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico] (ABTS). Os resultados revelaram que todas as amostras apresentaram atividade de água acima dos limites recomendados e contaminação microbiológica superior aos padrões aceitáveis, indicando falhas no controle de qualidade. No entanto, os chás apresentaram altos teores de compostos bioativos e atividade antioxidante significativa, sugerindo potenciais benefícios à saúde. Conclui-se que, embora esses chás tenham potencial funcional, é essencial melhorar os processos de fiscalização e produção para garantir um consumo seguro.

Palavras-Chave: Análise físico-química; análise microbiológica; atividade antioxidante.

ABSTRACT

Brazilian flora is rich, and the use of medicinal plants in their natural form is a common practice. This study evaluated the physicochemical and microbiological quality, as well as the bioactive compounds of teas sold in pharmacies in Santa Maria, Rio Grande do Sul. Water activity, microbiological parameters, and the content of phenolic compounds and flavonoids were analyzed, along with antioxidant activity assessed by the 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) and 2,2'-azino-bis[3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid] (ABTS) methods. The results revealed that all samples had water activity levels above the recommended limits and microbiological contamination exceeding acceptable standards, indicating shortcomings in quality control. Nevertheless, the teas showed high levels of bioactive compounds and significant antioxidant activity, suggesting potential health benefits. It is concluded that, although these teas have functional potential, improving inspection and production processes is essential to ensure safe consumption.

Keywords: Physical-chemical analysis; microbiological analysis; antioxidant activity.

1 Estudante de graduação, Curso de Medicina (Universidade Franciscana - UFN). E-mail: portella1714@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5362-5379>

2 Estudante de graduação, Curso de Medicina (Universidade Franciscana - UFN). E-mail: luzia.agostinetto@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3019-7158>

3 Curso de Farmácia (Universidade Franciscana - UFN). E-mail: ivonete.ktschinkel@ufn.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0754-4779>

4 Curso de Farmácia (Universidade Franciscana - UFN). E-mail: s.maria@ufn.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4024-8505>

INTRODUÇÃO

As plantas medicinais são amplamente utilizadas no Brasil para prevenção e tratamento de doenças. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2023), aproximadamente 80% da população global depende da medicina tradicional, incluindo chás de ervas, destacando sua importância cultural e terapêutica. A crescente demanda por essas plantas tem levantado preocupações sobre o controle de qualidade, especialmente em relação à contaminação e padronização (OLIVEIRA *et al.*, 2021; SANTOS *et al.*, 2022). Estudos enfatizam a necessidade de regulamentações mais rigorosas para garantir a segurança e eficácia de produtos comercializados, como chás (Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA, 2022).

O consumo de plantas medicinais na forma de chás tem apresentado crescimento significativo globalmente, com o mercado de chás de ervas projetado para expandir a uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 6,8% entre 2021 e 2028 (GRAND VIEW RESEARCH, 2023). No Brasil, essa tendência é particularmente acentuada, impulsionada pelo fácil acesso da população a produtos fitoterápicos, a crença generalizada em sua segurança e seu custo-benefício em comparação com medicamentos convencionais (SANTOS *et al.*, 2022). Estudos recentes indicam que aproximadamente 72% dos domicílios brasileiros utilizam regularmente preparações à base de ervas, sendo os chás a forma mais comum de administração (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2023).

Ethur *et al.* (2011) destacam que a população atendida pela atenção primária à saúde prefere e confia em produtos naturais, como plantas e fitoterápicos, para o tratamento de doenças. Esse novo interesse público também se deve à ampla divulgação de resultados de pesquisas nos últimos anos por meio de diversos canais de comunicação, bem como à implementação do Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos no Sistema Único de Saúde (SUS) por meio do Decreto nº 5.813 de 2006, que visa introduzir ou ampliar a disponibilidade de plantas medicinais no SUS (BRASIL, 2006b).

A Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, lançada em 2006 pelo Ministério da Saúde, reconhece que o Brasil, com seus vastos recursos genéticos e diversidade cultural, tem a oportunidade de estabelecer um modelo de desenvolvimento único e soberano no setor da saúde em relação às plantas medicinais (BRASIL, 2006a).

De acordo com o Ministério da Saúde (2014), assim como qualquer outro medicamento, os produtos à base de plantas devem comprovar sua segurança e eficácia com base em evidências clínicas e serem caracterizados por qualidade consistente desde o cultivo até o produto fitoterápico final pronto para comercialização ou consumo (BRASIL, 2014).

A qualidade das plantas medicinais é determinada principalmente pelo teor de compostos ativos responsáveis pelos efeitos terapêuticos e pela ausência de contaminantes (CARVALHO; COSTA; CARNELOSSI, 2010). Nos últimos anos, pesquisadores têm dado atenção especial a ingredientes

biologicamente ativos, particularmente alcaloides e compostos fenólicos, em alimentos e bebidas devido a seus efeitos positivos na saúde humana (DAMIANE *et al.*, 2014)

Os compostos antioxidantes são essenciais para manter o equilíbrio do organismo, pois atuam neutralizando os radicais livres produzidos em excesso durante o processo metabólico e, consequentemente, previnem diversas doenças relacionadas ao estresse oxidativo. Nesse contexto, há um interesse crescente em investigar antioxidantes de fontes naturais, conhecidos por serem menos prejudiciais do que os antioxidantes sintéticos (LI *et al.*, 2014).

No entanto, a falta de mecanismos para monitorar contaminantes em fitoterápicos, como bactérias e substâncias químicas, e a avaliação de boas práticas profissionais entre os fornecedores podem representar riscos à saúde para os usuários de medicamentos à base de plantas (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2019). As análises microbiológicas são fundamentais para monitorar a contaminação, uma vez que toxicidades relacionadas a fatores extrínsecos, geralmente associadas a substâncias tóxicas indesejáveis - especialmente contaminação por microrganismos como fungos e bactérias - têm sido uma preocupação global há décadas (ZHANG *et al.*, 2018).

A maioria desses contaminantes pode ser minimizada com atenção suficiente às boas práticas agrícolas, bem como ao preparo, coleta, embalagem, garantia de qualidade e controle de fitoterápicos. Essas práticas afetam não apenas a segurança e eficácia das ervas, mas também a segurança dos consumidores (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2003; EUROPEAN MEDICINES AGENCY, 2006).

De acordo com a Farmacopeia Brasileira (BRASIL, 2019), a garantia de qualidade e os controles de produção devem garantir que microrganismos capazes de proliferar e contaminar o produto permaneçam dentro dos limites permitidos para materiais vegetais não estéreis. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade físico-química e microbiológica, bem como a análise de compostos bioativos em plantas medicinais comercializadas em farmácias e drogarias na cidade de Santa Maria, RS.

METODOLOGIA

AMOSTRAS

Para este estudo, foram selecionadas amostras na forma seca e amplamente utilizadas pela população no preparo de chás por infusão ou decocção. As amostras foram adquiridas comercialmente em drogarias e farmácias de Santa Maria, RS, em setembro de 2021. As espécies foram escolhidas com base nas recomendações dos vendedores, optando-se pelas mais consumidas pela população: amostra A: chá misto de 30 ervas (Mil Ervas®), amostra B: chá Magreem Tea®, amostra C: chá Ansiechá®, amostra D: chá de unha-de-gato (*Uncaria tomentosa*), e amostra E: chá de alcachofra (*Cynara cardunculus var. scolymus*).

Foram adquiridas cinco amostras de plantas e compostos vegetais de diversas marcas, obtendo-se aproximadamente 150 gramas de cada amostra. As amostras estavam secas e embaladas em sacos plásticos e pacotes de papel revestidos de plástico, selados e rotulados de acordo com a data de fabricação e número do lote. Após a aquisição, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Bromatologia e Microbiologia de Alimentos da Universidade Franciscana para análise.

ANÁLISE

As análises físico-químicas, microbiológicas e de compostos bioativos foram baseadas nas metodologias de referência descritas a seguir.

Análise físico-químicas

O teor de umidade, atividade de água e teor de cinzas foram analisados de acordo com os Padrões Analíticos do Instituto Adolfo Lutz (2008), utilizando o aparelho Aqualab® para atividade de água.

Análises Microbiológicas

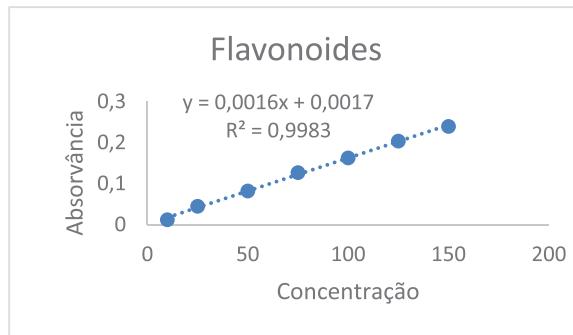
As amostras foram analisadas microbiologicamente de acordo com os procedimentos recomendados na Instrução Normativa 62 (2003). Bactérias mesófilas aeróbias, bolores e leveduras, *Salmonella* sp. e *Staphylococcus aureus* foram analisados pelo método de plaqueamento, e coliformes totais e fecais pela técnica dos tubos múltiplos (BRASIL, 2003).

Análise de Compostos Bioativos

FLAVONOÍDES TOTAIS

A análise de flavonoides foi conduzida utilizando a metodologia descrita por Re *et al.* (1999). Foram adicionados à amostra: 2000 µL de água, 500 µL da amostra, 150 µL de nitrito de sódio, 150 µL de cloreto de alumínio, 1000 µL de hidróxido de sódio e 1200 µL de água; ao padrão foram adicionados 2000 µL de água, 500 µL do padrão, 150 µL de nitrito de sódio, 150 µL de cloreto de alumínio, 1000 µL de hidróxido de sódio e 1200 µL de água; e o branco também foi preparado da mesma forma, exceto pela adição da amostra ou padrão. Após a mistura da amostra, padrão e branco, foram lidos em um espectrofotômetro Azzota® em um comprimento de onda de 510 nm.

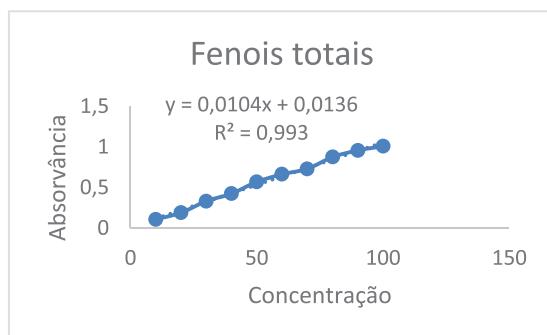
Para quantificar os flavonoides totais, foi utilizada a equação da reta da curva de catequina, conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Curva de catequina para ensaio de flavonoides.

Fonte: Construção do autor

FENÓIS TOTAIS

O teor de fenóis totais presentes nas amostras de extrato etanólico das espécies estudadas foi determinado por espectroscopia na região visível utilizando o método de Folin-Ciocalteu com modificações, conforme descrito por Bertagnolli (2016). Foram adicionados 500 µL da amostra, 2500 µL de Folin-Ciocalteu diluído e 2000 µL de carbonato de sódio à amostra; 500 µL do padrão, 2500 µL de Folin-Ciocalteu diluído e 2000 µL de carbonato de sódio foram adicionados ao padrão; e o branco também foi preparado da mesma forma, exceto pela adição da amostra ou padrão. Após incubar as amostras em banho-maria a 50 °C por 5 minutos, as amostras foram resfriadas em banho de água fria antes da leitura. Em seguida, foram lidas em um espectrofotômetro Azzota® em um comprimento de onda de 760 nm. Para quantificar os fenóis totais, foi utilizada a equação da reta da curva de ácido gálico, conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Curva de ácido gálico para ensaio de fenóis totais.

Fonte: Construção do autor.

Determinação da Capacidade de Captura do Radical Livre DPPH

Segundo a metodologia de Roesler *et al.* (2007), foram adicionados 2,5 mL de solução de DPPH 0,004% (preparada no momento da análise) a 0,5 mL da amostra. Ao mesmo tempo, foi preparado um tubo controle com 0,5 mL de metanol e 2,5 mL de DPPH. Todos os tubos foram incubados

por 30 minutos, protegidos da luz à temperatura ambiente, e então lidos a 517 nm. A atividade antioxidante foi expressa como porcentagem de inibição em relação ao controle negativo, de acordo com a equação:

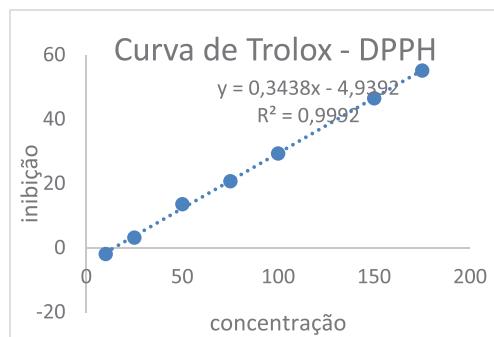
$$(1) \% \text{ Inibição} = [(Ac - Aa) / Ac] \times 100 \quad (1)$$

Ac = absorbância do controle negativo (DPPH + solução de metanol); Aa = absorbância da amostra após 30 minutos.

O ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano-2-carboxílico (Trolox®) foi a substância utilizada como controle antioxidante.

A curva de Trolox (Figura 3) foi utilizada para calcular a concentração da amostra com efeito antioxidante a partir das absorbâncias obtidas.

Figura 3 - Curva de Trolox para o método DPPH



Fonte: Construção do autor.

Além disso, o IC₅₀, definido como a concentração final do extrato necessária para reduzir a capacidade oxidante do DPPH em 50%, foi calculado traçando uma linha de tendência em um gráfico de dispersão, onde o eixo X mostra os valores de concentração do extrato (mg/mL) e o eixo Y mostra a inibição da oxidação do radical DPPH (%).

Determinação da Capacidade de Captura do Radical Livre ABTS

O método, conforme descrito por Re *et al.* (1999), baseia-se na geração do radical ABTS. Sua cor é azul-esverdeada, pela reação do ABTS com persulfato de potássio, que tem absorção máxima em 734 nm. Foram adicionados 88 µL de persulfato de potássio (140 mM) a 5 mL da solução de ABTS (7 mM). Essa solução foi então mantida no escuro por 12-16 horas para garantir a formação do radical ABTS. No dia seguinte, a solução foi diluída com etanol até atingir uma absorbância de aproximadamente 0,7 a 734 nm. Foram adicionados 2,5 mL da solução de ABTS a 0,5 mL da amostra. Ao mesmo tempo, foi preparado um tubo controle com 0,5 mL de água destilada e 2,5 mL da solução

de ABTS, e a curva de Trolox com 0,5 mL da solução da curva e 25 mL da solução de ABTS. Os tubos foram incubados em ambiente escuro por 6 minutos à temperatura ambiente. A absorbância foi então lida em um comprimento de onda de 734 nm. As amostras foram diluídas em água por serem resíduos sólidos. A atividade antioxidante foi calculada usando a seguinte equação:

$$(1) \text{AA\%} = [\text{Acn}-\text{AAm}/\text{Acn}] * 100 \quad (1)$$

Acn e AAm são os controles negativos e as absorbâncias da amostra, respectivamente.

RESULTADOS

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

A Tabela 1 apresenta as análises físico-químicas das 5 amostras de chá. A análise do teor de umidade mostrou que os resultados variaram aproximadamente de 10% a 16,25%, com o maior teor de umidade encontrado na amostra E. Todas as amostras apresentaram níveis de atividade de água acima de 0,60 aw. Em relação à determinação de cinzas totais, os resultados indicam que todas as amostras analisadas variaram aproximadamente de 4,5% a 13,41%.

Tabela 1 - Resultados das análises físico-químicas.

<i>Amostras</i>	<i>Atividade de água (aw) 25°C</i>	<i>Teor de Umidade</i>	<i>Teor de Cinzas</i>
A	0,685	10,24%	6,08%
B	0,761	12,20%	8,25%
C	0,678	10,12%	8,27%
D	0,746	12,90%	4,50%
E	0,716	16,25%	13,41%

Fonte: Construção do autor.

ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Os resultados das análises microbiológicas realizadas nos chás são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados das análises microbiológicas: Amostra (A), coliformes fecais (C.F), coliformes totais (C.T), microrganismos mesófilos aeróbios (M.M.A), bolores e leveduras (B.L), *Staphylococcus aureus* (S.a) e *Salmonella* sp. (Ssp).

Amostras	C.F NMP/g	C. T NMP/g	M.M.A UFC/g	BL UFC/g	Ssp. UFC/g	S a UFC/g
A	1,2x10 ³	1,5x10 ⁴	>3,0x10 ⁶	5,7x10 ⁴	-	<10 ²
B	1,1x10 ⁴	2,8x10 ⁴	1,6x10 ⁵	1,2x10 ⁴	-	5,4x10 ⁴
C	2,8x10 ³	2,1x10 ⁴	2,1x10 ⁴	5,3x10 ³	-	-2,2x10 ⁵
D	2,0x10 ⁴	2,1x10 ⁴	2,5x10 ³	1,6x10 ⁵	-	<10 ²
E	>2,4x10 ⁵	2,4x10 ⁵	>3,0x10 ⁶	2,8x10 ⁵	-	-5,25x10 ⁵

Legenda: *NMP/g: Número Mais Provável por grama. UFC/g: Unidade Formadora de Colônia por grama; -: Ausente.

Fonte: Construção do autor.

A contaminação por bolores e leveduras nos fitoterápicos analisados variou de $5,3 \times 10^3$ a $2,8 \times 10^5$ UFC/g, enquanto a Organização Mundial da Saúde (1998) especifica o limite para materiais vegetais destinados ao uso como chás e infusões para uso interno como 10^3 UFC/g. Portanto, 60% das amostras excederam o limite permitido. O nível de contaminação por microrganismos aeróbios variou de $5,0 \times 10^3$ a $> 3,0 \times 10^6$ UFC/g. Em contraste, a Organização Mundial da Saúde (1998) especifica um limite de 10^5 UFC/g para materiais vegetais destinados ao uso como chás e infusões para consumo interno. Portanto, todas as amostras excederam os limites especificados.

COMPOSTOS BIOATIVOS

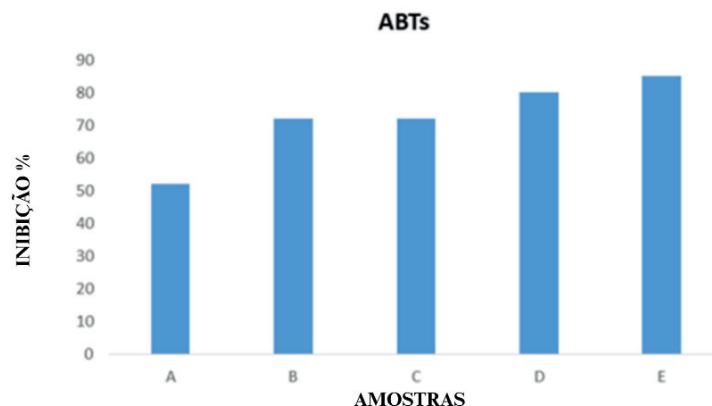
Zielinski *et al.* (2014), avaliando várias espécies de chá, obtiveram resultados que variaram de 0,100 a 1,034 mg EAG/L-mL para compostos fenólicos e 0,034 a 0,178 mg EC/mL para flavonoides. Os resultados das amostras de chá analisadas, conforme mostrado na Tabela 3, variaram de 0,317 mg EAG/L-mL a 0,862 mg EAG/L-mL para fenóis e 0,042 mg EC/mL a 0,255 mg EC/mL para flavonoides.

Tabela 3 - Resultados experimentais da análise de compostos bioativos em amostras de chá.

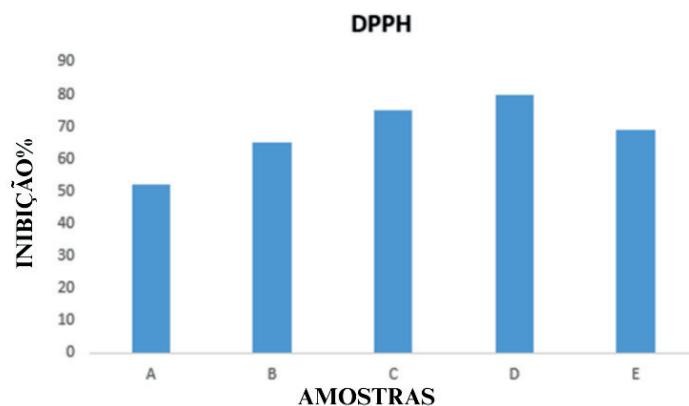
Amostras	Fenóis (mg/mL de ácido gálico)	Flavonoides (mg/mL equivalente de catequina)
A	0,317	0,0914
B	0,392	0,105
C	0,539	0,255
D	0,862	0,133
E	0,194	0,042

Fonte: Construção do autor

Os extratos vegetais demonstraram alta atividade antioxidante, tornando-os candidatos promissores para fins medicinais como fitoterápicos. A determinação da média para diferentes concentrações de amostras nos ensaios de capacidade de captura de radicais, ABTS e DPPH, mostrou percentagens variando de 52,08% a 85,13% e 52,28% a 79,41%, conforme descrito na Figura 4.

Figura 4 - Resultados médios de porcentagem de inibição de diferentes amostras de chá utilizando o método ABTS.

Fonte: Construção do autor

Figura 5 - Resultados médios de % de inibição da oxidação utilizando o método DPPH.

Fonte: Construção do autor.

O grau de redução na medição de absorbância indica a atividade antioxidante do extrato contra o DPPH (AYOOLA *et al.*, 2008). O método envolve uma mudança de cor no radical da molécula, que é violeta escuro, e após a reação com a substância antioxidante, torna-se amarelo ou violeta claro (SILVEIRA *et al.*, 2018).

O potencial de diferentes extratos de plantas medicinais na forma de chás para capturar radicais livres foi expresso como a concentração final do extrato necessária para inibir 50% da oxidação do radical DPPH, e os resultados são descritos na Tabela 4. Substâncias antioxidantes presentes nos extratos reagem com o DPPH, que é um radical estável. O grau de descoloração indica o potencial antioxidante do extrato. Um extrato com alto potencial de captura de radicais tem um valor de IC50 baixo. Assim, uma pequena quantidade de extrato pode diminuir a concentração inicial do radical DPPH em 50%, ou seja, inibir 50% da oxidação do radical (ROESLER *et al.*, 2007). Os valores de IC50 obtidos pelo método DPPH nas amostras são descritos na Tabela 4.

Tabela 4 - Valores de IC50 (mg/mL) para ensaios de atividade antioxidante utilizando o método DPPH.

Amostras	IC 50 DPPH mg/mL
A	15,43
B	15,79
C	22,3
D	15,40
E	15,86

Fonte: Construção do autor.

DISCUSSÃO

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As amostras de chá comercializadas em Santa Maria-RS apresentam níveis de atividade de água acima do limite permitido, criando condições favoráveis para o crescimento microbiano e outras reações químicas, físicas e enzimáticas que levam à deterioração dos alimentos. Em um estudo analisando a atividade de água em chá verde, Firmino (2011) avaliou 25 marcas e constatou que 10 excederam o limite de 0,600 aw. Da mesma forma, todas as amostras em nosso estudo apresentaram níveis de atividade de água acima de 0,60 aw, condição que, segundo Park *et al.* (2008), promove a proliferação microbiana e reações de deterioração. Essa questão demanda atenção, pois desvios na qualidade do produto podem representar riscos à saúde dos consumidores, especialmente devido à potencial presença de micotoxinas, como aflatoxinas, produzidas por certos fungos.

A ingestão de micotoxinas pode levar a efeitos toxicológicos que variam de toxicidade aguda a consequências mutagênicas, carcinogênicas, teratogênicas e imunossupressoras. A gravidade desses efeitos depende de fatores como o tipo de micotoxina, dosagem, duração da exposição e características individuais, incluindo idade, sexo, estado nutricional e saúde geral (PEREIRA; SANTOS, 2011; LIMA, 2010).

Em relação à determinação de cinzas totais, os resultados indicam que todas as amostras analisadas estão dentro dos limites de teor de cinzas estabelecidos pela Farmacopeia Brasileira (BRASIL, 2019), representando uma quantidade adequada de material inorgânico nas amostras, o que sugere que elas não contêm excesso de solo ou areia. Para cinzas totais, o valor de referência é um máximo de 14% (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

A amostra E apresentou o maior teor de umidade (16,25%), excedendo o limite estabelecido pela Farmacopeia Brasileira (BRASIL, 2019), que define uma faixa permitida de 8% a 14% para drogas vegetais. O excesso de umidade em materiais vegetais promove o crescimento microbiano e a hidrólise, acelerando a degradação de compostos bioativos. Embora a secagem adequada pós-colheita evite tal deterioração, a secagem inadequada pode levar à perda de constituintes químicos essenciais, contaminação microbiana e redução do teor de princípio ativo (BRASIL, 2019).

ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

A Resolução da Diretoria Colegiada nº 10 de 9 de março de 2010, emitida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), estabelece que os testes de contaminantes microbiológicos - incluindo bactérias aeróbias, fungos, *Escherichia coli*, outras enterobactérias, *Salmonella* sp. e aflatoxinas - devem estar em conformidade com as diretrizes da Farmacopeia Brasileira ou da Organização Mundial da Saúde (OMS) (BRASIL, 2010; 2019). A Farmacopeia Brasileira (BRASIL, 2019) não especifica limites para coliformes totais, mas estabelece um máximo de 10^3 NMP/g para coliformes fecais em chás e produtos similares. Todas as amostras analisadas excederam esses níveis permitidos.

As análises microbiológicas são essenciais para garantir a segurança do produto, verificando a ausência de microrganismos patogênicos ou prejudiciais, ao mesmo tempo em que permitem limites microbianos aceitáveis na qualidade de drogas vegetais (PINTO *et al.*, 2010). A OMS (2004) determina que *Salmonella* sp. deve estar ausente em plantas medicinais para uso interno. Embora as amostras analisadas tenham testado negativo para *Salmonella* sp., sua potencial presença permanece uma preocupação crítica, pois é uma das principais causas de doenças transmitidas por alimentos globalmente, inclusive no Brasil (SHINOHARA *et al.*, 2008).

Embora não existam limites legais para *Staphylococcus aureus* em plantas medicinais, sua detecção torna o produto impróprio para consumo devido ao risco de toxinas estafilocócicas termorresistentes persistirem nos chás (ROCHA *et al.*, 2013). A contaminação microbiana em produtos não estéreis pode levar à deterioração, alterações químicas e sérios riscos à saúde, incluindo infecções (BRASIL, 2019). Kalumbi *et al.* (2020) também encontraram níveis microbianos em amostras de plantas excedendo os padrões da OMS, destacando a necessidade de maior conscientização entre os formuladores de políticas sobre contaminação bacteriana em medicamentos fitoterápicos.

Mesmo quando submetidos a preparações em alta temperatura (por exemplo, fervura ou infusões), certos microrganismos produzem enterotoxinas termoestáveis que permanecem ativas no produto final (ROCHA *et al.*, 2008). Materiais vegetais contaminados podem causar doenças nos consumidores, principalmente infecções bacterianas, embora fungos, parasitas e vírus também representem riscos. As bactérias prosperam em condições favoráveis com nutrientes adequados, temperatura, pH e umidade (ALVES, 2012). Apesar da crescente popularidade da medicina herbal, a comercialização muitas vezes compromete a qualidade do produto. O manuseio e armazenamento adequados são cruciais, pois a contaminação microbiológica pode ter um impacto severo na segurança do consumidor (BITENCOURT *et al.*, 2024).

COMPOSTOS BIOATIVOS

Nos últimos anos, evidências substanciais destacaram o papel crítico dos radicais livres e outros oxidantes no envelhecimento e em doenças degenerativas relacionadas à idade, incluindo câncer, distúrbios cardiovasculares, catarata, declínio do sistema imunológico e disfunção cerebral (ATOUI *et al.*, 2005). Para avaliar a atividade antioxidante, o ensaio de captura do radical ABTS é amplamente utilizado devido à sua versatilidade na avaliação de compostos lipofílicos e hidrofílicos, como flavonoides, carotenoides e antioxidantes plasmáticos, por meio de reações químicas, eletroquímicas ou enzimáticas (RE *et al.*, 2018; RUFINO *et al.*, 2007).

A eficácia da capacidade antioxidante varia significativamente dependendo da espécie de chá e da concentração/tipo de compostos fenólicos presentes (ZIELINSKI *et al.*, 2014). Compostos fenólicos, particularmente taninos, são os principais contribuintes para essa atividade, pois seus grupos hidroxila e carboxila permitem a quelação de metais (por exemplo, ferro e cobre), neutralizando danos oxidativos (MICHALAK, 2006). Esses fitoquímicos não apenas capturam radicais livres, mas também modulam enzimas envolvidas em processos de desintoxicação e redox (SILVA *et al.*, 2017).

Antioxidantes de origem vegetal - principalmente polifenóis e flavonoides - desempenham um papel vital na mitigação do estresse oxidativo (KHALAF *et al.*, 2008). Por exemplo, estudos utilizando ensaios ABTS e DPPH relatam capacidades de captura de radicais variando de 52,08% a 85,13% e 52,28% a 79,41%, respectivamente. No entanto, a potência antioxidante das plantas varia conforme o tipo. Moraes *et al.* (2009) avaliaram chás brasileiros pelo método DPPH, identificando chá verde (*Camellia sinensis*, IC₅₀: 0,14 mg/mL), canela (*Cinnamomum zeylanicum*, IC₅₀: 0,37 mg/mL) e cravo (*Eugenia aromatica*, IC₅₀: 0,46 mg/mL) como tendo atividade antioxidante notavelmente alta devido ao seu teor fenólico. Em contraste, nosso estudo observou valores de IC₅₀ mais altos (15,40-22,3 mg/mL), sugerindo eficácia antioxidante comparativamente menor nas amostras testadas.

LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Este estudo apresenta como principal limitação a quantidade reduzida de amostras de chá analisadas, o que pode restringir a generalização dos resultados. A pequena amostragem dificulta a extração dos dados para diferentes variedades, marcas ou lotes do produto, além de potencialmente influenciar na estatística das conclusões. Recomenda-se que pesquisas futuras ampliem o número de amostras e a diversidade de origens e processamentos do chá.

CONCLUSÃO

As amostras analisadas de plantas medicinais comercializadas em Santa Maria, RS, não atenderam aos padrões microbiológicos exigidos pela legislação, uma vez que todas as plantas testadas destinadas ao preparo de chás apresentaram níveis de contaminação acima dos limites recomendados. Essa contaminação provavelmente decorre de práticas inadequadas durante as etapas de produção, como irrigação com água contaminada, colheita, armazenamento, secagem e manuseio inadequado. Para resolver isso, são urgentemente necessárias melhorias higiênico-sanitárias, fiscalização mais rigorosa, conformidade regulatória, treinamento de manipuladores e maior supervisão de toda a cadeia produtiva, especialmente considerando o uso generalizado dessas plantas como recursos terapêuticos. Embora o teor de cinzas totais e umidade estivesse dentro dos limites estabelecidos, a elevada atividade de água em todas as amostras representa riscos ao promover o crescimento microbiano e reações químicas/enzimáticas que degradam a qualidade das plantas. A venda de plantas medicinais abaixo do padrão é preocupante, pois os usuários estão expostos a patógenos e produtos deteriorados. Apesar desses problemas, as amostras apresentaram altos teores de compostos fenólicos e flavonoides associados a benefícios à saúde e demonstraram capacidade antioxidante significativa, conforme determinado pelos ensaios DPPH e ABTS. Esses achados destacam a importância de caracterizar tais plantas para orientar os consumidores a optar por alternativas com maior eficácia medicinal. Isso é particularmente relevante diante da crescente demanda global por antioxidantes naturais, que combatem radicais livres, mitigam o envelhecimento celular e auxiliam na prevenção de doenças, melhorando, em última análise, o bem-estar.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. R. F. **Doenças alimentares de origem bacteriana**. 2012. 70 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2012. DOI: <https://doi.org/10.14295/online.v12i42.1373>. Acesso em: 14 abril, 2025

ATOUI, A. K. *et al.* Tea and herbal infusions: their antioxidant activity and phenolic profile. **Food Chemistry** v. 89, n. 1, p. 27-36, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.01.075>. Acesso em: 20 ju n. 2025.

AYOOLA, G. A. *et al.* Phytochemical screening and antioxidant activities of some selected medicinal plants used for malaria therapy in Southwestern Nigeria. **Tropical Journal of Pharmaceutical Research**, Lagos, v. 7, n. 3, p. 1019-1024, set. 2008.

BITENCOURT, M. L. R.; INDRIUNAS, A.; SANTOS, J. G.; Qualidade microbiológica de plantas medicinais comercializadas no município de Taubaté, São Paulo. **Revista Biociências**. Taubaté, v. 29, n. 2, p. 30-40, 2024.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Farmacopéia Brasileira**. 6 ed., v. 1. Brasília-DF: ANVISA. 2019. DOI: <https://doi.org/10.25191/recs.v8i2.67>

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução RDC nº 660, de 29 de março de 2022*. Dispõe sobre o registro de produtos tradicionais fitoterápicos. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2022.

BRASIL, Anvisa - Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Orientações sobre o uso de fitoterápicos e plantas medicinais., CARTILHA DE ORIENTAÇÕES SOBRE O USO DE FITOTERÁPICOS E PLANTAS MEDICINAIS, 2022, 29 p.

BRASIL. **Decreto nº 5.813, de 22 de junho de 2006**. Dispõe sobre a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 ju n. 2006a. Seção 1, p. 1. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-73312014000200004>

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) n. 10, de 09 de março de 2010**. Dispõe sobre a notificação de drogas vegetais junto à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 10 mar. 2010. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-084x/%2012_096

BRASIL. Ministério da Saúde. **National Survey on Medicinal Plants and Herbal Medicines Use**. Brasília: Ministério da Saúde, 2023. Disponível em: <http://www.saude.gov.br/plantasmedicinais>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Biblioteca Nacional de Agricultura. **Boas práticas agrícolas (BPA) de plantas medicinais, aromáticas e condimentares**. Brasília, DF, 2006b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003**. Brasília-DF, MAPA 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 26**, 2014.

CARVALHO, L.M.; DA COSTA, J. A.M; CARNELOSSI, M.A.G. **Qualidade em plantas medicinais.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. 54 p.

DAMIANE, E. *et al.* Antioxidant activity of different white teas: Comparison of hot and cold tea infusions. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 33, p. 59-66, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.09.010>

ETHUR, L.Z. *et al.* Comércio formal e perfil de consumidores de plantas medicinais e fitoterápicos no município de Itaqui - RS. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 13, n. 2, p. 121-128, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722011000200001>

EUNIOTINA, E.Y. *et al.* Herbal Medicines: challenges in the modern world. Part 5. Status and current directions of complementary and alternative herbal medicine worldwide. **Expert Review of Clinical Pharmacology**, v. 10 n. 3, p. 327-338, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/17512433.2017.1268917>

EUROPEAN MEDICINES AGENCY. **Evaluation of Medicines for Human Use**. 7 Westferry Circus, Canary Wharf, London, v. 14, n. 4, 2006.

FIRMINO, L.A. **Avaliação da qualidade de diferentes marcas de chá verde (*Camellia sinensis*) comercializadas em Salvador-Bahia.** 2011. 70 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA, 2011. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-084X/11_041

FRANCO, B. D. G. M; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos.** São Paulo: Atheneu, 1996.

GRAND VIEW RESEARCH. **Herbal Tea Market Size, Share & Trends Analysis Report 2021-2028.** São Francisco: Grand View Research, 2023. Disponível em: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/herbal-tea-market>. Acesso em: 2 ju n. 2025.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz:** Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4 ed. 1 ed. digital, São Paulo: IMES p. 2008.

KALUMBI, M.H. *et al.* Bacterial and heavy metal contamination in selected commonly sold herbal medicine in Blantyre, Malawi. **Malawi Medical Journal**, v. 32, n. 3 p. 153-159, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/mmj.v32i3.8>

KHALAF, N A. *et al.* Antioxidant activity of some common plants. **Turkish Journal of Biology**, v. 32, p. 51-55, 2008.

LI, S. E. M. *et al.* Research progress of natural antioxidants in foods for the treatment of diseases. **Food Science and Human Wellness**, v. 3, n. 3-4, p. 110-116, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fshw.2014.11.002>

LIMA, W. R. **Presença de fungos toxigênicos e micotoxinas em plantas medicinais e chás de ervas consumidos pela sociedade brasileira**. 2010. 50 p. Monografia (Especialização em Microbiologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais-MG, 2010.

MICHALAK, A. Phenolic compounds and their antioxidant activity in plants growing under heavy metal stress. **Polish Journal of Environmental Studies**, v. 15, n. 4, p. 523-530, 2006.

MORAES, S. M. *et al.* Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil. **Revista Brasileira de Farmacologia**, v. 19, n. 1B, p. 315-320, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2009000200023>

OLIVEIRA, A. B. *et al.* Controle de qualidade de plantas medicinais: avanços e desafios. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 31, p. 123-135, 2021.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Global report on traditional and complementary medicine 2-19**. Geneva: OMS. 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Guidelines on safety monitoring of herbal medicines in pharmacovigilance systems**. Geneva: OMS, 2004.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Guidelines on good agricultural and collection practices (GACP) for medicinal plants**. Geneva: OMS. 2003.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Quality control methods for medicinal plant materials**. Geneva: OMS. 1998.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Relatório global sobre medicina tradicional e complementar 2023*. Genebra: OMS, 2023. Disponível em: <https://www.who.int/>. Acesso em: [30 ju n. 2025].

PARK, K. J. B. *et al.* Considerações temodinâmicas das isotermas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 10, n. 1, p. 83-94, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013001000011>

PEREIRA, J. B. A. *et al.* O papel terapêutico do Programa Farmácia Viva e das plantas medicinais. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 17, n. 4, p. 550-561, 2015. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-084X/14_008

PEREIRA, C.K.; SANTOS, C. F. Micotoxinas e seu potencial carcinogênico. **Revista Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 15, n. 4, p. 147-165, 2011. DOI: <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2011v15n4p%25p>

PINTO, T. J. A. K. *et al.* **Controle microbiológico da qualidade de produtos farmacêuticos, correlatos e cosméticos**. São Paulo: Atheneu. 2010. 209 p. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-93322005000200018>

RE, R. *et al.* Antioxidant activity applying improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, p. 1231-1237, 1999.

ROESLER, R. *et al.* Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1 p 53-60, 2007.

ROCHA, F. A. G. *et al.* Avaliação do grau de contaminação microbiológica em plantas medicinais comercializadas no município de Currais Novos-RN: Resultados preliminares. In: V Congresso Iniciação Científica do CEFET-R n. **Anais [...]**. Mossoró-RN, p. 1-10, 2008.

ROCHA, F. A. G. *et al.* Detecção de *Staphylococcus aureus* em plantas medicinais. In: IX Congresso de Iniciação Científica do IFR n. **Anais [...]**. Natal-RN, p. 629-635, 2013.

RUFINO, M. do S. M. *et al.* **Metodologia Científica:** Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS +. EMBRAPA: Fortaleza, CE, 2007.

RE, R.; PELEGRINI, n. ; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Método de atividade antioxidante ABTS, 2018. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/s0891-5849(98)00315-3)

SANTOS, C. D. *et al.* Contaminação microbiana em chás comerciais: riscos e soluções. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 42, e20220123, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.je.2021.114843>

SILVEIRA, A. C. da; KASSUIA, Y. S.; DOMAHOVSKI, R. C.; LAZZAROTTO, M. Método de DPPH adaptado: uma ferramenta para analisar atividade antioxidante de polpa de frutos da erva-mate de forma rápida e reproduzível. Colombo: Embrapa Florestas, 2018. (Comunicado Técnico, 421). <https://doi.org/10.17765/1518-1243.2019v21n1p45-54>

SILVA, J.; CAMPOS, M. A.; COSTA, E. p. ; MOURA, W. M. L. Integração lavoura-pecuária-floresta: incremento na produtividade e na sustentabilidade dos sistemas de produção. In: WORKSHOP INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA, 2., 2017, Sino p. Anais [...]. Sinop: Embrapa, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100- 204X2011001000001>

SHINOHARA, n. K. S.; BARROS, v. B.; JIMENEZ, S. M. C.; MACHADO, E. C. L.; DUTRA, R. A. F.; FILHO, J. L. L. *Salmonella* sp p. , importante agente patogênico veiculado em alimentos. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 5, p. 1675-1683, set./out. 2008. DOI: 10.1590/S1413-81232008000500031.

ZHANG, L. *et al.* Review of current methods for analysis of Mycotoxins in Herbal Medicines. **Toxins(Basel)**, v. 10, n. 65, p. 1-39, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins10020065>

ZIELINSKI, A. A. F. *et al.* A comparative study of the phenolic compounds and the in vitro antioxidant activity of different Brazilian teas using multivariate statistical techniques. **Food Research International**, v. 60, p. 246-254, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.09.010>