

## **Avaliação de diferentes solventes combinados a técnica de alta pressão para extração de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante da erva-mate (*Ilex paraguariensis*)**

Evaluation of different solvents combined with the high pressure technique for extraction of total phenolic compounds and antioxidant activity of yerba mate (*Ilex paraguariensis*)

Evaluación de distintos solventes combinados con la técnica de alta presión para la extracción de compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante de la yerba mate (*Ilex paraguariensis*)

Recebido: 13/04/2022 | Revisado: 20/04/2022 | Aceito: 30/04/2022 | Publicado: 02/05/2022

### **Natalya Marques da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5273-3749>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
E-mail: [natalyaengali@outlook.com](mailto:natalyaengali@outlook.com)

### **Talita Aparecida Ferreira de Campos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2236-3913>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
E-mail: [talita.tc29@gmail.com](mailto:talita.tc29@gmail.com)

### **Annecler Rech de Marins**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8395-6726>  
[anneclermarins@gmail.com](mailto:anneclermarins@gmail.com)  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil

### **Eliena da Silva Gomes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4657-4459>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
[elienae2108@gmail.com](mailto:elienae2108@gmail.com)

### **Marcos Antonio Matiucci**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2053-2672>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
E-mail: [m.matiucci@hotmail.com](mailto:m.matiucci@hotmail.com)

### **Maria Luiza Rodrigues de Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5643-0841>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
E-mail: [mlrsouza@uem.br](mailto:mlrsouza@uem.br)

### **Stéphani Caroline Beneti**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7888-5820>  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil  
E-mail: [stephanibeneti@gmail.com](mailto:stephanibeneti@gmail.com)

### **Stênio Cristaldo Heck**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7965-8961>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
E-mail: [stenioheck@gmail.com](mailto:stenioheck@gmail.com)

### **Andresa Carla Feihrmann**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2389-0467>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
E-mail: [andresafeihrmann@gmail.com](mailto:andresafeihrmann@gmail.com)

### **Resumo**

É cada vez mais habitual o uso de plantas ou derivados para reformular, substituir ou criar produtos alimentícios, com o objetivo de agregar valores nutricionais e satisfazer o consumidor que está cada vez mais exigindo por alimentos mais saudáveis. As folhas de erva mate (*Ilex paraguariensis*) são conhecidas por seu potencial antioxidante e antimicrobiano, além de tem efeito na melhoria da tolerância à glicose e efeitos anti-inflamatórios. O objetivo foi analisar variados solventes junto a técnica de alta pressão visando a obtenção de extratos de erva-mate com maior quantidade de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante. Foram realizados dez tratamentos, cinco submetidos a extração por alta pressão (150 MPa / 30 minutos) utilizando como solventes: etanol, H<sub>2</sub>O com etanol, metanol, glicerina e ácido láctico, e cinco não sujeitos a técnica. Em relação ao solvente os melhores resultados foram para H<sub>2</sub>O + glicerina (50%). Observou-se ainda que o maior teor de compostos fenólicos foi na extração de erva-mate

com pressão 600,42 mg EAG/L, o mesmo ocorreu com a atividade antioxidante, sendo que no método de ABTS o valor foi de 619,70 TEAC/g sem pressão e foi aumentado para 702,53 TEAC/g com o uso da técnica, para DPPH comparando-se antes 954,37 IC50 (mg/mL) e depois da alta pressão 1044,96 IC50 (mg/mL). Conclui-se que a extração com alta pressão foi fundamental para auxiliar na extração de maior quantidade de antioxidantes utilizando um solvente biodegradável.

**Palavras-chave:** Compostos bioativos; Solventes verdes; (*Ilex paraguariensis*).

### Abstract

It is increasingly common to use plants or derivatives to reformulate, replace or create food products, with the aim of adding nutritional values and satisfying the consumer who is increasingly demanding healthier foods. Yerba mate (*Ilex paraguariensis*) leaves are known for their antioxidant and antimicrobial potential, as well as improving glucose tolerance and anti-inflammatory effects. The objective was to analyze different solvents with the high pressure technique in order to obtain yerba mate extracts with a greater amount of total phenolic compounds and antioxidant activity. Ten treatments were performed, five subjected to high pressure extraction (150 MPa / 30 minutes) using as solvents: ethanol, H<sub>2</sub>O with ethanol, methanol, glycerin and lactic acid, and five not subjected to the technique. Regarding the solvent, the best results were for H<sub>2</sub>O + glycerin (50%). It was also observed that the highest content of phenolic compounds was in the extraction of yerba mate with pressure of 600.42 mg EAG/L, the same occurred with the antioxidant activity, and in the ABTS method the value was 619.70 TEAC /g without pressure and was increased to 702.53 TEAC/g with the use of the technique, for DPPH comparing before 954.37 IC50 (mg/mL) and after high pressure 1044.96 IC50 (mg/mL). It is concluded that high pressure extraction was essential to assist in the extraction of greater amounts of antioxidants using a biodegradable solvent.

**Keywords:** Bioactive compounds; Green solvents; (*Ilex paraguariensis*).

### Resumen

Cada vez es más habitual el uso de plantas o derivados para reformular, sustituir o crear productos alimenticios, con el objetivo de añadir valores nutricionales y satisfacer al consumidor que cada vez demanda alimentos más saludables. Las hojas de yerba mate (*Ilex paraguariensis*) son conocidas por su potencial antioxidante y antimicrobiano, además de mejorar la tolerancia a la glucosa y sus efectos antiinflamatorios. El objetivo fue analizar diversos solventes con la técnica de alta presión para obtener extractos de yerba mate con mayor cantidad de compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante. Se realizaron diez tratamientos, cinco sometidos a extracción a alta presión (150 MPa/30 minutos) utilizando como solventes: etanol, H<sub>2</sub>O con etanol, metanol, glicerina y ácido láctico, y cinco no sometidos a la técnica. En cuanto al solvente, los mejores resultados fueron para H<sub>2</sub>O + glicerina (50%). También se observó que el mayor contenido de compuestos fenólicos se presentó en la extracción de yerba mate con presión de 600,42 mg EAG/L, lo mismo ocurrió con la actividad antioxidante, y en el método ABTS el valor fue de 619,70 TEAC/g sin presión y se incrementó a 702,53 TEAC/g con el uso de la técnica, para DPPH comparando antes 954,37 IC50 (mg/mL) y después de alta presión 1044,96 IC50 (mg/mL). Se concluye que la extracción a alta presión fue fundamental para ayudar en la extracción de mayores cantidades de antioxidantes usando un solvente biodegradable.

**Palabras clave:** Compuestos bioactivos; Disolventes verdes; (*Ilex paraguariensis*).

## 1. Introdução

Comumente cultivada no Brasil, e em países como Argentina, Paraguai, Uruguai e Brasil, a erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é uma das principais fontes de economia de várias cidades da região sul do Brasil, e nos últimos anos com a evidência de seus benefícios tem se tornado uma erva relevante para o comércio exterior, aumentando a sua produção cada dia mais (Penteado Junior, 2019).

No ramo de comidas e bebidas saudáveis, o Brasil atualmente, ocupa a sétima posição no mundo. Buscando satisfazer o desejo dos consumidores que anseiam cada vez mais por uma combinação de alimentos saudáveis e praticidade (Safraid, 2022). A procura por refeições benéficas a saúde, as pessoas têm buscado preferencialmente por alimentos ricos em antioxidantes, anti-inflamatórios e compostos bioativos, que tem como objetivo contribuir com bem-estar físico e emocional, favorecendo na saúde de forma geral (de Oliveira, 2021).

Uma planta que tem compostos bioativos, como compostos fenólicos, cafeína, teobromina saponinas e metil-xantinas. Além de seu potencial antimicrobiano e antioxidante, tem efeito na melhoria da tolerância à glicose e efeitos anti-inflamatórios (Brito, 2021). Há séculos, milhares de plantas são princípios de diversos produtos alimentícios, em sua maioria, com altos potenciais de atividades biológicas, realizam-se processos de extração de compostos e adição sem alterar consideravelmente

suas características nutricionais (Lutomski et al., 2020).

Os estudos destas plantas por sua vez, buscam incansavelmente alimentos de alto valor nutricional ou alimentos mais saudáveis, novas formulações de um produto com conservantes naturais, inovações em sua forma de consumo, e otimizar sua vida útil, não se limitando apenas a pesquisa, mas com objetivo de sua aplicação na indústria de alimentos (Silva, 2019).

Para manter os compostos bioativos com o objetivo de beneficiar a saúde humana, é preciso manter as funções biológicas durante todo o processo de produção do produto. A forma escolhida para a obtenção destes compostos ativos e os solventes utilizados, têm influência sobre a qualidade final deste extrato (Bavaresco, 2020).

São variadas as formas de obter o extrato de erva-mate, dentre elas está a infusão a frio e a quente, extração ácida, sólido-líquido e decocção. No entanto, os métodos citados têm limitações não desejáveis, como: redução ou perda da atividade biológica, resíduos do solvente utilizado e até mesmo a degradação química (Wolff, 2021).

A técnica de alta pressão evidencia uma alternativa vantajosa aos processos de extração. Sobressaindo as outras técnicas já mencionadas, a alta pressão, na maioria dos casos, não prejudica os compostos de sabor e cor, além de não afetar as características de alguns alimentos. O processo e o rendimento final da extração dependem do tempo e da pressão empregada (Melo, 2021).

Juntas, as técnicas descritas e a escolha correta no solvente utilizado no momento de extração também irão influenciar diretamente no resultado final, bem como no custo, segurança e nos impactos ambientais. São comumente utilizados solventes orgânicos, como metanol, etanol, acetona, acetato de etila e propanol. São solventes não biodegradáveis e altamente inflamáveis apresentando desvantagens em sua utilização (Silva, 2018).

Com o objetivo em uma química mais sustentável e preocupando-se com a saúde humana, a utilização de solventes verdes tem se tornado cada vez mais estudada e empregada em processos químicos (Bezerra, 2020). O solvente verde é reconhecido por ser biodegradável, ter baixa toxicidade, ser mais fácil de transportar, armazenar, descartar e ao contrário dos solventes orgânicos, não são voláteis e inflamáveis (de Souza, 2020). Dois solventes que se caracterizam como solvente verde são a glicerina e o ácido láctico, ambos vêm se destacando e sendo fonte de estudos nos últimos anos (Decote, 2022).

Desta forma, o intuito deste trabalho foi avaliar diferentes solventes combinados a técnica de extração por alta pressão objetivando a obtenção de extratos de erva-mate com maior quantidade de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante.

## **2. Metodologia**

### **Material**

As amostras de erva-mate nativas foram colhidas na cidade de Erechim-RS, em novembro de 2021. Conforme demonstrado na Figura 1, as folhas de erva-mate foram separadas dos galhos, lavadas e secas em estufa com circulação de ar a 50 °C por 24 horas. Posteriormente a secagem, as folhas foram moídas em moinho de facas do tipo Willey, com peneira em aço inox mesh 30 e armazenadas em sacos plásticos na temperatura de -18 °C.

**Figura 1:** (1) Galhos de erva-mate, (2) Folhas de erva-mate, (3) Folhas secas de erva-mate, (4) Erva mate moída.



Fonte: Autores.

### Extração

Foram realizados 10 tratamentos, onde 5 foram submetidos a 150 MPa de pressão por 30 minutos, e para comparação os outros 5 tratamentos não foram sujeitos a alta pressão. O equipamento utilizado é constituído por um cilindro de ácido inoxidável e tem capacidade de trabalhar até 200 MPa, controlando a pressão por um painel digital. Foram pesadas aproximadamente 5 gramas de erva-mate e adicionado 150 mL do solvente selecionado para cada tratamento. As amostras foram identificadas das seguintes formas: (Etanol 100%), (50% Etanol / 50% Água Destilada), (Metanol 50%), (50% Glicerina / 50% Água Destilada), (50% Ácido Lático / 50% Água Destilada), e (Etanol 100%), (50% Etanol / 50% Água Destilada), (Metanol 50%), (50% Glicerina / 50% Água Destilada), (50% Ácido láctico / 50% Água Destilada).

### Análise de teor de compostos fenólicos

O conteúdo de compostos fenólicos foi determinado de acordo com o método *Folin-Ciocalteu*, como descrito por Singleton, Joseph e Rossi (1965), adaptado. Em um tubo de ensaio adicionou-se uma alíquota de 200  $\mu\text{L}$  de amostra e 1000  $\mu\text{L}$  do reagente *Folin-Ciocalteu*, agitou-se manualmente por 10 segundos e a mistura ficou ao abrigo de luz por 6 minutos. Em seguida 800  $\mu\text{L}$  de carbonato de sódio a 7,5% (v / v) foi adicionado, agitado por mais 10 segundos e deixado em repouso por 30 minutos no escuro. A absorbância foi realizada a 765 nm em um espectrofotômetro (Agilent UV-8553). O teor de compostos fenólicos foi determinado utilizando uma curva de calibração, utilizando ácido gálico.

### Análise da atividade antioxidante

Método DPPH: Adicionou-se em tubo de ensaio 200  $\mu\text{L}$  da amostra e 800  $\mu\text{L}$  de solução metanólica de DPPH (solução estoque: 0,024 g de DPPH dissolvidos em 100 mL de metanol, retirou-se 10 mL da solução estoque e diluir em mais 45mL de metanol), permaneceu por 20 minutos em local escuro. Em seguida mediu-se a absorbância em espectrofotômetro (Agilent UV-8553) a 517 nm. A atividade antioxidante foi determinada de acordo com o método DPPH e os resultados expressos em IC<sub>50</sub> (mg/mL) de extrato (Dudonné, 2009). Método ABTS: De acordo com Kuskoski et al, (2005), diluiu-se a solução ABTS até se atingir a absorbância 0,70 nm, à 734 nm. Para o preparo das amostras em tubo de ensaio, no escuro, colocou-se 30  $\mu\text{L}$  dos extratos obtidos junto a 3 mL de solução de ABTS. Depois de 6 minutos leu-se absorbância a 734 nm em espectrofotômetro (Agilent UV-8553). A atividade antioxidante determinada pelo método ABTS foi expressa em atividade antioxidante equivalente ao Trolox (TEAC) /g de extrato, de acordo com uma curva de calibração.

### Análise estatística

As análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância utilizando o software SISVAR.

### 3. Resultados e Discussão

Diferentes solventes e suas prioridades são capazes de influenciar o teor de compostos fenólicos obtidos dos extratos. Estas condições podem explicar os variados resultados obtidos nesta pesquisa. Não menos importante do que o solvente, a técnica de alta pressão exibe grande influência no rendimento.

Conforme demonstrado na Tabela 1 os resultados obtidos variaram de 53,12 a 422,10 mg EAG/L (ácido gálico equivalente por litro de extrato) para os extratos que não foram submetidos a alta pressão. Para os extratos sujeitos a pressão os valores foram de 47,30 a 600,42 mg EAG/L.

**Tabela 1.** Teor de compostos fenólicos de erva mate.

Solventes	Tratamentos		C.V(%)	p-Valor
	Sem pressão	Com pressão		
H <sub>2</sub> O + Etanol(50%)	422,10±5,01 Aa	333,13±8,84 Cb	13,69	<0,01
Etanol (100 %)	53,12±0,88 Da	47,30±3,24 Ea	7,74	0,3970
H <sub>2</sub> O + Metanol (50%)	293,80±5,60 Bb	407,71±7,67 Ba	18,82	<0,01
H <sub>2</sub> O + Glicerina (50%)	217,30±9,43 Cb	600,42±7,37 Aa	54,12	<0,01
H <sub>2</sub> O + Ac. Lático(50%)	234,71±4,67 Cb	284,88±8,03 Da	11,34	<0,01
C.V (%)	56,54	51,64		
p-Valor	<0,01	<0,01		

Valores expressos em Média±desvio padrão. Médias na mesma coluna seguidas de letras maiúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). Médias na mesma linha seguidas de letras minúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). C.V. = Coeficiente de variação. \*Dados expressos em mg EAG/L extrato. Fonte: Autores.

Os dados demonstram que o maior teor de compostos fenólicos obtido foi no extrato de erva-mate com pressão 600,42 mg EAG/L, utilizando como solvente H<sub>2</sub>O + glicerina (50%), com diferença estatística em relação aos demais tratamentos, sendo também que a amostra apresentou diferença de quase três vezes mais 217,30±9,43 mg EAG/L comparando-a com o mesmo solvente (H<sub>2</sub>O + glicerina (50%)) sem a alta pressão.

Oliveira (2021) obteve teor de compostos fenólicos totais pelo método de alta pressão superior em extrato aquoso (1,88 mg EAG/mL de extrato) de capim cidreira, em relação ao extrato etanólico (1,03 mg EAG/mL de extrato), corroborando com os dados obtidos nesse trabalho, onde H<sub>2</sub>O + glicerina (50%) combinado a técnica de alta pressão 600,42 mg EAG/L apresentou resultado quase duas vezes maior que H<sub>2</sub>O + Etanol (50%) 333,13 mg EAG/L e maior ainda comparado apenas com Etanol 47,30 mg EAG/L, ambos também submetidos a alta pressão. Comunian (2020) ao avaliar extratos de romã encapsulados encontrou valores próximos de compostos fenólicos totais para os solventes etanol e água (3,07 e 2,80 mg EAG/g), enquanto que o solvente metanol obteve maior teor (7,06 mg EAG/g) quando comparado com os outros solventes.

Fatores como o tempo de extração, composição do solvente e tratamento da amostra, também possuem interferência significativa na eficácia de uma extração, e com isso um aumento ou diminuição de compostos fenólicos (Cardozo, 2021). Além do mais, há variedades de metodologia empregada em inúmeros estudos para avaliação de compostos fenólicos, o que influencia também nos resultados obtidos e dificulta uma comparação dos dados (da Silva, 2021).

Na Tabela 2 são apresentados os valores da atividade antioxidante dos extratos de erva-mate pelo método ABTS nas extrações com e sem alta pressão.



**Tabela 2.** Atividade antioxidante pelo método ABTS.

Solventes	Tratamentos		C.V(%)	p-Valor
	Sem pressão	Com pressão		
H <sub>2</sub> O + Etanol (50%)	502,02±0,71 Ca	427,77±1,43 Bb	9,22	<0,01
Etanol	194,44±7,14 Ea	147,50±0,71 Db	16,04	<0,01
H <sub>2</sub> O + Metanol (50%)	556,56±2,86 Db	529,30±24,28 Ca	8,99	<0,01
H <sub>2</sub> O + Glicerina (50%)	619,70±0,71 Bb	702,53±0,71Aa	7,23	<0,01
H <sub>2</sub> O + Ac. Lático(50%)	694,44±2,14 Aa	692,42±2,14Aa	0,30	0,8100
C.V (%)	43,05	36,69		
p-Valor	<0,01	<0,01		

Valores expressos em Média±desvio padrão. Médias na mesma coluna seguidas de letras maiúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). Médias na mesma linha seguidas de letras minúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). C.V. = Coeficiente de variação. \*Dados expressos em atividade antioxidante equivalente ao Trolox (TEAC) /g de extrato. Fonte: Autores

Pode-se observar que os solventes verdes (H<sub>2</sub>O + glicerina (50%) e H<sub>2</sub>O + Ácido lático (50%) apresentaram maiores valores.

De acordo com a análise estatística, a aplicação de alta pressão combinada ao ácido lático não apresentou influência na extração de compostos reagentes a ABTS. Já a aplicação de pressão influencia na capacidade de arraste da glicerina, onde o mesmo não se diferencia estaticamente (p<0,05) do ácido lático.

Nota-se que o único tratamento que apresentou aumento considerável após a alta pressão foi (H<sub>2</sub>O + Glicerina (50%)), que variou de 619,70 TEAC /g para 702,53 TEAC /g com a técnica empregada.

Nesta pesquisa também foram obtidos valores de atividade antioxidante pelo método DPPH como demonstrado na Tabela 3.

**Tabela 3.** Atividade antioxidante pelo método DPPH.

Solventes	Tratamentos		C.V (%)	p-Valor
	Sem pressão	Com pressão		
H <sub>2</sub> O + Etanol (50%)	1033,75±68,06 ABa	1072,50±2,65 Aa	4,30	0,2036
Etanol	733,75±34,47 Ca	710,00±29,17 Ba	4,10	0,4239
H <sub>2</sub> O + Met. (50%)	1055,00±1,77 Aa	1036,90±2,65 Aa	1,01	0,5389
H <sub>2</sub> O + Glicerina (50%)	954,37±4,42 Bb	1044,96±28,28 Aa	5,50	<0,01
H <sub>2</sub> O + Ac. Lático (50%)	1008,75±6,19 ABa	987,50±23,86 Aa	1,90	0,4729
C.V (%)	14,69	12,95		
p-Valor	<0,01	<0,01		

Valores expressos em Média±desvio padrão. Médias na mesma coluna seguidas de letras maiúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). Médias na mesma linha seguidas de letras minúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). C.V. = Coeficiente de variação. \*Dados expressos em IC50 (mg/mL) de extrato. Fonte: Autores.

Para DPPH, o solvente H<sub>2</sub>O + Glicerina (50%) continua se destacando entre os demais tratamentos analisados quando se une à técnica de alta pressão comparado ao mesmo tratamento sem a alta pressão.

Confrontando todos os tratamentos, o solvente H<sub>2</sub>O + Etanol (50%) foi superior 1072,50 IC50 (mg/mL) aos demais solventes avaliados, porém não diferencia estaticamente (p<0,05) com os demais resultados submetidos a alta pressão (apenas

Etanol 710,00 IC50 (mg/mL), também não distinguiu dos tratamentos H<sub>2</sub>O + Etanol (50%) e H<sub>2</sub>O + Ac. Lático (50%) sem a técnica de alta pressão empregada.

Sobressaindo então aos demais tratamentos, a H<sub>2</sub>O + Glicerina (50%), comparando-se antes (954,37 IC50 (mg/mL) e depois da alta pressão (1044,96 IC50 (mg/mL), a técnica foi fundamental para auxiliar na extração de maior quantidade de antioxidantes, utilizando de um solvente biodegradável.

GRIS (2021) explica que essa diferença entre quantidades de compostos se deve às características químicas dos compostos extraídos, que possuem interação diferente com cada solvente utilizado.

#### 4. Conclusão

Os resultados obtidos neste estudo demonstram a eficiência da alta pressão para extração de compostos antioxidantes de erva-mate, notando-se o avanço dos rendimentos obtidos do extrato com alta pressão em comparação ao não sujeito a técnica, como observou-se para compostos fenólicos utilizando solventes como metanol, glicerina e ácido lático, também a atividade antioxidante utilizando o método ABTS e DPPH.

Outro resultado promissor que pode ser notado foi a diferença entre os solventes verdes, em que pode se destacar a glicerina, que obteve maiores valores de antioxidantes diante de todos os tratamentos aplicados.

Podendo assim concluir que solventes orgânicos podem ser substituídos por um solvente verde como a glicerina, e ainda que, combinados a técnica de alta pressão, é possível trazer melhores resultados para extração de antioxidantes naturais da erva-mate.

#### Referências

- Bavaresco, J. B., Bandeira, M., Raota, C. S., Crespo, J. S., & Giovanela, M. (2020). Síntese verde de nanopartículas de prata a partir do extrato de folhas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*). *Scientia cum Industria*, 8(1), 39-45.
- Bezerra, F., Da Costa, D., & Koblitz, M. (2020). Aproveitamento integral de matérias-primas oleaginosas com “solventes verdes”: Revisão e oportunidades. *Research, Society and Development*, 9(8), E372985388.
- Brito, N. M. D., Duarte, H. D. S. S., Bühner, C. D. B., Auer, C. G., & Santos, Á. F. D. (2021). Morphophysiological characterization of *Ceratocystis fimbriata* isolates from yerba mate. *Ciência Rural*, 51.
- Cardozo, A. G. L., da Rosa, R. L., Novak, R. S., Folquitto, D. G., Schebelski, D. J., Brusamarello, L. C. C., & Ribeiro, D. T. B. (2021). Erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-hil.): uma revisão abrangente sobre composição química, benefícios à saúde e recentes avanços. *Research, Society and Development*, 10(11), e590101120036-e590101120036.
- Comunian, T. A., Roschel, G. G., da Silva Anthero, A. G., de Castro, I. A., & Hubinger, M. D. (2020). Influence of heated, unheated whey protein isolate and its combination with modified starch on improvement of encapsulated pomegranate seed oil oxidative stability. *Food Chemistry*, 326, 126995.
- Da Silva, A. I. B., De Sá-Filho, G. F., De Oliveira, L. C., Guzen, F. P., Cavalcanti, J. R. L. D. P., & Cavalcant, J. D. S. (2021). Perfil fitoquímico de extratos etanólicos e metanólicos do croton blanchetianus/phytochemical profile of ethanolic and methanolic extracts of the "marmeleiro"(croton blanchetianus). *Revista Brasileira Multidisciplinar (ReBram)*, 24(1), 134-143.
- de Oliveira, M. E. P., da Silva, W. M. B., Alves, D. R., de Andrade Neto, J. B., de Moraes, S. M., & de Oliveira Pinheiro, S. (2021). Dyes and pigments used in foods: an integrative literature review. *Research, Society and Development*, 10(10), e316101018925-e316101018925.
- de Sousa Bezerra, F., da Costa, D. F., & Koblitz, M. G. B. (2020). Aproveitamento integral de matérias-primas oleaginosas com “solventes verdes”: revisão e oportunidades. *Research, Society and Development*, 9(8), e372985388-e372985388.
- Decote, P. A., Negris, L., Vidoto, A. P., Mendes, L. A., Flores, E. M., Vicente, M. A., & Santos, M. F. (2022). Determination of the total acid number of Brazilian crude oil samples: Theoretical and experimental evaluation of three standard methods. *Fuel*, 313, 122642.
- Dudonné, S., Vitrac, X., Coutière, P., Woillez, M. and Mérillon, J-M. (2009) Comparative Study of Antioxidant Properties and Total Phenolic Content of 30 Plant Extracts of Industrial Interest Using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC Assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 1768-1774.
- Gris, C. C. T., Frota, E. G., Guarienti, C., Vargas, B. K., Gutkoski, J. P., Biduski, B., & Bertolin, T. E. (2021). In vitro digestibility and stability of encapsulated yerba mate extract and its impact on yogurt properties. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(2), 2000-2009.
- Kuskoski, Em, Roseane, F., García A, A., & Troncoso G, Am (2005). Propriedades químicas e farmacológicas do fruto Guaraná (*Paullinia cupana*). *Vitae*, 12 (2), 45-52.

- Lutomski, P., Gozdziwska, M., & Florek-Luszczki, M. (2020). Health properties of yerba mate. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 27(2).
- Melo, A., Silva, E., Marques, D., Sousa, S., & Quirino, M. (2021). Extraction, identification and study of the antimicrobial potential of black pepper essential oil biomonitoring by *Artemia salina* Leach. *Holos* (Natal, RN), 2021(1), 1.
- Oliveira, C. C. A., & Santos, J. S. (2021). Compostos ativos de capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*): uma revisão. *Research, Society and Development*, 10(12), e263101220281-e263101220281.
- Penteado Junior, J. F., & Goulart, I. D. R. (2019). Erva 20: sistema de produção para erva-mate. Embrapa Florestas-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E).
- Safraid, G. F., Portes, C. Z., Dantas, R. M., & Batista, Â. G. (2022). Profile of functional food consumer: identity and habits. *Brazilian Journal of Food Technology*, 25.
- Silva Liberato, P., de Lima, D. V. T., & da Silva, G. M. B. (2019). PANCs-Plantas alimentícias não convencionais e seus benefícios nutricionais. *Environmental smoke*, 2(2), 102-111.
- Silva, F., Cordeiro Bizerra, A., & Fernandes, P. (2018). Testes fitoquímicos em extratos orgânicos de *Bixa orellana* L (urucum). *Holos*, 2, 484-498.
- Singleton, V. L.; Joseph, A.; & Rossi, J. (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-149
- Wolff, S. M., da Silveira, A. C., & Lazzarotto, M. (2019). Metodologia para extração de fenólicos totais e antioxidantes da erva-mate. *Embrapa Florestas-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.